



XVIII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INFORMÁTICA EDUCATIVA, SIIE 2016

Francisco José García-Peñalvo; António José Mendes (Eds.)

SIIE

Ediciones Universidad

Salamanca

XVIII Simposio Internacional de Informática Educativa, SIIE 2016

FRANCISCO JOSÉ GARCÍA-PEÑALVO; ANTÓNIO JOSÉ MENDES (EDS.)

XVIII Simposio Internacional de Informática Educativa, SIIE 2016


Ediciones Universidad
Salamanca

AQUILAFUENTE

222

©

Ediciones Universidad de Salamanca y
de cada autor

Motivo de cubierta:
Diseñadora María Alonso Miguel

1.º edición: septiembre, 2016
ISBN: 978-84-9012-630-1 (PDF)

Ediciones Universidad de Salamanca
www.eusal.es
eusal@usal.es

Realizado en España – Made in Spain

*Todos los derechos reservados.
Ni la totalidad ni parte de este libro
pueden reproducirse ni transmitirse sin permiso escrito de
Ediciones Universidad de Salamanca*

Obra sometida a proceso de
evaluación mediante sistema de revisión por pares a ciegas
a tenor de las normas del congreso

Ediciones Universidad de Salamanca es miembro de la UNE
Unión de Editoriales Universitarias Españolas
www.une.es

CEP

Prefacio

El Simposio Internacional de Informática Educativa (SIIIE) ofrece un foro internacional para la presentación y debate de los últimos avances en investigación sobre las tecnologías para el aprendizaje y su aplicación práctica en los procesos educativos. También pretende poner en contacto a investigadores, desarrolladores, representantes institucionales y profesores para compartir puntos de vista, conocimientos y experiencias.

La decimoctava edición de este Simposio se celebra en Salamanca del 13 al 16 de septiembre de 2016 en la Universidad de Salamanca, dentro del V Congreso Español de Informática (CEDI) <http://www.congresocedi.es/>.

Esta edición del SIIIE tiene como tema central las tecnologías para las analíticas del aprendizaje [1-4]. La aplicación de procesos de inteligencia institucional y la explotación de los datos académicos presenta grandes oportunidades para mejorar tanto los procesos de enseñanza/aprendizaje como la gestión de las instituciones académicas. Para aprovechar este potencial se requiere de la definición, desarrollo y evaluación de constructos tecnológicos que permitan la captura, procesado y visualización de los datos para la oportuna toma de decisiones.

En esta edición se recibieron un total de 93 contribuciones. Tras un exhaustivo proceso de revisión por pares, en el que cada contribución fue revisada por, al menos, tres miembros del comité de programa, 65 fueron aceptadas, lo que significa un 30% de rechazo. Los trabajos aceptados ofrecen una completa y actualizada perspectiva del estado actual y las tendencias en Informática Educativa en cada una de las dimensiones abordadas en esta edición del simposio.

Además de las tradicionales líneas de informática educativa, en esta edición se cuenta con los otros dos eventos, el III Workshop sobre Recursos Educativos Abiertos, que cuenta con el tema de los Recursos Educativos Abiertos como Eje de la Innovación Educativa, y una sesión temática del Proyecto eMadrid. En el III Workshop sobre Recursos Educativos abiertos aporta 10 artículos y la sesión eMadrid otros 6 artículos más.

Una de las sesiones de presentación de trabajos se realizará conjuntamente con el XVII Congreso Internacional Interacción 2016 con la temática de Sistemas Educativos Interactivos.

Complementariamente a las presentaciones de los trabajos científicos, el Dr. Ángel Velázquez, Presidente de ADIE, organiza una mesa redonda con el título "¿Cuáles son los Límites de las Tecnologías Educativas?" y en la que participan los doctores Begoña Ferrero Martín, Carina González González, Pedro J. Muñoz Merino y Manuel Ortega Cantero.

Se destaca la conferencia inaugural, que se organiza de forma compartida con el XVII Congreso Internacional Interacción 2016, y que está a cargo de Stephen Brewster, profesor de Interacción Persona-Ordenador en la School of Computing Science de la University of Glasgow, experto en Multimodal Human-Computer Interfaces y ponente distinguido de ACM.

Este volumen no habría sido posible sin el trabajo y esfuerzo realizado por los distintos participantes en SIIIE 2016, tanto por los autores de las contribuciones, como por los miembros del comité de programa, como por la organización orquestada por el CEDI en coordinación con el Grupo GRIAL de la Universidad de Salamanca.

A todos ellos nos gustaría expresar nuestro más sincero agradecimiento. También nos gustaría agradecer a las distintas entidades que, de una u otra forma, han patrocinado o han colaborado con el Simposio: ADIE (la Asociación para la Informática Educativa), promotora oficial de las ediciones en España del SIIIE, la Universidad de Salamanca, entidad que ha acogido esta edición, dentro del CEDI, por lo que hay que hacer una mención obligada a la SCIE (Sociedad Científica Informática de España), la IEEE Education Society, así como el Capítulo Español de esta sociedad y la Asociación de Técnicos en Informática (ATI).

Por último, como viene siendo habitual en las últimas ediciones del SIIIE [5-7], se editarán unos *post-proceedings*, publicados en IEEE Xplore, y diferentes números especiales en revistas en los que se extenderán los mejores trabajos presentados en esta edición.

Referencias

- [1] G. Siemens, "What are Learning Analytics?," in *ELEARNSPACE: Learning, networks, knowledge, technology, community*, 2010 Retrieved from <http://www.elearnspace.org/blog/2010/08/25/what-are-learning-analytics/>.
- [2] G. Siemens, "Learning analytics: envisioning a research discipline and a domain of practice," in *LAK '12 Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge*, ed New York, NY, USA: ACM, 2012, pp. 4-8.
- [3] D. A. Gómez-Aguilar, F. J. García-Peñalvo, and R. Therón, "Analítica Visual en eLearning," *El Profesional de la Información*, vol. 23, pp. 236-245, 2014.
- [4] F. J. García-Peñalvo. (2015). *Inteligencia Institucional para la Mejora de los Procesos de Enseñanza-Aprendizaje*. Available: <http://repositorio.grial.eu/handle/grial/406>
- [5] F. J. García-Peñalvo, L. Vicent, M. Ribó, A. Climent, J. L. Sierra, and A. Sarasa, Eds., *2012 International Symposium on Computers in Education (SIIIE)*. EEUU: IEEE, 2012.
- [6] J. L. Sierra Rodríguez, J. M. Doderó Beardo, and D. Burgos, Eds., *International Symposium on Computers in Education (SIIIE), 2014*. USA: IEEE, 2014.
- [7] M. R. Rodrigues, M. Llamas-Nistal, and M. Figueiredo, Eds., *2015 International Symposium on Computers in Education (SIIIE 15) (Setúbal, Portugal. November 25-27, 2015)*. EEUU: IEEE, 2016.

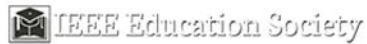
Francisco José García-Peñalvo
António Jose Mendes

Presidentes del Comité de Programa del SIIIE 2016

Organización:



Patrocinios y colaboradores:



Comités

Presidente de la Conferencia

Francisco José García-Peñalvo – Universidad de Salamanca, España

Comité Directivo

Martín Llamas Nistal – Universidad de Vigo, España (Presidente)
Cristina Azevedo Gomes – Instituto Politécnico de Viseu, Portugal
Francisco José García Peñalvo – Universidad de Salamanca, España
António José Mendes – Universidad de Coimbra, Portugal
Jesús Ángel Velázquez Iturbide – Universidad Rey Juan Carlos, España

Comité de Organización

Francisco José García-Peñalvo – Universidad de Salamanca, España (Presidente) Manuel Caeiro
Rodríguez - Universidad de Vigo, España
Juan Cruz-Benito – Universidad de Salamanca, España
Alicia García-Holgado – Universidad de Salamanca, España
Felicidad García Sánchez – Universidad de Salamanca, España
Martín Llamas Nistal – Universidad de Vigo, España
María José Rodríguez Conde – Universidad de Salamanca, España
José Carlos Sánchez Prieto – Universidad de Salamanca, España
Jesús Ángel Velázquez Iturbide – Universidad Rey Juan Carlos, España

Comité de Programa

Francisco José García-Peñalvo – Universidad de Salamanca, España (Presidente) António José Mendes
– Universidad de Coimbra, Portugal (Presidente) Adriana Gewerc Barujel - Universidad de Santiago de
Compostela, España Alicia García-Holgado – Universidad de Salamanca, España
Alvaro Figueira - Universidade do Porto, Portugal
Ana Amélia Carvalho - Universidade de Coimbra, Portugal
Ana Belén González Rogado - Universidad de Salamanca, España
Ana Casali - Universidad de Rosario, Argentina
Ana Isabel Molina - Universidad de Castilla-La Mancha, España
Anabela Gomes - Instituto Politécnico de Coimbra, Portugal
Ángel Fidalgo - Universidad Politécnica de Madrid, España
Ángel Velázquez Iturbide - Universidad Rey Juan Carlos, España
António Dias de Figueiredo - Universidade de Coimbra, Portugal

António José Osório - Universidade do Minho, Portugal
Antonio Miguel Seoane Pardo – Universidad de Salamanca, España
António Moreira - Universidade de Aveiro, Portugal
Antonio Quintas Mendes - Universidade Aberta, Portugal
Antonio Sarasa Cabezero - Universidad Complutense de Madrid, España
August Climent - La Salle Open University, España
Begoña Ferrero Martín - Universidad del País Vasco, España
Belmiro Rego - Instituto Politécnico de Viseu, Portugal
Camino Fernández - Universidad de León, España
Carina González González - Universidad de La Laguna, España
Carlos Brigas - Instituto Politécnico da Guarda, Portugal
Carlos Delgado Kloos - Universidad Carlos III de Madrid, España
Célio Marques - Instituto Politécnico de Tomar, Portugal
César Alberto Collazos - Universidad del Cauca, Colombia
Claudia Deco - Universidad de Rosario, Argentina
Covadonga Rodrigo - Universidad Nacional de Educación a Distancia, España
Cristian Cechinel - Universidad Federal de Pelotas, Brasil
Cristina Azevedo Gomes - Instituto Politécnico de Viseu, Portugal
Davinia Hernández Leo - Universitat Pompeu Fabra, España
Diana Pérez Martín - Universidad Rey Juan Carlos, España
Edmundo Tovar - Universidad Politécnica de Madrid, España
Erla Mariela Morales Morgado - Universidad de Salamanca, España
Estefanía Martín Barroso - Universidad Rey Juan Carlos, España
Faraón Llorens Largo - Universidad de Alicante, España
Félix Buendía - Universidad Politécnica de Valencia, España
Fernando A. Mikic – Universidad de Vigo, España
Fernando Albuquerque Costa - Universidade de Lisboa, Portugal
Fernando Ramos - Universidade de Aveiro, Portugal
Francisco Jurado – Universidad Autónoma de Madrid, España
Gregorio Robles Martínez - Universidad Rey Juan Carlos, España
Henrique Gil - Instituto Politécnico de Castelo Branco, Portugal
Ignacio Aedo Cuevas - Universidad Carlos III de Madrid, España
Irene Tomé - Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Isabel Pereira - Instituto Politécnico de Leiria, Portugal
Jaime Sánchez - Universidad de Chile, Chile
Jaime Urquiza - Universidad Rey Juan Carlos, España
Jesús González Boticario - Universidad Nacional de Educación a Distancia, España
João Correia de Feitas - Universidade Nova de Lisboa, Portugal
João Filipe de Matos - Universidade de Lisboa, Portugal
João Paiva - Universidade do Porto, Portugal
José Vicente Benlloch-Dualde - Universidad Politécnica de Valencia, España
José Luis Ramos - Universidade de Évora, Portugal
José Luis Sierra Rodríguez - Universidad Complutense de Madrid, España
Juan Manuel Doderó Beardo - Universidad de Cádiz, España
José Carlos Sánchez Prieto – Universidad de Salamanca, España
Juan Cruz-Benito – Universidad de Salamanca, España
Juan Manuel Santos Gago – Universidad de Vigo, España
Lluís Vicent - La Salle Open University, España

Luis Anido Rifón - Universidad de Vigo, España
Luis Pedro - Universidade de Aveiro, Portugal
Luis Valente - Universidade do Minho, Portugal
Manuel Caeiro Rodríguez - Universidad de Vigo, España
Manuel Castro Gil - Universidad Nacional de Educación a Distancia, España Manuel Lama Penín
- Universidad de Santiago de Compostela, España
Manuel Ortega Cantero - Universidad de Castilla-La Mancha, España
Manuel Pérez Cota - Universidad de Vigo, España
Maria João Gomes - Universidade do Minho, Portugal
Maria João Loureiro - Universidade de Aveiro, Portugal
Maria João Silva - Instituto Politécnico de Lisboa, Portugal
Maria José Marcelino - Universidade de Coimbra, Portugal
María Luisa Sein-Echaluce Laqueta - Universidad de Zaragoza, España
Maria Teresa Pessoa - Universidade de Coimbra, Portugal
Maribel S. Miranda-Pinto - Universidade do Minho, Portugal
Martín Llamas Nistal - Universidad de Vigo, España
Maximiliano Paredes – Universidad Rey Juan Carlos, España
Mercedes Gómez Albarrán - Universidad Complutense de Madrid, España
Miguel Ángel Conde González - Universidad de León, España
Miguel Ángel Redondo Duque - Universidad de Castilla-La Mancha, España Miguel Rodríguez
Artacho - Universidad Nacional de Educación a Distancia, España Natalia Castañón - Universidad
Metropolitana, Venezuela
Neuza Pedro - Universidade de Lisboa, Portugal
Octavio Henao - Universidad de antioquia, Colombia
Pedro J. Muñoz Merino - Universidad Carlos III de Madrid, España
Pilar Rodríguez Marín - Universidad Autónoma de Madrid, España
Ramón Fabregat Gesa - Universitat de Girona, España
Regina Motz - Universidad de la República, Uruguay
Rita Cadima - Instituto Politécnico de Leiria, Portugal
Rosa M. Carro Salas - Universidad Autónoma de Madrid, España
Rosário Rodrigues - Instituto Politécnico de Setúbal, Portugal
Ruth Cobos - Universidad Autónoma de Madrid, España
Susana Nieto – Universidad de Salamanca, España
Vitor Teodoro - Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Xavier Alamán - Universidad Autónoma de Madrid, España
Yannis Dimitriadis - Universidad de Valladolid, España

Índice

PARTE I. Mesa Redonda

¿Cuáles son los Límites de las Tecnologías Educativas?

| | |
|---|----|
| J. ÁNGEL VELÁZQUEZ ITURBIDE, BEGOÑA FERRERO MARTÍN, CARINA GONZÁLEZ GONZÁLEZ, PEDRO J. MUÑOZ MERINO, MANUEL ORTEGA CANTERO | 23 |
|---|----|

PARTE II. Artículos Regulares

MOOCs y Comunidades de Prácticas:

| | |
|---|----|
| Algoritmos de filtrado colaborativo para recomendación de hilos en foros de cursos MOOC JOSÉ ANTONIO GONZÁLEZ MARTÍNEZ, EDUARDO GÓMEZ SÁNCHEZ, MIGUEL L. BOTE LORENZO | 29 |
| Predicción de pérdida de implicación de los participantes de un curso en línea masivo y abierto MIGUEL L. BOTE LORENZO, EDUARDO GÓMEZ SÁNCHEZ | 33 |
| Estrategias para la mejora del nivel de accesibilidad en el diseño de servicios de aprendizaje basados en MOOC FRANCISCO INIESTO, COVADONGA RODRIGO | 39 |
| Factores Influyentes en la Gestión de Grupos Virtuales en Cursos de Escala Masiva y Variable LUISA SANZ-MARTÍNEZ, YANNIS DIMITRIADIS, ALEJANDRA MARTÍNEZ-MONÉS, CARLOS ALARIO-HOYOS, MIGUEL BOTE-LORENZO, BARTOLOMÉ RUBIA-AVI, ALEJANDRO ORTEGA-ARRANZ | 45 |
| Utilidad y satisfacción del alumnado en las Comunidades Online de Prácticas URTZA GARAY-RUIZ, ENEKO TEJADA-GARITANO, CARLOS CASTAÑO-GARRIDO, INMACULADA MAIZ-OLAZABALAGA | 51 |

Experiencias Prácticas I:

| | |
|---|----|
| La narrativa audiovisual didáctica a través de la reconstrucción virtual: El templo ibérico de La Alcedia de Elche PEDRO PEÑA DOMÍNGUEZ | 57 |
| Softwares Educativos num contexto de sensibilização à língua inglesa na Educação Pré-Escolar em Prática Supervisionada PATRÍCIA REIS, HENRIQUE GIL, MARGARIDA MORGADO | 63 |
| Novas tecnologias para planejar e mediar leitura: úteis, agradáveis e indispensáveis ROSANGELA MARIA DE ALMEIDA NETZEL, MARILU MARTENS OLIVEIRA | 69 |
| La competitividad y la empresa como herramienta educativa FERNANDO LLOPIS PASCUAL | 75 |
| Análisis de los resultados de un Hackaton orientado al Aprendizaje-Servicio dentro de una empresa CARLOS GUERRERO, M. DEL MAR LEZA, YOLANDA GONZÁLEZ, ANTONI JAUME-I-CAPÓ | 79 |

Experiencias Prácticas II:

| | |
|--|----|
| Ensino e aprendizagem de conteúdos de Métodos Numéricos com recurso à tecnologia: comparação da utilização de dois recursos tecnológicos JORGE MENDONÇA, GABRIELA GONÇALVE, TERESA FERRO, MARTA FERREIRA | 87 |
| O nível submicroscópico da química: Analisando objetos de aprendizagem para auxiliar o professor no processo de ensino e aprendizagem MÁRCIA CAMILO FIGUEIREDO, AGUINALDO ROBINSON DE SOUZA | 91 |
| Construcción de funciones booleanas extendidas a partir de tablas de verdad utilizando el programa Mathematica SUSANA NIETO, HIGINIO RAMOS | 97 |

| | |
|--|-----|
| Supporting the Design and Development of Personalised Activities for Occupational Therapy | |
| PABLO MASCARAQUE, ROSA M. CARRO | 103 |
| Experiencia de aprendizaje basado en la implementación colaborativa de proyectos para el desarrollo de competencias emprendedoras | |
| LIDIA SÁNCHEZ GONZÁLEZ, RUBÉN FERRERO CASTRO, MIGUEL ÁNGEL CONDE GONZÁLEZ, JAVIER ALFONSO CENDÓ | 109 |

Competencias Informacionales y Evaluación

| | |
|--|-----|
| Evaluación, formación e innovación en competencias informacionales en la educación secundaria. Las técnicas de mediación y moderación en los estudios de género | |
| FERNANDO MARTÍNEZ-ABAD, MARÍA JOSÉ RODRÍGUEZ-CONDE, MARCOS BIELBA CAIVO, EVA MARÍA TORRECILLA-SÁNCHEZ | 117 |
| Um Web Service para Gamificação | |
| JOSÉ LUIZ VILAS BOAS, MURILO AUGUSTO LOPES TEIXEIRA, JACQUES DUÍLIO BRANCHER, ARMANDO MACIEL TODA, EDUARDO FILGUEIRAS DAMASCENO | 123 |
| Análisis DAFO del Simulador de Habilidades Informáticas del proyecto Mi Compu.MX | |
| LEONARDO DAVID GLASSERMAN, MARTÍN ALONSO MERCADO-VARELA, ALICIA GARCÍA-HOLGADO, FRANCISCO J. GARCÍA-PEÑALVO | 129 |
| E-evaluación: perspectivas y experiencia de los estudiantes de Pedagogía | |
| SUSANA OLMOSMIGUELÁÑEZ, EVA MARÍA TORRECILLA SÁNCHEZ, MARÍA SOLEDAD IBARRA SÁIZ, GREGORIO RODRÍGUEZGÓMEZ | 135 |
| Diseño de una herramienta para la evaluación pareada | |
| M. ROSARIO PERELLO-MARIN, JUAN A. MARIN-GARCÍA, JOSE PEDRO GARCÍA-SABATER, JOAN MORANT-LLORCA . | 141 |

Enseñanza Online:

| | |
|--|-----|
| Aprendizagem colaborativa no curso Aprendizagem e Ensino de Português Língua Não Materna do Ensino a Distância da Universidade de Coimbra | |
| MARIA CELESTE VIERA, JOÃO COSTA E SILVA, CRISTINA MARTINS, CARLA FERREIRA, TERESA PESSOA | 149 |
| ReM@t – Recuperar a Matemática a Distância: Ano Zero | |
| TATIANA SOARES SALVADOR, JAIME CARVALHO E SILVA, HELENA ALBUQUERQUE, JORGE MARQUES, ANTÓNIO JOSÉ MENDES | 155 |
| A Presença Pedagógica na Sala de Professores Online. Um estudo de caso para o curso de Educação Parental do Ensino a Distância da Universidade de Coimbra | |
| JOANA NETO, TERESA PESSOA, ANTÓNIO MENDES | 161 |
| A formação profissional contínua a distância em Portugal. Uma revisão de estudos académicos realizados entre 2000 e 2015 | |
| FERNANDA NOGUEIRA, TERESA PESSOA, MARIA JESUS GALLEGO | 167 |
| Ambientes Virtuais Híbridos. Uma possível solução para ensino de programação de computadores em uma universidade amazônica | |
| MS. MARCELLO BATISTA RIBEIRO, DRA. TANIA SUELY AZEVEDO BRASILEIRO | 173 |
| Um Estudo Comparativo sobre Sistemas de Recomendação para Ambientes Virtuais de Aprendizagem | |
| YANNA L. K. F. CRUZ, ANTONIO PHILLIPI. M. SILVA, KAYLA R. BRAGA, IVO JOSÉ C. SERRA, ELIELSON M. PIRES | 177 |

Pensamiento Computacional:

| | |
|---|-----|
| Proyecto TACCLE3 – Coding | |
| FRANCISCO JOSÉ GARCÍA-PEÑALVO | 187 |
| PC-01: Introduction to Computational Thinking. Educational Technology in Primary and Secondary Education | |
| XABIER BASOGAIN, M.A. OLABE, JUAN CARLOS OLABE, R. RAMÍREZ, M. DEL ROSARIO, J.GARCÍA | 191 |
| Pensamento Computacional: Panorama nas Américas | |
| CHRISTIAN P. BRACKMANN, DANTE AUGUSTO COUTO BARONE, ANA CASALI, SUSANA HERNÁNDEZ | 197 |
| iProg: Experiência Pedagógica com Scratch | |
| RICARDO ALMEIDA, TERESA PESSOA, ANABELA GOMES, MARIA EMÍLIA BIGOTTE | 203 |

| | |
|--|-----|
| Estimulando a Aprendizagem com Robótica Educativa. Desenvolvimento de um jogo com crianças de 5 e 6 anos de idade | |
| PATRICIA CAVEDINI, SILVIA DE CASTRO BERTAGNOLLI, KARINE RIBAS PEREIRA | 207 |
| 5phero Kids. Una aplicación educativa para alumnos de Educación Infantil | |
| JORDI RUIZ CAIYO, MARINA MURILLO-ARCILA, SANDRA LÓPEZ FERNÁNDEZ, J. ALBERTO CONEJERO, JOSE-LUIS POZA LUJAN | 211 |

Enseñanza de la Informática

| | |
|--|-----|
| Experiencia docente en Ampliación y Estructura de Computadores | |
| J.GREGORIO BERNABÉ | 219 |
| Un Estudio sobre las Preferencias de los Alumnos en el Diseño Gráfico de Visualizaciones de Algoritmos | |
| J. ÁNGEL VELÁZQUEZ-ITURBIDE, CELESTE PIZARRO-ROMERO | 225 |
| Incorporación de robots educativos y entornos de programación visuales en asignaturas de programación | |
| FELIPE I. ANFURRUTIA, AINHOA ÁLVAREZ, MIKEL LARRAÑAGA, JUAN-MIGUEL LÓPEZ-GIL | 231 |
| Un Estudio sobre la Influencia de la Visualización de Algoritmos en la Motivación de los Alumnos | |
| J. ÁNGEL VELÁZQUEZ-ITURBIDE, ISIDORO HERNÁN-LOSADA, MAXIMILIANO PAREDES-VELASCO | 235 |
| Integración de los metodos CBL y CBI para su aplicación en la gestión de recursos académicos cooperativos | |
| ÁNGEL FIDALGO BLANCO, MARÍA LUISA SEIN-ECHALUCE LACLETA, FRANCISCO JOSÉ GARCÍA-PEÑAIVO | 241 |

Análíticas del Aprendizaje:

| | |
|---|-----|
| A virtual laboratory for multiagent systems: Joining efficacy, learning analytics and student satisfaction | |
| LUIS CASTILLO | 249 |
| Las Fuentes del Learning Analytics. Más allá de las Plataformas de Aprendizaje | |
| FÉLIX BUENDÍA GARCÍA, JOSÉ VTE. BENLLOCH DUALDE | 255 |
| Analyzing the Negative Effects of Motivating e-Learning Tools in Archeology and Teaching | |
| M. A. MOLINERO-POLO, C. HERNÁNDEZ, D. M. MÉNDEZ-RODRÍGUEZ, S. PÉREZ-RUIZ, A. ACEBO, F. JURADO, P. RODRÍGUEZ, S. ATRIO, G. M. SACHA | 261 |
| Um instrumento para avaliação da aprendizagem em educação online a partir da análise de conteúdo | |
| MAURÍCIO VIEIRA DIAS JÚNIOR, LUIS PAULO LEOPOLDO MERCADO | 265 |
| “Fale bem” ou “reclame” de seu professor: uma contribuição da Mineração de Dados Educacionais nas avaliações das práticas docentes | |
| FÁBIO DE PAULA SANTOS, CARLA PINEDA LECHUGO, ISMAR FRANGO SILVEIRA/MACKENZIE | 271 |
| Recommender system to identify students with learning deficiencies in assessments | |
| MANUEL J. IBARRA, CRISTHIAN SERRANO, ÁNGEL F. NAVARRO | 275 |

Sistemas Educativos Interactivos:

| | |
|--|-----|
| Leíhoa: Una ventana a la realidad aumentada en Educación Infantil | |
| AMAIA AGUIREGOITIA MARTÍNEZ, ÍÑIGO ALLENDE LÓPEZ, JORGE R. LÓPEZ BENITO, ENARA ARTETXE GONZÁLEZ | 283 |
| Autoría y analítica de aplicaciones móviles educativas multimodales | |
| IVÁN RUIZ-RUBE, JOSÉ MIGUEL MOTA, TATIANA PERSON, ANKE BERNS, JUAN MANUEL DODERO | 289 |
| AnEsCo: Anotación, Estudio y Comparación. Una propuesta tecnológica de apoyo al aprendizaje de guitarra | |
| PALOMA BRAVO, IVÁN GONZÁLEZ | 295 |

Dispositivos Móviles

| | |
|--|-----|
| Análise do uso da tecnologia móvel no processo de alfabetização de crianças de 6-8 anos | |
| LESSANDRA DEDÉCO FURTADO ROSSETTO, ALESSANDRA DUTRA | 301 |

| | |
|--|-----|
| Factores que favorecen la adopción del m-learning. Una Revisión de la Literatura y Propuesta de una Taxonomía | |
| CHRISTIAN XAVIER NAVARRO COTA, ANA ISABEL MOLINA DÍAZ, MIGUEL ÁNGEL REDONDO DUQUE, MANUEL ORTEGA CANTERO | 305 |
| Norma Subjetiva e Intención de Uso de Tecnologías Móviles. Un estudio descriptivo sobre las actitudes de los futuros docentes de primaria | |
| JOSÉ CARLOS SÁNCHEZ PRIETO, SUSANA OLMOS MIGUELÁÑEZ, FRANCISCO J. GARCÍA-PEÑAIVO | 313 |
| Exploring the Vine Cycle. Mobile technology in nonformal environmental education settings | |
| CRISTINA AZEVEDO GOMES, ANABELA NOVAIS, ISABEL ABRANTES | 319 |

Recursos Digitales I:

| | |
|--|-----|
| Recursos Educativos Abiertos para Estudiantes del Área de la Salud. Una Experiencia Colaborativa y Multidisciplinar | |
| SANDRA BUCAREY, MARCELO TRUJILLO, ERICK ARAYA, MAURICIO AGUILAR | 327 |
| Una herramienta web para la evaluación de la calidad de los materiales educativos digitales | |
| ANTONIO SARASA CABEZUELO, ANA FERNÁNDEZ-PAMPILLÓN CESTEROS, ANDREA RUEDA RUEDA, CHAYMAE RIANI | 333 |
| Criterios para evaluar metodologías de ensamblaje de objetos de aprendizaje | |
| GUSTAVO J. ASTUDILLO, CECILIA V. SANZ, LILIANA P. SANTACRUZ-VALENCIA | 339 |
| Repositorio de Películas de Animación como Recurso Educativo y Cultural | |
| PIEDAD GARRIDO, FERNANDO REPULLES, JULIO A. SANGUESA, JESUS GALLARDO, VICENTE TORRES, JESÚS TRAMULLAS | 345 |
| Un modelo de interoperabilidad basado en ontologías para Repositorios de Objetos de Aprendizaje | |
| VALERIA CELESTE SANDOBAL VERÓN, MARIEL ALEJANDRA ALE, MARÍA DE LOS MILAGROS GUTIÉRREZ | 351 |

Recursos Digitales II:

| | |
|--|-----|
| Learning Object Repositories with Dynamically Reconfigurable Metadata Schemata | |
| JOAQUÍN GAYOSO-CABADA, DANIEL RODRÍGUEZ-CEREZO, JOSÉ-LUIS SIERRA | 359 |
| Un enfoque de producción de contenidos online interoperables | |
| DANIEL PÉREZ-BERENGUER, JESÚS GARCÍA-MOLINA | 367 |
| A utilização dos Recursos Educativos Digitais: O contributo de uma investigação na Prática de Ensino Supervisionada no 1.º CEB | |
| JOANA RIBEIRO, HENRIQUE GIL | 371 |
| Letrinhas: Ensinar, aprender e avaliar com conteúdos multimédia | |
| ANTÓNIO MANUEL RODRIGUES MANSO, CÉLIO GONÇALO CARDOSO MARQUES, PEDRO MIGUEL APARÍCIO DIAS, ANA PAULA FARIA FERREIRA, FELISBELA MARIA FALCÃO MORGADO, CRISTIANA PEREIRA, RENATO PESTANA | 377 |
| Recursos Multimedia para el desarrollo de la competencia informacional. Diseño metodológico para el estudio comparativo en estudiantes de pregrado y posgrado en dos universidades públicas, Chile y España | |
| ERLA MARIELA MORALES-MORGADO, ROSALYNN ARGELIA CAMPOS ORTUÑO, ALEJANDRA ALICIA PÉREZ BONILLA | 383 |

Necesidades Especiales:

| | |
|---|-----|
| Combinando aprendizaje cooperativo y redes sociales para enseñar habilidades laborales a estudiantes con discapacidad intelectual | |
| DAVID ROLDÁN-ÁLVAREZ, SARA DE MIGUEL, ESTEFANÍA MARTÍN | 391 |
| Portuguese research on Gender and ICT: The place of education | |
| EDUARDA FERREIRA, MARIA JOÃO SILVA | 397 |
| Percepção para a Cooperação. Estudo de Caso em editores de textos Web na perspectiva de usuáriosegos | |
| RODRIGO PRESTES MACHADO, DÉBORA CONFORTO, LUCILA SANTAROSA | 403 |
| AUTHIC: Herramienta computacional para niños con espectro autista | |
| TAYDE A. CASTILLO AGUILAR, CONCEPCIÓN PÉREZ DE CELIS HERRERO, CARMEN LARA MUÑOZ, MARÍA J. SOMODEVILLA GARCÍA, IVO H. PINEDA TORRES, KARINA F. DE ALBA AGUILAR, ERICK ROMERO ROMERO | 409 |

| | |
|--|-----|
| Adaptando el diseño y la metodología de uso de un Agente Conversacional Pedagógico de Educación Secundaria a Educación Infantil | |
| SILVIA TAMAYO-MORENO, DIANA PÉREZ-MARÍN | 415 |

PARTE III. III Workshop sobre Recursos Educativos Abiertos

| | |
|--|-----|
| III Workshop sobre Recursos Educativos Abiertos. Los Recursos Educativos Abiertos como Eje de la Innovación Educativa | |
| MANUEL CAEIRO-RODRÍGUEZ, VIRGINIA RODÉS, ISMAR FRANGO | 423 |
| Users opinions about Learning Object Recommendations: a case study | |
| HENRIQUE LEMOS DOS SANTOS, CRISTIAN CECHINEL, FRANCO GIUSTOZZI, ANA CASALI, CLAUDIA DECO | 425 |
| Qualidade, reuso e... remix: Adaptando uma metodologia de OA para REA | |
| MIGUEL SAID VIEIRA | 431 |
| Iniciativas e experiências em Recursos Abertos Educacionais (REA) no ensino superior | |
| EMMANUEL BOHRER JÚNIOR, MARINA KEIKO NAKAYMA, RICARDO AZAMBUJA SILVEIRA, RITA DE CÁSSIA CLARK TEODOROSKI | 437 |
| Encuesta sobre los Usos Guías de Clase como Aproximación a los REA. Una Aproximación a través de la Investigación-Acción | |
| MANUEL CAEIRO-RODRÍGUEZ, MARTÍN LLAMAS-NISTAL, A. BLANCO-PESQUEIRA, F. J. ÁLVAREZ-LIRES | 443 |
| Promoción de los Recursos Educativos Abiertos y de la Reforma del Derecho de Autor. Perspectivas complementarias para favorecer el Derecho a la Educación | |
| VIRGINIA RODÉS PARAGARINO, MANUEL PODETTI MANZANO | 449 |
| Caminos para la apertura: Recursos Educativos Abiertos y MOOCs | |
| ISMAR FRANGO SILVEIRA | 455 |
| Propuesta de Investigación sobre la Adopción Tecnológica en el Ecosistema REA | |
| CARMELO BRANIMIR ESPAÑA-VILLEGAS, MANUEL CAEIRO-RODRÍGUEZ | 461 |
| Aprendizaje basado en proyectos como metodología que fomente el uso de Recursos Educativos Abiertos. Experiencia en la formación profesional de grado medio | |
| WILME RODRÍGUEZ | 467 |
| ¿Tenemos Repositorios de REAs accesibles? | |
| SILVIA DA ROSA, REGINA MOTZ | 473 |
| Sustainability of Open Educational Resources: the eCity case | |
| CARLOS VAZ DE CARVALHO, PAULA ESCUDEIRO, MANUEL CAEIRO RODRÍGUEZ, MARTÍN LLAMAS NISTAL | 479 |

PARTE IV. Proyecto eMadrid

| | |
|---|-----|
| Proyecto eMadrid: Autoría, Reutilización y Laboratorios Remotos | |
| MIGUEL RODRÍGUEZ ARTACHO, MANUEL A. CASTRO GIL, GABRIEL DÍAZ, SERGIO MARTÍN, ELIO SANCRISTÓBAL, XAVIER ALAMÁN, JUAN MATEU, M.JOSÉ LASALA, G. M. SACHA, F.JURADO, ROBERTO CENTENO. | 487 |
| Proyecto eMadrid: MOOCs y Analítica del Aprendizaje • | |
| CARLOS DELGADO KLOOS, CARLOS ALARIO-HOYOS, CARMEN FERNÁNDEZ-PANADERO, IRIA ESTÉVEZ-AYRES, PEDRO J. MUÑOZ-MERINO, EDMUNDO TOVAR, ROSA CABEDO, RUTH COBOS, JAIME MORENO, NELSON PIEDRA, JANNETH CHICAIZA, JORGE LÓPEZ | 491 |
| Proyecto eMadrid: Aprendizaje Ubicuo, Adaptación, Adaptabilidad y Accesibilidad | |
| ROSA M ^a CARRO, P. MOLINS-RUANO, PILAR RODRÍGUEZ, G.M. SACHA, CARLOS DELGADO KLOOS, PEDRO J. MUÑOZ MERINO, M. MUÑOZ ORGANERO, MANUEL CASTRO, S. MARTÍN | 497 |
| Proyecto eMadrid: Juegos Serios y Simulaciones Educativas | |
| MANUEL FREIRE MORÁN, FRANCISCO JURADO MONROY, J. ÁNGEL VELÁZQUEZ ITURBIDE, M ^a DEL CARMEN FERNÁNDEZ PANADERO, M ^a BLANCA IBÁÑEZ | 501 |
| Proyecto eMadrid: Recursos Educativos Abiertos y Estándares | |
| EDMUNDO TOVAR CARO, NELSON PIEDRA, JANNETH CHICAIZA, JORGE LÓPEZ, MIGUEL RODRÍGUEZ ARTACHO, MANUEL CASTRO, SERGIO MARTÍN, ELIO SANCRISTÓBAL RUIZ, GABRIEL DÍAZ, FELIX GARCÍA LORO | 507 |
| Proyecto eMadrid: Metodologías Educativas, Ludificación y Calidad | |
| J. ÁNGEL VELÁZQUEZ ITURBIDE, GREGORIO ROBLES MARTÍNEZ, RUTH COBOS, LEOVY ECHEVERRÍA, IVÁN CLAROS, M ^a CARMEN FERNÁNDEZ PANADERO, M ^a BLANCA IBÁÑEZ, CARLOS DELGADO KLOOS | 511 |

Mesa Redonda

¿Cuáles son los Límites de las Tecnologías Educativas?

J. Ángel Velázquez Iturbide (moderador)
Universidad Rey Juan Carlos
angel.velazquez@urjc.es

Carina González González
Universidad de La Laguna
cgonza@ull.es

Manuel Ortega Cantero
Universidad de Castilla – La Mancha
Manuel.Ortega@uclm.es

Begoña Ferrero Martín
Universidad del País Vasco
bego.ferrero@ehu.es

Pedro J. Muñoz Merino
Universidad Carlos III de Madrid
pedmume@uclm.es

Resumen—Esta mesa redonda pretende, con espíritu crítico, identificar algunos límites actuales de varias tecnologías educativas. Se ha realizado una selección de cuatro tecnologías, algunas con un grado notable de madurez (sistemas colaborativos, tutores inteligentes), otras en auge en los últimos años (analítica del aprendizaje, gamificación). El objetivo es contribuir a un mejor conocimiento de estas tecnologías educativas, y quizá incluso ayudar a un mejor conocimiento de otras.

Palabras clave—tecnología educativa; analítica del aprendizaje; CSCL; tutores inteligentes

I. INTRODUCCIÓN

La ciencia se caracteriza por una actitud crítica en la búsqueda de la comprensión de la realidad. Cuenta Richard Dawkins una anécdota en la que un biólogo americano dio una conferencia en el seminario semanal del Departamento de Zoología de Oxford, en la cual dio evidencias abrumadoras de la existencia del aparato de Golgi. Tras oírle, un veterano profesor del departamento, que siempre explicaba en clase que el aparato de Golgi era una ilusión, se dirigió con paso firme al encuentro del conferenciante y le dijo con pasión, mientras le estrechaba las manos: “Mi querido colega, deseo darle las gracias. He estado en un error durante quince años”. Los asistentes aplaudieron hasta que las manos se les pusieron rojas... [1].

La anécdota refleja, junto a una faceta del carácter anglosajón, un ideal de la ciencia: el uso de la razón como instrumento único para la búsqueda de la verdad, apoyada en evidencias empíricas. Las consideraciones personales o las creencias deben dejarse de lado para adoptar metodologías de investigación rigurosas e idealmente replicables.

La tecnología también necesita esta actitud abierta y racional para la revisión y mejora de nuestras construcciones. El objetivo de esta mesa redonda tiene relación con lo comentado porque se pretende identificar limitaciones de las tecnologías educativas.

Este trabajo se ha financiado con los proyectos de investigación de referencias 562080-EPP-1-2015-BE-EPPK3-PI-FORWARD de la Comisión Europea, TIN2014-53199-C3-1-R, TIN2015-66731-C2-1-R y TIN2015-66731-C2-2-R del Ministerio de Economía y Competitividad, IT722-13 del Gobierno Vasco, PPEII-2014-012A y PPII11-0013-1219 de la Comunidad de Castilla – La Mancha, S2013/ICE-2715 de la Comunidad Autónoma de Madrid, UFI11/45 de la Universidad del País Vasco, 30VCPG115 de la Universidad Rey Juan Carlos y OBE05 de la Fundación CajaCanarias, así como la Red Temática de CYTED 513RT0481.

En la mesa redonda se analizarán, de forma muy resumida, cuatro tecnologías educativas. Algunas tecnologías tienen con un grado notable de madurez (sistemas colaborativos, tutores inteligentes), mientras que otras han surgido en los últimos años con gran vigor (analítica del aprendizaje, gamificación). Los miembros de la mesa esperamos que resulte entretenida, informativa y motivadora para los asistentes.

II. LÍMITES DE ALGUNAS TECNOLOGÍAS EDUCATIVAS

A. Analítica del Aprendizaje

La analítica del aprendizaje se basa en el análisis de datos educativos que se generan en sistemas del aprendizaje. Estos datos pertenecen a personas que tienen derechos sobre estos datos. Las tecnologías de analítica del aprendizaje deben respetar los derechos de los usuarios con los datos, suponiendo esto un límite. Actualmente los aspectos de privacidad y ética respecto a la analítica no están suficientemente maduros [2].

En el aspecto tecnológico, uno de los mayores retos es garantizar la interoperabilidad de analíticas entre diferentes plataformas y servicios. Aunque existen soluciones para poder almacenar los eventos con los diferentes sistemas en un formato común, sin embargo existen problemas de interoperabilidad semántica para poder combinar e interpretar de forma común datos de diferentes fuentes. Así, la analítica del aprendizaje tiene límites en esa interpretación común y combinación de analíticas, debido a la heterogeneidad de los diferentes sistemas.

Desde el punto de vista pedagógico, existe un límite en el diseño e implementación de teorías pedagógicas debido al tipo de datos que se tienen en los sistemas y cómo se pueden transformar los mismos para obtener los indicadores pedagógicos deseados.

Respecto a las visualizaciones y análisis de datos uno de los principales límites es que no todas las visualizaciones y presentaciones de datos son comprensibles por los actores del aprendizaje, por lo que hay que limitarse a aquellas que pueden ser comprensibles por estos actores.

Finalmente, la predicción y *clustering* tienen un límite de precisión de dicha predicción y clasificación, por lo que se genera una incertidumbre en el resultado. Así mismo, estos modelos pueden ser válidos para unos entornos con unas características determinadas pero pueden ser diferentes para otros entornos.

B. Gamificación

La gamificación aplicada a la educación trata de aplicar los elementos del juego a las actividades o procesos de enseñanza-aprendizaje. El interés por la gamificación y sus aplicaciones a la educación ha ido creciendo de forma exponencial desde el año 2010. Sin embargo, la gamificación puede verse como un proceso reduccionista del propio juego como actividad humana, y con ello, podemos apreciar algunos de sus límites, al carecer de una visión sistémica.

Así, la mayoría de las aplicaciones de la gamificación en la educación se centran en utilizar mecánicas y dinámicas del juego que hacen énfasis en los resultados obtenidos (puntos, insignias, tablas de clasificación) frente a valorar el propio proceso. Por otra parte, se desconocen aún las motivaciones intrínsecas así como las características personales que influyen en el éxito de la gamificación, sobre todo en las que generan “enganche” a largo plazo [3]. Además, falta analizar aún cómo influyen las estructuras lúdicas en el aprendizaje, más allá del aspecto motivador. Por último, hace falta dar el salto a la personalización de la gamificación, teniendo en cuenta el contexto de uso y aprendizaje, las conductas observables a través de los datos (*big data*, *learning analytics*), las características de la personalidad, los estilos de aprendizaje y estilos de jugador [4]. Todo esto hará que se obtenga una experiencia de aprendizaje más personalizada y en consecuencia, más significativa.

C. Sistemas colaborativos

Los sistemas colaborativos dedicados al aprendizaje podemos argumentar que se mueren por exceso de éxito. Si los primeros sistemas CSCL (*Computer Supported Collaborative Learning*) eran limitados pero se argumentaba que su uso sería en el futuro de mucha ayuda en el aprendizaje. En la actualidad la realidad observada es que se han convertido en parte de cualquier herramienta educativa pero se ha diluido su importancia entre el conjunto de herramientas que el estudiante o el profesor utiliza [5][6].

Otro dato que podemos considerar incuestionable es que, si bien el triunfo de los sistemas CSCL es evidente aunque por dilución en los demás sistemas de aprendizaje, sin embargo el mayor éxito de los sistemas colaborativos ha venido de la mano de las redes sociales. Para el área de CSCW [7] ya se han observado circunstancias afines a CSCL, incluida la fragmentación de la investigación en el área. Los primeros sistemas CSCL no se diferenciaban demasiado de una red social como Facebook. Poseían mecanismos sincrónicos, como los chats, o asincrónicos como los tabloides de últimas noticias que no se diferencian de los que integran la conocida red social de la que hablamos. Entonces, en esta mesa redonda vamos a intentar descifrar por qué esas aplicaciones han triunfado y no tanto las equivalentes dedicadas a la educación. Seguramente la respuesta es sencilla, pero la mesa redonda intentará suscitar entre los

asistentes el necesario debate para que los viejos investigadores en CSCL, y también en CSCW, puedan acercarse a la mesa y decir “me han convencido”.

D. Tutores Inteligentes

En sus inicios, en torno a los años 80, los sistemas tutores inteligentes trataban de realizar un proceso de enseñanza que imitaba el comportamiento conductista del instructor humano estableciendo qué enseñar y cuándo y cómo hacerlo, adaptándose al estudiante para asistirle y guiarle en su proceso de aprendizaje.

La transformación actual hacia una sociedad del conocimiento, está creando grandes cambios y transformaciones en las instituciones educativas y en los procesos de aprendizaje. Este nuevo escenario tecnológico viene acompañado de cambios en el paradigma educativo, ya que la colaboración entre los estudiantes o el aprendizaje por libre descubrimiento ganan importancia frente al aprendizaje guiado tradicional.

Durante los últimos años ha surgido con fuerza un nuevo concepto: aprendizaje combinado (*blended-learning*) [8][9]. Este concepto se describe como un modo de aprender que combina actividades *online* con interacciones cara a cara entre profesor y estudiantes. Un sistema de aprendizaje combinado integra diversos recursos y herramientas educativas cuyo objetivo principal es mejorar las habilidades de aprendizaje y los mecanismos de organización de los actores involucrados en estos sistemas (estudiantes, profesores y entorno de aprendizaje).

Los sistemas de aprendizaje basados en las TIC han creado gran expectativa, dado el rápido crecimiento de los mercados de *software* educativo, pero también han aparecido actitudes más escépticas sobre su rol en el aprendizaje. Aspectos como la evaluación, seguimiento y control del aprendizaje se han infradesarrollado.

Con la introducción de las TIC en las clases, las posibilidades de aprendizaje de los estudiantes se enriquecen y, además, el profesorado dispone de más información con la que trabajar para poder comprender los caminos de aprendizaje de los estudiantes y sus problemas. Sin embargo, los actores implicados en estos procesos de aprendizaje no están aún preparados para estos cambios [10]. Por un lado, está la problemática con la recogida de los datos de aprendizaje, que se deben recoger de una manera adecuada para lo cual es necesario proporcionar al profesor herramientas que le permitan hacerlo. Por otro lado, el profesorado no está preparado para transformar los datos de aprendizaje, por lo que es necesario darle herramientas que le permitan monitorizar la información para organizarla, analizarla y visualizarla.

REFERENCIAS

- [1] R. Dawkins, *The God Delusion*, Boston/NY: Houghton Mifflin, 2003, capítulo 8.
- [2] G. Siemens, *Learning Analytics: The Emergence of a Discipline*, American Behavioral Scientist, 2013.
- [3] A.R. Gadiyar, “Gamification 3.0: The power of personalization,” <http://www.cognizant.com/InsightsWhitepapers/gamification-3.0-the-power-of-personalization-codex1020.pdf>, 2014.

- [4] C.S. González, P. Toledo y V. Muñoz, "Enhancing the engagement of intelligent tutorial systems through personalization of gamification," *International Journal of Engineering Education*, vol. 32, no. 1(B), pp. 532-541, 2016.
- [5] A.I. Molina, M.Á. Redondo y M. Ortega, "A methodological approach for user interface development of collaborative applications: A case study," *Science of Computer Programming*, vol. 74, no. 9, pp. 754-776, 2009.
- [6] C.A. Collazos, "Evaluating collaborative learning processes using system-based measurement," *Educational Technology & Society Journal*, vol. 10, no. 3, pp. 257-274, 2007.
- [7] R. Schmidt, "Divided by a common acronym: On the fragmentation of CSCW," *Eleventh European Conference on Computer-Supported Cooperative Work*, Viena (Austria), pp. 223-242, 2009.
- [8] C.R. Graham, "Blended learning systems: Definition, current trends, and future directions," en *The Handbook of Blended Learning: Global Perspectives, Local Designs*, C.J. Bonk et al. Eds. San Francisco: John Wiley & Sons, pp. 3-21, 2005.
- [9] A. Álvarez *et al.*, "Supporting blended-learning: Tool requirements and solutions with OWLish," *Interactive Learning Environments*, pp. 1-22, doi:10.1080/10494820.2014.965180, octubre 2014.
- [10] P. Reimann et al., *Measuring and Visualizing Learning in the Information-Rich Classroom*, Routledge, 2016.

MOOCs y Comunidades de Prácticas

Algoritmos de filtrado colaborativo para recomendación de hilos en foros de cursos MOOC

José Antonio González Martínez, Eduardo Gómez Sánchez, Miguel L. Bote Lorenzo
Grupo de Sistemas Inteligentes y Cooperativos / Educación, Medios, Informática y Cultura
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación, Universidad de Valladolid.
Paseo de Belén 15, 47011, Valladolid, España
jgonmar@gsic.uva.es, edugom@tel.uva.es, migbot@tel.uva.es

Resumen— Este estudio explora los retos y oportunidades del filtrado colaborativo para recomendar hilos en foros de discusión de cursos MOOC. Se consideran métricas clásicas y nuevas para estimar la similitud entre usuarios, se discute la definición de una *ground truth* y se plantea un estudio experimental, llevado a cabo con datos reales, en el que el sistema hace recomendaciones no obvias con la información disponible en cada día del curso.

Palabras clave—sistemas de recomendación, MOOC, foros de discusión, filtrado colaborativo

I. INTRODUCCIÓN

Los cursos MOOC (o *Massive Open Online Courses*) son una modalidad reciente de aprendizaje en línea que permite potencialmente a cientos de miles de usuarios aprender sobre una gran variedad de materias ofrecidas por las más prestigiosas organizaciones del mundo [1]. Los foros de discusión de los MOOC son centros de actividad muy importantes para los alumnos [2], de los que se sirven para pedir y ofrecer ayuda en la resolución de ejercicios y dudas. También es, en muchos casos, la única vía para relacionarse y colaborar con otros usuarios [3].

Los foros educativos ofrecen a los usuarios funcionalidades únicas para el debate, la resolución de problemas y la colaboración [4]. Sin embargo, un aprendiz también puede encontrarse con problemas causados por la organización y cantidad de información del foro. El alumno puede no encontrar la información relevante [4] o perder mucho tiempo buscándola, lo que puede incluso desmotivarle [5]. Para evitarlo, los foros generalmente incorporan herramientas de búsqueda, pero el usuario a veces no consigue expresar sus intereses para orientar correctamente la consulta [6]. Todos estos problemas son especialmente graves en foros MOOC, donde puede haber miles de usuarios e hilos.

En este contexto, parece deseable pedagógicamente ofrecer funcionalidades en los foros MOOC para proporcionar recomendaciones personalizadas a los alumnos. Por una parte, un sistema de este tipo permitiría resaltar información relevante que de otra manera puede permanecer oculta. Además, podría mejorar la sencillez y la utilidad percibida del foro, lo que evitaría la desmotivación del aprendiz. Por último, las recomendaciones de hilos mejorarían la participación en los foros, ya que los alumnos contribuirán con mayor probabilidad si encuentran información suficientemente interesante. Para ello, una de las técnicas de recomendación más ampliamente utilizadas es el llamado filtrado colaborativo. Este es un estudio

exploratorio de los retos y ventajas de utilizar filtrado colaborativo para recomendar hilos en foros de discusión de cursos MOOC, como paso previo para mejorar su utilidad, fomentando la participación de los alumnos y su motivación, y aumentando la probabilidad de que completen el curso.

El artículo se estructura de la siguiente manera. La sección 2 tratará el estado del arte en sistemas de recomendación, especialmente en el entorno educativo y en foros MOOC. En la sección 3 se explicarán las oportunidades que surgen al aplicar algoritmos CF en foros MOOC. La sección 4 detallará el estudio experimental desarrollado para evaluar la eficacia de algoritmos CF sobre un conjunto de datos real. La sección 5 discute los resultados obtenidos y la sección 6 recoge las conclusiones y trabajo futuro.

II. ESTADO DEL ARTE

En la literatura, los sistemas de recomendación se han clasificado en dos grandes grupos [7]. Por un lado, en los sistemas de recomendación basados en contenido, al usuario se le ofrecen elementos en función de una descripción del elemento y el perfil de los intereses del usuario [8]. Por otro lado, en los sistemas de filtrado colaborativo (*Collaborative Filtering*, CF), se recomiendan objetos que son valorados positivamente por usuarios similares [9]. Los sistemas de recomendación han sido ampliamente utilizados en diferentes dominios, como el comercio electrónico o el entretenimiento (por ejemplo, recomendando productos en Amazon [10] o videos de YouTube [11]), y también se han aplicado en el dominio del aprendizaje apoyado por la tecnología [9].

Algunas contribuciones han estudiado sistemas de recomendación en foros de discusión de propósito general (por ejemplo, [12] usando filtrado colaborativo y [13] realizando análisis semántico). Mientras, otros estudios tratan recomendadores específicamente en foros educativos, como Comtella-D [14], un foro educativo con filtrado colaborativo para sugerir hilos a los alumnos. En foros MOOC, se está empezando a investigar sobre sistemas de recomendación. Por ejemplo, [15] y [16] proponen sendos recomendadores de hilos y preguntas en foros MOOC. Por otra parte, [17] presenta un modelo que predice las respuestas aceptadas a preguntas en foros MOOC. Por último, [18] muestra un sistema que recomienda videos formativos si detecta confusión en las preguntas publicadas en foros MOOC. Sin embargo, hasta el momento no se conocen trabajos que utilicen algoritmos CF para recomendar hilos en foros MOOC, cuya aplicación podría dar buenos resultados, como se discutirá a continuación.

III. OPORTUNIDADES DEL FILTRADO COLABORATIVO EN FOROS MOOC

Los sistemas de recomendación CF tienen un potencial de aplicación alto en entornos donde hay muchos elementos y muchas valoraciones por elemento, hay más valoraciones que elementos a recomendar, los usuarios valoran múltiples elementos, estos elementos son homogéneos y hay usuarios con necesidades comunes [19]. Todas estas características se cumplen en general en los foros MOOC. Por ejemplo, el foro del curso 6.002x "Circuits and Electronics" de la primavera de 2013, organizado por el *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), contenía cerca de 6.000 mensajes en unos 1.400 hilos publicados por alrededor de 1.000 usuarios, que votaron los hilos 2.866 veces e hicieron cerca de 150.000 visitas a hilos. Adicionalmente, se cree [19] que las técnicas CF producen recomendaciones de elementos inesperados (serendipia), lo que podría ser útil en foros MOOC donde puede haber hilos relevantes que pasen desapercibidos para muchos usuarios.

Por el contrario, también es cierto que las técnicas CF son menos adecuadas en dominios en los que la valoración de un elemento no requiere un gusto personal, el interés de los elementos a recomendar no persiste en el tiempo [19] (ya que los hilos pueden perder interés según avanzan los temas de estudio), o la dispersión de la matriz de valoraciones es grande, características también presentes en los foros MOOC. Puesto que aún no se han aplicado técnicas de CF en la recomendación en estos foros, es interesante conocer su comportamiento.

IV. ESTUDIO EXPERIMENTAL: RETOS Y RESULTADOS

Esta sección presenta los resultados del estudio exploratorio realizado para evaluar el comportamiento de algoritmos CF para la recomendación de hilos en foros MOOC. Para poder aplicar estos algoritmos, se tuvieron que resolver una serie de retos asociados, que se explican a continuación.

Los experimentos se realizaron con un conjunto de datos del curso 6.002x "Circuits and Electronics", que comenzó el 13 de marzo y finalizó el 20 de junio de 2013. El conjunto de datos incluye información completa sobre el foro (contenidos y metadatos de hilos y mensajes), usuarios, trazas de eventos, etc. El foro de discusión está compuesto por 1.390 hilos generados por 1.079 usuarios y 5.947 mensajes.

A. Diseño del sistema de recomendación de hilos

El primer paso consistió en diseñar el tipo de recomendador a utilizar. Para ello, se decidió utilizar un sistema de recomendación CF para recomendar 3 hilos relevantes a cada usuario. Este número de elementos se eligió porque no es muy grande, es fácilmente asimilable por el usuario, y es posible embeberlos para presentarse al usuario en la misma página web de los foros MOOC. El recomendador sugerirá hilos relevantes, por lo que entra dentro de la categoría de recomendadores cuya tarea es "proponer buenos elementos" [20], ya que el objetivo es mostrar contenido de interés para el usuario, sin que sea necesario que estén ordenados. Se decidió utilizar el algoritmo CF basado en vecindad, por ser ampliamente utilizado en la literatura [19]. Además, se generarán recomendaciones para cada día del curso y no se recomendarán hilos ya visitados por

el usuario, puesto que no tiene sentido recomendar hilos que el usuario ya conoce [20].

B. Selección de la métrica de valoración para los hilos

El segundo reto consistió en determinar cuál sería la métrica de valoración de un hilo. En los foros MOOC los usuarios no puntúan la utilidad de un hilo. Por ello, de entre la información disponible (el número de visitas a un hilo, el número de mensajes publicados, los votos positivos en un hilo o el tiempo de lectura que el usuario le ha dedicado), es necesario seleccionar la métrica adecuada que dé idea de la relevancia de un hilo para un usuario. La información del número de votos positivos y el número de mensajes de un usuario en un hilo se descartó porque era escasa. También porque puede haber usuarios a los que les guste el hilo pero que por otros motivos (pereza, olvido, etc.) no lo voten positivamente. Además, interesa diseñar un recomendador genérico y es posible que la funcionalidad de votos positivos no esté disponible en todas las plataformas MOOC. También se descartó utilizar el tiempo de visita de un usuario en un hilo como indicador implícito de su utilidad, por la complejidad y carga que supone procesar eventos en las trazas para calcular el tiempo que había pasado un usuario en un hilo.

Por lo tanto, se decidió utilizar la información del número de visitas de un usuario en un hilo, que es muy abundante, como indicador de la utilidad de ese hilo. Esta métrica parece adecuada, ya que un hilo visitado muchas veces puede indicar que su contenido es interesante para el usuario, mientras que si solo lo ha visitado una vez, puede sugerir que el usuario lo ha leído, pero es suficientemente relevante como para consultarlo de nuevo. Los datos apoyan esta suposición porque un usuario que ha votado positivamente un hilo, lo ha visitado como media 4.74 veces, mientras que la media de visitas en hilos visitados pero no votados positivamente es de 1.79. A partir del número de visitas, se otorgó un valor de 0 cuando el hilo no tiene visitas; un valor de -1 cuando el hilo sólo tiene 1 visita (ha sido visitado, pero el usuario no lo ha encontrado relevante porque no lo ha vuelto a visitar); y un valor de +1 cuando el hilo ha tenido más de una visita (ha sido visitado en más de una ocasión porque el usuario lo ha encontrado relevante). Para cada día del curso, se generó una matriz de valoraciones con esta información ternaria, en la que las filas eran los usuarios del foro y las columnas los hilos.

C. Selección de la métrica de similitud entre usuarios

Puesto que las técnicas de filtrado colaborativo se basan en el parecido entre vecinos, el siguiente reto fue determinar cómo se calculará la similitud entre usuarios. Existen heurísticas clásicas para evaluar el grado de semejanza entre dos usuarios (por ejemplo, la correlación de Pearson o el vector coseno) [7]. Otras métricas diferentes pueden dar la misma o mejor información y ofrecer un rendimiento superior.

En primer lugar, se podría suponer que un usuario se parece mucho a otro si ha visitado los mismos hilos. En este caso, la similitud se mediría por el número de hilos covisitados. Alternativamente, podríamos asumir que un usuario es más parecido a otro, cuantos más hilos hayan considerado de la misma forma. Esta similitud se podría calcular con el producto escalar de los vectores de los dos usuarios. Interesa comparar el

efecto de usar estas métricas en la precisión del algoritmo de recomendación. En este estudio, se realizarán pruebas con la similitud de vector coseno, por ser una métrica habitual en el ámbito CF; y la similitud por hilos covisitados y la similitud producto escalar porque podrían capturar la similitud entre usuarios que visitan hilos de interés común.

D. Definición de la pseudo ground truth

Para realizar el proceso de evaluación, se necesita disponer de una *ground truth* o valoraciones reales de referencia. Con esta referencia se podría determinar si el sistema ha acertado con sus recomendaciones y evaluar su eficacia. En un foro MOOC, no es inmediato contar con una *ground truth*, ya que los usuarios no puntúan los hilos. Además, tampoco es posible realizar en nuestra experimentación una evaluación en línea en la que usuarios reales utilicen el sistema y valoren explícitamente los elementos recomendados [21] ni utilizar a expertos para valorar la relevancia de los hilos como si fueran usuarios (lo que se conoce como *cross-rating*). Por lo tanto, se hace necesario definir un método indirecto para obtener una estimación de la *ground truth* o *pseudo ground truth* con la información disponible, lo más fiel posible a la realidad.

Para calcular la *pseudo ground truth* se utilizaron todos los datos disponibles sobre las visitas a los hilos al final del curso (20 de junio de 2013), ya que esta información final puede resumir el interés de cada usuario por los hilos. En consonancia con la selección de la métrica de valoración de hilos, un hilo es relevante para un usuario si lo ha visitado más de una vez al final del curso, y no es relevante si ha sido visitado sólo una vez. Un hilo que no ha sido visitado nunca por un usuario no se tiene en cuenta para la evaluación de ese usuario, porque no sabemos si lo consideraría relevante o no si lo hubiera visitado.

E. Proceso de evaluación

Este reto consistió en diseñar el propio proceso de evaluación. Se decidió calcular la media de los aciertos del sistema de recomendación a lo largo de 3 semanas del curso, (del 14 de marzo al 3 de abril de 2013). Se utilizó la precisión media o MAP (*Mean Average Precision*) para determinar la eficacia del algoritmo. Se usó esta métrica por el tipo de recomendador diseñado, en el que los elementos se valoran en una escala ternaria, y solo se muestra una lista limitada de 3 elementos relevantes sin implicar un orden de los mismos [22].

En cada instante de tiempo t y para un determinado usuario, sólo se evalúan los hilos que ya existen en ese momento, que todavía no han sido visitados por el usuario (si no sería una recomendación obvia), pero que se sabe que lo serán en el futuro (de manera que se puede aplicar la *pseudo ground truth* para evaluar la precisión). Además, solo serán evaluados aquellos alumnos que en el instante t tengan al menos 3 hilos relevantes en la *pseudo ground truth*. Así, aseguramos que la precisión máxima posible es 1.

Los resultados obtenidos tras evaluar el algoritmo de filtrado colaborativo a lo largo de los 21 días del periodo de observación se recogen en la Figura 1. Se compara la MAP obtenida por el algoritmo CF con las 3 métricas utilizadas (coseno -COS-, covisitados -CV- y producto escalar -PROD-), además de una heurística *naive*, que utilizaremos como *baseline*, en la que se

recomiendan a los usuarios los 3 hilos más visitados en ese momento que el alumno todavía no haya visitado. Una heurística similar se utilizó en [16]. Se puede ver que los mejores resultados de la precisión se consiguieron con el algoritmo CF que utiliza la similitud de hilos covisitados. En algunos momentos del curso, la precisión llegó a ser superior al 70% (similar a la obtenida en [16]). La segunda métrica con mejores resultados medios fue la similitud por vector coseno, con resultados muy parecidos a la heurística *baseline*. Los resultados promediados de la Tabla I, muestran también el mejor comportamiento de la similitud de hilos covisitados.

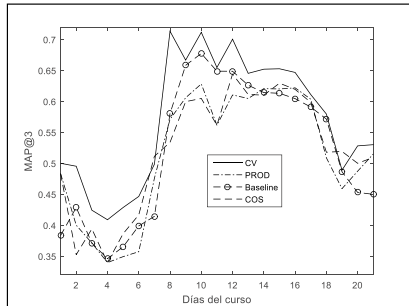


Figura 1 Precisión media a lo largo de 21 días del curso

TABLA I MAP@3 promediado los 21 días del periodo de estudio

| | CV | COS | Baseline | PROD |
|-------|--------|--------|----------|--------|
| MAP@3 | 57.12% | 52.11% | 52.05% | 51.40% |

DISCUSIÓN

Los algoritmos CF ofrecen un buen comportamiento en la recomendación de hilos, si se comparan con el *baseline* o con los resultados ofrecidos por otros sistemas de recomendación para foros MOOC (por ejemplo, el 32.3% de MAP@3, según [17]). Las mejores prestaciones se consiguieron utilizando la métrica covisitados. Esta métrica determina que un usuario es más parecido a otro cuantos más hilos hayan visitado en común. Las otras métricas no parecen captar tan fielmente que dos usuarios que visiten hilos en común, tengan patrones de visita y, probablemente, intereses similares en el foro. Por otro lado, una característica diferenciadora de este estudio es que evalúa la calidad de un recomendador que sugiere hilos a lo largo del tiempo con la información disponible en ese momento. Otros estudios ([15], [16]) sólo reflejan una predicción al final del curso, lo que no es muy útil en un contexto real. Se observa un comportamiento variable de la precisión en el tiempo, siendo superior al 50% en el tramo central del periodo estudiado. Es interesante ver que, comparando esto con el calendario del

curso¹, las transiciones coinciden con momentos donde se publican ejercicios de esa semana o es la fecha límite para entregarlos. Esta información podría ser explotada para mejorar las recomendaciones.

V. CONCLUSIONES

Este estudio ha explorado las dificultades y el potencial del filtrado colaborativo para la recomendación de hilos en foros MOOC. En el cálculo de la similitud entre usuarios se ha encontrado que las distancias clásicas, como el coseno, en un espacio de valoraciones enormemente disperso, ofrecen peores resultados que otras métricas más sencillas y computacionalmente más eficientes, como el número de elementos covalorados. La definición de una *pseudo ground truth* es otro problema relevante, al carecerse en los foros MOOC de suficientes valoraciones explícitas por parte de los usuarios. Se ha propuesto derivar el interés del usuario por un hilo a partir de su número de visitas, aunque otras opciones serán exploradas en el trabajo futuro. Por último, en los experimentos se ha evaluado la calidad del recomendador actuando en cada instante de tiempo del curso con la información disponible en ese momento, lo que lo acerca a las necesidades de un sistema en producción, en contraste con otros trabajos en los que sólo se evalúa la recomendación al final del curso. Los resultados alcanzados apuntan a la utilidad del filtrado colaborativo para la recomendación de hilos en foros MOOC, y al potencial de considerar información contextual del momento del curso para mejorarla. Esto será explorado en el trabajo futuro, además de la posibilidad de determinar la afinidad entre usuarios a partir de elementos diferentes del MOOC (videos o ejercicios, por ejemplo).

AGRADECIMIENTOS

El acceso a los datos utilizados en este trabajo se consiguió gracias a un acuerdo suscrito con la Oficina de Investigación Institucional del *Massachusetts Institute of Technology*. Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España (proyecto de investigación TIN2014-53199-C3-2-R) y la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León (proyecto de investigación VA277U14).

REFERENCIAS

- [1] N. Gillani, "Learner communications in massively open online courses," *OCHEPS Occas. Pap.*, no. 53, 2013.
- [2] D. T. Seaton, Y. Berger, I. Chuang, P. Mitros, and D. E. Pritchard, "Who Does What in a Massive Open Online Course?," *Int.J.Hum.-Comput.Stud.*, vol. 68, p. 223, 2010.
- [3] D. F. O. Onah, J. Sinclair, and R. Boyatt, "Exploring the use of MOOC discussion forums," 2014.
- [4] F. Abel, I. I. Bittencourt, E. Costa, N. Henze, D. Krause, and J. Vassileva,

"Recommendations in online discussion forums for e-learning systems," *Learn. Technol. IEEE Trans.*, vol. 3, no. 2, p. 165, 2010.

- [5] P.-Y. Wang and H.-C. Yang, "Using collaborative filtering to support college students' use of online forum for English learning," *Comput. Educ.*, vol. 59, no. 2, p. 628, 2012.
- [6] A. Sieg, B. Mobasher, and R. Burke, "Inferring user's information context from user profiles and concept hierarchies," in *Classification, Clustering, and Data Mining Applications*, Springer, 2004, p. 563.
- [7] G. Adomavicius and A. Tuzhilin, "Toward the next generation of recommender systems: A survey of the state-of-the-art and possible extensions," *Knowl. Data Eng. IEEE Trans.*, vol. 17, no. 6, pp. 734-749, 2005.
- [8] M. J. Pazzani and D. Billsus, "Content-based recommendation systems," in *The adaptive web*, Springer, 2007, p. 325.
- [9] N. Manouselis, H. Drachler, K. Verbert, and E. Duval, *Recommender systems for learning*. Springer, 2013.
- [10] G. Linden, B. Smith, and J. York, "Amazon.com recommendations: Item-to-item collaborative filtering," *Internet Comput. IEEE*, vol. 7, no. 1, p. 76, 2003.
- [11] J. Davidson, B. Liebald, J. Liu, P. Nandy, T. Van Vleet, U. Gargi, S. Gupta, Y. He, M. Lambert, and B. Livingston, "The YouTube video recommendation system," in *Proceedings of the fourth ACM conference on Recommender systems*, 2010, p. 293.
- [12] C. Castro-Herrera, J. Cleland-Huang, and B. Mobasher, "A recommender system for dynamically evolving online forums," in *Proceedings of the third ACM conference on Recommender systems*, 2009, p. 213.
- [13] Y.-M. Li, T.-F. Liao, and C.-Y. Lai, "A social recommender mechanism for improving knowledge sharing in online forums," *Inf. Process. Manag.*, vol. 48, no. 5, pp. 978-994, 2012.
- [14] F. Abel, I. I. Bittencourt, N. Henze, D. Krause, and J. Vassileva, "A rule-based recommender system for online discussion forums," in *Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems*, 2008, p. 12.
- [15] D. Yang, M. Piergallini, I. Howley, and C. Rose, "Forum thread recommendation for massive open online courses," in *Proceedings of 7th International Conference on Educational Data Mining*, 2014.
- [16] D. Yang, D. Adamson, and C. P. Rosé, "Question recommendation with constraints for massive open online courses," in *Proceedings of the 8th ACM Conference on Recommender systems - RecSys '14*, 2014, pp. 49-56.
- [17] M. Jenders, R. Krestel, and F. Naumann, "Which Answer is Best? Predicting Accepted Answers in MOOC Forums."
- [18] A. Agrawal, J. Venkatraman, S. Leonard, and A. Paepcke, "YouEDU: Addressing Confusion in MOOC Discussion Forums by Recommending Instructional Video Clips," 2015.
- [19] J. Ben Schaffer, D. Frankowski, J. Herlocker, and S. Sen, "Collaborative filtering recommender systems," in *The adaptive web*, Springer, 2007, p. 291.
- [20] J. L. Herlocker, J. A. Konstan, L. G. Terveen, and J. T. Riedl, "Evaluating collaborative filtering recommender systems," *ACM Trans. Inf. Syst.*, vol. 22, no. 1, p. 5, 2004.
- [21] G. Shani and A. Gunawardana, "Evaluating recommendation systems," in *Recommender systems handbook*, Springer, 2011, pp. 257-297.
- [22] G. Schröder, M. Thiele, and W. Lehner, "Setting Goals and Choosing Metrics for Recommender System Evaluations," in *UCERST'12 Workshop at the 5th ACM Conference on Recommender Systems, Chicago, USA*, 2011, vol. 23.

¹https://courses.edx.org/c4x/MITx/6.002x/asset/sp2013_6.002x_calendar.pdf

Predicción de pérdida de implicación de los participantes de un curso en línea masivo y abierto

Miguel L. Bote Lorenzo, Eduardo Gómez Sánchez

Grupo de Sistemas Inteligentes y Cooperativos / Educación, Medios, Informática y Cultura

Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación. Universidad de Valladolid.

Paseo de Belén 15, 47011, Valladolid, España

migbot@tel.uva.es, edugom@tel.uva.es

Resumen—En este artículo se propone llevar a cabo la predicción de pérdida de implicación de los participantes de un curso en línea masivo y abierto a partir de dos indicadores, uno basado en el consumo de vídeos y otro en la realización de pruebas de evaluación. De esta forma resulta posible intervenir antes de que de que la implicación decaiga, de manera que los participantes continúen aprovechando el curso desde un punto de vista educativo. Los resultados muestran que es posible construir predictores con un área bajo la curva comprendida entre 0,847 y 0,909 para detectar la pérdida de implicación a partir del consumo de vídeos, y de entre 0,725 y 0,915 a partir de la realización de pruebas de evaluación.

Palabras clave—MOOC; pérdida de implicación; aprendizaje automático supervisado

I. INTRODUCCIÓN

Los Cursos en Línea Masivos y Abiertos (*Massive Open Online Courses, MOOCs*) [1] permiten obtener conocimientos sobre una determinada materia a grupos de alumnos con tamaños potencialmente muy grandes y heterogéneos tanto desde el punto de vista del origen de los participantes como del de su bagaje académico. Estos cursos se ofrecen en plataformas en línea como Coursera¹, edX² o FutureLearn³ que, generalmente, no requieren ningún pago ni establecen ningún requisito formal para la participación, como indica el término “abierto” de su denominación.

Algunos trabajos de la literatura [2]-[6] han estudiado la evolución a lo largo del curso de la implicación de los participantes de los MOOC en la realización de distintas actividades como el consumo de vídeos explicativos, la realización de pruebas de evaluación o la participación en los foros de debate. En estos trabajos se muestra la existencia en los MOOC de numerosos participantes cuya implicación disminuye a lo largo del tiempo, llegando en ocasiones al abandono completo del curso. Independientemente de que se produzca o no el abandono, esta disminución de la implicación da lugar a un menor aprovechamiento del curso por parte de esos participantes. De este modo, varios autores [3], [4] defienden la necesidad de mantener la implicación de los participantes para que los MOOC puedan tener un amplio impacto educativo.

Una posible aproximación para intentar sostener la implicación de los participantes de un MOOC consiste en

detectar a aquellos alumnos cuya implicación se puede prever que disminuirá en un futuro próximo de tal forma que sea posible hacer una intervención antes de que dicha disminución se produzca. La predicción podría hacerse a partir de las trazas que deja la actividad de los participantes en el MOOC. La intervención podría consistir, por ejemplo, en la sugerencia de algún vídeo que pueda resultar interesante al alumno y aumentar así sus ganas de ver otros vídeos, o en proporcionarle pistas que le ayuden a resolver algún ejercicio que el alumno haya intentado pero no haya conseguido solucionar, de forma que pueda verse más motivado para continuar haciendo ejercicios.

En este artículo se propone llevar a cabo la predicción de pérdida de implicación de los participantes utilizando dos indicadores de implicación: el consumo de vídeos y la realización de pruebas de evaluación. También se comparan distintas alternativas para realizar dicha predicción en el contexto de un MOOC impartido en la plataforma edX.

La estructura del resto del documento es la siguiente. En primer lugar se discuten los trabajos que es posible encontrar en la literatura en relación con la propuesta que se hace en este artículo. A continuación se describen brevemente el MOOC que se utiliza como punto de partida de este trabajo así como los datos disponibles de este curso. En la siguiente sección se introduce la aproximación propuesta para llevar a cabo la predicción de pérdida de implicación en el contexto de ese MOOC. Después se presentan las características extraídas de las trazas para llevar a cabo la predicción así como los distintos métodos de reducción del número de características y de aprendizaje supervisado que han sido considerados. Seguidamente se presentan y discuten los resultados de los experimentos realizados. En la última sección se recogen las principales conclusiones y el trabajo futuro.

II. TRABAJO RELACIONADO

Los autores de este artículo no han conseguido encontrar en la literatura trabajos que traten la predicción de pérdida de implicación de los participantes de MOOC. Sí que han encontrado trabajos que se centran en la predicción de la falta de implicación en sistemas de tutores inteligentes [7], [8] o sistemas de gestión de contenidos educativos [9]. Sin embargo, ese problema de predicción es diferente al tratado en este artículo: en este último caso lo que se busca es saber si el estudiante se

¹ <https://www.coursera.org/>

² <https://www.edx.org/>

³ <https://www.futurelearn.com/>

encontrará en el futuro en un estado de falta de implicación o en otro estado, mientras que en la predicción de pérdida de implicación se pretende determinar si bajará o no el nivel de implicación del participante respecto al que ha mantenido hasta el momento independientemente del estado en que se encuentre. Además, tanto los sistemas de tutores inteligentes como los de gestión de contenidos educativos permiten un abanico de actividades diferente al de las plataformas de MOOC, por lo que los factores que se deben considerar para determinar la implicación son distintos y las trazas de actividad disponibles para hacer la predicción también son diferentes.

En otros trabajos de la literatura [10]-[14] se estudia la posibilidad de predecir si un participante va a abandonar un MOOC con la antelación suficiente como para que sea posible intervenir de alguna forma para que dicho abandono no tenga lugar. También existen trabajos [4], [12], [15], [16] que buscan predecir si un participante se encuentra en riesgo de no superar un MOOC de forma que, de nuevo, cabe la posibilidad de intervenir para intentar evitarlo. El objetivo último de estos tipos de predicción es por tanto diferente al de la predicción de pérdida de implicación que se estudia en este artículo, la cual pretende facilitar la posibilidad de intervenir de cara a conseguir que los participantes del MOOC mantengan su nivel de implicación. Con ello se pretende no sólo que haya más alumnos que superen el curso o no lo abandonen, sino que haya un mayor número de alumnos que aprovechen el curso incluso si su objetivo no es superarlo.

III. CONTEXTO DEL ESTUDIO

Este trabajo se centra en el MOOC “6.002x *Circuits and Electronics*” impartido en la plataforma edX durante la primavera de 2013 [17]. El curso estaba estructurado en un total de 14 capítulos e incluyó un examen a mitad de curso y otro al final.

Cada capítulo contenía una secuencia de vídeos de lecciones sobre los contenidos tratados en él con una duración individual generalmente inferior a los 10 minutos. Entre los vídeos se intercalaban ejercicios de autoevaluación relacionados con el contenido del vídeo inmediatamente anterior. Los 12 primeros capítulos tenían asociados problemas y ejercicios de laboratorio, basados estos últimos en una aplicación interactiva para el análisis de circuitos. Tanto los problemas como los ejercicios debían ser entregados antes de una fecha límite dada. Algunos capítulos incluían también tutoriales con vídeos de profundización y ampliación de los contenidos. En general, cada lunes del curso se ponían a disposición de los estudiantes los materiales de un nuevo capítulo, estableciéndose el domingo de la semana siguiente como fecha límite para el envío de problemas y ejercicios de laboratorio (es decir, entre la entrega de materiales y el envío de soluciones hay dos semanas, solapándose la segunda semana de un capítulo con la primera del siguiente). Los dos últimos capítulos tenían vídeos explicativos pero no incluían problemas ni ejercicios.

El curso ofrecía un libro de texto como material de aprendizaje complementario. También ponía a disposición de los alumnos un foro para permitir tanto a los estudiantes como a los profesores participar en debates acerca del curso. Además,

existía una wiki que podía ser editada por alumnos y profesores con el objetivo de compartir conocimiento.

La nota final de los alumnos se calculaba ponderando las notas obtenidas en los problemas (15%), los ejercicios de laboratorio (15%), el examen de mitad de curso (30%) y el examen final (40%). Los alumnos que alcanzaron al menos el 50% de la nota máxima obtuvieron un certificado de superación del curso.

En este curso se encontraban registrados 26.947 participantes en la fecha límite de entrega del examen final. De ellos 6.687, sin contar a los profesores ni a sus asistentes, siguieron total o parcialmente el curso de acuerdo con el calendario establecido. Estos participantes, vieron algún vídeo o hicieron alguna entrega antes de la fecha límite de uno más de los capítulos 1 a 12 o vieron algún vídeo antes de la publicación del examen final de los capítulos 13 y 14. De esos participantes hubo un total de 1099 que consiguieron obtener la nota final necesaria para superar el curso.

La Tabla I desglosa por capítulos el número de participantes que vieron vídeos o hicieron entregas de acuerdo con el calendario del curso. En ella es posible observar cómo cayó la participación a medida que avanzó el curso a causa, principalmente, del abandono del curso. En el caso de los capítulos 13 y 14 también influyó el hecho de que no hubiera ejercicios entregables, por lo que muchos participantes decidieron no trabajar en ellos a pesar de que después hicieron el examen final. En la tabla llama también la atención el hecho de que haya bastantes participantes que sólo veían vídeos o sólo hacían envíos. Esto se debe a la existencia de distintas formas de aprovechamiento del curso por parte de los participantes.

TABLA I. NÚMERO DE PARTICIPANTES QUE VIERON VÍDEOS O HICIERON ENTREGAS EN CADA CAPÍTULO DE ACUERDO CON EL CALENDARIO DEL CURSO.

| Capítulo | Participantes | | | Total |
|----------|-----------------|-------------|-------------|-------|
| | Videos y envíos | Sólo videos | Sólo envíos | |
| 1 | 3059 | 1926 | 818 | 5803 |
| 2 | 1932 | 679 | 787 | 3398 |
| 3 | 1624 | 540 | 539 | 2703 |
| 4 | 1247 | 399 | 548 | 2194 |
| 5 | 1044 | 304 | 524 | 1872 |
| 6 | 821 | 185 | 565 | 1571 |
| 7 | 694 | 167 | 586 | 1447 |
| 8 | 724 | 130 | 432 | 1286 |
| 9 | 566 | 83 | 490 | 1139 |
| 10 | 528 | 74 | 509 | 1111 |
| 11 | 481 | 103 | 423 | 1007 |
| 12 | 421 | 133 | 383 | 937 |
| 13 | 0 | 340 | 0 | 340 |
| 14 | 0 | 166 | 0 | 166 |

IV. APROXIMACIÓN PROPUESTA

Los factores utilizados en la literatura para determinar la implicación de los participantes en los MOOC varían de unas propuestas a otras. Entre estos factores se encuentran el consumo de vídeos explicativos [2]-[6], [18], la descarga de esos vídeos para su posterior visionado [18], la realización de pruebas de evaluación [2]-[6], [18] y la participación en los foros de debate [3]-[6]. En este artículo se considera que la implicación de los participantes puede determinarse a partir de su consumo de

vídeos y la cantidad de pruebas de evaluación que realizan por ser estos dos factores los únicos que se incluyen en todos los trabajos que se han revisado.

Concretamente, en este trabajo se establece que el nivel de implicación del participante de un MOOC una vez superada la fecha límite de entregas correspondiente al capítulo n puede obtenerse mediante dos indicadores. En primer lugar, un indicador de implicación basado en el consumo de vídeos que se obtiene promediando el porcentaje de vídeos de lecciones que el alumno ha visto en cada uno de los primeros n capítulos antes de la fecha límite correspondiente. En segundo lugar, un indicador de implicación basado en la realización de pruebas de evaluación que se calcula como el promedio del porcentaje de problemas y ejercicios de laboratorio que el alumno ha enviado en cada uno de los primeros n capítulos antes de la fecha límite correspondiente. Lógicamente, el valor de estos indicadores puede aumentar o disminuir tras sobrepasar la fecha límite de entregas del capítulo $n+1$ en función del porcentaje de vídeos vistos y del porcentaje de ejercicios y problemas entregados de ese capítulo.

De este modo, se propone predecir en la fecha límite de entregas de cada capítulo n si la implicación de cada participante definida a partir de los indicadores basados en el consumo de vídeos o la realización de pruebas de evaluación habrá disminuido o no en la fecha límite de entregas del capítulo $n+1$. Aquellos alumnos para los que se prevea la disminución de uno o los dos indicadores deberían ser objeto de una intervención encaminada a intentar evitar la pérdida de implicación predicha.

De acuerdo con el calendario establecido para el curso, la fecha límite de entregas del capítulo n tiene lugar aproximadamente una semana antes de la fecha límite del capítulo $n+1$ y, también aproximadamente, una semana después de la publicación de los materiales de este último capítulo. Esto implica que en el momento de la predicción puede haber participantes que ya hayan visto los suficientes vídeos o realizado las entregas suficientes del capítulo $n+1$ como para saber que el indicador correspondiente no disminuirá. En ese caso, lógicamente, no se lleva a cabo la predicción del indicador. Tampoco se hace la predicción de un indicador de un participante cuando en el momento de realizarla dicho indicador tiene valor 0, ya que el valor nunca podrá disminuir. Este caso se da en alumnos que participan en el MOOC viendo vídeos pero que no hacen ningún envío de ejercicios o problemas o, al contrario, que envían problemas pero no ven ningún vídeo. También se excluye de la predicción a aquellos participantes que no han visto ningún vídeo ni han realizado ningún envío en los 3 últimos capítulos puesto que se considera que probablemente hayan abandonado el curso. Si eventualmente estos participantes vuelven a ver vídeos o a hacer entregas, se generan nuevamente predicciones para ellos.

V. CARACTERÍSTICAS Y ALGORITMOS DE PREDICCIÓN

La Tabla II muestra de forma resumida las características que fueron extraídas para cada uno de los 11 primeros capítulos. La extracción no se llevó a cabo en los más capítulos dado que los

capítulos 13 y 14 no tenían entregas asociadas, motivo por el cual no fueron considerados en los experimentos de predicción de indicadores de motivación. Nótese que las características del capítulo $n+1$ corresponden a la parte de ese capítulo que ocurre antes de la entrega del capítulo n .

Se estudiaron dos alternativas diferentes para reducir el número de características que fueron empleadas finalmente por los algoritmos de predicción. En una de ellas se utilizó la técnica de búsqueda hacia delante para explorar el espacio de subconjuntos de características cuya calidad fue evaluada mediante la técnica de Selección de Características basada en Correlación (CFS, *Correlation based Feature Selection*) [19]. De esta forma es posible encontrar subconjuntos de características poco correladas entre sí pero muy correladas con las categorías consideradas. En la segunda alternativa se llevó a cabo un análisis de componentes principales (PCA, *Principal Component Analysis*) para transformar los datos utilizando el número de autovectores con mayor autovalor necesario para explicar el 95% de la varianza en los datos originales.

También se evaluaron 3 algoritmos de aprendizaje automático supervisado para llevar a cabo la tarea de predicción a partir de las características obtenidas mediante las técnicas antes descritas. Estos algoritmos fueron la Regresión Logística (*Logistic Regression*, LR), las Máquinas de Vectores de Soporte (*Support Vector Machines*, SVM) [20] con un núcleo de función de base radial y las Selvas Aleatorias (*Random Forests*, RF) [21]. Los datos fueron normalizados para los experimentos realizados con el SVM, pero no para los de los otros 2 algoritmos.

VI. RESULTADOS EXPERIMENTALES

La fase de experimentación de este trabajo se ha llevado a cabo con el entorno de minería de datos Weka⁴. Concretamente, se repitió 10 veces una validación cruzada estratificada de 10 subconjuntos con cada combinación posible de las técnicas de reducción del número de características y algoritmos de aprendizaje supervisado presentados en la sección anterior para predecir la posible disminución de cada uno de los dos indicadores de implicación en cada capítulo del 2 al 12 respecto al capítulo anterior.

La Tabla III muestra el número medio de características que fueron obtenidas para cada uno de los capítulos e indicadores de implicación mediante las dos técnicas de reducción de características consideradas. En ella puede llamar la atención el hecho de que el número de características extraídas por PCA no sea exactamente igual para ambos indicadores en un mismo capítulo dado que el proceso de extracción es independiente de la relación de las características con la variable predicha, a diferencia del caso de CFS. Esto se debe a que, aunque el conjunto de vectores utilizados para la predicción de cada indicador en un mismo capítulo es muy similar, existen diferencias debidas a las posibles exclusiones de participantes de la predicción de un indicador pero no del otro de acuerdo con lo establecido en la sección IV. También se observa que el número de características seleccionadas por CFS es sensiblemente

⁴ <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>

inferior al de PCA en la mayor parte de los casos, siendo superior en sólo una ocasión.

TABLA II. LISTA DE CARACTERÍSTICAS CONSIDERADAS PARA LA PREDICCIÓN AGRUPADAS POR TIPO Y CON INDICACIÓN DEL PERIODO DE TIEMPO ESTABLECIDO PARA SU CÁLCULO Y LOS CAPÍTULOS EN LAS QUE FUERON EXTRAIDAS

| Tipo | Características | Periodo | Capítulos |
|--------------------------|--|--|-----------|
| Capítulo $n+1$ | C1 Porcentaje de vídeos de lecciones vistos total o parcialmente C2 Porcentaje de ejercicios de autoevaluación enviados C3 Porcentaje de problemas y ejercicios de laboratorio enviados | Inicio del capítulo n a final del capítulo n | 1-11 |
| Capítulo n | C4 Porcentaje de vídeos de lecciones vistos total o parcialmente C5 Porcentaje de otros vídeos vistos total o parcialmente C6 Porcentaje de ejercicios de autoevaluación enviados C7 Porcentaje de problemas y ejercicios de laboratorio enviados C8 Nota de los ejercicios de autoevaluación enviados C9 Nota de los problemas enviados C10 Nota de los ejercicios de laboratorio enviados C11 Suma de la nota de problemas y ejercicios de laboratorio enviados C12 Número de días consecutivos inactivo hasta la fecha de entrega C13 Número de consultas de la página de progreso C14 Número de eventos del foro de discusión generados C15 Número de eventos del libro de la asignatura generados C16 Número de eventos de la wiki generados C17 Número total de eventos generados | Inicio del capítulo n a final del capítulo n | 1-11 |
| Capítulo $n-1$ | C18 Porcentaje de vídeos de lecciones vistos total o parcialmente C19 Porcentaje de ejercicios de autoevaluación enviados C20 Porcentaje de problemas y ejercicios de laboratorio enviados | Inicio del capítulo $n-1$ a final del capítulo $n-1$ | 2-11 |
| Capítulo $n-2$ | C21 Porcentaje de vídeos de lecciones vistos total o parcialmente C22 Porcentaje de ejercicios de autoevaluación enviados C23 Porcentaje de problemas y ejercicios de laboratorio enviados | Inicio del capítulo $n-2$ a final del capítulo $n-2$ | 3-11 |
| Acumulado | C24 Media acumulada de porcentajes de vídeos de lecciones vistos total o parcialmente (indicador de implicación basado en vídeo) C25 Media acumulada de porcentajes de ejercicios de autoevaluación enviados C26 Media acumulada de porcentajes de problemas y ejercicios de laboratorio enviados (indicador de implicación basado en pruebas de evaluación) C27 Nota acumulada de los ejercicios de autoevaluación enviados C28 Nota acumulada de los problemas enviados C29 Nota acumulada de los ejercicios de laboratorio enviados C30 Suma de la nota de problemas y ejercicios de laboratorio enviados | Inicio del curso a final del capítulo n | 2-11 |
| Combinación | C31 Diferencia entre el porcentaje y la media acumulada de porcentajes de vídeos de lecciones C32 Diferencia entre el porcentaje y la media acumulada de porcentajes de ejercicios de autoevaluación C33 Diferencia entre el porcentaje y la media acumulada de porcentajes de problemas y ejercicios de laboratorio enviados | No aplicable | 2-11 |
| Examen de mitad de curso | C34 Porcentaje de ejercicios del examen de prueba mitad de curso enviados C35 Porcentaje de ejercicios del examen de mitad de curso enviados C36 Nota del examen de prueba de mitad de curso C37 Nota del examen de mitad de curso | Inicio del examen de mitad de curso a final del examen de mitad de curso | 7-11 |

TABLA III NÚMERO DE CARACTERÍSTICAS OBTENIDAS MEDIANTE CADA TÉCNICA DE REDUCCIÓN PARA CADA CAPÍTULO Y TIPO DE PREDICCIÓN CON INDICACIÓN DEL NÚMERO DE CARACTERÍSTICAS INICIAL

| Cap. | Caract. | Vídeos | | Pruebas | |
|------|---------|--------|-------|---------|-------|
| | | CF5 | PCA | CF5 | PCA |
| 1 | 20 | 8,32 | 11 | 3 | 12 |
| 2 | 30 | 12,53 | 13 | 8,96 | 13,08 |
| 3 | 32 | 6,94 | 13 | 3,03 | 14 |
| 4 | 32 | 12,45 | 14 | 7,3 | 14 |
| 5 | 33 | 9,86 | 15 | 4,99 | 15,72 |
| 6 | 32 | 9,74 | 14,18 | 11,26 | 15 |
| 7 | 36 | 16,53 | 16 | 11,13 | 16,02 |
| 8 | 36 | 14,36 | 17 | 13,43 | 17 |
| 9 | 37 | 10,28 | 18 | 13,8 | 18 |
| 10 | 37 | 12,12 | 18,91 | 11,4 | 19 |
| 11 | 36 | 11,7 | 17,97 | 12,21 | 17,99 |

La Tabla IV y la Tabla V recogen los resultados de los experimentos de predicción de los indicadores de implicación junto con el número de participantes para los que se llevaron a cabo las predicciones en cada capítulo. Estos resultados se describen utilizando dos métricas: el área bajo la curva (*Area Under Curve*, AUC) y el porcentaje de aciertos (PA). Es importante tener en cuenta que el AUC, a diferencia de otras métricas como el PA, no se ve afectada por la presencia de sesgo en los conjuntos de datos [22]. Por este motivo, los resultados de los experimentos deben ser comparados utilizando el AUC, mientras que el PA se reporta únicamente a efectos informativos.

Tabla IV. CAPACIDAD PREDICTIVA DE CADA COMBINACIÓN DE TÉCNICAS DE REDUCCIÓN DE CARACTERÍSTICAS Y ALGORITMOS DE APRENDIZAJE SUPERVISADO Y CADA CAPÍTULO EN EL CASO DEL INDICADOR DE IMPLICACIÓN BASADO EN EL CONSUMO DE VÍDEOS

| Cap. | Part. | Métr. | LR | | SVM | | RF | |
|------|-------|-------|--------------|--------------|-------|-------|--------------|-------|
| | | | CFS | PCA | CFS | PCA | CFS | PCA |
| 2 | 4.638 | AUC | 0.857 | 0.859 | 0.503 | 0.5 | 0.82 | 0.84 |
| | | PA | 86.5 | 86.5 | 85.4 | 85.3 | 84.9 | 86 |
| 3 | 5.013 | AUC | 0.877 | 0.877 | 0.675 | 0.5 | 0.862 | 0.867 |
| | | PA | 85.4 | 85.3 | 85.6 | 83.5 | 84.7 | 84.6 |
| 4 | 5.383 | AUC | 0.892 | 0.9 | 0.5 | 0.5 | 0.852 | 0.887 |
| | | PA | 90.3 | 90.3 | 89.6 | 89.6 | 89.2 | 90.4 |
| 5 | 3.203 | AUC | 0.881 | 0.884 | 0.702 | 0.664 | 0.877 | 0.871 |
| | | PA | 86.5 | 86.5 | 86.2 | 85.1 | 86.4 | 85.9 |
| 6 | 2.493 | AUC | 0.894 | 0.897 | 0.5 | 0.5 | 0.874 | 0.878 |
| | | PA | 91 | 91.1 | 90.4 | 90.4 | 91.4 | 91.1 |
| 7 | 2.098 | AUC | 0.904 | 0.906 | 0.761 | 0.754 | 0.895 | 0.898 |
| | | PA | 88.9 | 88.9 | 88.6 | 88.2 | 88.5 | 88.3 |
| 8 | 1.750 | AUC | 0.892 | 0.898 | 0.74 | 0.584 | 0.888 | 0.885 |
| | | PA | 86.6 | 86.5 | 86.4 | 82.9 | 86.3 | 85.6 |
| 9 | 1.525 | AUC | 0.888 | 0.895 | 0.613 | 0.5 | 0.88 | 0.874 |
| | | PA | 86.7 | 86.7 | 85.2 | 84.5 | 86.3 | 85.6 |
| 10 | 1.344 | AUC | 0.898 | 0.909 | 0.769 | 0.653 | 0.895 | 0.903 |
| | | PA | 88.5 | 87.8 | 87.6 | 86 | 87.7 | 87.5 |
| 11 | 1.175 | AUC | 0.873 | 0.877 | 0.785 | 0.702 | 0.866 | 0.865 |
| | | PA | 85.1 | 85.2 | 84.8 | 83.9 | 84.5 | 84.3 |
| 12 | 1.054 | AUC | 0.825 | 0.837 | 0.5 | 0.5 | 0.847 | 0.838 |
| | | PA | 84.2 | 84.5 | 85.2 | 85.2 | 84.9 | 84.9 |

Tabla V. CAPACIDAD PREDICTIVA DE CADA COMBINACIÓN DE TÉCNICAS DE REDUCCIÓN DE CARACTERÍSTICAS Y ALGORITMOS DE APRENDIZAJE SUPERVISADO Y CADA CAPÍTULO EN EL CASO DEL INDICADOR DE IMPLICACIÓN BASADO EN LA REALIZACIÓN DE PRUEBAS DE EVALUACIÓN

| Cap. | Part. | Métr. | LR | | SVM | | RF | |
|------|-------|-------|--------------|--------------|-------|-------|-------|-------|
| | | | CFS | PCA | CFS | PCA | CFS | PCA |
| 2 | 3.453 | AUC | 0.787 | 0.8 | 0.748 | 0.734 | 0.776 | 0.778 |
| | | PA | 73.2 | 72.8 | 72.6 | 71.2 | 73.4 | 71.1 |
| 3 | 3.891 | AUC | 0.857 | 0.856 | 0.784 | 0.787 | 0.829 | 0.842 |
| | | PA | 79.3 | 79.1 | 78.7 | 78.5 | 76.3 | 77.6 |
| 4 | 4.053 | AUC | 0.886 | 0.906 | 0.832 | 0.839 | 0.879 | 0.894 |
| | | PA | 84.2 | 83.9 | 84.2 | 83.6 | 84.2 | 82.8 |
| 5 | 3.110 | AUC | 0.914 | 0.915 | 0.846 | 0.848 | 0.9 | 0.904 |
| | | PA | 85.1 | 85.2 | 85.2 | 85 | 84.1 | 84.7 |
| 6 | 2.289 | AUC | 0.909 | 0.914 | 0.854 | 0.858 | 0.889 | 0.904 |
| | | PA | 85.8 | 85.8 | 85.2 | 84.7 | 83.5 | 84.1 |
| 7 | 1.912 | AUC | 0.899 | 0.901 | 0.824 | 0.83 | 0.892 | 0.894 |
| | | PA | 81.8 | 82 | 82.2 | 82.7 | 81.5 | 81.6 |
| 8 | 1.650 | AUC | 0.904 | 0.899 | 0.832 | 0.822 | 0.895 | 0.889 |
| | | PA | 82.8 | 82.3 | 82.6 | 81 | 81.1 | 81.3 |
| 9 | 1.407 | AUC | 0.898 | 0.891 | 0.815 | 0.822 | 0.897 | 0.878 |
| | | PA | 81.9 | 81.5 | 81.2 | 81.8 | 81.2 | 80.8 |
| 10 | 1.258 | AUC | 0.857 | 0.858 | 0.781 | 0.778 | 0.85 | 0.844 |
| | | PA | 77.3 | 78.2 | 77.8 | 77.5 | 77.3 | 78.5 |
| 11 | 1.149 | AUC | 0.772 | 0.771 | 0.707 | 0.709 | 0.755 | 0.762 |
| | | PA | 69.9 | 69.9 | 70 | 70.2 | 69 | 69.1 |
| 12 | 1.113 | AUC | 0.725 | 0.722 | 0.609 | 0.5 | 0.715 | 0.696 |
| | | PA | 74.7 | 72.5 | 73.6 | 71.1 | 72.8 | 72.4 |

Los resultados muestran que es posible predecir para cada capítulo el indicador de implicación basado en videos con valores de AUC comprendidos entre 0,847 y 0,909 mientras que en el caso del indicador de implicación basado en la realización de pruebas de evaluación es posible hacerlo con valores de AUC que van desde 0,725 hasta 0,915. Aquí es necesario recordar que no se hacen predicciones para aquellos participantes que no han visto videos ni realizado pruebas de evaluación durante los 3

últimos capítulos, aunque se vuelven a generar predicciones para ellos si en algún capítulo posterior realizan alguna de esas actividades. Esto hace que los participantes que abandonan el curso dejen de ser considerados tras 3 capítulos de inactividad, evitando así que los resultados obtenidos mejoren mediante predicciones en las que es muy fácil acertar.

En las tablas también se aprecia que los mejores resultados de predicción se consiguen en todos los casos menos en uno empleando LR como algoritmo de aprendizaje supervisado y, en la mayoría de capítulos, empleando PCA como técnica para la reducción del número de características. Sin embargo, los valores de AUC obtenidos con LR y CFS difieren en general muy poco de los conseguidos con LR y PCA, por lo que sería razonable elegir la primera combinación en caso de que se desee ahorrarse la mayor carga computacional que supone la segunda opción.

Es posible resaltar la subida de la AUC que se produce en el capítulo 4 respecto a los dos capítulos anteriores en la predicción del indicador basado en el envío de pruebas de evaluación y, en menor medida, del indicador basado en el consumo de videos. Una parte de esta subida puede ser atribuida a que en ese momento no se dispone de tanta información de los participantes como en capítulos posteriores para hacer la predicción. Otra parte de la subida puede deberse al hecho de que hubo bastantes participantes que abandonaron el curso en los capítulos 3 6 4 a pesar de que en los capítulos anteriores participaron activamente al igual que muchos otros participantes que no abandonaron. La pérdida de implicación de estos participantes, conocidos en la literatura como *strong starters* [5], no es fácil de predecir.

También resulta llamativa la caída en la AUC en la predicción de ambos indicadores para los capítulos 11 y 12 respecto al capítulo 10. Esta caída parece deberse en buena parte al hecho de que para la nota final del curso no contaban las dos notas más bajas de las entregas de todos los capítulos del curso. Aparentemente esto dio lugar a que bastantes participantes que habían mantenido un alto nivel de implicación y obtenido buenas notas a lo largo del curso redujeran significativamente su actividad en los dos últimos capítulos al considerar que no necesitaban las notas de sus entregas.

VII. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

La predicción de pérdida de implicación de los participantes de un MOOC permite la intervención antes de que dicha pérdida se produzca con el objetivo de evitarla. Así es posible conseguir que los participantes hagan un mayor aprovechamiento del curso. En este artículo se ha estudiado la posibilidad de predecir la pérdida de implicación en un MOOC impartido en la plataforma edX a partir de dos indicadores, uno basado en el consumo de videos y otro en la realización de pruebas de evaluación. Para ello se ha llevado a cabo la extracción de una serie de características que describen la actividad de los participantes a lo largo del curso. Estos datos han permitido realizar la comparación de 2 técnicas de reducción del número de características y 3 algoritmos de aprendizaje supervisado para llevar a cabo la predicción de ambos indicadores. Así se ha comprobado que es posible conseguir buenos resultados de predicción para ambos indicadores utilizando LR como

algoritmo de aprendizaje supervisado en junto con PCA como técnica de selección de características. Esta combinación también ha dado buenos resultados en problemas relacionados como la predicción de abandono [14].

Las líneas de trabajo futuro que se abren con este trabajo son numerosas. La más inmediata pasa por analizar la importancia que tienen las distintas características en la predicción de los indicadores de implicación. También se pretende ampliar el estudio considerando nuevas características, técnicas para la reducción del número de características y algoritmos de aprendizaje supervisado en el contexto de un conjunto más amplio de MOOC. Además, se analizará la posibilidad de utilizar nuevos indicadores de implicación como la participación en foros. Otra cuestión que merece la pena tratar es la adaptación de la aproximación para la predicción de pérdida de implicación propuesta a otros formatos de MOOC diferentes al considerado en este artículo como, por ejemplo, los cursos que permiten el envío de pruebas evaluables después de la fecha límite establecida. Además, se pretende estudiar hasta qué punto es posible utilizar los datos de un curso para construir sistemas de predicción de la pérdida de implicación que se utilicen en una edición posterior de ese mismo curso. También se trabajará en el diseño de los mecanismos de intervención que se puedan utilizar exitosamente con los participantes para los que se predice la pérdida de implicación.

AGRADECIMIENTOS

El acceso a los datos utilizados en este artículo ha sido posible gracias a un acuerdo suscrito con la Oficina de Investigación Institucional del *Massachusetts Institute of Technology*. Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España (proyecto de investigación TIN2014-53199-C3-2-R) y la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León (proyecto de investigación VA277U14). Los autores agradecen también al resto de miembros del grupo de investigación GSIC/EMIC su apoyo y participación en el debate de ideas.

REFERENCIAS

- [1] T. R. Liyanagunawardena, A. A. Adams, and S. A. Williams, "MOOCs: a systematic study of the published literature 2008-2012," *The International Review of Research in Open and Distance Learning*, vol. 14, no. 3, pp. 202-227, 2013.
- [2] R. F. Kizilcec, C. Piech, and E. Schneider, "Deconstructing disengagement: analyzing learner subpopulations in massive open online courses," in Proceedings of the Third International Conference on Learning Analytics and Knowledge, Leuven, Belgium, 2013, pp. 170-179.
- [3] A. Ramesh, D. Goldwasser, and B. Huang, "Modeling learner engagement in MOOCs using probabilistic soft logic," in Proceedings of the Neural Information Processing Systems Conference, Workshop on Data Driven Education, Lake Tahoe, NV, USA, 2013.
- [4] A. Ramesh, D. Goldwasser, B. Huang, H. Dunme, III, and I. Getoor, "Uncovering hidden engagement patterns for predicting learner performance in MOOCs," in Proceedings of the First ACM Conference on Learning at Scale, New York, New York, USA, 2014, pp. 157-158.
- [5] R. Ferguson and D. Clow, "Examining engagement," in Proceedings of the Fifth International Conference on Learning Analytics And Knowledge, Poughkeepsie, NY, USA, 2015, pp. 51-58.
- [6] R. Ferguson, D. Clow, R. Beale, A. J. Cooper, N. Morris, S. Bayne, and A. Woodgate, "Moving Through MOOCs: Pedagogy, Learning Design and Patterns of Engagement," in Proceedings of the Tenth European Conference on Technology Enhanced Learning, Toledo, Spain, 2015, pp. 70-84.
- [7] J. E. Beck, "Engagement tracing: using response times to model student disengagement," in Proceedings of the International Conference on Artificial Intelligence in Education, Pittsburgh, PA, USA, 2005, pp. 88-95.
- [8] C. Mills, N. Bosch, A. Graesser, and S. D'Mello, "To quit or not to quit: predicting future behavioral disengagement from reading patterns," in Proceedings of the International Conference on Intelligent Tutoring Systems, Honolulu, HI, USA, 2014, pp. 19-28.
- [9] M. Cocea and S. Weibelzahl, "Disengagement Detection in Online Learning: Validation Studies and Perspectives," *IEEE Trans. Learning Technol.*, vol. 4, no. 2, pp. 114-124.
- [10] D. Yang, T. Sinha, and D. Adamson, "Turn on, tune in, drop out: Anticipating student dropouts in massive open online courses," in Proceedings of the Neural Information Processing Systems Conference, Workshop on Data Driven Education, Lake Tahoe, NV, USA, 2013.
- [11] S. Halawa, D. Greene, and J. Mitchell, "Dropout prediction in MOOCs using learner activity features," in Proceedings of the European MOOCs Stakeholders Summit, Lausanne, Switzerland, 2014, pp. 58-65.
- [12] C. Ye and G. Biswas, "Early prediction of student dropout and performance in MOOCs using higher granularity temporal information," *Journal of Learning Analytics*, vol. 1, no. 3, pp. 169-172, Dec. 2014.
- [13] W. Xing, X. Chen, J. Stein, and M. Marcinkowski, "Temporal predication of dropouts in MOOCs: Reaching the long hanging fruit through stacking generalization," *Computers in Human Behavior*, vol. 58, pp. 119-129, May 2016.
- [14] C. Taylor, "Stopout prediction in massive open online courses," PhD dissertation, Massachusetts Institute of Technology, USA, 2014.
- [15] S. Jiang and M. Warschauer, "Predicting MOOC performance with week 1 behavior," in Proceedings of the International Conference on Educational Data Mining, London, UK, 2014, pp. 273-275.
- [16] J. He, J. Bailey, B. I. P. Rubinstein, and R. Zhang, "Identifying at-risk students in Massive Open Online Courses," in Proceedings of the Conference on Artificial Intelligence, Austin, TX, USA, 2015, pp. 1749-1755.
- [17] D. T. Seaton, J. Reich, S. O. Nesterko, T. Mullaney, J. Waldo, A. D. Ho, and I. Chuang, "6.002x Circuits and Electronics MITx on edX Course Report - 2013 Spring," 8, Jan. 2014.
- [18] A. Anderson, D. P. Huttenlocher, J. M. Kleinberg, and J. Leskovec, "Engaging with massive online courses," in Proceedings of the International Conference on World Wide Web, New York, NY, USA, 2014, pp. 687-698.
- [19] M. A. Hall, "Correlation-based feature selection for machine learning," PhD dissertation, Waikato University, Hamilton, New Zealand, 1999.
- [20] V. N. Vapnik, *The nature of statistical learning theory*, Second edition. New York, NY, USA: Springer, 2000.
- [21] L. Breiman, "Random forests," *Machine learning*, vol. 45, no. 1, pp. 5-32, 2001.
- [22] L. A. Jeni, J. F. Cohn, and F. De la Torre, "Facing imbalanced data-recommendations for the use of performance metrics," in Proceedings of the Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction, Geneva, Switzerland, 2013, pp. 245-251.

Estrategias para la mejora del nivel de accesibilidad en el diseño de servicios de aprendizaje basados en MOOC

Francisco Iniesto
Institute of Educational Technology
The Open University
Milton Keynes, Reino Unido
francisco.iniesto@open.ac.uk

Covadonga Rodrigo
ETSI Informática
Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED)
Madrid, España
covadonga@lsi.uned.es

Resumen— El acceso a las plataformas MOOC presenta barreras: hay una falta de accesibilidad en los recursos educativos, las herramientas de comunicación e incluso la personalización de las interfaces de usuario. A esto se añaden dificultades como la necesidad de desarrollar habilidades digitales específicas o incluso sociales para los estudiantes con diversidad funcional. Por lo tanto, una visión de las diferentes estrategias en relación con la consecución de la accesibilidad (desde el contenido a las preferencias del usuario) se presenta en este trabajo; estrategias que deben ser abordadas con el fin de lograr el mejor nivel de accesibilidad durante el diseño de nuevos servicios de aprendizaje basados en cursos MOOC.

Palabras Clave—Accesibilidad, Servicios de aprendizaje, MOOC, Estrategias de diseño

I. INTRODUCCIÓN

Los cursos online masivos en abierto (MOOC) han supuesto un revulsivo en el sector educativo, colocando la educación en abierto a disposición del dominio público con una oferta inimaginable. Ofreciendo a la sociedad la posibilidad de acceder a cursos universitarios y de educación superior a un coste mínimo: el precio de la conexión a Internet desde casa. Esta innovación ha calado tan a fondo en las instituciones de educación superior que estas se están planteando migrar las plataformas educativas cerradas que tienen hoy en día hacia nuevos entornos de aprendizaje abiertos, demostrando que la evolución de la educación en abierto en Internet está permitiendo a miles de personas en todo el mundo seguir diferentes iniciativas educativas [1].

La flexibilidad de los servicios de aprendizaje que proporcionan los cursos MOOC permite a los estudiantes aprender a su propio ritmo y lugar, mejorar la comunicación manteniendo una elevada interacción social entre todos los participantes en la construcción de comunidades de aprendizaje. Sin embargo, el acceso a la plataforma MOOC también puede añadir dificultades adicionales, tales como la necesidad de desarrollar habilidades digitales específicas. A modo de ejemplo: la cantidad de contenidos audiovisuales y elementos interactivos, tests y autoevaluaciones, que están presentes en este tipo de cursos o la necesidad de conexiones con las redes sociales, pueden añadir nuevas dificultades a los requisitos de

accesibilidad [2]. El diseño pedagógico y visual de los MOOC, de su arquitectura de la información, de la usabilidad, del diseño visual y de la propia interacción podría estar teniendo un impacto negativo en las tasas de participación, retención y terminación por parte de los estudiantes de estos cursos, como se ha analizado anteriormente en la educación para adultos [3]. Sin embargo esta tipología de cursos parece que pudieran beneficiar especialmente al colectivo de personas con diversidad funcional: ofrece servicios académicos de bajo coste y sin desplazamiento [4].

Este artículo pretende profundizar en un análisis trasversal de todos los factores críticos que aparecen en la definición de una correcta especificación de los requisitos para un sistema MOOC accesible. Presentando un resumen de todos los problemas de accesibilidad que deben ser abordados: las necesidades de los usuarios, el perfilado de usuario, el servicio de dominio e infraestructuras tecnológicas asociadas, los requisitos para la entrega del eLearning y una revisión de los principales estándares aplicables.

La estructura del artículo presenta en primer lugar el detalle de las necesidades de accesibilidad en los servicios MOOC, continúa con las estrategias para mejorar dicha accesibilidad, finalizando con las principales conclusiones.

II. NECESIDADES DE ACCESIBILIDAD EN LOS SERVICIOS MOOC

Las plataformas MOOC se basan en colecciones de recursos visuales y audiovisuales compartidos, estando sus cursos llenos de vídeo-lecciones, animaciones, test de evaluación automática, todos ellos integrados en los cursos. Esta existencia de contenidos audiovisuales en las plataformas MOOC añade necesidades a los requisitos de accesibilidad empezando por la propia gestión de los recursos al mostrarlos a los usuarios.

Al pensar en el diseño de un servicio basado en MOOC para ser utilizado por personas con diversidad funcional aparecen diversos componentes en los que es importante tener en cuenta el nivel de accesibilidad de forma individual: como el acceso al sistema, la propia plataforma, el contenido educativo y el papel de la metainformación relacionada con la diversidad funcional (ver Fig. 1) [5]. Un buen ejemplo, es el diseño de un sistema de

Trabajo apoyado por la Cátedra de Tecnología y Accesibilidad UNED - Fundación VODAFONE y la red Global OER Graduate Network (GO-GN). El trabajo de Francisco está apoyado por una Leverhulme Trust Doctoral Scholarship en Open World Learning en el Centre for Research in Education and Educational Technology (CREET), The Open University, UK

recomendación de cursos MOOC para personas con diversidad funcional [6].



Fig. 1. Componentes en los que se debe tener en cuenta el nivel de accesibilidad

Los distintos componentes deben disponer de distintos factores clave de accesibilidad como se muestra en la Tabla I.

TABLA I. COMPONENTES Y SU RELACIÓN CON LA ACCESIBILIDAD

| Componente | |
|-----------------------------------|---|
| Acceso a la plataforma y registro | Acceso accesible a la plataforma de cursos MOOC. Un módulo de registro de usuarios accesible |
| Plataforma MOOC | Módulos de inicio de sesión, tareas P2P (peer to peer o revisión por pares), foros y de test de evaluación Repositorios y gestores de contenido accesibles |
| Metainformación | La definición de un perfil de usuario específico que incluya datos sobre las herramientas de apoyo utilizadas, las preferencias de visualización o gestión de recursos educativos. |
| Contenido Educativo | Contenido educativo accesible disponible dentro de la plataforma como son los recursos educativos en formato documento o vídeo-lección. Acceso accesible a enlaces externos y redes sociales |

Independientemente de posibles mejoras en la experiencia del usuario de las plataformas, las universidades, los profesores y los diseñadores instruccionales siempre tendrán la última palabra sobre la conformación de la experiencia del usuario en sus cursos. La manera de organizar los contenidos, como se etiquetan las secciones del menú o como se estructuran las diferentes páginas es absolutamente crucial. Para tomar estas decisiones se deben considerar pautas de interacción hombre-máquina, además de las mejores prácticas de recomendaciones para la escritura de textos en línea usables. Por lo tanto el diseño del aprendizaje y concretamente el diseño universal para el aprendizaje juegan un rol importante [7, 8].

En lo que se refiere al diseño centrado en el usuario, la planificación del aprendizaje no solo se realiza mediante metas

y acciones, sino también especificando diferentes contextos de uso y los requisitos de los diferentes "actores", incluyendo profesores y estudiantes [9, 10]. En el contexto de los cursos MOOC el diseño centrado en el usuario y la evaluación centrada en el usuario han sido impulsados por el concepto de "tarea".

El estudiante tiene que ser capaz de realizar tareas tales como el estudio de los materiales del curso, tomar notas, ver video-lecciones, realizar trabajos, acceder al foro o a los chats, comunicarse con el curador del curso, etc. Sin embargo el proceso de aprendizaje no siempre es fácil y dividir en actividades secuenciales algo así como "el estudio de los materiales del curso" puede ser una tarea muy compleja dependiendo de la manera en que podrían ser estudiados dichos materiales. Algunos autores han tratado de ir más allá combinando criterios técnicos: la consistencia o la fiabilidad. Usando componentes pedagógicos tales como: el control del aprendizaje por parte del estudiante, la propia actividad de aprendizaje, la motivación y la retroalimentación del mismo [11]. Una plataforma que tiene estructurados los cursos mediante tareas pedagógicas es FutureLearn¹, donde se llaman pasos.

III. ESTRATEGIAS PARA MEJORAR LA ACCESIBILIDAD EN LOS SERVICIOS MOOC

Con todas estas consideraciones, algunas estrategias se pueden aplicar para mejorar el nivel de accesibilidad de los sistemas MOOC incluyendo las plataformas y servicios como conjunto.

A. Acceso a la plataforma y registro

En la práctica los servicios MOOC se prestan a través de tecnologías Web, por esta razón, las plataformas MOOC representan un dominio en el que el paradigma de la accesibilidad Web es de gran aplicación. En este sentido, la Iniciativa de Accesibilidad Web (WAI)² promueve la accesibilidad por medio de directrices relacionadas con el contenido (WCAG)³, las herramientas de autor (ATAG)⁴, y las aplicaciones de usuario (UAAG)⁵. Los formatos multimedia que son muy populares en las plataformas MOOC se basan en el contenido audiovisual con una alta calidad técnica de sonido e imagen, así como los servicios interactivos que hacen que la participación y la comunicación entre los estudiantes sea posible. Facilitando la accesibilidad para las personas con diversidad funcional, convirtiéndolos en usuarios activos del aprendizaje.

Los estudiantes que usan ayudas técnicas pueden tener problemas al navegar en el entorno MOOC, es un punto clave del del acceso a la plataforma, siendo vital el proceso de registro.

B. La plataforma MOOC

El diseño de la interfaz MOOC viene a menudo determinado por la plataforma ya que algunas de sus características: las herramientas de aprendizaje y evaluación; no pueden ser personalizadas por los actores del aprendizaje. En el caso de los

¹ FutureLearn, <https://www.futurelearn.com>

² Web Accessibility Initiative, <http://www.w3.org/WAI/>

³ Web Content Accessibility Guidelines, <http://www.w3.org/WAI/intro/wcag>

⁴ Authoring Tool Accessibility Guidelines, <http://www.w3.org/TR/ATAG20/>

⁵ User Agent Accessibility Guidelines, <http://www.w3.org/WAI/intro/uag>

materiales y su modo de entrega deben seguir un conjunto de estándares de accesibilidad.

En cuanto a los elementos de la interfaz, como el inicio y cierre de sesión, la navegación por los cursos y los recursos y la comunicación con todas las partes interesadas. Los entornos MOOC tienen, al igual que otros sistemas de gestión de contenido educativo (LMS), estructuras de varias capas a través de las cuales los usuarios con diversidad funcional deben poder navegar. Por otra parte, esta accesibilidad, si es que existe, está dirigida principalmente a los estudiantes, en lugar de a los profesores o personal administrativo. Parece que hay un vacío en las investigaciones científicas de cómo los profesores que requieren de ayudas técnicas pueden utilizar estos sistemas como creadores de aprendizaje. Los módulos y secuenciación del contenido se gestiona por lo general a través de movimientos de "arrastrar y soltar" aunque las alternativas de teclado menudo también son posibles. Sin embargo estas alternativas sin ratón para momentos donde se requiere grandes cantidades de gestión de información o donde aparecen contenidos complejos parece poco usable.

Los entornos MOOC también suelen contener una variedad de componentes que no siempre comparten una consistencia de interfaz lógica o de los elementos interactivos que van desde: mensajes en un foro, tests, pruebas cronometradas, la reproducción de video-lecciones incrustadas o la descarga de documentos en distinta variedad de formatos. Más problemas aparecen en el proceso de participación con otros estudiantes a través de tareas de trabajo colaborativo.

Una solución al desafío de los sistemas informáticos cada vez más complejos y con más interacción consiste en hacer que los sistemas informáticos sean más fáciles de usar. Una forma de hacer esto es a través de la investigación y el desarrollo de interfaces más inteligentes que se adapten al usuario de una manera natural y progresiva, tratando de detectar sus características de manera que el sistema pueda adaptarse a su nivel y preferencias. La premisa debe ser que la interfaz se adapta a la persona y no al revés. La necesidad de sistemas adaptativos deriva en primera instancia de la heterogeneidad de la población de usuarios. Con el objetivo de la consecución de un dinamismo suficiente y facilitar la plena integración de las personas con diversidad funcional es necesario crear una infraestructura tecnológica adecuada que monitoree y sostenga las diferentes tareas que el usuario tiene que abordar en el contexto de la utilización de entornos informáticos.

Una especificación relevante es el Protocolo del Elemento Accesible y Portable (APIP)⁶, que está relacionada con la accesibilidad en las pruebas de evaluación del eLearning. Proporciona a los programas de evaluación y a los desarrolladores un modelo de datos para estandarizar el formato de archivo de intercambio para los elementos de prueba digitales. En los cursos MOOC existen comúnmente apartados de test al final de cada módulo para realizar la evaluación del

conocimiento de los estudiantes, ya que permite recibir una retroalimentación inmediata y ser realizado de manera automática.

C. *Metainformación: el perfilado del usuario*

Un entorno MOOC eficaz debe tener en cuenta las capacidades de cada estudiante junto con los objetivos de aprendizaje, donde se lleva a cabo el aprendizaje y aquellos dispositivos específicos que utiliza el estudiante. En este contexto es estratégico describir las preferencias y necesidades del estudiante por medio de un perfil. La manera que este perfil interactúa con la interfaz de la plataforma MOOC y los objetos que contiene pueden impactar en la experiencia de aprendizaje de los usuarios con diversidad funcional [12, 13, 14, 15].

Con el fin de mejorar la accesibilidad de los contenidos eLearning, la especificación de metadatos AccessForAll (ACCMD)⁷ describe los metadatos que se pueden utilizar para describir los tipos y las relaciones entre un recurso original y sus formatos adaptados disponibles. Se pueden describir las alternativas textuales que están disponibles para las correspondientes imágenes, descripciones de audio para video-lecciones, transcripciones o subtítulos para las pistas de audio, alternativas visuales para texto y una variedad de otros formatos alternativos que coincidan con las preferencias del usuario. Estos recursos alternativos adecuados pueden ser recuperados y presentados al usuario; un estudiante con discapacidad visual, por ejemplo, que vea un video-lección que había sido definido en el perfil ACCLIP⁸ previamente, recibirá automáticamente esa video-lección con descripciones de audio, mientras que un estudiante con discapacidad auditiva recibirá la misma video-lección pero con subtítulos incluidos en la presentación.

Este perfil proporciona un medio para describir cómo los estudiantes interactúan con un entorno MOOC, centrándose en los requisitos de accesibilidad. Por tanto, un conjunto de las preferencias de los usuarios puede ser utilizado de acuerdo con los diferentes contextos de uso de dicho entorno, pudiendo personalizar la visualización de los contenidos de aprendizaje o seleccionar el dispositivo de entrada o de salida preferido.

De acuerdo con los estándares, los estudiantes pueden declarar explícitamente sólo un modo de acceso alternativo para cada recurso de aprendizaje pero no permite cambios: por ejemplo, un usuario ciego puede preferir audio-descripción pero si esas alternativas no están presentes en su perfil no puede elegir una descripción de texto en su lugar. Por ello la nueva versión de AccessForAll (AFA)⁹ en su parte de necesidades personales y preferencias (PNP) pretende resolver este tipo de problemas y dejar que el estudiante pueda especificar múltiples solicitudes de adaptación para cada modo de acceso existente. Sin embargo, PNP tiene algunas restricciones al elegir el tamaño o la calidad de los recursos de video y audio. Por ejemplo, no es posible solicitar una versión inferior de un clip de video o archivo de audio para adaptarse al dispositivo del usuario. Por lo tanto un

⁶ Accessible Portable Item Protocol, <http://www.imsglobal.org/apiip/>

⁷ IMS Access-For-All. Meta-Data,

http://www.imsglobal.org/accessibility/accmdv1p0/imsaccmd_infov1p0.html

⁸ IMS Learner Information Package Accessibility for LIP,

http://www.imsglobal.org/accessibility/acclipv1p0/imsacclip_infov1p0.html

⁹ IMS Access-For-All

http://www.imsglobal.org/accessibility/afav3p0pd/AFAv3p0_SpecPrimer_v1p0pd.html

perfil de calidad específico para los recursos de aprendizaje sería deseable, así como normas de clarificación para describir mejor la lista de opciones alternativas. Para apaliarlo AFA en su parte de descripción de recursos digitales (DRD) cambia el punto de vista: ahora es posible declarar uno o más modos de acceso para cada recurso, definir adaptaciones accesibles existentes y determinar si proviene del recurso original específico.

Algunas plataformas como edX¹⁰, ya guardan por defecto información relacionada con los subtítulos de preferencia del usuario. En el uso de metadatos se han realizado ya varios proyectos relacionados con el eLearning que debido a su potencial e importancia pueden ser muy interesantes para su aplicación en las plataformas MOOC como son EU4ALL¹¹ y METALL¹².

D. Contenido educativo: video-lecciones y documentos

Las video-lecciones (ver Fig. 2) son elementos clave en el modelo MOOC y los obstáculos de interacción con la plataforma y los recursos deben ser minimizados. Desgraciadamente tener formatos accesibles mediante subtítulo, intérprete de lenguaje de signos, contenidos alternativos para materiales audiovisuales, grabaciones con audio-descripción, no son fáciles de conseguir, incluso existiendo grandes guías de orientación [16]. Algunas plataformas ya trabajan facilitando el subtítulo en varios idiomas como edX o el acceso a las transcripciones como Futurelearn o el proyecto ECO eLearning¹³ [17].

El formato Flash se ha utilizado a menudo para crear elementos multimedia. Su contenido es independiente del navegador y para poder verlo el correspondiente plug-in debe estar instalado. En la actualidad Flash Player¹⁴ proporciona un reproductor multimedia compatible que sirve de enlace entre el material multimedia creado y las ayudas técnicas que los usuarios utilizan. Por lo tanto las aplicaciones como los lectores de pantalla pueden tener acceso al material antes mencionado. Sin embargo, Flash no es independiente del dispositivo como se exige en las directrices WCAG. La alternativa a este problema de acceso a la información es proporcionar una versión estándar del contenido del curso, por ejemplo, en formato HTML¹⁵. Existe además el estándar de la tecnología SVG¹⁶ como alternativa en el campo de los gráficos vectorizados, también recomendado para su uso por el W3C a pesar de la necesidad de usar un plug-in y que los elementos multimedia no se pueden incluir directamente (a diferencia del formato Flash).

En cuanto a los documentos la versatilidad del formato PDF¹⁷ ha dado lugar a su rápida extensión en la Web y es el formato más utilizado para presentar los documentos dentro de los cursos MOOC. Adobe permite producir documentos PDF accesibles que se pueden navegar a través de un teclado y los formularios PDF pueden ser rellenados y enviados en línea fácilmente. Una característica importante es el apoyo que ofrece a los lectores de pantalla permitiendo que el contenido de los documentos sea etiquetado de manera similar al HTML.

También permite dar voz al contenido textual en los documentos PDF mediante los sintetizadores que contienen los sistemas operativos. Los avances facilitan a los autores crear documentos accesibles complejos, sin embargo, para ello el autor tiene que crear los documentos con cuidado y tener en cuenta la mejora de la accesibilidad [18].



Fig.2 Opciones de subtítulo en una video-lección del curso "sMOOC Paso a Paso" del proyecto ECO eLearning

Los documentos PDF son muy comunes para presentar apoyo al contenido de las video-lecciones, resúmenes del tema o materiales adicionales por parte del equipo educativo, pero en las actividades P2P es común la entrega de documentos en formato Word¹⁸ en los cuales también se deben seguir las guías de accesibilidad [19].

El uso de recursos educativos en abierto (OER) permite añadir un uso potencial y la reutilización del contenido educativo dentro de los cursos MOOC debido a su disponibilidad, incluyendo la ubicuidad de la tecnología que este siendo utilizada por los estudiantes [20].

Al principio en los cursos MOOC se enfatizaba el acceso abierto, mediante licencias abiertas de contenido, estructuras abiertas y objetivos de aprendizaje que promovieran la reutilización. Algunos cursos MOOC usan licencias restrictivas a los materiales de los cursos, o incluso no definen sus licencias, mientras que se mantiene acceso gratuito para los estudiantes. Plataformas como Lagunitas¹⁹ o la anteriormente mencionada

¹⁰ edX, <https://www.edx.org/>

¹¹ Proyecto EU4ALL, <https://adenu.ia.uned.es/web/es/projects/eu4all>

¹² Proyecto METALL, <https://access.ecs.soton.ac.uk/projects/metal>

¹³ Proyecto ECO eLearning, <http://ecolearning.eu>

¹⁴ Flash player, <http://www.adobe.com/es/products/flashplayer.html>

¹⁵ HTML, <https://www.w3.org/html/>

¹⁶ Scalable Vector Graphics, <http://www.w3.org/TR/SVG11/>

¹⁷ PDF, <https://acrobat.adobe.com/us/en/why-adobe/about-adobe-pdf.html>

¹⁸ Microsoft Word, <https://products.office.com/en/word>

¹⁹ Lagunita, <https://lagunita.stanford.edu>

FutureLearn permiten el acceso a los contenidos aunque los cursos hayan finalizado.

IV. CONCLUSIONES

Para los estudiantes con diversidad funcional la posibilidad de inscribirse libremente en los cursos MOOC puede ser una primera entrada viable en la educación o formación de nivel superior. El reto para el concepto MOOC es entonces el de la accesibilidad en términos de la comunidad con la que desea participar, asegurando que los procesos tales como inscribirse en un curso, la navegación por el sistema, el acceso a los recursos educativos y la interacción con sus compañeros es alcanzable a través del uso de las ayudas técnicas.

Sin embargo, el problema sigue siendo que el desarrollo de un aprendizaje exitoso basado en MOOC es altamente dependiente de la interacción humana y de sus habilidades digitales en el uso de la plataforma, el contenido multimedia y tecnologías sociales. La mayoría de las actividades de aprendizaje realizadas siguen teniendo lugar usando software que no fue diseñado para un uso específico en aplicaciones educativas y se crean a menudo problemas de usabilidad. Por otra parte, hay problemas técnicos o de incompatibilidad cuando no es posible tener la tecnología necesaria o no es posible obtener los materiales en formatos alternativos.

En los cursos MOOC se utilizan recursos educativos que no habían sido diseñados originalmente ni para plataformas MOOC ni para un escenario de aprendizaje concreto. Por lo tanto, los recursos educativos que se entregan presentan algunos problemas para ciertos grupos que los reciben como las personas con necesidades complejas de comunicación. Como resultado, el nivel de accesibilidad de estos recursos es a menudo menor que el deseado basándonos en análisis previos [21, 22, 23, 24, 25]. Incluso en el nivel de usabilidad y experiencia de usuario [26, 27].

Éste es un claro retroceso si se van a utilizar en mayor escala para el aprendizaje inclusivo.

El orden de las adaptaciones es importante teniendo en cuenta que se debe proporcionar un acceso y registro accesible a la plataforma para evitar un cuello de botella; en la propia plataforma y sus cursos; para finalmente añadir el perfilado de usuario en forma de metadatos y el contenido educativo (ver Fig. 3).

Algunas características de accesibilidad propuestas para la mejora de accesibilidad en las plataformas MOOC:

- Se deben proporcionar los diseños de interfaz disponibles con el fin de invitar a los usuarios a elegir el que mejor se adapte a sus necesidades.
- La plataforma MOOC debe ser compatible con los estándares de accesibilidad, no sólo en relación con la interfaz Web, a fin de apoyar a los estudiantes en la configuración del entorno y los contenidos de aprendizaje de acuerdo a sus preferencias.
- La plataforma MOOC también debe abordar la accesibilidad desde el punto de vista de los profesores, no sólo de los estudiantes. Se debe facilitar que las personas con

diversidad funcional tenga perfiles académicos dentro de los cursos MOOC como facilitadores digitales y curadores de contenido.

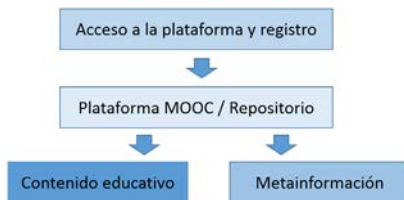


Fig. 3. Pasos para realizar las estrategias de mejora de la accesibilidad

En la Tabla II se resumen las propuestas de este artículo en relación con los estándares.

TABLA II. COMPONENTES Y ESTRATEGIA PROPUESTA

| Componente | |
|-----------------------------------|---|
| Acceso a la plataforma y registro | Directrices relacionadas con el contenido (WCAG) Herramientas de autor (ATAG) Aplicaciones de usuario (UAAG). |
| Plataforma MOOC | Protocolo del Elemento Accesible y Portable (APIP) |
| Metainformación | AccessForAll (AFA) Necesidades personales y preferencias (PNP) Descripción de recursos digitales (DRD) |
| Contenido Educativo | Accesibilidad de video-lecciones Accesibilidad de documentos de texto |

Aunque puedan existir las barreras habituales de accesibilidad en las plataformas MOOC, el modelo de participación a gran escala y accesibilidad social [28] podría ser utilizado para ayudar a los usuarios con diversidad funcional mediante la prestación de asistencia entre pares en términos de técnicas de estudio, adaptación de los contenidos y asistencia remota. Si existe suficiente interacción entre los usuarios, los estudiantes dentro del sistema pueden aprender de sus compañeros de estudios y hacer una contribución al ayudarlos. Al final, los recursos pueden ser enriquecidos con el consiguiente logro de un mayor nivel de calidad: transcripciones para mapas mentales, grabaciones de audio para podcasts, etc. Todos los recursos pueden por tanto ser agrupados en colecciones de recursos educativos que benefician a la totalidad de los estudiantes en los cursos MOOC.

REFERENCIAS

- [1] S. Haggard, "Massive open online courses and online distance learning: review". GOV.UK Research and analysis, 2013
- [2] C. Rodrigo, "Accessibility in Language MOOCs". Martin-Monje, E., & Bárcena, E. (Eds.). (2015). *Language MOOCs: Providing Learning, Transcending Boundaries*. Walter de Gruyter GmbH & Co KG. 2015
- [3] K. Tyler-Smith, "Early attrition among first time eLearners: A review of factors that contribute to drop-out, withdrawal and non-completion rates of adult learners undertaking eLearning programs". *Journal of Online learning and Teaching*, 2(2), 73-85, 2006.
- [4] I. De Waard, M.S. Gallagher, R. Zelezny-Green, L. Czerniewicz, S. Downes, A. Kukulka-Hulme and J. Willems, "Challenges for

- conceptualising EU MOOC for vulnerable learner groups". Proceedings of the eMOOCs Conference. Edited by P.A.U. Education (Lausanne, Switzerland), pp. 33-42, 2014
- [5] C. Rodrigo and F. Iniesto, "Holistic vision for creating accessible services based on MOOCs". Open Education Global Conference. 22-24 April 2015. Banff, Alberta, Canada, 2015
- [6] F. Iniesto and C. Rodrigo, "Accessible user profile modeling for academic services based on MOOCs". In: *Proceedings of the XII International Conference on Human Computer Interaction (INTERACCIÓN 2015)* (Ponsa, Pere and Guasch, Daniel eds.), ACM New York, New York, USA, article no. 55, 2015
- [7] L. Toetnel and A. Bryan, "Designing for inclusion: Supporting disabled students in a distance learning context". Proceedings of the 1th D4[Learning international Conference Innovations in Digital Learning for Inclusion, 2015
- [8] D. H. R. Rose and D. Gordon, "Universal design for learning: Theory and practice". CAST Professional Publishing, 2014
- [9] A. Kukulska-Hulme and L. Shield, "Usability and Pedagogical Design: Are language learning websites special?" Paper presented at ED-MEDIA 2004 World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications. June 22-26. Lugano, Switzerland, 2005.
- [10] M. Kinzie, W. Cohn, M. Julian and W. Knaus, "A User-centered Model for Web Site Design". Needs Assessment, User Interface Design, and Rapid Prototyping. J Am Med Inform Assoc; 9:320-330, 2002.
- [11] O. C. Santos and J. G. Boticario, "User-centred design and educational data mining support during the recommendations elicitation process in social online learning environments", Expert Systems, Wiley Online Library, 2013
- [12] L. Neville, M. Cooper, A. Heath, M. Rothbergeine and J.Treviranus, "Learner-centred Accessibility for Interoperable Web-based Educational Systems. In: International World Wide Web Conference (WWW2005), 10-14 May 2005, Chiba, Japan, 2005
- [13] S. Green, R. Jones, E. Pearson and S. Gkatzidou, "Accessibility and adaptability of learning objects: responding to metadata, learning patterns and profiles of needs and preferences". ALT-J, 14(1), 117-129, 2013
- [14] P. Salomoni, S. Mirri, S. Ferretti and M. Rocchetti, "Profiling learners with special needs for custom e-learning experiences, a closed case?". In Proceedings of the 2007 international cross-disciplinary conference on Web accessibility (W4A) (pp. 84-92). ACM, 2007
- [15] S. Mirri, P. Salomoni and C. Prandi, "Augment browsing and standard profiling for enhancing web accessibility". In Proceedings of the International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility (p. 5). ACM, 2011
- [16] E. Sánchez, "Usability guidelines for labeling MOOC videolectures", 2013. <http://uxthoughtsabout.wordpress.com/2013/06/11/small-details-matter-videolectures-page/>
- [17] S.M. Tejera, and S. Osuna, "ECO project MOOCs. MOOCs for everybody". Proceedings of the 1th D4[Learning international Conference Innovations in Digital Learning for Inclusion (D4[Learning, 2015). 2015
- [18] V. Sama and E. Sevillano, "Guía de accesibilidad de documentos electrónicos". Centro de atención a la discapacidad. Universidad Nacional de Educación a Distancia. ISBN: 978-84-616-8575-2, 2012.
- [19] L. Moreno, P. Martínez and Y. González, "Guía para elaborar Documentación Digital Accesible. Recomendaciones para Word, PowerPoint y Excel de Microsoft Office 2010". Tecnología y Sociedad Vol. 5, CENTAC 2014. ISBN: 978-84-616-8575-2, 2014.
- [20] Open Educational Resources kit. 2010. <https://jisc.ac.uk/guides/open-educational-resources>
- [21] S. Sanchez-Gordon and S. Luján-Mora, "Web accessibility of MOOCs for elderly students". In Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET), 2013 International Conference on (pp. 1-6). IEEE, 2013.
- [22] N. A. Al-Mouh, A. S. Al-Khalifa and H. S. Al-Khalifa, "A First Look into MOOCs Accessibility. The Case of Coursera". K. Miesenberger et al. (Eds.): ICCHP 2014, Part I, LNCS 8547, pp. 145-152. Springer International Publishing Switzerland, 2014
- [23] M. Bohnsack and S. Puhl, "Accessibility of MOOCs". In Computers Helping People with Special Needs (pp. 141-144). Springer International Publishing, 2014.
- [24] F. Iniesto, C. Rodrigo and A. Moreira Teixeira, "Accessibility analysis in MOOC platforms. A case study: UNED COMA and UAb iMOOC". Proceedings V Congreso Internacional sobre Calidad y Accesibilidad de la Formación Virtual CAFVIR 2014. ISBN: 978-9929-40-497-7, p. 545 - 550, Antigua, Guatemala. 2014.
- [25] F. Iniesto and C. Rodrigo, "Accessibility assessment of MOOC platforms in Spanish: UNED COMA, COLMENIA and Mirrada X". Computers in Education (SIIIE), 2014 International Symposium on, vol., no., pp.169, 172,12-14 doi: 10.1109/SIIIE.2014.7017724, 2014.
- [26] P. Espada, J. García-Díaz, V. Castillo Rodríguez, and R. González Crespo, "Method for analysing the user experience in MOOC platforms". Computers in Education (SIIIE), 2014 International Symposium on, vol., no., pp.157,162, 12-14. doi: 10.1109/SIIIE.2014.7017722, 2014
- [27] J. Xiao, B. Jiang, Z. Xu and M. Wang, "The usability research of learning resource design for MOOCs". Proceedings of IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering: Learning for the Future Now, TALE 2014, pp.277-282.
- [28] H. Takagi, S. Kawanaka, M. Kobayashi, T. Itoh and C. Asakawa, "Social accessibility: achieving accessibility through collaborative metadata authoring". In Proceedings of the 10th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility (pp. 193-200). ACM, 2008.

Factores Influyentes en la Gestión de Grupos Virtuales en Cursos de Escala Masiva y Variable

Luisa Sanz-Martínez^{1,2}, Yannis Dimitriadis¹, Alejandra Martínez-Monés¹, Carlos Alario-Hoyos³, Miguel Bote-Lorenzo¹, Bartolomé Rubia-Avi¹, Alejandro Ortega-Arranz¹

¹Grupo de Investigación GSIC-EMIC, Universidad de Valladolid, Valladolid, España

²Universidad Isabel I, Burgos, España

³Universidad Carlos III, Madrid, España

{luisa,alex}@gsic.uva.es, {yannis,migbot}@tel.uva.es, amartine@infor.uva.es, calario@it.uc3m.es, brubia@pdg.uva.es

Resumen—La integración del aprendizaje colaborativo en Cursos Abiertos Masivos en Línea o MOOC (*Massive Open Online Courses*) es un reto que varios investigadores están tratando de afrontar. Sin embargo, la formación de equipos y su posterior manejo es una tarea compleja que depende de múltiples factores, tanto pedagógicos como tecnológicos. Para el desempeño de dicha tarea sería útil que los profesores pudieran contar con algún tipo de herramienta de apoyo. Este artículo analiza los factores que influyen la formación de equipos en MOOC y que pueden ser tenidos en consideración en el diseño de este tipo de herramientas de apoyo, presenta una propuesta de clasificación e ilustra su necesidad y utilidad mediante un escenario.

Palabras clave— Grupos; Agrupaciones; CSCL; Aprendizaje Colaborativo; Escala Masiva; MOOC

I. INTRODUCCIÓN

Los Cursos Abiertos Masivos en Línea o MOOC (*Massive Open Online Courses*) han supuesto, según algunos autores, un cambio en el modelo de educación superior [1] y una democratización del acceso a la formación [2]. Otros autores critican su baja calidad instruccional [3], señalando su alta tasa de abandono [4] e identificando importantes retos de investigación relacionados con la promoción de interacciones sociales que generen conocimiento [5], o el desarrollo de nuevas aproximaciones pedagógicas que saquen partido de la gran escala [6].

Desde la aparición del primer MOOC en 2008 (*Connectivism and Connective Knowledge – CCK08*), son varios los investigadores que han intentado incluir teorías pedagógicas conectivistas o constructivistas en estos cursos. En algunos casos, el objetivo del autor era aprovechar las posibilidades de interacción social que ofrece la gran escala [7], o mejorar la calidad de la experiencia de aprendizaje [8]. En otros, se pretendía superar las criticadas deficiencias de este tipo de cursos, tales como el bajo nivel de compromiso de los alumnos [9], o el escaso porcentaje de superación del curso [10]. Sin embargo, analizando los resultados de estas experiencias [11], aunque en algunos casos se ha conseguido mejorar la tasa de finalización de los cursos, hasta el momento

no parece que se hayan alcanzado todos los objetivos marcados [12].

El aprendizaje colaborativo apoyado por ordenador, o CSCL (*Computer-Supported Collaborative Learning*) [13] ha sido ampliamente estudiado en ámbitos educativos de pequeña y mediana escala. Sin embargo, debido a las propias características del entorno MOOC, tales como su escala masiva y variable, la heterogeneidad de los alumnos matriculados o su bajo nivel de implicación [14], la implantación de estrategias de aprendizaje colaborativo en este ámbito presenta múltiples dificultades [5] y retos de investigación [6].

En esta línea, el problema de la formación de grupos en contextos masivos está despertando el interés de varios investigadores, que exploran diversas técnicas y criterios, con la intención de que las agrupaciones mejoren las interacciones sociales y el nivel de compromiso de los alumnos. Zheng et al. usan algoritmos aleatorios y basados en encuestas iniciales a los alumnos para la formación de grupos [9]. Sinha se centra en el Análisis de Redes Sociales y en Técnicas de Aprendizaje Automático para formar equipos dinámicamente [10]. El trabajo de Spoelstra et al. analiza la formación de grupos, en aprendizaje basado en proyectos, considerando los conocimientos previos de los alumnos, sus preferencias y personalidad [15]. Por otro lado, Wen et al. se ocupan de estudiar cuáles son las características que distinguen a un equipo de alumnos con éxito [16]. Esta amplia variedad de perspectivas sugiere que son muchos los factores que pueden ser considerados en la formación de grupos. Pero además, debido, al bajo y variable nivel de compromiso de los alumnos y su alta tasa de abandono, el mantenimiento de las agrupaciones será complicado, incluso aunque los grupos se hayan formado usando criterios sólidos en el momento inicial. Por consiguiente, un método para el manejo dinámico de equipos (formación inicial y eventuales reestructuraciones) podría contribuir a la solución del citado problema.

Nuestro interés se centra en investigar cómo diseñar herramientas que ayuden a los profesores¹ de MOOC a formar equipos y también a reestructurarlos, en caso de ser necesario,

¹En este artículo usaremos el término *profesores* para referirnos a los diferentes usuarios involucrados en la creación y gestión de MOOC, tales como diseñadores instruccionales, tutores, asistentes de profesores...

Este trabajo ha sido realizado gracias al apoyo parcial de los proyectos españoles TIN2014-53199-C3-2-R y VA277U14.

durante el desarrollo del curso. Para acometer este objetivo global, en una primera fase de nuestro proyecto, creemos necesario hacer un análisis del contexto y de los diversos factores que pueden tenerse en cuenta para el diseño de dichas herramientas. El objetivo de este artículo es, en primer lugar, identificar y categorizar dichos factores enmarcándolos en distintos niveles de abstracción y, en segundo, ilustrar la utilidad de nuestra propuesta contextualizándola en un entorno realista mediante un escenario. El uso de escenarios nos permite identificar las propiedades que caracterizan el contexto MOOC, detectar los requisitos de las herramientas y propiciar la discusión sobre el tipo de funcionalidades que deberían incluirse en las mismas.

II. PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN

Actualmente nos encontramos en una primera fase exploratoria de definición del problema que hemos llevado a cabo mediante una revisión de literatura. Para ello, se han analizado artículos provenientes de: (i) una búsqueda en *Scopus* y *Web of Knowledge* de combinaciones de los términos “CSCL”, “Group formation”, “Teams” y “MOOC” y (ii) referencias contenidas en artículos previamente seleccionados. De entre todas las referencias obtenidas, la selección de los artículos a analizar se ha valorado en función del número de citas del artículo, la reputación del autor y un análisis crítico del *abstract* para valorar si estaba dentro de nuestro ámbito de interés. La información obtenida fue analizada y sintetizada dentro de nuestra propuesta clasificatoria.

Para la creación de la clasificación propuesta se siguió un proceso iterativo de análisis de literatura relacionada, con el objetivo de obtener información sobre: (i) principales aspectos y perspectivas en relación a la formación de grupos en CSCL, (ii) características del entorno MOOC que pueden influir en la formación y reestructuración de grupos, (iii) retos relacionados con la integración de CSCL en entornos MOOC y (iv) perspectivas de grupos de investigación que han abordado el problema de la formación de grupos en MOOC.

Tras el análisis de la información obtenida, identificamos diferentes categorías o niveles de abstracción en los que se pueden enmarcar los factores a considerar. Posteriormente generamos mediante un proceso iterativo un esquema clasificatorio mostrado en la Fig. 1, que incluye dos perspectivas: (a) una descomposición jerárquica, y (b) una perspectiva con varios niveles de abstracción (desde la pedagogía hasta la tecnología).

La Fig. 1 presenta una primera perspectiva jerárquica que muestra, por un lado, los factores de tipo **tecnológico** (relativos al diseño y la implementación) que habrán de considerarse para poder incluir al resto de los factores dentro de una herramienta automática o semiautomática. Por otro lado, pueden apreciarse los factores **pedagógicos** que el profesor podría tener en cuenta a la hora de formar agrupaciones para llevar a cabo aprendizaje colaborativo. Dentro de estos últimos, existen diferentes categorías que, a *grosso modo*, podrían corresponderse con distintos momentos de la vida del curso. Los factores de **diseño**

de aprendizaje serían planificados, típicamente, cuando el profesor diseñase el curso, aunque podrían ser reconsiderados durante el transcurso del mismo. En segundo lugar, los factores **estáticos sobre datos del alumno** son aquellos capturados al principio del curso y cuyo valor no es monitorizado ni actualizado durante el desarrollo del mismo. Por último, los factores de **actividad del curso** serán aquellos datos dinámicos que emergerán al monitorizar el progreso de los alumnos en el desarrollo del curso. La segunda perspectiva de la Fig. 1 ordena los factores según distintos niveles de abstracción dentro de la pedagogía (diseño del curso, curso en desarrollo y alumno como sujeto) y la tecnología.

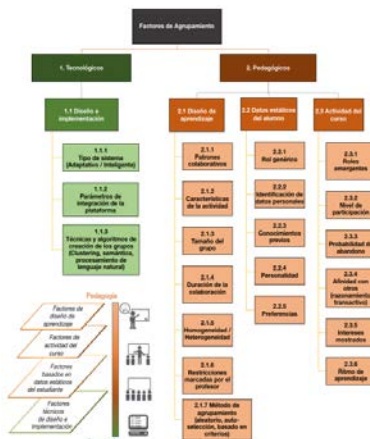


Fig. 1. Clasificación de los factores que influyen en la gestión de grupos bajo perspectivas jerárquica y de niveles de abstracción

La clasificación propuesta refleja la relevancia de los factores pedagógicos que ocupan 18 de las 21 categorías existentes. Además, los factores relacionados con la dinámica del curso resultan críticos y diferenciadores en el entorno MOOC y son los que permitirán ayudar a la reestructuración dinámica de los grupos. Por ello, creemos que estos factores dinámicos podrían ser los más relevantes para avanzar en nuestro objetivo principal: el desarrollo de herramientas de apoyo que puedan ser usadas por los profesores para la gestión dinámica de equipos en MOOC.

III. ESCENARIO ILUSTRATIVO

El siguiente escenario ficticio está inspirado en datos recogidos de la literatura (ratios y mediciones típicas de MOOC). Con él se pretende ilustrar cómo la utilización de los factores anteriormente identificados podría ayudar en el diseño de herramientas para la gestión de equipos virtuales. La

descripción incluye, entre paréntesis, el código del factor (ver Fig. 1) a considerar en la situación descrita en cada momento. Cabe señalar que el escenario no pretende ser exhaustivo en cuanto a la utilización de todos los factores identificados, sino más bien realista en cuanto a la descripción de situaciones plausibles.

La universidad del Duero, con experiencia en educación presencial, se propone implantar nuevas titulaciones en modalidad a distancia mediante una plataforma educativa virtual. Para atraer alumnos hacia las titulaciones no presenciales, decide lanzar una serie de MOOC (todavía no tienen decidido sobre qué plataforma) que permitirán a los alumnos que los superen y obtengan un certificado verificado, conseguir un reconocimiento de créditos al matricularse en la titulación oficial. Para superar el MOOC será necesaria la realización de una serie de actividades y para la obtención del certificado verificado se incluye además una autenticación de identidad.

Victor, un profesor con experiencia previa en entornos virtuales de aprendizaje, es el encargado de la planificación y diseño de los contenidos y actividades del MOOC denominado "Dietotecnia", que permitirá obtener créditos dentro de la titulación oficial a distancia "Nutrición Humana y Dietética". El MOOC tendrá 8 semanas de duración y en él habrán de alcanzarse ciertas competencias de la asignatura oficial que será objeto del reconocimiento parcial de créditos.

El profesor comienza la fase de diseño del curso con la clara convicción de que incluirá en él actividades colaborativas, puesto que las considera beneficiosas para mejorar la calidad del aprendizaje. Planifica la realización de una actividad evaluable cada semana y piensa en algunos patrones de diseño de aprendizaje (2.1.1) colaborativo que ha aplicado en clases presenciales y que le gustaría aplicar en el curso on-line. No quiere limitarse a usar únicamente *peer review* y comienza a valorar la posibilidad de incluir alguna actividad que utilice un patrón tipo puzle o pirámide. También quiere incluir alguna actividad productiva en grupos pequeños (2.1.3), teniendo en cuenta que las actividades han de tener una duración máxima de una semana (2.1.4). Como no sabe cuántos alumnos van a matricularse, ni cuál va a ser su comportamiento durante el curso, le resulta difícil hacer un diseño previo de las actividades (2.1.2) y las agrupaciones a formar. Por este motivo, piensa que le sería útil contar con cierta información inicial de los alumnos antes del comienzo del curso, información relativa a sus conocimientos previos (2.2.3), alguna información de carácter personal como su edad, ubicación física (2.2.2), incluso algunos detalles sobre sus preferencias (2.2.5) respecto a sus horarios de estudio, su estilo de aprendizaje, o el rol en el que se sienten más cómodos cuando trabajan en equipo. Su intención es crear los grupos aplicando sus criterios (2.1.7) para conseguir equipos heterogéneos (2.1.5), ya que, en su opinión, crear equipos "homógenamente heterogéneos" sería lo más adecuado para el desarrollo de la asignatura. Sin embargo, si el MOOC tiene cierto éxito, Victor estima que será necesaria la colaboración de varios profesores ayudantes, y la tarea de crear las agrupaciones podría complicarse bastante. Por otra parte, es consciente que son muchos los alumnos inscritos en un MOOC que nunca llegan a tener actividad en él y decide que quizá lo más adecuado

sea comenzar con una actividad individual que le permita hacer un seguimiento del comportamiento de los alumnos (2.3.2 y 2.3.1). En dicha actividad podría incluir un foro de discusión común y plantearla de forma que le permita obtener algo más de información sobre sus intereses (2.3.5), o las posibles afinidades (2.3.4) entre alumnos que podrían encajar bien en un mismo equipo. En este momento se da cuenta que necesita conocer con anticipación sobre qué plataforma se desplegará su diseño puesto que el tipo de recursos, actividades y forma de materializar las agrupaciones de alumnos estarán condicionados por ella (1.1.2).

Finalmente decide hacer un diseño como el que aparece en la Tabla 1, con actividades individuales que incluyan *peer review* en todas las semanas impares menos la primera, un supuesto práctico en grupos de 4-5 alumnos en las semanas 2 y 4, una actividad usando un patrón puzle en la semana 6 y una actividad usando un patrón tipo pirámide en la semana 8. Como tiene dudas respecto a si el diseño planificado podrá llevarse a cabo de forma efectiva decide que lo irá desplegando semana por semana y estará preparado para realizar las intervenciones que considere necesarias que el aprovechamiento de los participantes en el curso sea adecuado conforme a los objetivos de aprendizaje marcados.

TABLA 1. TIPOS DE ACTIVIDADES PLANIFICADAS

| Actividad | Características | |
|-----------|---------------------|--------------|
| | Individual/Grupal | Peer-review? |
| 1 | Individual | N |
| 2 y 4 | Grupal (productiva) | N |
| 3, 5 y 7 | Individual | S |
| 6 | Grupal (puzle) | N |
| 8 | Grupal (pirámide) | N |

El MOOC se despliega en una plataforma masiva que registra a 1400 alumnos matriculados de los cuales 400 (un 28,5%) rellenan la encuesta inicial de datos personales y sólo 150 (un 10,7%) realizan la primera actividad individual. De esos 150, 15 no habían completado la encuesta inicial. Con esta información y con la ayuda de varios compañeros, realiza una configuración manual, basada en sus propios criterios, de la estructura de las primeras agrupaciones y crea equipos virtuales de 4 o 5 alumnos con las escasas funciones que ofrece la plataforma. El desarrollo de esta actividad presenta numerosas quejas de alumnos por la falta de participación de sus compañeros de equipo, e incidencias de alumnos que no habían sido incluidos en ningún equipo (por no haber participado en las actividades anteriores) y que quieren realizar esta actividad. La actividad individual 3 es completada por 90 alumnos (un 6,4%) de los cuales 4 no habían realizado ninguna actividad anterior. Para el *peer review* el profesor solicita que cada alumno escoja 2 tareas de otros compañeros para revisar, pero más del 50% de las tareas quedan sin ninguna revisión. Por este motivo, Victor se da cuenta de que manejar la información necesaria para la formación de los grupos de la actividad 4 le resulta una tarea inabordable de forma manual, ya que para poder hacerlo aplicando sus criterios necesita conocer datos de la evolución de la actividad de los alumnos hasta ese momento (2.3) conjugada

con información propia de los alumnos (2.2) sobre la que poder aplicar sus criterios (2.1.6). Esto le lleva a modificar el diseño original y reconvertir todas las actividades en individuales, eliminar la *peer review* y prescindir de la colaboración al no contar con ninguna herramienta automática. Dicha herramienta podría haberle permitido configurar los grupos según los criterios que desea, monitorizar la actividad de los alumnos y reconfigurar los equipos en función del desarrollo de la actividad y el comportamiento de los alumnos. Cuando el curso termina tiene la convicción de que no todas las competencias que esperaba que se alcanzaran en el MOOC han podido ser adquiridas por los 70 alumnos (5,3%) que lo han superado obteniendo el certificado verificado.

Este escenario ha mostrado que los profesores que desean incluir aprendizaje colaborativo en cursos MOOC necesitan herramientas de apoyo que les permitan afrontar este reto. Estas herramientas pueden tener forma de guías o patrones de diseño, y dar apoyo automático o semiautomático al profesor en la gestión de los grupos. Las herramientas deben permitir al profesor crear las agrupaciones según diversos criterios (relativos al su diseño de aprendizaje, características del alumno...), teniendo en cuenta diferentes parámetros de entrada. Dichas herramientas deben monitorizar la actividad según transcurre, lo que permitiría incorporar técnicas predictivas de detección del nivel de implicación del alumno, o de su probabilidad de abandono, y generar avisos, o realizar reestructuraciones, cuando se observasen ciertos niveles de degradación, establecidos por el profesor, en la composición de los grupos. El escenario ilustra que el problema de trabajar con agrupaciones de alumnos no se limita a su creación inicial, sino que incluye el seguimiento de la dinámica de los equipos. Y por último, en él también puede apreciarse que las consideraciones a tener en cuenta para la gestión de agrupaciones pertenecen a diversas categorías pedagógicas relativas al diseño de aprendizaje, a la dinámica del curso y a los datos de perfil de los alumnos.

IV. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Los MOOC podrían beneficiarse de las ventajas del aprendizaje colaborativo si se dotase a los profesores de herramientas para gestionar los grupos dinámicamente. La clasificación propuesta, nos ha permitido profundizar en el complejo problema de la creación y mantenimiento de agrupaciones en entornos MOOC. En ella se han mostrado los numerosos factores que pueden influir en dichas agrupaciones y que podrían considerarse para crear herramientas para apoyar a los profesores en el desempeño de esta tarea. Los factores relacionados directamente con la dinámica del curso caracterizan especialmente el entorno MOOC y pueden ser críticos en el diseño de dichas herramientas.

En entornos de escala masiva y fluctuante los profesores necesitan algún tipo de apoyo, tal y como se ha mostrado en el escenario ilustrativo. Este apoyo podría consistir en herramientas automáticas o semiautomáticas que ayuden a manejar la enorme cantidad de información existente, que difícilmente podría manejarse de forma manual, o en patrones

o guías de diseño creados específicamente para este tipo de cursos. Sin este apoyo, será complicado que la implantación de la colaboración pueda ser efectiva en este tipo de entornos.

Planeamos seguir refinando nuestra clasificación en base al procesamiento y análisis de entrevistas semiestructuradas realizadas con expertos en CSCL que actualmente trabajan en el diseño y coordinación de MOOC. Además, un futuro análisis de casos existentes nos ayudará a triangular dicha propuesta. Como continuación a nuestro estudio, nos proponemos realizar una intervención en un MOOC diseñado por nuestro grupo de investigación, de la cual podamos sacar conclusiones para comenzar con el diseño iterativo y gradual de las herramientas de apoyo a los profesores de MOOC en la gestión de agrupaciones.

REFERENCIAS

- [1] T. Brown, "Exploring new learning paradigms - A reflection on Barber, Donnelley and Rizvi (2013): "An avalanche is coming: Higher education and the revolution ahead".", *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 16 (4), pp. 227-234, 2015.
- [2] A. Balula, "The promotion of digital inclusion through MOOC design and use: a literature review", *Indagatio Didactica*, 7(1), 2015.
- [3] A. Margaryan, M. Bianco and A. Littlejohn, "Instructional quality of Massive Open Online Courses (MOOCs)", *Computers & Education*, 80, pp. 77-83, 2015.
- [4] D. F. O. Onah, J. Sinclair, and R. Bollat, "Dropout rates of Massive Open Online Courses : behavioural patterns" in 6th International Conference on Education and New Learning Technologies, Barcelona, Spain, 7-9 Jul 2014, pp. 14-15.
- [5] K. Manuthang and D. Hernández-Leo, "Has research on collaborative learning technologies addressed massiveness? A literature review." *Educational Technology & Society*, 4522, pp. 1-14, 2015.
- [6] P. Dillenbourg, A. Fox, C. Kirchner, and M. Wirsing, "Massive Open Online Courses: Current state and perspectives." *Dagstuhl Manifestos*, 4(1), pp. 1-27, 2014.
- [7] J. Blom, N. Li, and P. Dillenbourg, "MOOCs are more social than you believe." *eLearning Papers*, 33, May 2013, pp. 1-3.
- [8] G. Conole, "MOOCs as disruptive technologies: strategies for enhancing the learner experience and quality of MOOCs." *RED - Revista de Educación a Distancia*, 39, 2013.
- [9] T. Sinha, "Together we stand, together we fall, together we win: Dynamic team formation in massive open online courses." *The Fifth International Conference on the Applications of Digital Information and Web Technologies* pp. 107-112, 2014.
- [10] Z. Zheng, T. Vogelsang, B. Berlin, and N. Pinkwart, "The impact of small learning group composition on student engagement and success in a MOOC.", in *Proceedings of the 8th International Conference of Educational Data Mining* pp. 500-503, 2015.
- [11] J. Mackness, S.F.J. Mak, and R. Williams, "The ideals and reality of participating in a MOOC." *eLearning*, 10, December 2011, pp. 266-274.
- [12] M. Wen, "Investigating virtual teams in Massive Open Online Courses: Deliberation-based virtual team formation, discussion mining and support." *PhD Thesis Proposal*, Carnegie Mellon University, 2015.
- [13] T. D. Koschmann, "CSCL, theory and practice of an emerging paradigm", Routledge, 1996.
- [14] L. Sanz-Martínez, A. Ortega-Arranz, Y. Dimitriadis, J. A. Muñoz-Cristóbal, A. Martínez-Monés, M.L. Bote-Lorenzo and B. Rubia-Avi, "Identifying factors that affect team formation and management in MOOCs", paper accepted at *Intelligent Support for Learning Groups in the International Conference on Intelligent Tutoring Systems*, 2016.
- [15] H. Spoelstra, P. Van Rosmalen, and P. Sloep, "Toward project-based learning and team formation in open learning environments." *Journal of Universal Computer Science*, 20(1), pp. 57-76, 2014

- [16] M. Wen, D. Yang, and C.P. Rose, "Virtual Teams in Massive Open Online Courses.", in Proceedings of the International Conference on Artificial Intelligence in Education, Vol. 9112, pp. 820-824, 2015

Utilidad y satisfacción del alumnado en las Comunidades Online de Prácticas

Urtza Garay-Ruiz

Didáctica de la Lengua y la Literatura Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea
Leioa, Bizkaia, España urtza.garay@ehu.eus

Carlos Castaño-Garrido

Didáctica y Organización Escolar
Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea
Leioa, Bizkaia, España carlos.castano@ehu.eus

Eneko Tejada-Garitano

Didáctica y Organización Escolar
Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea
Leioa, Bizkaia, España eneko.tejada@ehu.eus

Inmaculada Maiz-Olazabalaga

Psicología Evolutiva y de la Educación
Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea
Leioa, Bizkaia, España
inmaculada.maiz@ehu.eus

Resumen—Las Comunidades Online de Prácticas promueven una forma de aprendizaje basada en el compromiso mutuo y comunicación continua entre personas que se enfrentan a un objetivo común. En esta comunicación se presenta una investigación basada en un Proyecto de Innovación Educativa a nivel universitario donde se creó una comunidad online de prácticas para el desarrollo de una asignatura de Grado. La investigación se basa en el análisis de dos variables que influyen en el desarrollo eficaz del aprendizaje dentro de las Comunidades Online de Prácticas: la utilidad y la satisfacción. Entre los resultados destaca que existe una relación directa entre la utilidad de la Comunidad Online de Prácticas percibida por el alumnado y su satisfacción hacia la tarea universitaria encomendada.

Palabras clave— satisfacción; utilidad; Comunidades Online de Prácticas

I. INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente se han definido las Comunidades de Aprendizaje como una comunidad donde sus miembros comparten la responsabilidad de aprender [4]. Con la irrupción de Internet en la educación estas comunidades se convirtieron en virtuales. De este modo, en este paper, se revisarán las principales características de las Comunidades Online de Prácticas, y se estudiará la relación existente entre las variables utilidad y satisfacción, desde el punto de vista de los estudiantes implicados. Se presentarán las evidencias de investigación y se proponen conclusiones y líneas futuras de investigación.

Las Comunidades Virtuales de Aprendizaje, además de tener las características citadas, tienen aspectos nuevos o añadidos, entre ellos encontramos que se basan en redes de comunicación. Esto es, la comunicación se convierte en la herramienta clave para la colaboración entre las personas que se aglutinan alrededor de un objetivo común de aprendizaje

(Meirinhos y Osório, 2009 [4]; Wenger, 2000, [10]; Prendes y Solano, 2008, [5]; Villalustre y Del Moral, 2011, [8]).

Por tanto además de cimentarse en la teoría del constructivismo, encontramos también que lo hacen en lo que se conoce como socio-constructivismo, ya que lo social se convierte en competencia básica entre sus participantes.

Henri y Pudelko (2002, [3]) presentan una clasificación de Comunidades Virtuales de Aprendizaje (ver Figura 1) basada en el nivel de relación de sus participantes. En el iceberg de esta clasificación encontramos las Comunidades de Prácticas, de donde nacen las Comunidades Online de Prácticas que analizamos en esta breve comunicación

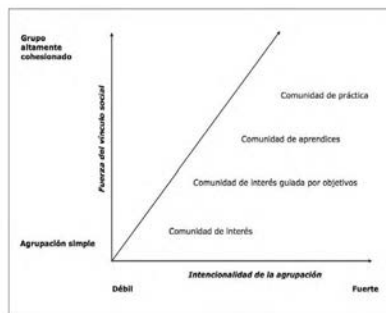


Figura 1. Tipos de Comunidades Virtuales de Aprendizaje según su contexto de emergencia (Valdibia, 2009: 71, [9])

Valdibia (2009, [9]), en su tesis doctoral titulada “La comunidad de práctica online: conocimiento y aprendizaje”,

señalaba tres pilares para el buen funcionamiento de las Comunidades Online de Prácticas: el compromiso mutuo de sus miembros, la empresa conjunta y el repertorio compartido.

Por tanto se puede concluir que el buen funcionamiento y llegar a conseguir los objetivos que se plantean los estudiantes de una Comunidad Online de Prácticas se basa en la implicación constante de sus participantes para la resolución de una meta común que es lo que los une, pero respetando de forma constante la diversidad inherente a toda comunidad de personas.

II. METODOLOGÍA

El objetivo de esta investigación es analizar la relación existente entre utilidad y motivación de los participantes de una Comunidad Online de Prácticas. Para ello se realizaron las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Es útil para aprender una Comunidad Online de Prácticas en la universidad?
2. ¿Está satisfecho el alumnado participante en una Comunidad Online de Prácticas?
3. ¿Influye la utilidad en la satisfacción expresada?

La investigación se realizó en la Escuela Universitaria de Magisterio de Bilbao de la Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea bajo el amparo de la convocatoria de Proyectos de Innovación Educativa 2013-15 de dicha universidad. El objetivo del proyecto era la construcción de PLE o Entorno Personal de Aprendizaje por parte del alumnado universitario inserto en una Comunidad Online de Prácticas, que estaba formado por 194 estudiantes, 147 de primero y 47 cuarto curso del Grado de Educación Primaria y 6 profesores de tres departamentos diferentes (Didáctica y Organización Escolar, Psicología Evolutiva y de la Educación y Didáctica de la Lengua y la Literatura).

El reto al que se enfrentaba el alumnado de primer curso era expresar los contenidos básicos de la asignatura denominada "Función Docente" utilizando los recursos e instrumentos que la Web 2.0 ofrece. Así, tras construir sus producciones debían hacerlas públicas para que fueran valoradas y recibid feedback de la comunidad que se había creado la Comunidad Online de Prácticas. Desarrollando de esta forma las competencias y contenidos de la asignatura.

El alumnado de cuarto curso, que cursaba la asignatura "Lenguas e Innovación en la Escuela", en cambio, tenía como objetivo guiar a los de primero en esta actividad. Cada alumno de este curso debía orientar a un grupo de 4 o 5 alumnos de primero en la expresión del aprendizaje realizado respecto a los ejes de contenido de la asignatura Función Docente.

La comunicación entre la comunidad educativa creada se realizó principalmente mediante la red social NING, pero ésta no fue la única vía de comunicación ya que se permitió el uso de otras herramientas de comunicación con las que el alumnado estuviera familiarizado. Entre éstas destacaron por su nivel de uso *WhatsApp*, *Messenger*, *Skype* y el correo electrónico.

La muestra para la investigación la conformaron los 194 estudiantes participantes en la Comunidad Online de Prácticas. Se realizó un estudio de carácter cuantitativo para lo que se utilizó una adaptación de la encuesta *Instructional Materials*

Motivation Survey (IMMS) basado en el modelo de motivación ARCS de Keller (1987). En este caso se utilizó la propuesta de Di Serio, Ibáñez y Delgado (2013, [2]), con un coeficiente de fiabilidad documentado de 0,96, tomando y adecuando los ítems que hacían referencia las dos variables dependientes analizadas: utilidad y satisfacción. La utilidad hace referencia a la percepción que tiene el alumnado de que la participación en un CoP contribuye de forma significativamente positiva al desarrollo de su aprendizaje en la asignatura. En cambio, la satisfacción mide el nivel de satisfacción que presenta el alumnado en relación al desarrollo y actividades realizadas, y a la interacción entre alumnado y alumnado y profesorado ocurrido en la Comunidad Online de Prácticas

III. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados de estudio siguiendo el orden de las preguntas de investigación formuladas anteriormente.

En relación a la primera pregunta (1. ¿Es útil para aprender una Comunidad Online de Prácticas en la universidad?) podemos señalar que para la totalidad del alumnado participante en la Comunidad Online de Prácticas ha sido útil realizar la experiencia para el desarrollo de su aprendizaje en la universidad. Más concretamente encontramos que una mayoría, un 46.8% lo califica entre un 7 y 8; un 34,5% entre el 9 y el 10 y, tal sólo, un 17% entre el 5 y el 6.

Encontramos que si comparamos los resultados teniendo en cuenta la variable independiente de género, no existen diferencias significativas en relación a la utilidad entre hombres y mujeres. Así, hay mayor dispersión en lo expresado por los hombres, y son éstos los que lo valoran de forma más negativa que las mujeres la utilidad, aunque sin grandes diferencias. Mientras que el 91.5% de las estudiantes mujeres califican la utilidad de la experiencia entre el 7 y el 10, en el mismo tramo está el 81.7% de hombres. En relación a las puntuaciones más bajas podemos apreciar que el 16% de hombres optan por el 5 y 6 frente al 8,6% de mujeres, y existe un 14% de alumnos que califican la utilidad de su participación en una Comunidad Online de Prácticas con un número menor al 5. En resumen, a pesar de que los hombres valoran de forma más negativa la utilidad de las Comunidades Online de Prácticas (7.630 media), la diferencia con las mujeres no se puede considerar considerable (7.913), ya que en ambos casos los resultados obtenidos son muy satisfactorios.

Algo similar ocurre en las respuestas a la segunda pregunta (2. ¿Están satisfechos el alumnado participante en una Comunidad Online de Prácticas?) donde la mayoría de los participantes consideran que la experiencia ha sido satisfactoria. Un 44.7% califica su nivel de satisfacción entre el 7 y el 8; un 34.7% entre el 9 y el 10 y, en este caso, son el 21.2% los que la califican con una puntuación que podemos considerar menor, entre el 5 y el 6.

Al contrario que en la primera pregunta, en este caso la introducción de la variable independiente género sí aporta diferencias significativas en relación a los resultados obtenidos. Es decir, tras realizar un análisis de varianza cruzando la variable independiente sexo con la dependiente satisfacción

encontramos que los hombres presentan mayor satisfacción que las mujeres, ya que puntúan significativamente (0.45) más alto que las mujeres (media de los hombres 31.13 frente a 30.57 de las mujeres).

De este modo al ítem “indica tu grado de satisfacción global con la experiencia en una Comunidad Online de Prácticas tanto la mayoría de los hombres (47.9%) como de las mujeres (44.5%) se inclinan por la calificación 8. Y tan sólo hay un grupo residual de hombres que considera muy negativa la experiencia, es decir, un 1.4% de estudiantes hombres la califican con 4 o menos.

Finalmente, en relación a la tercera pregunta de investigación (3. ¿Influye la utilidad en la satisfacción expresada?) se aprecia correlación directa entre la utilidad percibida y la satisfacción hacia la experiencia expresada por el alumnado universitario participante en una Comunidad Online de Prácticas. El valor de la correlación de las dos variables es 0.317 de media por lo que se puede decir que las dos variables se relacionan de forma positiva y significativamente, lo que contribuye a que la puntuación en ambas variables es directamente proporcional. Es decir, cuando el valor de una sube también sube el de la otra, por tanto cuando la percepción de la utilidad es mayor también crece la satisfacción hacia la experiencia vivida.

IV. CONCLUSIONES

La principal consecuencia de este estudio es la afirmación de que el uso de Comunidades Online de Prácticas es una forma útil y satisfactoria para el desarrollo del aprendizaje a nivel universitario. Lo que confirma los resultados presentados por Rubia et al. (2009, [6]) donde señalan que este tipo de desarrollo de aprendizaje colaborativo mejora y potencia la interacción y por consiguiente el resultado del proceso de aprendizaje de los participantes. Además los datos presentados en esta comunicación confirman que el alumnado encuentra esta forma de aprender útil, esto es, que le ayuda a la hora de alcanzar sus objetivos de aprendizaje. Aspecto que supone un nivel de satisfacción alto hacia la tarea realizada.

Tal y como se ha señalado las Comunidades Online de Prácticas tienen como componente esencial la colaboración entre sus participantes. Consideramos que este aspecto constituye la base para la interpretación de los resultados obtenidos en este estudio. Ya en el 2006 Siemens [7] señalaba que la eclosión de Internet influye en un aspecto esencial en el proceso de aprendizaje que era la creación de redes y conexiones de nodos.

Consideramos que la utilidad percibida por el alumnado participante en la Comunidad Online de Prácticas está relacionada directamente con la colaboración entre el mismo alumnado y en que toma un papel activo en el desarrollo de su aprendizaje (Cabero y Llorente, 2015, [1]). Por lo que se puede señalar que la creación de este tipo de comunidades es útil para el aprendizaje, lo que conlleva una mayor satisfacción entre el alumnado a nivel universitario. Por ello, sería

interesante seguir realizando este tipo de experiencias en las aulas universitarias. Estudiar las diferencias en el nivel de satisfacción, motivación o rendimiento académico de los alumnos participantes en Comunidades Online de Prácticas y otros grupos control formados por estudiantes que cursen las mismas asignaturas pero sin CoP.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido realizada dentro del Proyecto de Innovación Docente (PIE 6722) titulado “Creación de Entornos Personales de Aprendizaje (PLE), desde la cooperación y la colaboración en Comunidades de Prácticas (CoP9) formadas por alumnado y profesorado del Grado de Educación Primaria” subvencionado por la UPV-EHU, con duración bianual (2013-2015)

REFERENCIAS

- [1] CABERO, J. & LLORENTE, M.C. (2015). Entornos Personales de Aprendizaje (PLE): Valoración Educativa a través de Expertos. *Aréte. Revista Digital del Doctorado en Educación de la Universidad Central de Venezuela*, vol. 1 (1), pp. 7-19. Recuperado de http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_arete/article/view/9187/9013
- [2] DI SERIO, A., IBÁÑEZ, B. & DELGADO, C. (2013). Impact of an Augmented Reality System on Students' Motivation for a Visual Art Course. *Computers & Education*, vol. 68, pp. 586-596. Recuperado de <http://goo.gl/s3zB> - cp (DOI: <http://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.05.011>)
- [3] HENRI, F. & PUDELKO, B. (2003). Understanding and analyzing activity and learning in virtual communities. *Journal of Computer Assisted Learning*, Wiley, 2003, 19, pp.474-487. Recuperado de <https://hal.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/190267/filename/Henri-France-2003.pdf>
- [4] MEIRINHOS, M. & OSÓRIO, O. (2009). Las comunidades virtuales de aprendizaje: El papel central de la colaboración. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, vol. 35, pp. 45-60. Recuperado de <http://www.sav.us.es/pixelbit/pixelbit/articulos/n35/4.pdf>
- [5] PRENDES, M.P. & SOLANO, I. M. (2008). EDUTEC en la red. Comunidades virtuales para la colaboración de profesionales. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, vol. 45, pp.1-18. Recuperado de <http://www.edutec.es/revista/index.php/edutec/article/view/481/213>
- [6] RUBIA, B.; RUIZ, I.; ANGUITA, R.; JORRÍN, I.M. & RODRÍGUEZ, H. (2009). Experiencias colaborativas apoyadas en e-learning para el Espacio Europeo de Educación Superior: Un estudio de seis casos en la Universidad de Valladolid (España). *Revista Latinoamericana de Tecnología educativa*, vol. 8 (1), 17-34.
- [7] SIEMENS, G. (2006). *Knowin Knowledge*. Recuperado de http://www.elsearnspace.org/KnowinKnowledge_LowRes.pdf
- [8] VILLALUSTRE, L. & DEL MORAL, M. (2011). E-actividades en el contexto virtual de RURALnet: satisfacción de los estudiantes con diferentes estilos de aprendizaje. *Educación XXI*, vol. 14, pp. 223-243.
- [9] VALDIBIA, J. (2009). La comunidad de práctica online: conocimiento y aprendizaje. Tesis doctoral. Universidad de Educación a Distancia. Recuperado de <http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/tesisuned/Educacion-Jvaldivia/Documento.pdf>
- [10] WENGER, E. (2000). Communities of practice and social learning y systems. *Organization*, vol. 7(2), pp. 225-245. (DOI: 10.1177/135050840072002)

Experiencias Prácticas I

La narrativa audiovisual didáctica a través de la reconstrucción virtual: El templo ibérico de La Alcudía de Elche

Pedro Peña Domínguez
Conselleria de Educación
pedro.p.dominguez@gmail.com

Resumen.- La animación didáctica de la reconstrucción virtual del templo ibérico de La Alcudía de Elche posee una narrativa audiovisual intencionada con un fin didáctico, desde el punto de vista museográfico y desde el punto de vista educativo en el aula. Encuadres, angulación de la cámara, tiempos, ritmo o efectos sonoros se han realizado y se describen de acuerdo a este objetivo, y se han tenido en cuenta los estudios de público anteriores con exposiciones virtuales similares. Se añade un breve resumen sobre las conclusiones del estudio de público realizado, así como limitaciones y recomendaciones de accesibilidad para el futuro.

Palabras clave.- didáctica, educación, audiovisual, narrativa, virtual, arqueología, templo ibérico

I. INTRODUCCIÓN

La animación "Reconstrucción virtual del Templo Ibérico de La Alcudía de Elche" forma parte del TFM del máster "eMus" de la Universidad de Murcia. Constituye un ejemplo de la contribución de la investigación arqueológica a la transmisión social del conocimiento histórico. Como objetivo primordial se halla dotar de un hilo conductor desde la investigación científica arqueológica a la sociedad que lo ha generado. Este paradigma, de carácter circular, incurriría en el modelo en el que la misma sociedad que ha posibilitado ese saber histórico pueda recibir, en forma de divulgación, los resultados y conclusiones de esa investigación, hundiendo sus raíces a través de las nuevas tecnologías, en este caso la reconstrucción virtual, en la "nueva museología". Luis Alonso Fernández (1999), en su "Introducción a la nueva museología", y siguiendo a Marc Mauré, enuncia un postulado a mi entender esencial: *"Un sistema abierto e interactivo. Las tradiciones operacionales lineales del museo tradicional (colectar, preservar y difundir) se transforman en el nuevo museo en algo circular y abierto, teniendo como objeto el PATRIMONIO donado por la comunidad."* Aporta el autor para ello un nuevo paradigma: en vez de monodisciplinaridad, público y edificio aboga por pluridisciplinaridad, comunidad y territorio.

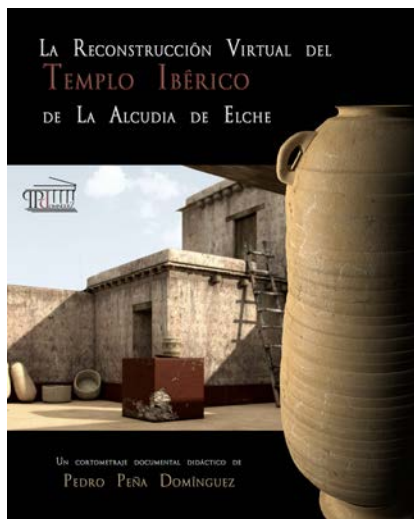


Fig. 1. Cartel de la animación

Sin embargo la revolución tecnológica a la que asistimos, tanto en las formas de difundir como de comunicar, quizá humildemente se lanza en este texto la siguiente propuesta: pluridisciplinaridad, universalidad y mundo. Obviamente las relaciones económicas, sociales y culturas ligadas a la globalización de esta nueva propuesta pueden ser muy variadas, pero también muy justificadas en base al nuevo abanico de posibilidades que las herramientas de la virtualización de patrimonio (variadas como variadas pueden ser sus finalidades) abren a la relación entre patrimonio y sociedad. Deloche utiliza la expresión "patrimonio virtual" asociada a la museología y a procesos integrales de transformación de la cultura y sociedad y los vehículos de comunicación habituales, haciendo especial hincapié en la

transformación del modelo expositivo. Encuadra literalmente el patrimonio virtual dentro del patrimonio inmaterial y lo matiza: “Mientras que, si aceptamos tomar un poco de distancia, es preciso admitir que el tema de lo inmaterial nos enfrenta con un latigazo a otra realidad, sin duda menos mítica (o mítica de otra manera), a saber: la de los medios y el patrimonio virtual. Porque, desde que renunciamos a la ecuación clásica (“inmaterial – espiritual”), descubrimos otra figura posible de lo inmaterial, lo virtual. Ahora bien, lo virtual, si es igualmente inmaterial, excluye sin embargo toda connotación espiritual; en cambio, define el mundo de la imágenes, es decir, lo imaginario realizado gracias a los nuevos medios, un mundo sensible y perceptible a su manera, un mundo del cual se nutre hoy una parte importante de la población mundial.” (B. Deloche, 2003).

Estas tecnologías han permitido el análisis cognitivo mucho más inmediato y eficaz en algunas áreas relacionadas con la difusión de un tipo de patrimonio que es difícilmente interpretable de otra manera, o que precisa de actividades mucho más mediadas. En este caso hablamos de la aprehensión tridimensional segmento a segmento en sus elementos arquitectónicos de una estructura cuyos restos se hayan sepultados bajo otra muy posterior, y por lo tanto no se puede apreciar si no es mediante una recreación.

II. CONTENIDO, NARRACIÓN, TIEMPO, RITMO Y SONIDO

El contenido del audiovisual es obviamente el proceso de reconstrucción de una estructura de prestigio ibérica a partir de los resultados de la investigación. Ese qué sería poco o nada didáctico sin un *cómo*. En este texto se defiende que el lenguaje es el que define la correcta asimilación del mensaje para su comprensión, y a tal efecto tiempo, planos, ritmo o sonidos se han adecuados con una justificación a su difusión didáctica. La narración tiene un inicio y un fin, que en su parte fundamental coincide con la reconstrucción. El proceso secuencial en el que se articulan tipos de encuadre, planos, *travellings* y tiempo entre ellos, así como los efectos de sonido o especiales, son los que nos transmiten, formalmente, el mensaje, que puede acentuar o disminuir, alterar en definitiva, los hechos que suceden en la pantalla.

El tipo de angulación por el que se ha optado inicialmente quizá sea una de las mayores aportaciones formales a este tipo de cápsulas audiovisuales educativas, en especial en virtualización de patrimonio, donde comenzaba a abundar la cámara subjetiva, o incluso cámara subjetiva con predominio de contrapicados y *travellings* a un tiempo, sin un lenguaje formal adecuado a ninguna necesidad didáctica, sino a un estilismo de estética videoclip. Aquí se ha articulado casi la práctica totalidad de la narración mediante planos en picado. En unos casos es fruto de la necesidad de encuadrar mucha información (la estructura de todo un edificio), en otros se debe a la mayor sensación de dominio psicológico sobre lo que sucede en la escena por parte de la percepción visual del espectador.

La duración total del audiovisual es de cinco minutos. En ningún caso se contempló, ni siquiera con más recursos (que no existían) la posibilidad de un recurso didáctico mucho más largo. De hecho se puede decir que incluso se buscó mayor concisión temporal, que finalmente no fue posible. Para ello se

tuvo en cuenta un estudio de público mediante observación directa en el Museo de LLeida (Rius et al., 2010), en el que los resultados fueron concluyentes: algunos recursos de las TSI eran demasiado largos y el público no mantenía la atención. De hecho valoraron muy positivamente aquellos otros breves en los que se exhibían precisamente reconstrucciones arquitectónicas virtuales. El tiempo utilizado, muy habitual en técnica cinematográfica, es en condensación, lo que permite reconstruir elementos arquitectónicos virtuales a una velocidad muy superior a la de la realidad. Para ello se utilizan recursos como la aceleración de la estructuración de estos elementos, o la elipsis temporal, como en el caso de la aparición del segundo piso en el que, una vez explicado el aparejo y el sistema de cubiertas de la planta baja, no se produce la reiteración de esas acciones, ya que se incurriría en una redundancia. Con el fin de evitar la distracción o falta de atención, se acelera el desarrollo de los acontecimientos mediante la superposición inmediata de todo el bloque estructural del segundo piso, sin necesidad de volver a explicar sus elementos compositivos.



Fig. 2. Fotograma del segundo piso de la estructura

El ritmo de este audiovisual ha sido indefectiblemente afectado por la elección de encuadres para la descripción funcional de una estructura arquitectónica. Los encuadres, al ser en su inmensa mayoría generales, pretenden dar una imagen global de los diferentes elementos reconstruidos diacrónicamente conforme avanza el tiempo de visionado. De este tipo de plano se deriva una información más abundante que la que ofrecería, por ejemplo, un primerísimo primer plano, lo que imprime por fuerza, si deseamos que el espectador perciba toda la información (y ese es el principal objetivo, la didáctica), un mayor tiempo de visionado por plano y un ritmo por lo tanto más pausado y suave. Este ritmo sintético se ve intencionadamente roto al buscar un equilibrio acompasado entre los planos fijos y aquellos en los que la cámara gira alrededor de la estructura (*travellings*). Estos movimientos de cámara, con una función eminentemente didáctica de aprehensión tridimensional de los elementos arquitectónicos en diferentes perspectivas, también tienen otra misión muy marcada: no incurrir en la monotonía que la mera sucesión de planos largos y lentos puede provocar. Si en el aprendizaje pueden intervenir atención, memoria o motivación, se ha buscado evitar la pérdida de atención del espectador, ya que entonces podríamos obtener el efecto contrario al deseado, que se perciba una narración aburrida y carente de interés, lo que no proporcionará conocimiento. “El movimiento es la incitación visual más fuerte a la atención” (Arnheim, 1979:pg.

409). A tal fin los movimientos de cámara poseen dos características intencionadas: son rápidos, mucho más que los planos fijos, con una media de tres segundos cada uno; y no se desarrolla acción de reconstrucción arquitectónica alguna durante su transcurso. Este última característica se decidió desde la fase misma de preproducción, precisamente por la cantidad de información generada por planos generales se consideró que supondría un exceso de estímulos visuales la conjunción de partes del edificio apareciendo en el encuadre producto del movimiento de la cámara junto con los diferentes elementos arquitectónicos en reconstrucción en una diacronía de tres segundos. Si para apreciar y por lo tanto asimilar la información se precisara más de un visionado el audiovisual no cumpliría su función didáctica. El hecho de que cada vez que finaliza un travelling se inicie una parte de la reconstrucción en plano fijo se puede interpretar como un recurso estilístico a modo de anáfora, lo que apoya la generación de una estructura comunicativa reiterada que simbólicamente adquiere un significado: cámara fija es igual elementos arquitectónicos en construcción, lo que ayuda a fijar una pauta de fácil seguimiento en la mente del espectador.



Fig. 3. Fotograma del plano general de la estructura con el aparejo visto

Los sonidos de ambiente son sincrónicos, y según su naturaleza pueden cumplir diversas funciones (Del Portillo, 2013: pp. 18). Para la reconstrucción virtual arquitectónica era obvia la función de remarcar o redundar en la importancia de la disposición de cada elemento, pero no todos los sonidos incluidos tienen esta función. A continuación cito cada uno de ellos y la finalidad con la que se han usado:

- **Golpes con eco:** se utiliza en la deposición de algunos elementos arquitectónicos, como el zócalo de piedra de la estructura de dos plantas o los elementos de cubierta situándose sobre los muros para conformar el techo. La función es despertar y dirigir la atención hacia ese fenómeno, adjetivar la imagen (una acción importante de reconstrucción), enfatizar el movimiento final de ese elemento reconstruido.
- **Acumulación rocosa:** se utiliza en la aparición del zócalo de piedra. La función es despertar y dirigir la atención hacia ese fenómeno, adjetivar la imagen (un hecho rocoso y por lo tanto estructural en un edificio), y enfatizar todo el movimiento de elevación del zócalo.

- **Papel estrujado:** se utiliza en las deposiciones vegetales, bien sea esparto o cañizo. La función es adjetivar la imagen y el material que se está utilizando.
- **Una elevación tonal inversa:** se utiliza en los momentos en los que aparece algún elemento estructural, como el aparejo de adobes o el segundo cuerpo de la estructura de dos pisos. La función es despertar y dirigir la atención hacia ese fenómeno, enfatizarlo y condicionar emocionalmente al espectador ante un hecho destacado. Son momentos de tensión y mayor carga emocional.
- **Chispa mágica:** se utiliza en las apariciones ambientales, como la del ajuar cerámico. Su función es despertar y dirigir la atención del espectador y condicionarlo emocionalmente ante un hecho que en realidad supone un cambio de atmósfera. Son momentos de mayor carga emocional.



Fig. 4. Patio con elementos de la recreación virtual correspondientes a su adscripción cronológica y cultural en el que se utilizó el sonido ambiente "chispa mágica"

III. ADECUACIÓN DIDÁCTICA Y ESTUDIO DE PÚBLICO

En agosto de 2015 se realizó en el Centro de Interpretación de La Alcudia de Elche un estudio de público para intentar evaluar el impacto museográfico y didáctico del audiovisual sobre el público. La población objeto de estudio debería ser de 5938 visitantes y siguiendo la metodología de Cea D'Ancona (1998) el tamaño de la muestra a recoger sería de 1261 visitantes. Sin embargo el número de visitantes de ese mes fue significativamente menor que otros años, y el periodo de tiempo impuesto por las circunstancias (realización del estudio y elaboración de resultados e interpretaciones para la defensa del TFM antes de septiembre), y por la concesión del permiso de la FUIA, tan sólo de 12 días. El número de visitantes para el mes de agosto proporcionado por la Alcudia es de 700, 520 con entrada gratuita, y entre ellos 500 son del día 4 de agosto, aniversario del descubrimiento de la Dama de Elche. En todo el mes de agosto hubo 119 entradas reducidas, lo que incluye a niños menores de 12 años, sin poder valorar el porcentaje dentro de esa cifra ya que la fundación no lo desglosa, y 61 visitantes que pagaron la entrada íntegra (datos facilitados por la Fundación Universitaria de Investigación Arqueológica). De esta manera se explica que en los 12 días del estudio de público, cuyo permiso fue concedido sólo tras el 5 de agosto, sólo hubiera 46 visitantes, y quienes voluntariamente visionaron la

animación y rellenaron el cuestionario fueron tan sólo 21 visitantes. Es decir, una muestra a todas luces no significativa. A pesar de esto sí que se pueden extraer algunas conclusiones de la interpretación y discusión de los resultados, a falta de un estudio de público más prolongado en el tiempo. El tipo de muestreo ha sido aleatorio sistemático, y dada la escasa afluencia de público sin coeficiente de elevación con sustitución, lo que no ha evitado que una parte muy importante de los visitantes viera el audiovisual y en cambio no rellenara el cuestionario que, obviamente, era voluntario.

La metodología utilizó como instrumento el cuestionario cerrado, en una parte debido a la utilidad contrastada por otros estudios para evaluar procesos cognitivos en el impacto de una visita museográfica (Shettel, 1990). En especial McManus (1991) indica que puede ayudar a describir conductas del visitante, precisar las preferencias ante la exposición, determinar niveles de satisfacción, identificar necesidades y evaluar elementos de las exposiciones. En especial con relación a los objetivos específicos descritos se ha utilizado esta técnica, reflejada en los diferentes *ítems*, para evaluar la validez de una recreación virtual audiovisual como medio didáctico de comunicación de la investigación científica al público (a la sociedad), las expectativas del público, sus motivaciones, sus conocimientos previos, la capacidad como medio de aprendizaje (procesos de comprensión) en un entorno de enseñanza no formal y su relación con la museografía tradicional (primordialmente presente en todo el espacio museográfico de La Alcudia de Elche), el nivel de aceptación de este dispositivo en un entorno museográfico, la comprensión del objetivo del dispositivo, o la capacidad de relacionar los elementos de la recreación con estructuras u objetos del yacimiento.

Ítems

| | | |
|--|----|------|
| Visitante habitual de museos | N | % |
| Si | 16 | 76 |
| No | 5 | 24 |
| Visitante de yacimientos arqueológicos | N | % |
| Si | 19 | 90,6 |
| No | 1 | 4,7 |
| NS/ NC | 1 | 4,7 |
| Duración del audiovisual | N | % |
| Excesivamente larga | 0 | 0 |
| Adecuada | 14 | 56 |
| Demasiado breve | 7 | 44 |
| Comprensión de elementos arquitectónicos | N | % |
| Mucho | 15 | 70,5 |
| Normal | 5 | 24,2 |
| Poco | 1 | 4,7 |
| Nada | 0 | 0 |
| Calidad de la información proporcionada | N | % |
| Muy buena | 8 | 37,6 |
| Buena | 12 | 56,4 |
| Regular | 1 | 4,7 |
| Mala | 0 | 0 |
| Visita a la reconstrucción material del templo | N | % |

| | | |
|---|----|------|
| Si | 16 | 76 |
| No | 5 | 24 |
| Ventajas de la reconstrucción virtual | N | % |
| Muchas | 10 | 47 |
| Algunas | 6 | 28,2 |
| Pocas | 0 | 0 |
| Ninguna | 0 | 0 |
| NS/ NC | 5 | 23,5 |
| Reconocimiento de objetos relacionados | N | % |
| Si | 20 | 94,3 |
| No | 0 | 0 |
| NS/ NC | 1 | 4,7 |
| Inclusión de más módulos audiovisuales | N | % |
| Si | 17 | 80 |
| No | 2 | 9,4 |
| NS/ NC | 2 | 9,4 |
| En sala de proyección aparte o junto a piezas | N | % |
| Sala de proyección aparte | 12 | 56,4 |
| Junto a los objetos de la exposición | 5 | 23,5 |
| NS/ NC | 4 | 18,8 |
| Género | N | % |
| Varón | 7 | 33,3 |
| Mujer | 13 | 62 |
| NS/ NC | 1 | 4,7 |
| Edad | N | % |
| menos de 18 | 2 | 9,5 |
| entre 18 y 26 | 1 | 4,7 |
| entre 27 y 39 | 7 | 33,3 |
| entre 40 y 65 | 10 | 47,6 |
| mayor de 65 | 0 | 0 |
| NS/ NC | 1 | 4,7 |
| Nivel de estudios terminados | N | % |
| Sin estudios | 0 | 0 |
| Elementales/EGB 1ª etapa/Enseñanza Primaria | 1 | 4,7 |
| 4º bachillerato/EGB 2ª etapa/Graduado escolar/ESO | 5 | 24,2 |
| Bachiller superior/BUP/COU/ FP grado medio/Bachillerato | 4 | 19 |
| Diplomado universitario/FP grado superior | 3 | 14,2 |
| Licenciado universitario | 3 | 14,2 |
| Máster o doctorado | 4 | 19 |
| NS/ NC | 1 | 4,7 |
| Uso de elementos tecnológicos | N | % |
| Ordenador | 16 | 76,1 |
| Tablet | 11 | 52,3 |
| Móvil | 17 | 81 |
| Ninguno | 0 | 0 |
| NS/ NC | 1 | 4,7 |
| Entre aquellos aspectos que el público valoró positivamente se encuentra precisamente el ser un elemento pasivo que combina el lenguaje icónico con el simbólico (interpretación extraída de la pregunta abierta incluida en el cuestionario "¿Echa usted de menos alguna característica en el audiovisual que se podría mejorar?"), al igual que ocurría con el estudio en el "Museo Arqueológico de Ename" (Pujol y Economou, 2007). Otro grato resultado ha sido la respuesta abrumadoramente afirmativa sobre la cuestión del conocimiento proporcionado a través de este recurso | | |

tecnológico. Cuanto más grata al contrastarla con el resultado obtenido en el "Hellenic Cosmos" (Pajul y Economou, 2008), en el que el público manifestó respecto a los recursos audiovisuales precisamente lo contrario. A pesar de que no ha sido posible contrastar la narrativa audiovisual de unos y otros, sí que se puede deducir de este resultado que la que se ha articulado para esta animación sí resulta didáctica. Pero además cabe añadir que el público en general, a la pregunta específica de "¿Le ha ayudado a comprender los elementos de la arquitectura ibérica la recreación virtual del audiovisual?" han respondido positivamente con un "mucho" (70,5%). En el estudio del "Hellenic Cosmos" hay una respuesta de los visitantes negativa al grado de conocimientos adquiridos por las TSI en relación con la museografía tradicional, que los autores del estudio relacionan con la dificultad de expresar verbalmente conceptos icónicos de reconstrucciones arquitectónicas virtuales, que son acompañadas por un audio difícil de recordar. Dados los resultados expuestos e interpretados podemos decir que en este estudio se detecta en los visitantes la respuesta completamente opuesta, muy positiva, por los datos ya aducidos. Cabe no obstante ser prudente, dado el número poco significativo de encuestas, y además se debe tener en cuenta qué tipo de TSI se valora y si mantiene una narrativa audiovisual didáctica, algo que en todo momento se ha procurado en el presente trabajo ya que era el objetivo. En cambio los resultados obtenidos aquí sí que están en consonancia, en cuanto a comprensión de contenidos, con los obtenidos en la "Evaluación de los módulos interactivos del Museo del Romanticismo", en la que el resultado fue una valoración positiva en un 90,95% de los usuarios. De especial relevancia fueron las conclusiones extraídas mediante observación directa en el caso de El Museo de Lleida: convergencia de las TIC (Rius et al., 2010), como ya se ha comentado en el relación al tiempo, en el que se recomendó para futuras actuaciones brevedad y concisión en los audiovisuales, dado que los videos con mayor aceptación por parte del público fueron "pequeños videos y reconstrucciones en 3D que sirven para contextualizar las piezas de una sala y que hacen referencia al yacimiento arqueológico o lugar arquitectónico dónde se ubicaban los objetos". El resultado del presente estudio corrobora que este tipo de audiovisual tiene una gran aceptación y que su duración no ha excedido la capacidad de concentración del público. La opinión expresada por los visitantes en "Il futuro del sistema di comunicazione del Museo dei Fori Imperiali" (Sartini et al., 2010) es que este tipo de exposiciones era muy útiles, algo que también corrobora el presente estudio, pero echaban de menos una banda sonora y una explicación simbólica, algo que sí se tuvo en cuenta al realizar este audiovisual, en el que los recursos de sonido son fundamentales. Una de las cuestiones que más determinadamente se ha interpretado como muy positiva en el ámbito didáctico es, dado que en el mismo yacimiento existe una reconstrucción material parcial, si el visitante valoraba como una ventaja el recurso virtual frente a ésta, dándose mayoritariamente una respuesta positiva.



Fig. 5. Fotografía durante la fase de visionado del estudio de público en el centro de interpretación de La Alcudia de Elche

IV. LIMITACIONES Y PROPUESTAS EN EL ÁMBITO DIDÁCTICO Y EDUCATIVO

Dado que la investigación y posterior reconstrucción virtual no ha contado con ningún apoyo financiero ni laboral por parte de persona o institución privada o pública alguna, obviamente existen limitaciones que están muy ligadas a la accesibilidad educativa del audiovisual. Una de ellas, detectada por el público y que se podría corregir fácilmente pero no se hizo por falta de tiempo, es cierta dificultad con la lectura del texto, que debería cambiarse a una fuente mayor. Así mismo fue imposible realizar una locución del mismo, algo fundamental para personas con dificultades visuales o cuya percepción se concentre más en una voz. Tampoco se ha podido realizar la traducción y posterior montaje de textos en lenguas alternativas, como la cooficial de la Comunidad Valenciana, o el inglés. Así mismo, unido a una locución del texto, de especial interés sería insertar frente a la pantalla del audiovisual un relieve de la estructura reconstruida, para que las personas con un grado de minusvalía visual total o muy acuciado puedan apreciar mediante el tacto la explicación auditiva al mismo tiempo. Otro de los aspectos relacionados con el lenguaje simbólico de la animación es relativo a la segmentación de público. Aquí se ha optado por un lenguaje carente de terminología específica y de cualquier tecnicismo, con el objetivo de llegar a una mayor cantidad de público a partir del desarrollo de las capacidades cognitivas abstractas propias de una edad superior a los 12 años generalmente, así como a personas con cualquier nivel de estudios, siempre que sepan leer. Sin embargo se considera que una segmentación de público mediante el lenguaje puede resultar didáctico para aquella parte de los visitantes que, sea por tener estudios superiores puedan asimilar terminología específica, sea por problemas cognitivos relacionados con la edad o con enfermedades, puedan o deban adquirir conocimientos mediante el lenguaje simbólico adaptado para ellos. De especial relevancia, a modo de ejemplo, son los estudios sobre la demencia o el Alzheimer diseñados por Programa de apoyo e investigación psicosocial del Centro de excelencia sobre el envejecimiento cerebral y la demencia de la Universidad de Nueva York (New York University Center of Excellence for Brain Aging and Dementia) en colaboración con el Museo de Arte Moderno (MoMA) (<http://www.moma.org/meetme/index>).

Otro tipo de aspectos que el público valora positivamente por lo que expresó en el estudio y que no halla en esta recreación son los relacionados con una mayor inmersión, tanto en el espacio que rodea la estructura, es decir, en el

urbanismo del *oppidum*, como en las formas de vida de los habitantes de la estructura. Uno de ellos, el urbanismo, tiene difícil resolución científica sin incurrir en la mera imaginación o invención, ya que sólo se conocen dos restos arqueológicos en el yacimiento de esta misma fase, y uno de ellos es el presente. Es decir, no se conoce empíricamente qué estructuras rodeaban al edificio, aunque habría que valorar para el futuro el recrear las estructuras inmediatamente adyacentes que presumiblemente estarían allí a partir de paralelos arqueológicos de otros *oppida*. En cambio en el caso de una inmersión que recreara a habitantes de la estructura con quehaceres propios de su adscripción cronológica y cultural, no se realizó por falta de recursos y tiempo, pero es recomendable para el futuro que así sea.



Fig. 6. Recreación del ajuar cerámico supuestamente perteneciente a la adscripción cultural y cronológica de la fase A de la estructura

REFERENCIAS

1. L. Alonso. Introducción a la nueva museología. Madrid: Alianza, 1999.
2. R. Arnheim. Arte y percepción visual. Madrid: Alianza, 1979.
3. A. del Portillo. "[Ritmo audiovisual: relaciones e interacciones entre música y montaje](#)", en Tecnologías audiovisuales en la era digital, Fragua, Madrid, 2013 ISBN: 978-84-7074-572-0
4. Cea D'Ancona, M.A. (1998). *Metodología cuantitativa. Estrategias y técnicas de investigación social*. Madrid: Síntesis.
5. B. Deloche. El patrimonio inmaterial: herencia espiritual o cultura virtual. Icofom-lam, 2003.
6. McManus, P. (1991). Towards Understanding the needs of Museum Visitors. En G. D. Lord y B. Lord (Eds.), *The manual museum planning*. London: HMSO.
7. Pujol y Economou. "Evaluación en el Museo Arqueológico Provincial de Enane", Evaluación TIC en el patrimonio cultural: metodologías y estudio de casos, UOC, 2007, pp. 315-337.
8. Pujol y Economou. "Evaluación en el Hellenic Cosmos", Evaluación TIC en el patrimonio cultural: metodologías y estudio de casos, UOC, 2008, pp. 339-365.
9. Rius, Bonamusa, y Carreras. "El Museo de Lleida: convergencia de las TIC". Evaluación TIC en el patrimonio cultural: metodologías y estudio de casos, UOC, 2010, pp. 283-296.
10. Sartini, M y Vigliarolo, P. "Il futuro del sistema di comunicazione del Museo dei Fori Imperiali", I Mercati di Traiano: Didattica, divulgazione, Tecnologie: le scelte sperimentali e la risposta del pubblico, Roma, Palombi editori, 2010, pp. 15-23.
11. <http://www.moma.org/meetme/index>
12. <https://www.youtube.com/watch?v=mBkr6jCv3Y>

Softwares Educativos num contexto de sensibilização à língua inglesa na Educação Pré-Escolar em Prática Supervisionada

Patrícia Reis
ESE – Instituto Politécnico de
Castelo Branco
Castelo Branco, Portugal
patriciareis009@gmail.com

Henrique Gil
ESE – Instituto Politécnico de
Castelo Branco
CAPP – Universidade de Lisboa
Castelo Branco, Portugal
[hteixeiragil@ipcb.pt](mailto:h Teixeiragil@ipcb.pt)

Margarida Morgado
ESE – Instituto Politécnico de
Castelo Branco
Castelo Branco, Portugal
marg.morgado@ipcb.pt

Resumo—As tecnologias da informação e comunicação desempenham um papel cada vez mais importante na vida em sociedade, no sentido em que todas as áreas e profissões fazem uso de recursos digitais. A escola não pode ficar arredada desta realidade, por ter como objetivo criar sujeitos plenos e integrados na sociedade atual. Os *softwares* educativos podem ser utilizados desde muito cedo na educação das crianças, mas devem sê-lo criteriosamente e com monitorização. O presente artigo pretende dar a conhecer os resultados da utilização de *softwares* educativos em contexto de sensibilização à língua inglesa com crianças da Educação Pré-Escolar, no jardim-de-infância Centro Padres Redentoristas – O Raposinho, em Castelo Branco, num grupo de 21 crianças com 5 anos. A sensibilização precece para língua estrangeira, como o inglês pode ser começada com recursos digitais multimédia e *softwares* diversos, disponíveis no mercado. No entanto, o pequeno estudo de caso descrito revela algumas resistências de pais e educadoras, na preparação destes para escolher e monitorizar a utilização das TIC pelas crianças, para além de evidenciar também o próprio interesse das crianças envolvidas e a sua aprendizagem de algumas palavras em língua inglesa em contextos diferenciados dos trabalhos diariamente. O estudo abre perspetivas sobre as necessidades de monitorização atenta de utilizações semelhantes e de formação das educadoras na área da utilização de recursos para sensibilização multilíngue na Educação Pré-Escolar.

Palavras-chave— Educação Pré-Escolar; Software Educativo; Tecnologias da Informação e da Comunicação.

I. NOTA INTRODUTÓRIA

Hoje em dia, as TIC estão presentes em todos os setores e atividades do dia-a-dia sendo fulcral que as crianças conheçam este código tecnológico de modo a se proporcionarem espaços formativos para a sua futura inclusão social. A sensibilização para uma língua estrangeira, em Educação Pré-Escolar, está a crescer, já que progressivamente se sente a necessidade de se incluírem exposições das crianças a diferentes línguas em idades precoces, já que as crianças conseguem ambientar-se facilmente aos diferentes sons de uma língua estrangeira, para além dos da língua materna. A implementação deste estudo decorreu durante a Prática de Ensino Supervisionada (PES) em Pré-Escolar, tendo por documento oficial orientador da prática [1] que aposta no conhecimento de vários códigos, línguas e linguagens, nos quais se podem incluir as TIC e o inglês.

II. SOFTWARE EDUCATIVO

Na atualidade, não existe um único conceito de *Software Educativo*, são vários os conceitos e definições que vão surgindo. O que confere, ao termo inglês, «*software*» um carácter educacional é a sua aplicação no processo de ensino-aprendizagem [2]. Por sua vez, [3] indica que do conceito de «*software educativo*» se exclui “(...) todos los programas de uso general en el mundo empresarial (...) como por ejemplo: procesadores de textos, hojas de cálculo (...) Estos programas, aunque puedan desarrollar una función didáctica, no han estado elaborados específicamente con esta finalidad”.

Embora seja possível encontrar muitas definições do que é um *software* educativo, todas elas se centram numa perspetiva onde se afirma que, na opinião de [4], os *softwares* educativos são “(...) programas informáticos concebidos para a finalidade (específica) de serem utilizados como meio didático de forma a facilitarem o processo de ensino e de aprendizagem.”

Ainda sobre o mesmo tema, [5] é da opinião que estes devem possuir quatro características básicas, de modo a conseguir motivar as crianças, nomeadamente: “(...) ser desafiante[s], estimular a curiosidade, apelar à fantasia e permitir um elevado nível de controlo por parte das crianças”.

A. *Software Educativo ‘Sunshine’*

O «*Sunshine*» é um *software* Educativo com o objetivo de reforçar aprendizagens ao nível da língua inglesa, dado que esta não é a língua materna dos seus utilizadores. Este *software* está disponível em *CD-Rom* e permite aceder a músicas, histórias e atividades relacionadas com diferentes temas (formas geométricas, animais e até uma breve abordagem ao Sistema Solar.

Este *software* encontra-se adaptado à idade das crianças presentes neste estudo, permitindo explorar diversos conteúdos presentes nas Orientações Curriculares na Educação Pré-escolar. Sendo um dos objetivos do presente estudo, a sensibilização para a utilização de uma língua estrangeira (inglês), este *software* estabelece uma relação direta com os mesmos. Através da utilização deste *software*, foi também possível proporcionar às crianças a aquisição de algumas destrezas ao nível das TIC (manipular o rato do computador; desenvolver competências na

deslocação pelo ecrã; navegação entre diferentes ecrãs; seleção de atividades e ferramentas).

Tendo em conta as tipologias de *software* definidas por [4], o «Sunshine» enquadra-se na categoria “treino/prática”, pela aquisição de competências através da realização de tarefas e superação de dificuldades respeitando o ritmo de aprendizagem de cada criança. A Figura 1 apresenta a página inicial correspondente ao Menu Principal do *software* ‘Sunshine’.



Fig. 1. Menu principal do *software* ‘Sunshine’

Por seu lado, a Figura 2 apresenta o menu ‘Activities’, no qual se podem observar as propostas de atividades proporcionadas pelo *software* ‘Sunshine’.



Fig. 2. Menu ‘Activities’ do *software* ‘Sunshine’

B. *Software* Educativo ‘AlphaEU’

O *Software* Educativo ‘AlphaEU’ pertence a um projeto com iniciativa conjunta de alguns países da Europa, na qual Portugal está representado. Este é um *software online*, no site “www.alphaeu.org”. Por esta razão, este *software* é de fácil acesso e o acesso é feito de forma gratuita por Educadores, Professores e Encarregados de Educação.

Ao se aceder ao site “www.alphaeu.org” é permitido o acesso a um conjunto de menus que direcionam para um conjunto de tarefas e informações úteis. Os menus que poderão interessar às crianças são os seguintes: «alphabet books» e «activities». Os restantes já serão para o uso dos adultos, tendo algumas dicas utilização destes alfabetos e informações úteis do projeto.

No que diz respeito às tipologias de *software* apresentadas por [4], este também se inclui na categoria de “treino/prática”, uma vez que permite realizar as tarefas seguindo o ritmo individual de cada um, bem como treinar conhecimentos e reforçar aprendizagens ao nível das diferentes línguas.

A Figura 3 permite observar o conteúdo relativo ao Menu Principal do *software* ‘AlphaEU’.



Fig. 3. Menu principal do *software* ‘AlphaEU’

A Figura 4 apresenta os ‘Alphabet Books’ e respetivas línguas:



Fig. 4. ‘Alphabet Books’ e respetivas línguas

III. DESCRIÇÃO E METODOLOGIA DO ESTUDO

Este estudo baseou-se numa investigação qualitativa, que se concretizou numa metodologia mista, ao combinar estudo de caso e investigação-ação. Neste sentido, [6] refere o seguinte: “As diferentes fases do processo de investigação qualitativa não se desencadeiam de forma linear mas interactivamente (...)” uma vez que através da investigação-ação foi possível interagir com os sujeitos do estudo, promovendo uma alteração nos

comportamentos dos mesmos, refletindo e melhorando a cada sessão de implementação as necessidades que se iam sentindo.

Os instrumentos utilizados na recolha de dados foram: entrevistas semiestruturadas, inquéritos por questionário, observação participante e notas de campo. Todos os dados recolhidos foram submetidos a um processo de triangulação dos dados, que incluiu as opiniões recolhidas junto das Educadoras de Infância da instituição, as crianças e os respetivos Encarregados de Educação, permitindo tirar conclusões sobre o estudo. Neste sentido, [7] define triangulação dos dados como "(...) a validity procedure where researchers search for convergence among multiple and different sources of information to form themes or categories in a study". Não obstante, [9] é de opinião que a triangulação dos dados "(...) strengthens a study by combining methods".

A. Questão-problema e objetivos

A questão-problema que guiou este estudo foi: "Será que a utilização de um recurso digital multimédia pode sensibilizar crianças, ao nível da Educação Pré-Escolar, para a utilização de uma língua estrangeira?". Pretendia-se obter dados que verificassem qual o impacto da utilização de um recurso digital multimédia para a sensibilização de uma língua estrangeira, neste caso, o inglês. Para o efeito, foi definido um plano de investigação, onde se incluíram as metodologias e os instrumentos de investigação considerados adequados para a obtenção dos objetivos necessários para a concretização deste estudo, a saber:

- 1) Promover a utilização do computador e de recursos digitais multimédia na Educação Pré-Escolar.
- 2) Propor e criar condições para uma utilização mais sistemática dos recursos digitais na Educação Pré-escolar pela Educadora e pelas crianças.
- 3) Conceber atividades com utilização de recursos digitais na língua inglesa.
- 4) Averiguar se a utilização de recursos digitais pode sensibilizar as crianças para uma língua estrangeira – inglês.

B. Sessões de implementação do estudo

A implementação deste estudo fez-se em sete sessões, sendo que cada uma delas tinha o seu tema definido. Nestas sessões utilizou-se o software educativo «Sunshine» e «AlphaEU», tentando sempre que houvesse um ponto de equilíbrio entre ambos. O «Sunshine» foi o primeiro software a ser utilizado, tendo-se iniciado com a audição de uma música relacionado com o tema da semana «Easter». Nesta primeira sessão as crianças mostraram-se surpresas com os sons escutados na música, no entanto conseguiram compreender a história transmitida na música e algumas palavras por repetição. A Figura 5 ilustra uma das atividades realizadas com as crianças.

As seguintes três sessões foram dedicadas ao «AlphaEU». Através da utilização deste recurso foi possível validar a importância que tem a diversidade na definição de objetivos para a utilização de diferentes recursos. As crianças precisam de compreender o motivo de utilizarem aquele recurso, de realizarem aquela atividade. Permitiram ainda compreender a

necessidade de ser a criança a tocar no computador, de ser ela própria a descobrir e a construir conhecimento. Numa primeira fase, era a Educadora que ia carregando nos locais que as crianças indicavam, no entanto, estas começaram a perder o interesse. Quando foram escolhidas aleatoriamente algumas crianças para elas próprias explorar o software, motivaram-se muito mais e revelaram mais interesse na atividade que estava a ser realizada. A figura 6 permite observar a exploração de uma atividade relacionada com o software «AlphaEU».



Fig. 5. Exemplo de uma atividade de exploração do software educativo «Sunshine»



Fig. 6. Exploração de uma atividade através do software «AlphaEU».

As restantes três sessões foram dedicadas ao software educativo «Sunshine». As primeiras duas foram dedicadas a uma exploração livre das crianças ao recurso, para que estas o pudessem conhecer melhor, visto que pela indisponibilidade de recursos, nem todas as crianças podiam ter as mesmas oportunidades de exploração do recurso. A última sessão foi dedicada ao conto de uma história, na língua inglesa e com utilização do recurso digital multimédia. Nesta última sessão, as crianças foram muito autónomas na descodificação da mensagem da história escutada, já utilizaram algumas palavras conhecidas e já conseguiram encontrar outras que conheciam no discurso da história. Eis alguns exemplos recolhidos junto das crianças: "Ah! Eu conheço aquela palavra! É bye bye, quer dizer adeus." (F); "Eu ouvi frog!" (S); "Estás a ver, o bird está ali em cima da árvore?" (N).

Para o efeito, a Figura 7 permite observar uma atividade realizada no quadro:

No final da implementação das sessões, pretendia-se atingir os objetivos propostos e já descritos, causando uma mudança no comportamento dos sujeitos, ou seja, levar a que as TIC passassem a ser mais utilizadas no dia-a-dia como recurso de aprendizagem. Como é afirmado por [8]: “É usando as tecnologias que o professor ensinará a trabalhar com elas. (...) As TIC são um instrumento ao serviço do professor, que assim poderá melhor explicar e problematizar a matéria que ensina”.



Fig. 7. Exploração de uma atividade através do software 'AlphaEU' com a exploração da palavra 'Egg'

Hoje em dia, na nossa sociedade, como refere [9] quase todas as tarefas estão dependentes das TIC, não se pode esperar que as crianças possam crescer sem conhecerem estes recursos. Torna-se fundamental que o Educador/Professor se adapte e apoie as crianças a ingressarem na sociedade como indivíduos plenos, sendo imprescindível que estes dominem as novas tecnologias.

IV. RESULTADOS E CONCLUSÕES GERAIS

Com o aparecimento e consequente avanço tecnológico das designadas Tecnologias de Informação e Comunicação, a sociedade atual sofreu uma evidente alteração, em todos os domínios, o que gerou uma alteração nos comportamentos e nas rotinas dos cidadãos, que se estendem, naturalmente aos ambientes educativos, dentro e fora da escola.

A utilização de recursos digitais multimédia para sensibilizar crianças, ao nível da Educação Pré-Escolar, para a utilização de uma língua estrangeira, e ao mesmo tempo contextualizar as TIC como ambiente de aprendizagem interativo foi conseguido no decorrer da PES, não sem constrangimentos diversos como a falta de material tecnológico ou de acesso à internet, ou a resistência de alguns pais ao que pensam ser um uso excessivo de recursos tecnológicos. O estudo deixou claro que os *softwares* educativos utilizados vão ao encontro dos interesses e das necessidades das crianças destas idades.

Nem sempre foi fácil utilizar o computador e recursos digitais na sala em que se realizou a PES, apesar de os dois *softwares* usados não constituíam rotinas na instituição. As educadoras de infância da instituição ficaram a conhecer o recurso «AlphaEU» e mostraram-se dispostas a utilizar esse tipo de recursos com as suas crianças, pelos resultados positivos obtidos, não só no contexto da sensibilização ao inglês, mas em outras áreas da Educação Pré-Escolar. Tanto as Educadoras de infância da instituição como os Encarregados de Educação, se

mostraram abertos à utilização do computador e de recursos digitais multimédia na Educação Pré-Escolar, desde que salvaguardados alguns riscos, como por exemplo: uma boa integração dos recursos digitais com outros recursos; uma utilização moderada e monitorizada dos mesmos; conhecimento de *softwares* educativos com qualidade e consequentemente escolha criteriosa dos *softwares* a usar.

As Educadoras de infância da instituição, durante as entrevistas, revelaram possuir alguns *softwares* educativos nos computadores que utilizam com as crianças, embora estes nem sempre se encontrassem adaptados à faixa etária das crianças, levando à sua desmotivação e falta de interesse. No entanto, o «Sunshine» e o «AlphaEU» abriram novas 'portas' neste sentido, promovendo a sua utilização e até uma mudança de opiniões em relação a outros *softwares* educativos.

Se há uns anos atrás os custos na aquisição de *softwares* educativos eram significativos, hoje em dia já é possível encontrar *softwares* com qualidade e de forma gratuita na internet. Dada esta facilidade, esta procura é já realizada quer pelas Educadoras de Infância quer pelos Encarregados de Educação, que cada vez mais se mostram disponíveis para a adaptação a esta evolução da sociedade promovendo o acesso dos seus filhos às TIC.

Pela necessária planificação da utilização dos recursos digitais, a existência de computadores em número suficiente com acesso à internet mostrou-se uma grande preocupação para as entrevistadas, uma vez que não é possível dar as mesmas oportunidades para todas as crianças, com a deficiente estruturação das condições físicas da sala.

Através da análise dos dados recolhidos, pode-se concluir que a utilização de recursos digitais pode, de facto, sensibilizar as crianças para uma língua estrangeira – inglês. A experiência conduzida, embora delimitada no tempo e no espaço, permite identificar as formas de relação das crianças com palavras e conceitos de uma língua estrangeira. As crianças utilizavam as palavras que aprendiam por repetição e compreendiam alguns dos seus significados, que utilizavam bem noutros contextos.

A verdade é que nos ambientes multilingues que caracterizam as sociedades contemporâneas, o acesso a uma das línguas globais de comunicação na esfera digital, como é o inglês, constitui uma competência dos Nativos Digitais, tal como o conhecimento do código tecnológico se tem mostrado tão importante quanto a aprendizagem das línguas.

Cada recurso bem utilizado na educação é um «tesouro» que se deve preservar. A utilização das TIC deve ser uma valência ponderada e planificada de modo a que se possam obter resultados positivos nessa utilização. Não se deve escamotear o papel importante que a Educadora de Infância tem, de mediadora da tecnologia junto das crianças. As TIC serão sempre um valioso complemento e um recurso que poderá melhorar a qualidade na educação das crianças. A Educadora de Infância terá a responsabilidade de ser a mediadora entre os recursos disponíveis e as crianças, sendo importante que se retire a melhor experiência possível desta interação.

As TIC não devem ser apenas utilizadas na escola com o conceito de 'educar'; podem e devem ser utilizadas em casa com o apoio dos Encarregados de Educação, de modo a reforçar aprendizagens realizadas na escola e, quem sabe, a realizar novas aprendizagens, num ambiente mais inovador e mais consentâneo com o perfil dos Nativos Digitais.

REFERÊNCIAS

- [1] L. Aires, Paradigma qualitativo e práticas de investigação educacional. Lisboa: Universidade Aberta, 2011.
- [2] L. Amante, A Integração das Novas Tecnologias no Pré-Escolar: Um Estudo de caso. Tese de doutoramento em ciências da educação. Lisboa: Universidade Aberta, 2005.
- [3] J. Cardoso, O Professor do Futuro. Lisboa: Editora Guerra & Paz, 2013.
- [4] H. Gil and M. Menezes, Software Educativo e a importância de uma «métrica». Disponível em:
<http://repositorio.ipcb.pt/bitstream/10400.11/922/1/Software%20educativo%20e...pdf> Acesso a: 10 de setembro de 2014.
- [5] N. Golafshani, Understanding Reliability and Validity in Qualitative Research. *The qualitative Report Vol. 8 nº 4*. Disponível em: <http://www.nova.edu/ssss/OR/OR8-4/golafshani.pdf> Acesso a: 1 de abril de 2015.
- [6] S. Jucá, A relevância dos *softwares* educativos na educação profissional. Brasil: CEFET-CE, 2006.
- [7] P. Marquês, El *Software* Educativo. Disponível em: http://www.lmi.ub.es/teany96/marques_software Acesso a: 8 de setembro de 2014.
- [8] M.E., (Orientações Curriculares para a Educação Pré-escolar. Lisboa: Ministério da Educação, 1997.
- [9] R. Silva, Avaliação de Software Educacional: critérios para a definição da qualidade do produto.III Simpósio Nacional ABCiber. Brasil: ESPM/SP - Campus Francisco Gracioso, 2009.

Novas tecnologias para planejar e mediar leitura: úteis, agradáveis e indispensáveis

Rosângela Maria de Almeida Netzel
UTFPR
Londrina – PR - Brasil
rosalm@alunos.utfpr.edu.br

Marilu Martens Oliveira
UTFPR
Cornélio Procópio – PR - Brasil
marilu@utfpr.edu.br

Resumo- O presente trabalho originou-se da questão: *como as novas tecnologias podem facilitar o planejamento e a prática docente?* Diante disso, os estudos qualitativos, envolvendo levantamento bibliográfico e pesquisa de campo, que tiveram como foco a leitura, culminaram na criação e aplicação de um produto tecnológico denominado PLANPED – Planejamento Pedagógico. Para tanto, as concepções teóricas principais foram as de Lévy (1999), Ferreira e Duarte (2012), e Demo (2009) sobre informática educativa; Liberato e Fulgêncio (2007), assim como Martins (1994) sobre o aprendizado da leitura; além de Cosson (2007), quanto ao trabalho com literatura. Espera-se contribuir para a pesquisa qualitativa em educação, comprovando-se que é possível agilizar questões burocráticas do planejamento e motivar os docentes à prática constante da mediação literária no ensino inicial.

Palavras-chave— leitura; planejamento; tecnologia; formação.

I. INTRODUÇÃO

No Brasil, o ensino estrutura-se em duas instâncias: a Educação Básica, subdividida em Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio [1]; e o Ensino Superior, relativo à Universidade, formando inclusive os profissionais que atuam na etapa anterior. Assim, em busca da articulação entre esses níveis, no âmbito do Mestrado Profissional em Ensino (PPGEN – Universidade Tecnológica Federal do Paraná Câmpus Londrina/ UTFPR-LD), focou-se a docência nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental (1^o ao 5^o ano), ciclo de alfabetização e letramento, no qual atua uma das autoras deste trabalho.

Portanto, a partir da questão de como as TIC poderiam auxiliar o fazer docente no ensino inicial, buscou-se compreender algumas das vivências cotidianas dos professores, com ênfase nos recursos disponíveis, acessíveis e mais úteis nas escolas, atentando-se a estratégias de planejamento e execução que enfatizassem a leitura, habilidade essencial às práticas letradas.

Tendo como objetivo, portanto, oferecer suporte à aprendizagem formal, quanto às exigências no planejamento e possibilidades de mediação de leitura; e informal, propiciando troca de experiências entre os envolvidos na pesquisa, um programa digital foi criado, o PLANPED - Planejamento Pedagógico, além de subprodutos, motivando-se para o uso constante de livros infantis concomitantemente ao trabalho curricular.

Para tanto os estudos apresentam-se em tópicos, com o comentário das teorias e peculiaridades do contexto em que se

realizou a pesquisa (II e III); seguindo-se a descrição da metodologia utilizada, envolvendo *laboratório*, com alunos, e práticas instrumentais, com professores; (IV); e, por fim, a análise dos dados coletados (V).

II. DOCÊNCIA E MEDIAÇÃO DE LEITURA

A formação de professores para o ensino inicial, no Brasil, acontece preferencialmente nos cursos superiores de Pedagogia, no entanto é permitido que acadêmicos de diversas licenciaturas atuem no segmento, desde que tenham concluído o Magistério em nível Médio [1]. Esses profissionais devem figurar como *mestres da escrita* para os alunos iniciantes, a partir da sistematização de saberes, sendo responsáveis por lecionar Português, Matemática, História, Geografia, Ciências, Artes e Ensino Religioso.

Por ser essencial em todas essas disciplinas, o fulcro deste trabalho recai sobre a *habilidade da leitura*, que se constitui biologicamente na relação entre as informações verbais (retiradas da oralidade e da escrita) e as não verbais (conhecimentos de mundo). Ao articular esses mecanismos, o leitor cria inferências, consolidando a aprendizagem [2]. Outrossim, em uma perspectiva cultural, pode ser considerada uma decodificação mecânica de signos linguísticos, ou um processo de compreensão abrangente, cuja dinâmica envolve diversos componentes [3], correspondendo ao letramento, relativo a práticas de leitura e escrita em contextos específicos, de acordo com as necessidades, valores e práticas de cada indivíduo [4].

Por conseguinte, no ensino infantil respaldado pelo letramento, o *professor* atua como um *mediador da aprendizagem*. Desse modo, no trabalho com a leitura, ele se assume como modelo de profeção, que *apadrinha* a iniciação definitiva à cultura letrada [5], tendo na ludicidade o primeiro caminho de conhecimento da infância. Assim, a literatura constitui-se como importante recurso, pois nela está implícito o lúdico, que deve ser anterior à alfabetização e gradual em seu aprofundamento, em um processo de convívio entre educandos e livros, sendo a escola um “espaço de convergência das multilinguagens” [6].

Portanto, na formação do leitor autônomo, a exploração de livros infantis pode facilitar a passagem entre as margens auditiva e visual, revelando o significado, levando a criança a beneficiar-se desse duplo acesso à narrativa. Isso pode disponibilizar ao aprendiz o mundo imaginário e o contato com a matéria linguística mais elaborada, além de expor o

funcionamento da língua escrita, subsidiando a construção de um conhecimento a seu respeito e propiciando, de maneira informal, as primeiras descobertas do código gráfico [4].

Diante dessas considerações, deve haver uma especial atenção ao trabalho com a leitura na formação de professores, ressaltando-se a instrumentalização para o uso desses saberes e habilidades, além de atualização constante para fazê-lo adequadamente. Por isso a importância da formação em exercício, permitindo a aprendizagem formal e informal ligada à docência.

III. PLANEJAMENTO PEDAGÓGICO E TECNOLOGIA

Por ser subsídio e registro das ações pedagógicas, o planejamento é indispensável ao sucesso das práticas, posto que é ao mesmo tempo ferramenta e documento [7 e 8]. No entanto, por vezes sua construção é pautada por grande burocracia. Diante desse embate, visto que na atualidade há recursos tecnológicos que facilitam serviços em diversos setores, investigou-se, nesta pesquisa, seu uso no planejamento e na prática docente do ensino inicial.

Esses recursos são denominados novas tecnologias, e também conhecidos como Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) [9]. São técnicas, geradas pela cultura, que condicionam os indivíduos a novas práticas e transformam gradativamente o conhecimento, fato que poderá exigir, no futuro, uma nova pedagogia, na qual o professor seja um incentivador e animador das inteligências [10]. Diante dessa exposição, considerando-se o estado da arte relativo à área de informática educativa que tem como escopo o aprender a aprender, focando os professores como usuários ativos dessas ferramentas [11], percebe-se que os docentes precisam se apossar das ferramentas digitais. Então, oferecer meios de aprimoramento no planejamento e na prática docente configura-se como uma das possibilidades de despertar o interesse dos professores para o uso das TIC, pois ainda há resistência e falta de fluência tecnológica, por parte dos mesmos, no uso de computadores e internet [12].

Desse modo, ao longo da pesquisa, observou-se a presença das TIC já em algumas práticas escolares, figurando como recurso na exposição de conteúdos ou mesmo na divulgação da aprendizagem. No entanto, as circunstâncias levaram a concebê-las como meio de instrumentalização do professor para aprimorar suas ações. Assim, originou-se a ideia de um produto educacional que facilitasse a tarefa de planejar, ao mesmo tempo que motivasse para o uso de obras infantis como recurso privilegiado, enfatizando-se a relação com o lúdico, propiciada pela literatura, por meio da contextualização de temas e da mescla entre fantasia e realidade.

A partir dessas considerações e da diversidade de conceitos e sujeitos envolvidos no ensino inicial, a pesquisa passou por diversas etapas, desde bibliográfica à investigação em campo, buscando confirmar a hipótese de que um programa digital delineador de *Planos de Aula*, que privilegia a literatura infantil, pode aprimorar o planejamento e a prática docente no segmento.

IV. ETAPAS DA PESQUISA

Objetivando, em contato direto com o ensino inicial, facilitar o planejamento docente e motivar os educadores ao uso constante de obras infantis, tendo as TIC como ferramentas neste empreendimento, a pesquisa estruturou-se nos seguintes passos:

A. Primeira etapa: teste de sondagem e pesquisa bibliográfica

Averiguando o contexto, em abril de 2014 foi aplicado um questionário a 20 professoras de ensino inicial. Nessa etapa, investigaram-se as necessidades imediatas em relação a um produto educacional que facilitasse o cotidiano docente. Tal questionário trazia, entre quatro sugestões, a opção de um programa digital simplificado que armazenasse itens a serem escolhidos no planejamento. Esse foi o produto apontado, por 12 das participantes desse teste inicial (60%), como o mais interessante entre as alternativas.

Diante disso, foram analisados modelos de *Planos de Aula* e documentos oficiais direcionadores do ensino na Educação Básica, contemplando-se possibilidades de integração entre literatura infantil e currículo. Portanto, como exposto no próximo tópico, em busca de alternativas para facilitar as tarefas pedagógicas cotidianas, foram realizadas práticas com alunos, que serviram como *laboratório* na construção do produto, visto que subsidiaram sugestões apresentadas posteriormente, no item *Metodologia*, integradas ao produto educacional.

B. Pesquisa de campo

A partir da constatação de que os professores ansiavam pela facilitação do planejamento de aulas nas quais a mediação de leitura fosse um dos pontos principais, firmou-se o objetivo da pesquisa. Assim, a práxis com alunos efetivou-se, tendo como recursos privilegiados as obras infantis dos *Acervos Complementares* [13], enviados às escolas públicas pelo Ministério da Educação, materializados em 180 exemplares, de caráter paradigmático, que se destinam tanto à leitura livre como à abordagem pedagógica.

Diante dessas possibilidades, enfatizou-se a carga cultural e os desdobramentos didáticos suscitados pela leitura, elegendo como caminho viável a metodologia da *Seqüência Básica para o Letramento Literário*, com atenção às etapas de: *Motivação à leitura*; *Introdução* da obra em um contexto de produção e recepção; *Leitura* propriamente dita, com a exploração aprofundada do significado; e *partilha* de cada *Interpretação* [14].

Em tal empreitada, foram essenciais alguns componentes: o incentivo à procura do sentido em textos desconhecidos; a exploração dos códigos gráfico e alfabético, com procedimentos de elucidação, socialização, reflexão e registro; e a sistematização da produção de textos [5]. Dessa forma, foram realizadas quatro experiências com alunos do 3º ano do ensino inicial, entre 2014 e 2015, a partir das seguintes obras: *Os guardados da vovó* [15], *Rimas saborosas* [16], *Rubens, o semeador* [17]; e *Delícias e Gostosuras* [18].

O quadro abaixo compara exemplos usuais e atividades no molde das propostas desse *laboratório*, além de outras sugestões no produto educacional:

TABELA 1: COMPARATIVO DE PRÁTICAS USUAIS E DINAMIZADAS

| PRÁTICAS USUAIS | PRÁTICAS DINAMIZADAS |
|--|---|
| Correção individual da tarefa, sem voz ao aluno. | Correção coletiva da tarefa, com comentários sobre a aula anterior, revisões mútuas e exposição de conhecimentos prévios sobre os próximos temas. |
| Leitura didática, com conceitos a serem memorizados. | Etapa de <i>Motivação</i> : apresentação de vídeos, imagens e canções sobre o tema, envolvendo discussão coletiva e montagem de cartaz/ mural, como atividade em grupo ou coletiva. |
| Professor transmite informações pesquisadas por ele. | Etapa de <i>Introdução</i> : dinâmicas, como a "Cadeiras do autor e do ilustrador", em que alunos os representam e a turma questiona-os sobre as biografias, com base em texto lido previamente. |
| Entrega de texto para leitura individual. | Etapa de <i>Leitura</i> : exploração individual, e posteriormente coletiva de livros infantis, frisando-se inferências, estruturas, linguagem figurada, intertextualidade etc. |
| Interpretação de texto, feita por escrito e arquivamento nos cadernos. Passa-se a outras disciplinas, sem relação com o tema anterior. | Etapa de <i>Interpretação</i> : partilha de interpretações, dando voz aos alunos e envolvendo atividades criativas, como os exemplos: <i>Testamento do ecologista</i> ; <i>Complemento às trovos</i> ; <i>Resolução e criação de probleminhas</i> ; <i>Palavras ilustradas</i> ; <i>Criação de acrósticos</i> ; <i>Propaganda sobre leitura</i> ; <i>Cartaz de cinema</i> ; <i>Fotograma</i> ; <i>Dramatização</i> ; <i>Cartão Postal</i> ; <i>Desenhos relacionados ao tema</i> ; <i>Decomposição poética de nomes</i> ; <i>Leitura coral e individual</i> ; <i>Álbum (de textos, de fatos ou desenhos legendados)</i> ; <i>Jogo de palavras e sensações ("alegres", "tristes", "coloridas", "depressivas"...)</i> . |
| 4. Exercícios a serem preenchidos literalmente, considerando conceitos apresentados. | Continuidade das etapas de <i>Leitura e Interpretação</i> : mostra de trabalhos; tarefas significativas, relacionadas ao tema dessa aula, a serem discutidas na próxima; possível empréstimo de livros ou disponibilização de obras na sala para acesso no tempo livre. |

(Autoria própria)

Tais práticas apontaram que é possível diversificar as atividades com a leitura, a escrita e a oralidade, conciliando trabalho com conteúdos e mediação literária, de maneira interdisciplinar. No entanto, isso exige uma nova postura de planejamento, disponibilizando-se maior tempo a cada atividade, e dedicação na exploração de recursos, em especial livros infantis. Com tais aspectos em mente, passou-se às etapas seguintes.

C. Montagem e aplicação do produto

O produto educacional foi produzido em formato *desktop*, desenvolvido em C# (C Sharp), utilizando banco de dados *SQL Server* e gerando relatórios em *Crystal Reports*. São sete os itens que o compõem, o primeiro deles com campos abertos à *Descrição* da aula, em que os detalhes podem ser digitados de maneira personalizada, havendo, do segundo ao sétimo elemento, botões que contêm conteúdos fixos a serem escolhidos, com possibilidade de inserção de novos itens.

Esses elementos fixos foram preenchidos na versão atual do PLANPED a partir de pesquisas bibliográficas e de campo, definindo-se, então, as Diretrizes Curriculares Municipais de

Londrina (DCML) [19] como base curricular, visto que a princípio o suporte configura-se como iniciativa local. Dessa forma, para facilitar a visualização e, consequentemente, as escolhas dos usuários, os *Conteúdos* e *Objetivos* foram aglutinados, resultando em um número de 1.390, citando-se o ano a que se referem, a disciplina, o eixo curricular e somente o objetivo, pois nele já se determina o conteúdo. Logo, abaixo se apresenta um exemplo de como esses itens foram elencados no PLANPED:

TABELA 2: FRAGMENTO DE CONTEÚDOS E OBJETIVOS DO PLANPED

| |
|--|
| (1º) PORTUGUÊS - COMPREENSÃO E VALORIZAÇÃO DA CULTURA ESCRITA •Valorizar os modos de produção e circulação da escrita na sociedade. |
| (1º) PORTUGUÊS - COMPREENSÃO E VALORIZAÇÃO DA CULTURA ESCRITA •Compreender os objetivos, funções e situação de produção dos gêneros textuais escritos e falados. |
| (1º) PORTUGUÊS - COMPREENSÃO E VALORIZAÇÃO DA CULTURA ESCRITA •Reconhecer a funcionalidade dos diferentes gêneros textuais. |
| (1º) PORTUGUÊS - COMPREENSÃO E VALORIZAÇÃO DA CULTURA ESCRITA •Identificar os suportes de escrita. |
| (1º) PORTUGUÊS - COMPREENSÃO E VALORIZAÇÃO DA CULTURA ESCRITA •Compreender como se organizam os escritos nos espaços dos diversos portadores de textos; • Identificar as diferentes grafias e letras; • Reconhecer a direção da escrita. |
| (1º) PORTUGUÊS - COMPREENSÃO E VALORIZAÇÃO DA CULTURA ESCRITA •Valorizar e cuidar dos diferentes suportes de escrita e leitura. |

[15]

Também com base na pesquisa bibliográfica e no *laboratório*, nos demais itens foram elencadas, até o momento, algumas sugestões relativas aos elementos essenciais no Plano de Aula [7]: *Metodologia* (89 cadastros); *Avaliação* (19 opções); *Obra Complementar* (180 títulos infantis e suas resenhas); *Outros recursos* (48 sugestões); e *Referências* (199 títulos, entre teóricos e infantis).

Esses campos possibilitam ao usuário preencher seu *Plano de Aula*, como retratado na Figura 1.

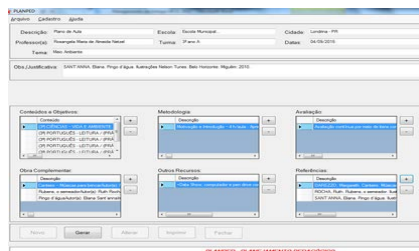


Fig. 1. Tela do PLANPED com campos preenchidos (Autoria própria)

Após o final do processo, o planejamento é gerado, como no exemplo abaixo, sendo necessário, depois disso, salvar o Plano de Aula no formato *doc*, para que possa ser acessado e modificado a critério do usuário.



Fig. 2. Plano de Aula gerado no PLANPED (Autoria própria)

Considerando essas instruções sobre a utilização do PLANPED, e as atividades sugeridas no produto, como incentivo à participação, decidiu-se que a aplicação do produto se configuraria como um curso com professores.

Desse modo buscou-se o apoio do Departamento de Extensão da UTFPR Câmpus Londrina, que ofereceu a certificação de 24 horas entre atividades presenciais e a distância. O caráter semipresencial deveu-se ao fato de que a falta de tempo poderia ser um empecilho à frequência das participantes nos encontros se o curso fosse totalmente presencial.

Ressalte-se que, já na etapa de planejamento do curso, decidiu-se criar um *website*, a partir de ferramentas *online*, para disponibilizar os materiais. Por meio dele, que se encontra sob o domínio www.planped.com [20], é possível, ainda, fazer o *download* do programa PLANPED, solicitando-o por meio de endereços eletrônicos, ou pelo link: http://www.4shared.com/folder/wcXyzZgv/_online.html.

No entanto, durante o curso realizado em 2015, as doze participantes efetivas contaram com o auxílio de uma das pesquisadoras no manuseio do programa, detalhando as possibilidades. A maioria delas demonstrou entusiasmo pela facilitação no preenchimento do Plano de Aula, especialmente por terem à disposição as resenhas dos livros infantis pertencentes aos *Acervos Complementares*, e pela possibilidade de “filtrar” as opções ao digitar palavras ou frases relacionadas aos temas que pretendiam abordar. Foi ainda disponibilizado um “manual”, no *website*, na aba *Programa PLANPED*, descrevendo tais informações.

Na apresentação de dados, optou-se por numerar as voluntárias com a letra P, de participante, seguida de um número atribuído aleatoriamente. Assim são citadas como P1 a P14 as inscritas, considerando duas desistências no decorrer do Curso Semipresencial. Portanto, os dados que subsidiaram o fechamento desta pesquisa são retratados no próximo tópico.

V. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

Diante da problemática de como as TIC podem colaborar com o cotidiano docente do ensino infantil, a investigação inicial revelou que se considerava válida a hipótese de um programa digital facilitar o planejamento e a prática, motivando à abordagem de livros infantis. Dessa forma, após experiências metodológicas com alunos, foram produzidos dois *Cadernos de*

Formação (também disponíveis no *website*), subdivididos em quatro módulos, contendo textos teóricos sobre planejamento docente e mediação e leitura, bem como exercícios de fixação e questões abertas, a serem entregues semanalmente.

A partir dessas atividades e de questionários aplicados nos encontros presenciais, investigou-se a recepção do produto, atribuindo-se notas de 0 a 10 aos itens relativos ao PLANPED: a) agilidade no planejamento; b) acesso facilitado; c) elementos e itens fixos; d) flexibilidade na *Justificativa*; e) possibilidade de cadastrar novos itens; f) uso no cotidiano; g) *Plano de Aula* gerado; h) motivação ao uso de livros.

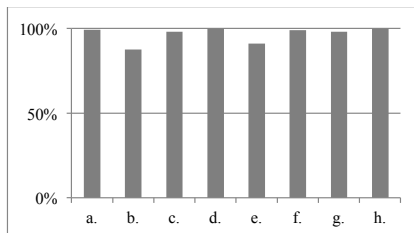


Fig. 3: Avaliação objetiva do Produto PLANPED (Autoria própria)

Em geral, os apontamentos foram positivos, evidenciando-se, que, dentre as participantes, 97 a 100% demonstraram-se totalmente satisfeitas quanto: à agilidade do programa; à apresentação de elementos fixos, como *Conteúdos* e *Objetivos* adaptados da proposta municipal, e sugestões nos demais itens; à flexibilidade no preenchimento da *Justificativa* nos Planos de Aula, único elemento opcional do produto; à aplicabilidade ou usabilidade do *software* no cotidiano docente; ao *layout* do planejamento gerado; à motivação ao uso de livros infantis a partir das resenhas expostas no programa. No entanto, há ressalvas, principalmente, quanto ao acesso ao programa (apenas 87% de satisfação) e ao cadastro de novos itens (91% de aprovação). Possivelmente tais observações ocorreram porque, na época do curso, o programa não estava disponibilizado *online* e mesmo atualmente, de posse da pasta que o contém, é necessário configurá-lo em diversos passos, aspectos a serem melhorados futuramente. Dessa forma, durante o curso houve pouco tempo de exploração autônoma do PLANPED.

Enfatiza-se, ainda, que, como uma das principais vantagens do produto, o cadastro de novos itens em todos os campos possibilita aos usuários utilizarem-no com diferentes fins e em diversos segmentos da Educação Básica, do Ensino Superior ou outras formas de ensino formal ou informal. No entanto, essa flexibilidade não teve aprovação unânime. Esse é um dado a ser retomado em desdobramentos futuros da pesquisa.

Diante desses esforços para a efetividade do produto, as participantes realizaram também autoavaliações quanto às suas participações no curso, considerando os itens: a) dedicação às atividades semanais; b) pontualidade no envio ou entrega; c) utilização de novas tecnologias na realização de atividades; d) partilha de ideias e Planos de Aula produzidos durante o curso; e) exploração do *website Planejamento Pedagógico* –

PLANPED; f) abertura em conhecer o produto educacional PLANPED. Desse modo, foram apresentados os dados expostos no gráfico a seguir.

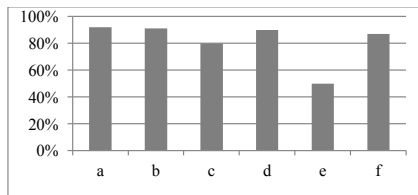


Fig. 4: Pontuação aos itens da autoavaliação (Autoria própria)

Percebe-se que, embora não haja unanimidade, as participantes revelaram otimismo quanto à dedicação ao curso, à pontualidade, à partilha de ideias e planejamentos, bem como se consideraram abertas a conhecer o produto. No entanto, os dados sobre a utilização de novas tecnologias na realização de atividades (com 80%), e o acesso ao *website* (com 50%), revelaram dificuldade, resistência ou falta de interesse quanto ao uso das TIC. Devido a essas evidências, e também por sugestão de uma das participantes, após o curso foi criado um fórum permanente para troca de ideias sobre assuntos diversos, inserido no *website*, o que fez dessa ferramenta também um espaço de contato entre as participantes, na tentativa de motivar ao uso de recursos tecnológicos.

É importante ressaltar ainda que, no encontro final do curso realizado, uma das participantes, descrita como P3, revelou em seu depoimento grande evolução quanto ao uso de TIC na elaboração de aulas, diante de relações temáticas. Do mesmo modo, a participante demonstrou sua satisfação com o produto e o curso que a inseriu, de certa forma, em práticas digitais e a motivou à inclusão de obras infantis nos planejamentos.

No entanto, a abertura ao uso desses recursos tecnológicos ainda não é unânime, nem mesmo entre as participantes, como evidenciado. Desse modo, recentemente foi inserida uma aba no *website*, onde são postadas novidades relacionadas aos objetivos da pesquisa, dando-se continuidade às iniciativas de facilitação do planejamento docente e de motivação à mediação de leitura por meio das TIC.



Fig. 5: Página do Website [18]

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O percurso, iniciado a partir da atuação direta de uma das pesquisadoras no ensino inicial, considerou a participação de

outros docentes, procedendo-se à investigação do contexto. Assim, constatou-se que construir planejamentos que conciliassem o currículo e a mediação de leitura era um desafio no segmento. Por conseguinte, os estudos desenvolveram-se a partir da articulação entre pesquisa bibliográfica e intervenções práticas.

Desse modo construiu-se, com base no *laboratório* com alunos do ensino inicial, o produto educacional PLANPED, programa digital em que é possível selecionar itens para o planejamento, conciliando mediação de leitura e estratégias variadas no trabalho com conteúdos.

Assim, como forma de divulgação e aplicação, ofertou-se um Curso Semipresencial aos professores do segmento. Por meio dele foi possível levar as ideias do projeto às doze participantes efetivas, que, ao final do curso, afirmaram ser o PLANPED uma alternativa à facilitação de tarefas pedagógicas cotidianas.

Enfim, constatou-se que as TIC podem auxiliar o planejamento e a prática no ensino inicial, tendo-se, no produto PLANPED e nos subprodutos desenvolvidos no decorrer da pesquisa (modelos de Planos de Aula, Curso Semipresencial, Cadernos de Formação, *Website* PLANPED), suportes à aprendizagem formal e informal, que favoreceram o aprofundamento teórico e motivam à abordagem constante de livros infantis, concomitantemente ao trabalho curricular.

Os resultados desta pesquisa demonstram que a formação continuada pode ser eficiente quando pautada na instrumentalização teórica dos docentes e na troca de experiências práticas, dando espaço às suas vozes, aos seus anseios. No entanto, como também evidenciado na pesquisa, há certa resistência ao uso das TIC como ferramentas dessa natureza. Diante disso, atualmente, como parte de um novo plano de ação, busca-se despertar tal interesse por meio do *website*, atualizando-o constantemente, em busca de novas formas de interação, tendo-se nesse subproduto, assim como no produto PLANPED, a possibilidade de ampliar horizontes dos professores e, consequentemente, dos alunos, visto que nele também se busca incentivar ao uso de livros infantis como recurso ao encantamento pela prática da leitura.

Portanto, a *contribuição das TIC para o planejamento e a prática docente* constituiu-se na oferta de suportes para a aprendizagem contínua e para interação, propiciando divulgação de saberes formais e informais. Evidencia-se, assim, o valor científico desta pesquisa para os estudos aplicados de informática educativa, campo que avança nas discussões relacionadas ao ensino, e em que o professor é considerado mediador, tendo nas TIC ferramentas didáticas.

AGRADECIMENTOS

À UTFPR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná), à Fundação Araucária (Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Paraná) e à SETI (Secretaria da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Paraná).

REFERÊNCIAS

- [1] Brasil, Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília: Senado Federal, 2005. Disponível em: <<http://www2.senado.leg.br/bdsf/>>

- bitstream/handle/id/70320/65.pdf?sequence=3>. Acesso em: 22 abr. 2016.
- [2] Y. Liberato; L. Fulgêncio. *É possível facilitar a leitura: um guia para escrever claro*. São Paulo: Contexto, 2007.
- [3] M. H. Martins, *O que é leitura*, 19. ed. São Paulo: Brasiliense, 1994. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfG0AA/que-leitura-maria-helena-martins>> Acesso em: 14 out. 2015.
- [4] M. Soares, *Letramento: um tema em três gêneros*. Belo Horizonte: Autêntica, 1998.
- [5] E. Bajard, *Da escuta de textos à leitura*. São Paulo: Cortez, 2007.
- [6] N. N. Coelho, *Literatura infantil: teoria, análise, didática*. São Paulo: Moderna, 2000.
- [7] I. M. S. Farias; J. O. C. B. Sales, M. M. S. C. Braga, M. S. L. M. França, *Didática e docência: aprendendo a profissão*. 3. ed. Brasília: Liber Livro, 2011.
- [8] C. C. Luckesi, *Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições*. 14. ed. São Paulo: Cortez, 2002.
- [9] V. M. Kenski, *Tecnologias e ensino presencial e a distância*. Campinas: Papirus, 2003.
- [10] P. Lévy, *Cibercultura*. São Paulo: Ed. 34, 1999.
- [11] B. J. P. Ferreira; N. Duarte, *O lema aprender a aprender na literatura de informática educativa*. In: Educ. Soc., Campinas, v. 33, n. 121, p. 1019-1035, out./dez., 2012.
- [12] P. Demo, *Educação hoje: novas tecnologias, pressões e oportunidades*. São Paulo: Atlas, 2009.
- [13] Brasil, *Acervos complementares: alfabetização e letramento nas diferentes áreas do conhecimento*. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2012. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=15166&Itemid=1130> Acesso em: 1 set. 2015.
- [14] R. Cosson, *Letramento literário: teoria e prática*. São Paulo: Contexto, 2007.
- [15] N. Ribeiro, *Os guardados da vovó*. Ilustrações: Camilla Saldanha. Valinhos, SP: Roda & Cia, 2009.
- [16] C. Obeid, *Rimas saborosas*. Ilustrações: Luna Vicente. São Paulo: Moderna, 2009.
- [17] R. Rocha, *Rubens, o semeador*. Ilustrações: Rubens Matuck. São Paulo: Richmond Educação, 2011.
- [18] A. M. Machado, *Delícias e gostosuras*. Ilustrações: Denise Fraifeld. Guarulhos, SP: Salamandra, 2011c.
- [19] Londrina, Secretaria Municipal de Educação. *Diretrizes Curriculares do Município de Londrina para o Ensino Fundamental Inicial - Versão Preliminar - Quadro de Conteúdos (em fase de elaboração)*. Londrina – PR: A Secretaria, 2015.
- [20] R. M. A. Netzel; M. M. Oliveira; *Website Planejamento Pedagógico PLANPED*. Londrina: 2015. Disponível em: <<http://www.planped.com>>. Acesso em: 17 jun. 2016.

La competitividad y la empresa como herramienta educativa

Fernando Llopis Pascual

Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos

Universidad de Alicante

Alicante, Spain

fernando.llopis@ua.es

Resumen—Los cambios continuos en el mundo real han supuesto también un cambio de exigencias en los currículums de los estudiantes. Aspectos como los de liderazgo, gestión de equipos, competitividad, igualan a los conocimientos meramente técnicos. Por otro lado, las nuevas exigencias obligan a una relación simbiótica entre empresa y universidad. En el presente artículo se presenta una experiencia de integración de un proyecto real dirigido por profesionales dentro del aula.

Palabras clave—componente; Ingeniería del Software, Empresa, Competitividad Introducción

I. INTRODUCCIÓN

De modo profético lo indicaba el ya ex Presidente de Telefónica, Cesar Alierta, en el marco de una conferencia sobre la necesaria digitalización de nuestro mundo, "el 65% de los estudiantes de Secundaria trabajarán dentro de diez años en empleos que a día de hoy no existen, ni se conocen"

El mundo digital ha cambiado de forma notable nuestro "mundo real". Las demandas de profesionales para cubrir las necesidades de empleo ya se mueven en torno a cientos de miles en Europa. Cuando ocurren estas cifras es inevitable la mirada exigente hacia la Universidad, que es la entidad en la que nuestra sociedad ha decidido depositar fundamentalmente la formación de estos futuros trabajadores. En este momento crítico, en demasiadas ocasiones, debates estériles sobre temas pueriles consumen un exceso de tiempo y nos impiden centrarnos realmente en el papel que le corresponde a la Universidad en la transformación de la Educación Superior para las próximas décadas.

Como indica [1] "la excelencia y calidad académica constituyen elementos claves en la Educación Superior y que para hacer frente a la globalización es necesario fortalecer la capacidad de negociación, inserción y competitividad de las universidades."

Hay que tener en cuenta también, tal como indica [8] "De todas formas, Europa no se da cuenta de que lo que hace evolucionar la Universidad y –más en general– la ciencia en los Estados Unidos: no es tanto el dinero como la competencia"

Por ello, en los estudios tecnológicos universitarios se debe hacer un esfuerzo cada vez más importante ante los cambios del modelo productivo digital, donde ya las exigencias de currículum varían de manera notable desde que el estudiante inicia sus estudios hasta que los finaliza. Por un lado, es necesaria una mayor flexibilidad en la adaptación de contenidos

a las necesidades. Pero por el otro lado donde se han producido notables avances es en la adaptación de modelos de eLearning. Donde se ha abandonado el concepto de docencia online o tradicional por un modelo en el que es habitual utilizar ambas en función de las necesidades de los estudiantes [2].

En la Universidad estamos siendo bastante receptivos a ese cambio de modelo educativo, pero a pesar de los esfuerzos interesantes que se realizan [3], entiendo que queda una parte de labor muy importante de acercamiento al mundo laboral en la formación de los estudiantes. Debemos superar el modelo en el que las empresas solo contratan a los estudiantes universitarios porque los consideran capaces de haber superado unas pruebas de cierta complejidad y que disponen de una mayor capacidad para el aprendizaje, para luego formarlos en las herramientas que sus empleados suelen utilizar. Es habitual que, en las universidades, se suelen hacer conferencias o ferias de empleo junto con empresas, en muchas ocasiones con más deseos de cubrir el expediente que de involucrarse en un proyecto simbiótico para ambas instituciones. Es imprescindible una mayor implicación de las empresas en la formación de los estudiantes. Esa implicación puede ser enormemente beneficiosa para ambas partes. Por un lado, permite a los estudiantes universitarios conocer los modelos de trabajo que se utilizan, así como a las empresas les permite conocer a los estudiantes destacados.

Los trabajos en grupo bien gestionados pueden suponer sin duda una ayuda a la formación entre iguales que siempre ha dado buenos resultados. El aspecto que falta por añadir es el de la competitividad, que, si bien es cierto que siempre ha existido entre estudiantes, cuando se coloca como un elemento clave de la formación, puede producir resultados muy interesantes y beneficiosos. Esta competitividad entre iguales obliga a los estudiantes a dar más de sí, no solo para superar los criterios evaluadores del profesor, sino también el trabajo del resto de los compañeros de la asignatura.

En este artículo presento el modelo docente de una asignatura del tercer curso de Ingeniería Informática en el que se ha colaborado de forma estrecha con empresas del sector informático, incorporando a trabajadores de las mismas como *Product Manager* o *Product Owner* de un equipo formado por alumnos que competían entre ellos a la hora de desarrollar una aplicación real.

II. LA ASIGNATURA Y EL SCRUM

Técnicas Avanzadas de Especificación Software (TAES) es una asignatura de 6 créditos que se imparte en el segundo cuatrimestre del tercer curso de la titulación de Ingeniería Informática dentro del itinerario de Ingeniería del Software en la Universidad de Alicante. Mientras en otras asignaturas de la especialidad se centran en conceptos básicos de la Ingeniería del Software, en TAES se hace especial hincapié en la gestión de equipos de desarrollo, incorporando en el programa ya no sólo aspectos de definición de requisitos o especificación de sistemas de Información sino técnicas de utilidad como gestión de reuniones, entrevistas a clientes, así como aspectos de liderazgo, técnicas de negociación y presentaciones eficaces en público.

La metodología a utilizar durante el curso han sido las metodologías ágiles de desarrollo [4], centrándonos sobre todo en la metodología SCRUM [5]. Estas metodologías se basan en un desarrollo iterativo e incremental del producto software a desarrollar, definiendo unos plazos de entrega con contenidos priorizados por el cliente. Las metodologías ágiles incorporan una serie de roles entre los que destacan el de *Product Owner*, el *Scrum Master* y el *Development Team* o *Equipo de Desarrollo*.

El *Product Owner* es una única persona, y es la que asume la responsabilidad de determinar cuál es el producto desarrollar, aunque obviamente pueda tener que hacer consultas a otras personas. En cierta forma es una especie de *Product Manager* (interesante comparativa de ambos roles en [6], aunque no tiene estas dotes de mando sobre el resto del equipo).

El *Equipo de Desarrollo* está formado por un grupo de profesionales responsables en último plazo de diseñar e implementar el producto a realizar. Son los que llevan el peso de la realización de todos y cada uno de los sprints (períodos de tiempo con un objetivo) y son los responsables de que el trabajo que realizan se pueda poner en producción.

Finalmente, el *Scrum Master* es el responsable de que el equipo pueda trabajar según las reglas Scrum.

La estructura del Equipo de Desarrollo les permite organizar y gestionar su propio trabajo. Esto rompe el esquema tradicional en el que cada uno de los miembros del equipo recibía por parte de un superior las órdenes concretas que determinaban el desarrollo que debía realizar.

Las características principales que definen a los equipos SCRUM es que son auto organizados, es decir son dirigidos desde el mismo equipo. Esa autoorganización es fundamental dentro del proceso de aprendizaje de los estudiantes, son ellos mismos los que deben guiar su desarrollo del producto. El concepto de "autoorganización" es un concepto que se repite una y otra vez dentro de la asignatura

La aplicación de todos los conceptos se gestiona a través de la parte práctica de la asignatura, que comprende dos horas semanales de forma presencial. Se ha dividido en dos entregas bien diferenciadas, una primera que sirve de "precalentamiento" y una segunda donde con un grupo muy grande de alumnos se pretende emular un proyecto real.

Estas dos prácticas son diferentes en cuanto a enunciados, dirección y número de miembros de los grupos que deben realizarlas.

En la primera práctica la propuesta del trabajo viene de los alumnos (explicada más adelante), los grupos están formados por 5 estudiantes y la gestión del equipo es totalmente autoorganizada.

En la segunda práctica, el enunciado base es el mismo para todos los grupos. El profesional de una empresa colaboradora actúa como *Product Owner* y el número de miembros del equipo es el total de los estudiantes de cada grupo de prácticas (sobre 17-20).

III. OBJETIVOS

Hay una serie de aspectos que se van a potenciar fundamentalmente en la asignatura. Son los siguientes y se comentan en los siguientes apartados:

A. Innovación

Las dos prácticas a entregar suponen tareas de especificación, diseño y desarrollo. Aunque la parte central de la práctica es el diseño, entendemos conveniente que se realice la implementación del producto terminado de tal forma que se puedan validar las tareas de diseño. La *primera práctica* tiene una serie de componentes individuales y otras en equipo. Las propuestas de la práctica a desarrollar son realizadas y presentadas de forma individual por cada uno de los estudiantes. Posteriormente una vez formados los grupos de prácticas (sobre cinco componentes por grupo) los miembros del grupo deberán elegir de las cinco propuestas individuales de cada uno de los miembros cual es la más conveniente a desarrollar, así como deberán realizar una justificación detallada de la elección. El estudiante cuya propuesta es elegida obtiene una calificación mejor que la del resto de compañeros del grupo.

Esto genera la motivación adicional, ya no solo por definir la mejor propuesta del grupo, sino por defenderla adecuadamente frente al resto de propuestas realizadas por los componentes del grupo. Se incide en una disyuntiva interesante en este momento. Un grupo puede elegir como propuesta a desarrollar si así lo desea, la realizada por un estudiante de otro grupo que no la haya elegido como propuesta a desarrollar. Así cada componente deberá defender su propuesta, por un lado, con el objeto de obtener mejor nota, pero por otro lado también deberá valorar que, si no eligen la mejor propuesta de todas las presentadas en el grupo, el proyecto del grupo puede quedar por detrás de la del resto en la presentación final. Esta disyuntiva se explica adecuadamente para que los alumnos valoren adecuadamente la elección a tomar. Durante este curso, el trabajo de los estudiantes motivando el proyecto elegido a desarrollar ha sido bastante justificado y razonable.

B. Trabajo en Equipo

El desarrollo de la práctica permite conocer al equipo en su forma de trabajar. A partir de ese momento se definen tareas, *sprints* (plazos de entrega para cada tarea según terminología SCRUM). Se hace especial hincapié en la descomposición de tareas y en la asignación de cada una de ellas a los diferentes miembros del equipo. El concepto "compromiso con el equipo"

se repite una y otra vez, y se realiza un seguimiento individual del trabajo de cada miembro.

C. Gestión de empresa

La propuesta de colaboración a tres empresas fue la siguiente: Se les pidió que uno de sus empleados actuará como *Product Owner* o *Product Manager* de cada uno de los grupos de prácticas de la asignatura. También se les pidió que actuaran como soporte técnico si fuera necesario, sobre todo en la recomendación de herramientas de desarrollo a utilizar.

Dentro de la propuesta se enumeraba las ventajas que ofrecen esta colaboración. Yo entiendo que son indudables, por un lado, les permite conocer en pleno proceso formativo a estudiantes que en el plazo de poco más de un año van a finalizar sus estudios (TAES es una asignatura del penúltimo curso). Estudiantes a los que podrán ofrecer la realización de prácticas en empresa al año siguiente mientras cursen estudios de cuarto curso. Dentro de un proceso de reclutamiento, cuando hay necesidades de personal bien formado como en la situación actual, es una gran oportunidad ese conocimiento previo de los aspirantes dentro de su entorno de estudio. Por otro lado, a los estudiantes se les permite conocer en primera persona las formas de trabajo que utilizan las empresas de la zona, así como pueden darse a conocer a las mismas de cara a obtener un puesto de trabajo en breve espacio de tiempo. Así, se consigue una toma de contacto interactiva real entre empresa y estudiante a falta de un año para finalizar sus estudios, y puede servir a ambos para un proceso de elección de cara a la realización de las prácticas en empresa.

Como parte negativa, implica a las empresas participantes la necesaria dedicación de una serie de horas “no facturables” que deberán justificar internamente, algo que parece baladí pero que no lo es. También generó en algún alumno ciertas dudas acerca de si al haber empresas implicadas iban a obtener algún beneficio en el desarrollo del proyecto. Dicha preocupación que se eliminó inicialmente al expresar que esto no era más que una práctica que contaba con la colaboración de profesionales de empresas, y que en ningún caso iban a ser propietarias del producto desarrollado.

La asignatura contaba con tres grupos de cerca de 20 alumnos aproximadamente cada uno de ellos, y se contactó con tres empresas bien diferenciadas, una consultora tradicional, una micro multinacional y una nueva empresa tecnológica. La convocatoria fue un éxito ya que las tres respondieron afirmativamente a esa colaboración y no hubo que buscar más. Esto refuerza esa idea de que si se ponen las cosas fáciles y se explican bien los proyectos esa colaboración Empresa-Universidad es posible.

Si que genero ciertas dudas iniciales en los responsables de las empresas sobre la competitividad que se iba a producir entre las mismas, ya que inevitablemente se iban a producir las comparaciones. De hecho, una empresa solicitó gestionar los tres grupos. Entendí que era mejor potenciar esa competitividad no solo entre los estudiantes, sino entre las empresas. Además de abrir el abanico de la participación, se permitía a los alumnos conocer diferentes modelos de trabajo. (ya que los primeros días de curso cada empresa realizó una presentación inicial en el que explicaban su modelo de trabajo)

D. La comunicación

Ha sido uno de los aspectos que más retenciones iniciales concitó en los estudiantes, pero que finalmente valoraron de forma positiva en la evaluación. Uno de los grandes problemas de las prácticas en grupo es precisamente la falta de trabajo en grupo real. En ocasiones los estudiantes se dividen los trabajos, no por tareas, sino por prácticas de asignaturas. Esto hace que esa experiencia en la que tratamos de involucrar al estudiante no consiga los objetivos fijados. Como modulación inicial, la primera práctica seguía un esquema habitual de grupo de cinco personas, en las que como profesor tratamos de hacer un seguimiento del trabajo que realiza cada uno.

En la práctica dos, los problemas se multiplican al ser grupos de veinte estudiantes, que, aunque en todos los casos los grupos realizaban subdivisiones (como en un proyecto real), si que obligaba en cualquier caso a una comunicación exhaustiva, no sólo de información vital de transmisión de datos, sino seguimiento de tareas interconectadas. Salvo algunos estudiantes que ya están incorporados al mundo laboral, para la práctica totalidad ha sido la primera experiencia de trabajo en un grupo tan numeroso. Ha sido interesante y gratificante comprobar las reuniones que cada uno de los subgrupos mantenían, para posteriormente los representantes de cada grupo volvieran a hacerlo para transmitirse información.

E. Liderazgo

Es un aspecto que quizá pase desapercibido por los estudiantes como un valor en su currículum. Es cierto que en los grupos con un liderazgo claro los resultados han sido mejores que en el resto. Ese liderazgo, que generalmente suele ser admitido por el resto del grupo, hace que exista un referente que pueda permitir sobrellevar momentos complicados o desbloquear situaciones difíciles que a veces se producen cuando los intereses de los estudiantes no son exactamente los mismos. Si que fue llamativo, que las muestras de liderazgo llamaron la atención de los colaboradores de la empresa ante otros factores puramente técnicos. Ese liderazgo debe potenciarse en el aula como un aspecto más importante de la formación del estudiante, para así sobrepasar la frase de Daniel Goleman [7] “La inteligencia académica no ofrece la menor preparación para la multitud de dificultades –o de oportunidades– a la que deberemos enfrentarnos a lo largo de nuestra vida”

F. La competitividad

Es un aspecto que ha impregnado en gran forma a todos los participantes de la asignatura. La frase de no importa solamente hacerlo bien, debes hacerlo mejor que los demás, es la única forma de comparar si tu trabajo es bueno o no. Esa competitividad ha llegado a extremos de cierto interés. En una de las sesiones de presentación de los requerimientos del trabajo a realizar se optó por una propuesta genérica sin detalles, y se contó con un experto del tema que hacía de cliente dispuesto a responder ante las dudas de los estudiantes.

En el ejemplo de este año se optó por el desarrollo de un sistema que permitiera a una administración pública potenciar el deporte del “running”. En una de las sesiones se contó con un experto en Running que detalló ventajas e inconvenientes de aplicaciones ya existentes. Tras su presentación, se permitió a

los estudiantes realizar un turno de preguntas, primero con todos los grupos presentes y luego de forma particular para cada grupo. En el primer caso no hubo preguntas, y todos y cada uno de los grupos las realizaron en su turno. Nadie quería dar pistas al resto de grupo cuales iban a ser sus mejoras propuestas.

IV. EVALUACIÓN

Esta evaluación se ha realizado con los responsables de las empresas, así como por un cuestionario realizado a los estudiantes.

A. Valoración de las empresas

Las empresas han mostrado su satisfacción por la experiencia, así como su deseo de continuar el año que viene. El mayor problema que han tenido ha sido la imposibilidad de acudir a algunas sesiones debido a viajes u otros trabajos. Es posible que cuando las empresas españolas detecten que no hay que estar en la universidad sino estar con la universidad en el proceso formativo, esa dedicación sea aun todavía mayor. Su principal queja ha sido la falta de tiempo para desarrollar el proyecto. Quizá esto plantee la necesidad de cambiar el tiempo dedicado a cada uno de los proyectos

B. Valoración de los estudiantes

La mayor preocupación de los estudiantes ha sido el número de horas que han tenido que dedicar al proyecto. Es una queja habitual gestiones como gestiones las tareas. Quizá en este caso se compensaba con el hecho de que no era necesario realizar un examen de teoría. La experiencia empresarial ha sido valorada de forma positiva prácticamente de forma unánime. Hay un deseo notable en los estudiantes en conseguir esa tan ansiada inserción laboral que a pesar de las cifras que se dan, todavía ven muy lejos. Uno de los aspectos más valorados ha sido el del proyecto 2, que les ha obligado a un esfuerzo adicional de comunicación entre ellos, pero que han sabido solucionar notablemente. Por último, muchos de ellos comentan que la obligación de aprender a desarrollar para dispositivos móviles ha sido dura pero altamente satisfactoria.

TABLA I. VALORACIÓN ESTUDIANTES

| | Grupo I | Grupo II | Grupo III | Media |
|---------------------------------|---------|----------|-----------|-------|
| Incorporación exsternos tutores | 7.94 | 8.46 | 8.9 | 8.43 |

Fig. 1. Valoración estudiantes

V. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Al revisar los trabajos realizados por los alumnos uno no puede dejar de tener cierto optimismo ante lo que son capaces de hacer con la motivación y el tiempo suficiente. El concepto de desarrollar una aplicación real, con clientes reales, con jefes

reales, con competencia real, ha conseguido reforzar una serie de conocimientos teóricos que sólo pueden ser asentados desde la práctica. El detalle de la entrevista en la que cada grupo no quería dar a conocer cuáles eran sus preocupaciones al resto de grupos sí que pone de manifiesto que el concepto competitivo ha hecho mella en los estudiantes en esta asignatura.

La existencia de un liderazgo claro en los grupos ha sido un factor importante a la hora de movilizar al equipo como tal. Curiosamente esas figuras de líderes dentro de los equipos han sido uno de los detalles que más han llamado la atención a los profesionales que han colaborado en la asignatura. Es por ello que uno de los componentes más claros de necesidad de formación son conceptos de liderazgo y gestión de equipos, más allá de los conocimientos técnicos que en demasiadas ocasiones nos obsesionamos en impartir.

Los alumnos han conseguido aprender modelos de trabajo y herramientas utilizadas habitualmente en el mundo profesional, así como han tenido la oportunidad de ser actores reales en sesiones de motivación empresarial o como se fijan los plazos de entrega. El objetivo es seguir el año que viene con el mismo modelo educativo, así como realizar un seguimiento de si se ha producido datos de inserción laboral o de relación posterior con las empresas de cierto interés

AGRADECIMIENTOS

Investigación realizada gracias a la financiación de los proyectos: DIIM2.0 (PROMETE0II/2014/001) de la Generalitat Valenciana, TIN2015-65100-R, TIN2015-65136-C2-2-R del Ministerio de Economía y Competitividad y SAM (FP7-611312) de la Unión Europea

REFERENCIAS

- [1] R. Salas La calidad en el desarrollo profesional: avances y desafíos. Educación Médica Superior v.14 n.2 Ciudad de la Habana Mayo-ago. 2000
- [2] F. J. García-Peñalvo and A. M. Seoane-Pardo, "Una revisión actualizada del concepto de eLearning. Décimo Aniversario," *Education in the Knowledge Society*, vol. 16, pp.119-144, 2015.
- [3] Agudo Peregrina and Angel Francisco. De la idea a la empresa Everis Documents 2015
- [4] Kent Beck et al. Agile Manifesto . <http://agilemanifesto.org/>, 2001.
- [5] Jeff Sutherland. Scrum: El nuevo y revolucionario modelo organizativo que cambiara tu vida. Ed Planeta 2015
- [6] Steve resnick et al. Professional Scrum with Team Foundation Server 2010 Ed. Wrox Press 2011
- [7] Daniel Goleman. Liderazgo. El poder de la inteligencia emocional Ed B 2013.
- [8] Ken Schawabber. The Scrum development process OOPSLA '95 Workshop on Business Object Design and Implementation, Austin, 1995.

Análisis de los resultados de un Hackaton orientado al Aprendizaje-Servicio dentro de una empresa

Carlos Guerrero, M. del Mar Leza, Yolanda González, Antoni Jaume-i-Capó

Escuela Politécnica Superior
Universitat de les Illes Balears
Palma, España

{carlos.guerrero; mar.leza; yolanda.gonzalez; antoni.jaume}@uib.es

Resumen—Este artículo incluye los detalles de la experiencia llevada a cabo en la Universitat de les Illes Balears relacionada con la organización de un Hackaton en el que se englobaron aspectos relacionados con la interdisciplinariedad, el Aprendizaje-Servicio, prácticas de alumnos en empresa y aumento de la motivación del alumnado. Además, se presentan los resultados de las encuestas que realizaron los alumnos tras la participación en el citado Hackaton, analizando de esta forma el impacto de la experiencia entre los alumnos del Grado de Ingeniería en Informática.

Palabras clave—Hackaton, Aprendizaje-Servicio, Motivación del alumnado, Prácticas en Empresa

I. INTRODUCCIÓN

Durante el mes de Marzo del 2016, la Escuela Politécnica Superior (EPS) de la Universitat de les Illes Balears, de la que dependen los estudios del Grado de Ingeniería en Informática, organizó un hackaton abierto a todos los estudiantes de dichos estudios. El objetivo del hackaton era desarrollar un sistema, que incluía una aplicación móvil y web, para la detección de especies invasoras en la isla de Mallorca. La aplicación se enfocó como una herramienta de ciencia ciudadana en la que cualquier persona pudiera notificar la presencia de una especie invasora a través de una foto y la localización del lugar donde realizó el avistamiento de la misma. En el caso de Mallorca, es de especial interés controlar durante la primavera del 2016 la proliferación de la especie comúnmente conocida como avispa asiática (*Vespa velutina*) para controlar y evitar su expansión por la isla [1]. El disponer de una herramienta de este tipo era de máxima urgencia, y los plazos disponibles eran mínimos.

Por otro lado, los responsables de los estudios del Grado en Ingeniería en Informática consideran de vital importancia la formación complementaria de los alumnos a través de actividades externas a las propias asignaturas. En particular, creen que es muy importante integrar a sus alumnos en empresas durante los años en los que cursan los estudios. Por eso, apuestan por aquellas oportunidades en las que los estudiantes puedan estar en contacto con las empresas o formar parte de sus equipos de trabajo. Consideran que aparte de ser importante para la formación de los alumnos, también lo es para su motivación, puesto que descubren que los conocimientos y competencias que obtienen en sus estudios son totalmente válidos en el momento en el que se incorporen al mercado laboral.

Por todo ello, se propuso realizar un hackaton de tres días de duración, en el que 15 estudiantes del Grado en Informática se incorporaron a la empresa Habitissimo S.L., ubicada en el

parque tecnológico de Mallorca (ParcBit), junto a un equipo de cinco personas de la empresa. Todos ellos se organizaron en grupos independientes de trabajo que abordaron el desarrollo de los distintos módulos del sistema propuesto.

Cabe destacar que con la puesta en marcha de esta iniciativa se incorporaron ámbitos de trabajo tan diversos como la multidisciplinariedad (a través de la aplicación de las TIC a un problema propio del ámbito de la zoología), el Aprendizaje-Servicio (mediante el enfoque de una actividad de aprendizaje de los estudios de informática hacia la elaboración de un producto útil y directamente transferible a un problema de la sociedad), la incorporación de los alumnos en el mercado laboral (a través de su integración en una empresa durante tres días) y el carácter social, medioambiental y de cooperación de las TIC (mostrando un ejemplo de cómo las TIC pueden usarse para resolver problemas medioambientales). Todo ello con el objetivo de aumentar la motivación de los alumnos y que valoren más positivamente tanto su formación como el trabajo de los ingenieros.

El artículo se divide en cuatro partes. En primer lugar se lleva a cabo un repaso por los artículos que explican experiencias similares y se analizan las diferencias con la aquí presentada (Sección II). Los detalles de la experiencia llevada a cabo se explican en la siguiente sección (Sección III). Posteriormente se describen los detalles de la aplicación desarrollada y de las tecnologías utilizadas (Sección IV). Finalmente se analiza la opinión de los alumnos a través de los resultados de las encuestas que rellenaron tras su participación en el hackaton (Sección V).

II. TRABAJO RELACIONADO

La realización de “fiestas de desarrollo de código” (o hackaton) se ha generalizado muy rápidamente durante los últimos años y están presentes en diversos ámbitos. En cualquier caso, el número de estudios que analizan sus beneficios entre los estudiantes universitarios es muy reducido.

Fowler *et al.* [2, 3] estudian el potencial de estas actividades en ámbitos relacionados con la investigación y la docencia. Pero el estudio no está centrado en el ámbito de los estudiantes universitarios. Musil *et al.* [4] estudian como un hackaton puede ser utilizado para enseñar técnicas de prototipo, y llegan a la conclusión de que son una experiencia adecuada para este fin. En cualquier caso, en ninguno de estos estudios se han incorporado elementos de Aprendizaje-Servicio ni de aproximación al entorno empresarial involucrando a expertos provenientes de empresas.

Sin embargo, Hecht *et al.* [5] han llevado a cabo una experiencia en la que han involucrado estudiantes, profesionales y expertos de una temática particular para llevar a cabo un hackaton en el que se propusieron soluciones a problemas reales de la infraestructura de una ciudad. En cualquier caso, dentro de esta experiencia no se llevaron a cabo el desarrollo de las soluciones, no estaba limitada al ámbito de las TIC y de la informática, los estudiantes provenían del ámbito de secundaria y no se hizo un análisis de las ventajas que suponían para los estudiantes participar en este tipo de actividades.

Linnell *et al.* [6] describen la experiencia de llevar a cabo un hackaton con un objetivo social dedicado a mejorar las condiciones de vida de las personas sin techo a través del uso de las TIC. En ella participaron estudiantes universitarios. Sin embargo, no cubre el hecho de involucrar a empresas en la realización del hackaton y el análisis de la experiencia se centra más en valorar la utilidad y el impacto social que pueden tener las tecnologías y las ingenierías. Al contrario del análisis que nosotros hemos realizado, que se enfoca más en el aprendizaje que llevan a cabo los estudiantes al participar en un hackaton de este tipo.

También cabe destacar el trabajo de Mtsweni *et al.* [7] en el que estudian el uso de hackatones como actividades para mantener el interés por el campo de la informática y llevan a cabo el análisis de un caso práctico. Dicho trabajo se centra únicamente en la parte de motivación del alumnado.

Si nos centramos en los aspectos relacionados con el Aprendizaje-Servicio, encontramos un gran número de experiencias en las que se ha puesto en marcha este tipo de iniciativas en los estudios de Ingeniería de Informática, pero en ninguno de ellos se han involucrado conjuntamente la participación de las empresas. Sanderson *et al.* [8] y Linos *et al.* [9] presentan un ejemplo de Aprendizaje-Servicio dentro del ámbito de una asignatura de Ingeniería del Software en los estudios de Ingeniería de Informática. Tan *et al.* [10] explican la experiencia de llevar a cabo una iniciativa de este tipo con clientes reales, pero siempre dentro del ámbito universitario y con un profesor que hace a la vez de tutor. Por el contrario, Books [11] ya pone de manifiesto la necesidad y los beneficios de incorporar participantes externos, como es una empresa, para que los resultados de las actividades de Aprendizaje-Servicio tengan una mayor continuidad en el tiempo.

Por todo ello, se puede considerar que el estudio que se presenta aquí es una importante contribución en relación al análisis de los resultados de aprendizaje de los alumnos que participan en un hackaton que se lleva a cabo dentro de una empresa y para cubrir una problemática medioambiental a través del Aprendizaje-Servicio.

III. ORGANIZACIÓN DEL HACKATON

Un hackaton es una actividad que se lleva a cabo durante un tiempo limitado en un lugar específico y cuyo objetivo es desarrollar un software o producto con una serie de requisitos. Dicha actividad se puede organizar como una competición en la que cada grupo de personas desarrolla una solución independiente y finalmente se valora la mejor de las soluciones, o de forma colaborativa, en la que cada uno de los grupos

participantes lleva a cabo un módulo diferente del sistema. En el caso en que nos ocupa se enfocó como una experiencia colaborativa para aprovechar al máximo el trabajo de todos los participantes. De esta forma, se organizaron cuatro grupos de trabajo, a los que se les asignó el desarrollo de una de las partes del sistema. Cada uno de estos grupos estaba formado por un profesional perteneciente a la empresa Habitissimo S.L. y tres/cuatro estudiantes. La persona de la empresa tenía el rol de jefe de equipo, y los estudiantes eran los integrantes del equipo de trabajo. Una quinta persona de la empresa era el encargado de la gestión y coordinación de las tareas. Dicha persona era la que asumía el rol de jefe de proyecto.

La actividad se llevó a cabo durante los días 10, 11 y 12 de Marzo de 2016. El jueves y viernes durante el horario habitual de la empresa (de 9.00 a 18.00h) y la jornada del sábado de las 9.00h a las 14.00h. El lugar donde se realizó fueron las propias oficinas de la empresa, dado que se consideró que era lo más positivo de cara a que los alumnos conocieran el funcionamiento de la empresa y se sintieran más integrados.

Los alumnos que podían participar eran estudiantes de segundo curso o superiores del Grado de Ingeniería en Informática. El número de plazas disponibles eran 15. Finalmente hubo un total de 20 solicitudes. El número de solicitudes no fue muy alto, teniendo en cuenta que el número de alumnos que cumplían los requisitos eran 310. Suponemos que el bajo número de solicitudes se debe a que la actividad se desarrolló durante horario laboral y que durante esos días las clases tampoco se interrumpieron, por lo que les era imposible participar tanto a los estudiantes que realizan prácticas en empresa (un alto porcentaje de los alumnos de los cursos superiores) como aquellos que tuvieran algún tipo de actividad propia de los estudios.

Para seleccionar los 15 candidatos se aplicaron criterios relacionados con sus calificaciones y experiencia en el desarrollo de proyectos adicionales a los llevados a cabo dentro de los propios estudios. De esta forma, finalmente se seleccionaron siete alumnos de cuarto curso, cuatro de tercero y cuatro de segundo. A la hora de formar los grupos de trabajo se intentó equilibrar el número de alumnos de cada curso que formaban cada grupo.

Durante la primera hora y media del primer día, se llevó a cabo el proceso de toma de requisitos. Uno de los especialistas en zoología que necesitaban disponer de esta aplicación explicó las necesidades que tenían y el tipo de información que necesitarían de cada uno de los avistamientos de especies invasoras. Tras este proceso, en el que participaron los 15 alumnos y los 5 empleados, se planificó el trabajo entre todos de forma conjunta durante una hora más. El resto de la mañana (dos horas y media más) cada uno de los grupos de trabajo llevó a cabo su planificación particular y tomaron ciertas decisiones sobre las herramientas, tecnologías y orientación que iban a dar. El resto del tiempo ya se dedicó al desarrollo del sistema con reuniones puntuales de corta duración entre miembros de distintos grupos o de los propios grupos. Finalmente, la última hora del sábado se dedicó para que los alumnos participantes presentaran los resultados obtenidos a los expertos en zoología y a los responsables de los estudios de informática.

IV. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Los requisitos generales de la aplicación eran desarrollar un sistema basado en ciencia ciudadana mediante el cual cualquier persona pudiera notificar la localización y características de un avistamiento de una especie invasora, en particular de la especie de avispa asiática o *Vespa velutina*. Para ello, era necesario disponer de diversos medios de notificación para facilitar el uso del sistema al mayor número de usuarios posibles. De esta forma se consideró que sería adecuado disponer tanto de un sistema web como de una aplicación móvil desde los que poder notificar dichos avistamientos.

También se consideró útil integrar alguna de las herramientas sociales existentes de forma que se pudieran utilizar sus distintas aplicaciones cliente (bien por móvil o bien desde web) para notificar de los avistamientos de especies. Tras el análisis de las APIs, y el considerando el corto periodo de tiempo, se decidió focalizar los trabajos de integración en los sistemas de Twitter [12] y de Telegram [13].

Toda la información referente a los avistamientos debería ser gestionada y almacenada de forma centralizada en un repositorio de información que persistiera la información en una base de datos. Sobre este sistema centralizado se tendrían que integrar tanto la aplicación web y la móvil de avistamientos, como los robots (o bots) para Twitter y Telegram. Por tanto sería necesario desarrollar un núcleo de persistencia del sistema y su respectiva API en forma de servicios web para integrarse con los cuatro sistemas de notificación.

Finalmente, sería necesario una panel de control o *backend* en el que los expertos en zoología pudieran consultar y administrar los distintos avistamientos o notificaciones registradas por los ciudadanos. De esta forma, ellos serían los encargados de confirmar o descartar los posibles positivos o negativos de avistamientos de dicha especie.

La Fig. 1 ofrece un esquema general de todo el sistema con cada uno de los elementos que se han comentado anteriormente. Se pueden ver que existen cinco grandes áreas diferenciadas que podríamos resumir en: aplicación móvil; sistema de web pública; núcleo de persistencia y servicios web; panel de expertos para la administración (*backend*); robots para la integración con otros sistemas sociales.

El número de grupos de trabajo que se disponía en el hackaton era de únicamente cuatro, por lo que uno de ellos se debería de encargar de dos de los módulos del sistema. Se decidió que el módulo del núcleo de persistencia y servicios web se desarrollara por el mismo grupo que llevaría a cabo el panel de administración. Esta unión fue totalmente natural ya que las herramientas que se utilizaron para el desarrollo de esta parte (Django) facilitan el desarrollo de paneles de administración de forma muy sencilla y rápida [14].

Otra decisión importante que se tuvo que tomar era la relacionada con la aplicación móvil. La limitación del tiempo disponible hacía inviable desarrollar soluciones para cada una de las plataformas existentes. Por lo tanto se escogió desarrollar para aquella que aparece mayoritariamente en el mercado de móviles en España, que son sistemas basados en Android [15]. El resto de dispositivos móviles quedarían cubiertos mediante el uso de

la web o de las herramientas sociales con las que se llevaron a cabo integraciones (Twitter y Telegram).

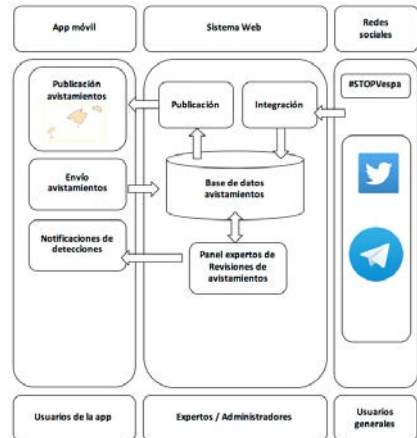


Fig. 1. Arquitectura del sistema

A parte de las tecnologías ya comentadas (Django junto a Python, Android, y APIs de integración de Twitter y Telegram) es importante comentar que se utilizó Git como herramienta de versionado de código, en particular se utilizó GitHub [16], y que la metodología empleada para el desarrollo era de tipo ágil, en particular se utilizó SCRUM [17]. Muchos de los alumnos tenían algunos conocimientos de dichas tecnologías y metodologías, pero no todos ellos. Por ejemplo, cabe citar que había alumnos de segundo que aún no habían superado ni siquiera asignaturas relacionadas con contenidos de bases de datos. A pesar de ello, su integración en el desarrollo y su rendimiento fue muy bueno. En todo momento los empleados y líderes de cada uno de los grupos de desarrollo llevaron a cabo tareas de formación que ayudaron mucho a los alumnos.

V. ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA

El análisis de la experiencia se va a enfocar desde el punto de vista de los alumnos, de la empresa y de los estudios. Además se analizará el resultado técnico obtenido y la continuidad del sistema desarrollado.

A. Experiencia de los alumnos

Para analizar la experiencia desde el punto de vista de los alumnos, se les pidió rellenar unas encuestas una semana después de haber participado en la actividad. De los 15 alumnos que participaron, la encuesta fue contestada por 12 de ellos. El objetivo de la encuesta era saber la percepción que tenían de la actividad.

Para ello, en un primer grupo de preguntas se les hizo reflexionar sobre sus capacidades y preferencias (Tabla I) y cómo el hecho de participar en el hackaton había cambiado su percepción. Para cada una de esas preguntas, podrían escoger más de una de las siguientes respuestas: (a) Participar en el hackaton me ha ayudado a darme cuenta que mi capacidad es mayor a la que pensaba/me gusta más de lo que pensaba; (b) Participar en el hackaton me ha ayudado a darme cuenta que mi capacidad es menor a la que pensaba/me gusta menos de lo que pensaba; (c) Participar en el hackaton ha mejorado mi capacidad en dicho aspecto/ha hecho que me guste más; (d) Participar en el hackaton no ha supuesto una ayuda significativa en relación a dicho aspecto.

En un segundo grupo de preguntas, se les preguntó sobre su opinión de algunos aspectos (Tabla II). En este grupo de preguntas, las respuestas posibles eran excluyentes y podrían escoger una de las siguientes: (a) Participar en el hackaton ha hecho que mejore mi opinión; (b) Participar en el hackaton ha hecho que mi opinión empeore.

Antes de llevar a cabo el cuestionario, este fue validado mediante juicio de expertos por tres profesores de los mismos estudios que no habían participado en la actividad [18].

Tabla I. PRIMER BLOQUE DE PREGUNTAS DE LA ENCUESTA

| Número | Texto pregunta |
|--------|---|
| P1.1 | Detectar errores de sintaxis en el código sin un gran esfuerzo |
| P1.2 | Entender y modificar código generado por otras personas |
| P1.3 | Entender código sin necesidad de "traducirlo" al lenguaje natural |
| P1.4 | Depurar programas sin un esfuerzo excesivo |
| P1.5 | Utilizar herramientas de versionado de código de forma natural |
| P1.6 | Desarrollar programas que solucionan problemas reales |
| P1.7 | Programar me atrae y me gusta |
| P1.8 | Programar mejora mi estado de ánimo y me hace sentir más realizado |
| P1.9 | Desarrollar aplicaciones en un intervalo de tiempo muy limitado |
| P1.10 | Capacidad para desarrollar aplicaciones novedosas y de gran impacto |

En la Tabla III podemos ver los resultados de cada una de las preguntas, indicando el número total de alumnos que han seleccionado una de esas respuesta y el porcentaje sobre el total de alumnos (n=12).

Observando los datos obtenidos de las encuestas vemos que de forma general en el primer bloque de preguntas predominan los alumnos que han respondido la opción C. Esto indica que los alumnos consideran que el hecho de participar en el hackaton les supuso una mejora de sus capacidades o les ha fomentado y aumentado la motivación hacia las tareas de programación y el mundo de la informática.

Tabla II. SEGUNDO BLOQUE DE PREGUNTAS DE LA ENCUESTA

| Número | Texto pregunta |
|--------|---|
| P2.1 | Compartir mi código y mis aplicaciones con otros profesionales es beneficioso. |
| P2.2 | Trabajar en grupo y coordinadamente proporciona un resultado final mejor que la suma de las individualidades. |
| P2.3 | Participar en proyectos de software libre es bueno para mi experiencia. |
| P2.4 | Participar en proyectos de software libre es bueno para mi currículum. |

Tabla III. RESULTADOS DE LA ENCUESTA

| Número | Respuestas | | | |
|--------|------------|----------|------------|-----------|
| | (a) | (b) | (c) | (d) |
| P1.1 | 0 (0%) | 1 (8,3%) | 8 (66,7%) | 4 (33,3%) |
| P1.2 | 0 (0%) | 1 (8,3%) | 8 (66,7%) | 3 (25%) |
| P1.3 | 2 (16,7%) | 0 (0%) | 6 (50%) | 4 (33%) |
| P1.4 | 1 (8,3%) | 1 (8,3%) | 8 (66,7%) | 3 (25%) |
| P1.5 | 2 (16,7%) | 3 (25%) | 10 (83,4%) | 0 (0%) |
| P1.6 | 1 (8,3%) | 0 (0%) | 11 (91,7%) | 0 (0%) |
| P1.7 | 1 (8,3%) | 0 (0%) | 10 (83,4%) | 2 (16,7%) |
| P1.8 | 3 (25%) | 0 (0%) | 9 (75%) | 1 (8,3%) |
| P1.9 | 1 (8,3%) | 3 (25%) | 7 (58,3%) | 3 (25%) |
| P1.10 | 0 (0%) | 0 (0%) | 6 (50%) | 6 (50%) |
| P2.1 | 12 (100%) | 0 (0%) | - | - |
| P2.2 | 11 (91,7%) | 1 (8,3%) | - | - |
| P2.3 | 12 (100%) | 0 (0%) | - | - |
| P2.4 | 11 (91,7%) | 1 (8,3%) | - | - |

En cualquier caso, no se percibe una opinión unánime, aunque sí mayoritaria, de que el hecho de participar en el hackaton haya mejorado sus capacidades de lectura de código (P1.3), desarrollo en cortos periodos de tiempo (P1.9) e innovación (P1.10). Por el contrario, si que existe unanimidad a la hora de considerar que el hackaton ha mejorado los conocimientos sobre aspectos relacionados con las herramientas de versionado de código (P1.5), desarrollo de programas aplicados al mundo real (P1.6) y el aumento de la pasión y la motivación por la informática (P1.7).

El número de alumnos que han escogido alguna de las opciones correspondiente a las respuestas A o B en este primer bloque de preguntas (P1) es muy bajo. Esto nos indica que el participar en el hackaton no les ha cambiado la percepción que tenían sobre ellos mismos ni sobre sus capacidades. Dicho de otra forma, el hackaton no les ha ayudado a conocerse mejor a sí mismos.

Respecto al segundo bloque de preguntas, existe casi una visión generalizada y unánime en relación a que todos los alumnos han mejorado su opinión favorable sobre aspectos relacionados con el código abierto, compartir código, trabajar en grupo y participar en grandes proyectos de forma desinteresada ya que el número de respuestas de la opción A es del 100% en prácticamente todas las cuestiones de dicho bloque (P2).

A parte de estas evaluaciones cuantitativas, se pudieron realizar unas valoraciones más cualitativas de la opinión de los alumnos de forma directa dialogando con ellos durante y posteriormente a la actividad. Todos ellos acabaron encantados con la experiencia y muy motivados. Esto se ve reflejado en dos hechos: en primer lugar, en la jornada del viernes, que teóricamente debía de acabar a las 18.00h, la alargaron de forma voluntaria 10 alumnos y todos los empleados hasta la 1.00h de la madrugada, y en segundo lugar, porque una vez acabada el hackaton, todo el código quedó disponible en un repositorio público y pequeños grupos de alumnos continuaron desarrollando parte de los apartados que no se completaron durante las jornadas del hackaton.

Con todo ello, podemos concluir que la organización de un hackaton dentro de un entorno laboral, en el que se entremezclan alumnos con profesionales de la empresa son actividades que motivan de una gran manera a los alumnos y que sirven para mejorar algunas de las capacidades que se busca en un ingeniero en informática.

B. Experiencia de la empresa

Los resultados de la experiencia desde el punto de vista de la empresa se valoraron de forma cualitativa a través de conversaciones durante y posteriormente a la actividad. De forma general se puede afirmar que para todos los profesionales fue una experiencia extraordinaria y de la que acabaron muy satisfechos.

Hay que remarcar que la empresa participó en esta actividad de forma totalmente desinteresada y que no suponía ningún beneficio directo en su negocio. Siempre mostraron una gran predisposición a colaborar con la EPS y con los estudiantes.

En cualquier caso, la empresa ha tenido ciertas oportunidades importantes. Este tipo de actividad es una forma de captar talento entre los alumnos que aun cursan los estudios. Les permite estar en contacto con alumnos durante un periodo de tiempo más largo que una entrevista de trabajo y les permite evaluar con más precisión sus capacidades y conocimientos. De hecho, una vez finalizada la experiencia, la empresa ofreció dos puestos de prácticas en empresa a los alumnos que participaron y fueron cubiertos por dos de los participantes.

Por último, comentar que la participación del profesorado de la universidad se ha centrado en la organización anterior a los días del hackaton y a estar presente durante las jornadas para poder evaluar la actividad y tener información directa de su evolución. La implicación de la empresa ha sido total y los trabajadores han organizado de forma autónoma el trabajo y la evolución de los tres días. De cara a repetir esta experiencia es importante tener en cuenta que si no se cuenta con una implicación tan grande por parte de los profesionales de la empresa, es imprescindible que toda la gestión y coordinación de la actividad durante los días de realización sea llevada a cabo por un profesor de los estudios.

C. Resultados y continuidad de la herramienta

Obviamente, y como cabía esperar, el sistema no se desarrolló por completo durante las tres jornadas del hackaton. En cualquier caso, el grado de desarrollo conseguido en cada una

de las partes fue muy elevado. En particular podríamos cuantificarlo de la siguiente forma: módulo de aplicación móvil 40%; módulo de núcleo y servicios web 70%; módulo de aplicación web 70%; módulo de panel de expertos 50%; módulo de robots para integraciones con herramientas sociales 95%. Todo el código desarrollado durante las jornadas del hackaton se publicó en GitHub bajo licencia GPLv3 (<https://github.com/habitissimo>, repositorios vesapp).

Para poder disponer de una aplicación totalmente funcional, quedaba pendiente completar cada uno de los módulos. Dada la gran repercusión que tuvo la actividad, la Cátedra Santander de Innovación y Transferencia del Conocimiento de la Universitat de les Illes Balears decidió sacar tres becas de dos meses de duración para tres de los alumnos que participaron en la actividad. De esta forma, durante los meses de abril y mayo estos tres alumnos estuvieron finalizando el desarrollo de todo el sistema. Los resultados obtenidos son consultables en la web del proyecto (<http://vesapp.uib.es>).

Gracias a la colaboración de la empresa Habitissimo S.L. y de los fondos obtenidos de la Cátedra Santander-UIB se ha podido llevar a cabo un ejemplo de actividad enfocada al Aprendizaje-Servicio [19], ya que los alumnos han aprendido y puesto en práctica sus conocimientos al mismo tiempo que han desarrollado una aplicación y un sistema que soluciona un problema medioambiental.

D. Experiencia desde el punto de vista del plan docente

Desde un punto de vista docente, el tipo de experiencia planteada no viene a sustituir las prácticas en empresas como tradicionalmente se conocen. Las competencias, conocimientos y habilidades que se adquieren o se ponen en práctica en uno y otro caso son totalmente distintas.

Podríamos decir que en unas prácticas de empresa tradicionales se trabajan competencias relacionadas con análisis, síntesis, organización, planificación, toma de decisiones y adquisición de conocimientos de forma autónoma. Por el contrario, las competencias más potenciadas durante la experiencia del hackaton, hacen mayor hincapié en aspectos como el trabajo en grupo, coordinación de equipos, desarrollo ágil, transversalidad y trabajo en equipos multidisciplinares.

Es igualmente remarcable el hecho de que la forma en que se ha desarrollado la actividad fomenta competencias transversales relacionadas con los valores sociales, éticos y medioambientales. Este tipo de competencias suelen ser trabajadas de una forma más superficial, tanto en las asignaturas de los estudios como en las prácticas de empresa. Es importante trasladar una visión más social de las ingenierías ya que de esta forma se puede atraer a alumnos más interesados en aspectos sociales y de compromiso con la sociedad.

VI. CONCLUSIONES

En este artículo se ha presentado la experiencia de un hackaton con objetivo medioambiental, organizado en un entorno empresarial y donde han participado alumnos del Grado de Ingeniería en Informática del curso 2015. Dentro de esta actividad se enlazan aspectos como la interdisciplinariedad al solucionar problemas del campo de la zoología a través del uso

de las TIC, el Aprendizaje-Servicio mediante el enfoque de las tareas prácticas de aprendizaje de los alumnos al desarrollar aplicaciones con transferencia directa a una problemática de la sociedad, y el acercamiento de los estudiantes al sector empresarial a través de la integración en sus equipos de trabajo durante tres días.

Los resultados han sido muy positivos tanto desde el punto de vista de la empresa como de los alumnos. Por un lado, a la empresa le ha supuesto la oportunidad de aplicar nuevos métodos para captar talento entre los estudiantes universitarios, disponiendo de mucha más información de cada uno de los alumnos que pueden ser candidatos a cada parte de su plantilla. Por otro lado, los alumnos han mostrado un incremento de su motivación hacia la programación y la informática en general. Igualmente, han afirmado que la actividad ha servido para mejorar sus capacidades en diversos aspectos relacionados con la programación. Finalmente, se ha puesto en práctica la incorporación de actividades de Aprendizaje-Servicio en los estudios de Ingeniería en Informática.

AGRADECIMIENTOS

Esta experiencia se ha podido realizar gracias a la colaboración de Habitissimo S.L. Igualmente se ha podido completar el desarrollo del sistema gracias a la financiación obtenida a través de la Cátedra Santander-UIB.

REFERENCIAS

- [1] Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. "Estrategia para el control, gestión y posible erradicación del Avispón asiático o Avispa negra (*Vespa velutina* ssp. *nigrithorax*) en España". (http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/publicaciones/estrategia_vespavelutina_tcm7-380503.pdf)
- [2] Fowler, Allan, et al. "The global game jam for teaching and learning." Proceedings of the 4th Annual Conference on Computing and Information Technology Research and Education New Zealand. 2013.
- [3] A. Arya, J. Chastine, J. Preston, and A. Fowler. "An international study on learning and process choices in the global game jam". International Journal of Game-Based Learning (IJGBL), 3(4):27-46, 2013.
- [4] J. Musil, A. Schweda, D. Winkler and S. Biffl. "Synthesized essence: what game jams teach about prototyping of new software products," 2010 ACM/IEEE 32nd International Conference on Software Engineering, Cape Town, 2010, pp. 183-186.
- [5] B. A. Hecht et al., "The KumbhThon technical hackathon for Nashik: A model for STEM education and social entrepreneurship," Integrated STEM Education Conference (ISEC), 2014 IEEE, Princeton, NJ, 2014, pp. 1-5.
- [6] N. Linnell, S. Figueira, N. Chintala, L. Falzarano and V. Ciancio, "Hack for the homeless: A humanitarian technology hackathon," Global Humanitarian Technology Conference (GHTC), 2014 IEEE, San Jose, CA, 2014, pp. 577-584.
- [7] J. Mitsuani, H. Abdullah. "Stimulating and maintaining students' interest in Computer Science using the hackathon model". The Independent Journal of Teaching and Learning, 10(1):85-97, 2015.
- [8] Pete Sanderson and Ken Vollmar. "A primer for applying service learning in computer science." In Proceedings of the thirty-first SIGCSE technical symposium on Computer science education (SIGCSE '00), Susan Haller (Ed.), ACM, New York, NY, USA, 222-226. 2000.
- [9] Panagiotis K. Linos, Stephanie Herman, and Julie Lally. "A service-learning program for computer science and software engineering". In Proceedings of the 8th annual conference on Innovation and technology in computer science education (ITCSE '03), David Finkel (Ed.), ACM, New York, NY, USA, 30-34. 2003.
- [10] Joo Tan and John Phillips. "Incorporating service learning into computer science courses". J. Comput. Sci. Coll. 20-4, 57-62. 2005.
- [11] Christopher H. Brooks. "Community connections: lessons learned developing and maintaining a computer science service-learning program". In Proceedings of the 39th SIGCSE technical symposium on Computer science education (SIGCSE '08), ACM, New York, NY, USA, 352-356. 2008.
- [12] Okazaki, Makoto, and Yutaka Matsuo. "Semantic twitter: analyzing tweets for real-time event notification." *Recent Trends and Developments in Social Software*. Springer Berlin Heidelberg, 2010. 63-74.
- [13] Jansen Simanullang. "Using Telegram Messenger as Push Notification and Bot Application". (<https://www.linkedin.com/pulse/using-telegram-messenger-push-notification-bot-jansen-simanullang>)
- [14] Holovaty, Adrian, and Jacob Kaplan-Moss. "The Django Administration Site." The Definitive Guide to Django. Apress, 2008. 83-94.
- [15] Bermúdez Moreno, Yelson Miguél, and Juan Guillermo López Hincapié. "Análisis comparativo entre sistemas operativos de dispositivos móviles Android, Iphone y BlackBerry." (2011).
- [16] Dabbish, Laura, et al. "Social coding in GitHub: transparency and collaboration in an open software repository." Proceedings of the ACM 2012 conference on Computer Supported Cooperative Work. ACM, 2012.
- [17] Schwaber, K., and Mike Beedle. "gilé Software Development with Serum." (2002).
- [18] Arribas, Martín. "Diseño y validación de cuestionarios." *Matronas profesión* 5.17 (2004): 23-29.
- [19] Martínez, Miquel. "Aprendizaje servicio y responsabilidad social de las universidades". Barcelona: Octaedro, 2008.

Experiencias Prácticas II

Ensino e aprendizagem de conteúdos de Métodos Numéricos com recurso à tecnologia: comparação da utilização de dois recursos tecnológicos

Jorge Mendonça*, Gabriela Gonçalves*, Teresa Ferro*, Marta Ferreira*

(*) Instituto Superior de Engenharia do Porto:

Departamento de Matemática

Porto, Portugal

jpm@isep.ipp.pt

Resumo — Neste trabalho comparamos a metodologia com recurso ao software Excel usada no ano letivo 2014_15 com a metodologia com recurso ao Java no ano letivo 2013_14. Estas foram adotadas para lecionar conteúdos da unidade curricular de Métodos Numéricos (METNU) da Licenciatura de Engenharia de Sistemas do Instituto Superior de Engenharia do Porto. Em termos de resultados o software Excel surge como uma boa alternativa ao Java.

Palavras chave— Métodos numéricos; Excel; Recursos tecnológicos; Ensino da Matemática

I. INTRODUÇÃO

Nos últimos 30 anos o ensino superior tem estado sujeito a mudanças sem precedentes, como mostram diferentes trabalhos da UNESCO [1] e da OCDE (programa IMHE). A imagem da universidade, apenas preocupada com a produção de conhecimento, evoluiu. Esta mudança de referencial incide particularmente sobre as relações entre estudantes, saber, tempos, espaços educativos e sobre a importância do grupo na aprendizagem. Alunos e professores beneficiam de novas oportunidades que visam o desenvolvimento de pedagogias. Um viveiro de conhecimento é facilmente acessível e os métodos tradicionais são postos em causa pela possibilidade de exercer a criatividade utilizando ambientes numéricos que permitem aplicações práticas de forma ilimitada.

O ensino e aprendizagem em engenharia necessitam de atender às exigências profissionais que as mudanças no mercado de trabalho exigem. O engenheiro atual necessita de ser autónomo, ter capacidade crítica e de decisão, dominar as ferramentas tecnológicas, a língua inglesa e ter uma visão sistematizada que lhe permita desenvolver o planeamento estratégico da empresa [2]. Neste contexto, a utilização da folha de cálculo MS Excel, de uso corrente a nível empresarial, justifica o interesse da sua aplicação ao nível pedagógico.

A unidade curricular (U.C.) de Métodos Numéricos (METNU) é uma disciplina base dos cursos de engenharia. Como docentes desta unidade curricular, cuja metodologia envolve a realização de tarefas que se adaptam à utilização da folha de cálculo MS Excel e sendo esta de utilização pouco frequente no ensino superior justifica-se um trabalho de investigação nesta temática.

O presente trabalho efetua uma comparação da metodologia usada no ano letivo 2014_15 com o de 2013_14 na U.C. de METNU do 1º ano, 2º semestre do curso de Engenharia de Sistemas do Instituto Superior de Engenharia do Porto. Mais concretamente comparam-se utilizações de duas diferentes ferramentas computacionais, com o objetivo de concluir qual das metodologias oferece um melhor desempenho por parte dos alunos.

II. MARCO TEÓRICO

A. Importância dos métodos numéricos

As técnicas desenvolvidas pelos alunos nos métodos numéricos são muito antigas e eram implementadas com dificuldade devido à falta de recursos computacionais. O que não acontece atualmente com a capacidade e rapidez dos computadores. A implementação de vários modelos numéricos também se modernizou tornando mais simples os algoritmos [3].

É de salientar que a utilização de ferramentas computacionais constitui um meio para apoiar a aprendizagem dos alunos e permite criar situações estimulantes da mesma [4].

Os métodos numéricos correspondem a um conjunto de ferramentas ou métodos usados para se obter a solução de problemas matemáticos de forma aproximada. Esses métodos aplicam-se a problemas que não apresentam uma solução exata, por isso, têm de ser resolvidos numericamente. A ocorrência deste tipo de problemas é frequente nas áreas de engenharia.

O engenheiro tem de decidir entre a utilização ou não de um método numérico (vantagens e limitações), colocando-se a questão da existência de um que lhe permita resolver o problema. A solução obtida terá de ser avaliada qualitativamente, pressupondo que o engenheiro tenha conhecimento adequado do método utilizado.

Neste trabalho pretendemos mostrar que a prática pessoal de aprendizagem dos métodos numéricos vai permitir ao aluno a resolução de problemas que farão parte no futuro do seu quotidiano profissional.

B. Microsoft Excel na engenharia

Em Portugal, desde 2006 temos assistido a uma renovação pedagógica sustentada pelo processo de Bolonha, encorajando os estabelecimentos de ensino a assegurarem que os conhecimentos adquiridos correspondam às necessidades da sociedade.

Não é de hoje que ouvimos falar do MS Excel. Esta ferramenta foi lançada em 1985, com o objetivo de concorrer com o software Lotus 1-2-3. O MS Excel passou a liderar o mercado das folhas de cálculo pouco tempo após o seu lançamento, permanecendo até hoje como um dos produtos preferencialmente utilizados.

Atualmente, este software é utilizado por diversos setores, desde as áreas administrativas até às diferentes engenharias.

Segundo [5], as folhas de cálculo MS Excel com o apoio da linguagem VBA (Visual Basic for Applications) mostram-se didáticas no ensino e úteis nas aplicações não só para o estudante de engenharia como também para o engenheiro. Esta investigação revelou que os fóruns sobre Excel-VBA trouxeram outra dimensão na aquisição, organização e manipulação de dados para projetos de engenharia, juntamente com o entusiasmo e dinamismo dos estudantes.

O trabalho realizado por [6] mostra a importância tanto para professores como para os alunos da folha de cálculo MS Excel na implementação dos métodos numéricos nomeadamente na utilização da regra de Simpson, dos trapézios e interpolação de Lagrange.

A criação de programas (sub-rotinas e programas Função) com uso da linguagem VBA é salientado por [7] no uso da folha de cálculo MS Excel. Consideram que esta é uma ferramenta excelente no estudo de métodos numéricos, que permite construir exemplos elucidativos e produzir resultados gráficos. Os autores de [7] salientam ainda que a função SOLVER é uma ferramenta eficaz na substituição de métodos tradicionais utilizados em diversos problemas de engenharia.

III. METODOLOGIA

Neste estudo avaliou-se o desempenho dos alunos da U.C. de METNU nos anos letivos de 2013_14 e 2014_15.

Os alunos realizaram quatro trabalhos de grupo com utilização da folha de cálculo MS Excel no ano letivo 2014_15 e no ano letivo 2013_14 com utilização de ferramentas da linguagem de programação Java (os alunos tinham conhecimento prévio dos algoritmos a aplicar) relativos aos conteúdos de:

- Teoria de Erros (trabalho de grupo um, TG1)
- Equações não lineares com aplicação do método gráfico para separação de raízes e método das bisseções sucessivas para a sua determinação (TG2)
- Interpolação polinomial (TG3)
- Derivação e Integração Numérica (TG4)

Nos dois anos letivos frequentaram U.C. cerca de 60 alunos em cada ano. Em cada ano letivo os alunos foram distribuídos por quatro turmas de 15 alunos onde formaram grupos com um máximo de três alunos.

Os conteúdos referidos foram lecionados durante 11 semanas distribuídos por uma aula teórica de uma hora e duas aulas práticas-laboratoriais de 2 horas cada.

Na primeira aula prática-laboratorial da semana os alunos tinham a oportunidade de resolver exercícios e problemas para a consolidação dos conceitos utilizando papel e lápis. Na segunda aula prática-laboratorial da semana os alunos resolviam os mesmos exercícios e problemas propostos na aula anterior recorrendo às ferramentas da linguagem Java (ano letivo 2013_14) e à folha de cálculo MS Excel (2014_15).

A. Critérios de avaliação dos trabalhos de grupo

Depois de realizados os trabalhos de grupo passou-se à análise dos resultados obtidos pelos alunos. Foram adotados os seguintes critérios para a avaliação dos trabalhos de grupo e das avaliações individuais:

Teoria de Erros

- Identificar e calcular os erros absoluto e relativo.
- Identificar e calcular os erros máximo absoluto e relativo.
- Calcular o majorante do erro de uma função.
- Aplicar corretamente as regras de arredondamento e algarismos significativos corretos.

Método das Bisseções sucessivas

- Localizar graficamente as raízes reais de uma equação não linear de coeficientes reais.
- Verificar as condições de aplicabilidade do método das bisseções sucessivas.
- Aplicar o método das bisseções sucessivas.

Interpolação polinomial

- Aplicar o método de Newton das diferenças divididas.
- Construir o polinómio interpolador adequado à aproximação pedida
- Determinar o majorante do erro

Derivação e Integração Numérica

- Calcular as derivadas finitas regressivas, centradas e progressivas de 1ª ordem.
- Justificar a utilização da fórmula adequada das respetivas derivadas.
- Calcular integrais através da regra dos trapézios simples e composta.
- Justificar as regras a utilizar no cálculo dos integrais.

B. Análise dos resultados dos trabalhos de grupo

Para esta análise foram consideradas duas amostras de alunos que efetivamente realizaram os trabalhos de grupo. Verificamos, conforme Tabela I, que há diferenças significativas entre as médias de resultados dos dois anos letivos nos conteúdos Bisseções Sucessivas, Interpolação polinomial e Derivação e Integração, conforme valores de prova $p < 0,01$ obtidos para um teste t-student. O conteúdo Teoria de erros é o único com uma média de resultados superior para o ano letivo 13_14, justificado pelo facto de no ano letivo 2014_15 ter sido exigido o requisito do conhecimento de derivadas parciais, o que não aconteceu no ano letivo anterior. A box-plot exibida na Figura 4 evidencia diferenças significativas entre a variabilidade dos resultados dos dois anos no conteúdo Derivação e Integração, confirmado pelo teste F ($p < 0,01$). As box-plot exibidas nas Figuras 1, 2, 3 e 4 permitem concluir a existência de diferenças significativas entre cada ano letivo, para os valores da mediana, no sentido de melhores resultados nos conteúdos Bisseções Sucessivas, Interpolação polinomial e Derivação e Integração. É de realçar nestes três últimos conteúdos uma grande percentagem de resultados negativos no ano letivo 2013_14, o que reflete a dificuldade que os alunos encontraram na aplicação da linguagem Java.

TABELA I. CONTEÚDOS E RESULTADOS

| | Ano | N | Mínimo | Máximo | Média | desvio padrão | erro padrão |
|------------------------|-------|----|--------|--------|-------|---------------|-------------|
| Teoria de erros | 13_14 | 42 | 1,67 | 19,33 | 13,02 | 6,14 | 0,95 |
| | 14_15 | 59 | 1,81 | 19 | 10,51 | 4,99 | 0,65 |
| Bisseções sucessivas | 13_14 | 48 | 0,89 | 19,01 | 5,54 | 5,62 | 0,81 |
| | 14_15 | 56 | 1,36 | 18,76 | 11,26 | 5,24 | 0,70 |
| Interpolação | 13_14 | 39 | 0 | 20 | 6,90 | 7,13 | 1,14 |
| | 14_15 | 51 | 1 | 20 | 12,17 | 6,05 | 0,85 |
| Derivação e Integração | 13_14 | 43 | 0 | 20 | 8,40 | 8,05 | 2,08 |
| | 14_15 | 50 | 5,5 | 19,67 | 13,76 | 3,47 | 0,49 |



Fig. 1. Teoria de erros_resultados

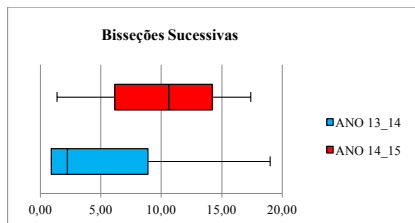


Fig 2. Bissecões Sucessivas_resultados

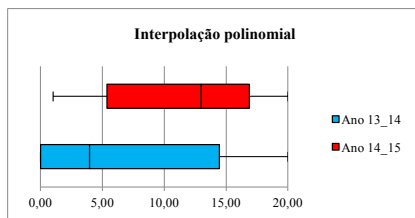


Fig. 3. Interpolação polinomial_resultados

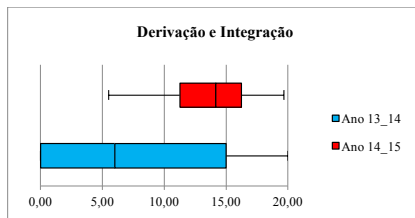


Fig. 4. Derivação e Integração_resultados

C. Avaliações finais de METNU

Os alunos nos dois anos letivos foram avaliados do mesmo modo. Além da avaliação dos trabalhos de grupo os alunos foram sujeitos a duas provas de avaliação ao longo do semestre. A primeira prova avaliou os conhecimentos dos conteúdos de Teoria de Erros, Equações não lineares com aplicação do método gráfico para separação de raízes e método das bisseções sucessivas para a sua determinação. A segunda prova avaliou os conhecimentos de Interpolação polinomial, Derivação e Integração Numérica.

Os trabalhos de grupo refletiram-se em 33% da avaliação global e as duas provas de avaliação em 67%. Na tabela 2 apresentamos os resultados de aprovações na disciplina de METNU.

TABELA II. ALUNOS APROVADOS EM METNU

| Métodos Numéricos (METNU) | |
|---------------------------|----------------------|
| Ano letivo | Alunos aprovados (%) |
| 2013_14 | 66% |
| 2014_15 | 78% |

IV. CONCLUSÕES

Face aos resultados obtidos nas classificações dos trabalhos de grupo nos dois anos letivos 2013_14 e 2014_15, a metodologia com recurso ao MS Excel para lecionar os conteúdos de métodos numéricos apresenta melhores resultados. Esta constatação sugere que, de um modo geral, no ano letivo 2014_15 os alunos adaptaram-se melhor à ferramenta Ms Excel. Isto pode dever-se ao facto dos alunos em geral demonstrarem dificuldades na aplicabilidade das ferramentas da linguagem de programação, apesar de neste caso concreto estas serem previamente conhecidas. Os diferentes ambientes de realização dos trabalhos de grupo revelam resultados manifestamente diferentes, o que também está refletido nas percentagens de aprovação dos alunos na disciplina de METNU, com 66% no ano letivo 2013_14 e 78% no ano letivo 2014_15.

Perante estes resultados, esta análise aponta no sentido da utilização do Ms Excel na aprendizagem dos conteúdos de métodos numéricos.

Finalmente, recomendamos uma aplicação mais frequente da ferramenta Ms Excel, uma vez que, estabelece um ambiente motivador para a aprendizagem e consolidação de conteúdos matemáticos.

REFERÊNCIAS

- [1] Institut Français de L'Education, Dossier d'actualité, 64 , setembro 2011.
- [2] M.C. Moraes, "O perfil do engenheiro dos novos tempos e as novas pautas educacionais". In I. Linsingen and L.T.V. Pereira , Eds., Formação do Engenheiro, 1999, Florianópolis: Editora DAUFSC, p.58.
- [3] J.A. Salvador, J. Salvador and P.M.V. Santos, " O Processo de Ensino-Aprendizagem na era da Informação". In XIX Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional, Anais, Goiânia, 1996.
- [4] B.P.R. Mota, " Ensino de Cálculo Numérico através de rotinas didáticas em Scilab via WEB". In XXXIV Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional, Anais, Aguas de Lindoia, 2012.
- [5] L.C. Zamboni, " Planilhas Excel e uso da linguagem VBA em aplicações para as Engenharias" In XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Cobenge, 2011.
- [6] M. El-Gebeily and B. Yushau, "Numerical methods with MS Excel", The Montana Mathematics Enthusiast, 2007, vol.4, The Montana Council of Teachers of Mathematics, p.84.
- [7] S. Kuka and B. Karamani, "Using Excel and VBA for Excel to Learn Numerical Methods," ISCIM, 2011.

O nível submicroscópico da química: Analisando objetos de aprendizagem para auxiliar o professor no processo de ensino e aprendizagem

Márcia Camilo Figueiredo

Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR,
Londrina, Paraná, Brasil
marciafigueiredo@utfpr.edu.br

Aginaldo Robinson de Souza

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho,
Bauru, São Paulo, Brasil
arobinso@fc.unesp.br

Resumo — Muitos conhecimentos abordados na disciplina de química, principalmente os de nível submicroscópico, exigem dos professores a utilização de recursos didáticos que os auxiliem durante o processo de ensino e aprendizagem. Diante dessa preocupação, a pesquisa objetivou investigar se licenciandos em química conseguem ilustrar em desenho e compreender o conceito de aleatoriedade presente na Teoria Cinética dos Gases, durante a aplicação de objetos de aprendizagem. A fim de alcançar tal objetivo, buscamos responder o problema central do trabalho: os participantes levam em consideração as experiências obtidas em cada contexto proposto nos objetos de aprendizagem para reelaborar os desenhos e compreender cientificamente o conceito de aleatoriedade? Para análise dos desenhos, foi construído um padrão a partir das figuras dos objetos de aprendizagem. Os dados obtidos revelaram que, a cada nova experiência, alguns participantes ora buscaram em seus esquemas prévios, assimilar os fatos observados no contexto de aplicação dos objetos de aprendizagem, e ora construíram novos esquemas, modificando a maneira de ilustrar as partículas nos desenhos. Concluímos que os objetos de aprendizagem podem ser utilizados como recursos digitais nas práticas pedagógicas dos professores, contribuindo com o ensino e a aprendizagem do conceito científico de aleatoriedade, presente na teoria cinética dos gases.

Palavras-chave — teoria cinética dos gases; aleatoriedade; ensino e aprendizagem de química

I. INTRODUÇÃO

Muitos dos saberes ensinados na disciplina de química, foram no passado, compreendidos a partir de uma visão macroscópica, como os átomos, os elementos químicos, as substâncias simples e compostas, as misturas.

O modo macroscópico da natureza química diz respeito àquilo que observamos no plano real e concreto, como os fenômenos químicos que fazem parte das experiências do cotidiano das pessoas, as quais podem ser observadas de várias maneiras [1], tais como: queima do carvão, da vela, do combustível, o azedamento do leite, o portão enferrujado, o antiácido efervescente.

Com o advento da descoberta do átomo e das partículas subatômicas, tem-se o início do entendimento dos conceitos em nível submicroscópico da matéria, por exemplo, o movimento de elétrons [1]. Assim, o caráter abstrato, compreende as formas particuladas da matéria que são empregadas para descrever o que observamos macroscopicamente [1], ou seja, tudo aquilo que podemos enxergar com os olhos.

O entendimento do nível macroscópico de conteúdos químicos para o submicroscópico exige do aluno além de um pensar mais elaborado, também de raciocínios abstratos [2]. Por exemplo, para o indivíduo conseguir explicar e entender como as partículas de um gás se comportam em nível molecular, ele precisa recorrer às suas estruturas cognitivas, as quais vão sendo construídas por meio da ação [2]. Portanto não estão pré-formadas dentro do sujeito, porque vão se formando conforme as suas necessidades e situações [2].

Neste contexto, o indivíduo ao longo de sua vida constrói saberes que podem ou não condizer com o cientificamente aceito. O estado gasoso da matéria é um exemplo clássico, porque seu caráter abstrato além de dificultar o ensino para o professor, pode levar os alunos tanto a compreensões errôneas como não efetivar a aprendizagem. Para evitar esse problema, é importante que o professor utilize estratégias metodológicas e recursos didáticos que os auxiliem durante o processo de ensino e aprendizagem de conteúdos abstratos.

Diante o evidenciado, acreditamos que recursos digitais disponibilizados pelas tecnologias da informação e comunicação, como as simulações virtuais, auxiliam o professor a ensinar os conceitos químicos de nível submicroscópico abordados na disciplina de química.

Neste artigo elucidamos alguns dados obtidos no início de uma pesquisa de doutorado, como investigar se licenciandos em química conseguem ilustrar em desenho e compreender o conceito de aleatoriedade presente na Teoria Cinética dos Gases, durante a aplicação de objetos de aprendizagem.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A. *Objetos de Aprendizagem (OA)*

Um Objeto de Aprendizagem é qualquer entidade digital que possa ser reutilizado para dar suporte ao aprendizado, como elementos de um novo tipo de instrução, com base em computador e com base no paradigma de orientação a objetos utilizados na área de computação [3].

Sendo assim, “a expressão “objetos de aprendizagem” pode ser entendida como recursos digitais que apresentam atividades multimídia, interativa, na forma de animações e simulações” [4] (p. 145).

Os OA podem ser usados como ferramentas em situações de ensino, uma vez que “mesmo isoladamente, sem o contato com o outro, o indivíduo age por meio de ferramentas, sejam elas

computadores, linguagens, sistemas numéricos ou formas enunciativas” [5] (p. 85).

Os estudos sobre Objetos de Aprendizagem são atuais, mas, não há uma definição claramente aceita. Eles podem ser criados em qualquer mídia ou formato, podendo ser simples como uma animação, uma apresentação de slides ou complexos como uma simulação [6].

B. Teoria Cinética dos Gases

O ar sendo um dos primeiros gases ao qual o ser humano tem contato, pois, somos imersos nele (atmosfera), muitas vezes não é compreendido devido ao nível submicroscópico [7]. Assim, só damos conta de sua existência por meio de algumas experiências sensoriais desagradáveis como a falta de ar, um mergulho prolongado na piscina, uma gripe forte, doenças respiratórias. Enfim, “quando o vento toca nosso corpo, podemos perceber a existência da matéria; porém, não podemos vê-la” [7] (p. 25).

No dia-a-dia uma maneira mais simples das pessoas presenciarem e compreenderem o estado gasoso da matéria, é esvaziar o pneu de um carro ou deixar escapar o ar de uma bexiga cheia. Nessas experiências, pode-se perceber que o gás se expande rapidamente para encher o espaço disponível. Além disso, no nível submicroscópico, também são propostos modelos para dar conta de explicar o comportamento dos gases de tal forma que se compreenda o que se observa, exigindo assim, a imaginação própria de cada indivíduo.

O modelo que contribui para entendermos o que acontece com as partículas de gás em nível molecular à medida que a Pressão ou Temperatura (propriedades macroscópicas) alteram é denominado de Teoria Cinética dos Gases; ela “[...] começou com a dedução da lei de Boyle por Daniel Bernoulli, em 1738, utilizando as leis de Newton do movimento aplicadas às moléculas; o seu trabalho foi ignorado por mais de 100 anos” [8] (p. 419). E, somente “em 1845, John Waterston submeteu um artigo à *Royal society of England*, onde desenvolvia corretamente muitos dos conceitos da teoria cinética. O artigo de Waterston foi rejeitado como sendo uma “tolice” [8] (p. 419, grifo do autor).

A partir de 1858, vários cientistas contribuíram para o entendimento submicroscópico dos gases e, consequentemente com o desenvolvimento da teoria cinética dos gases; dentre eles estão James P. Joule, Rudolf Clausius, James Clerk Maxwell e Ludwig Eduard Boltzmann [7], [8], [9].

O modelo cinético dos gases é um dos mais notáveis e bonitos em físico-química, porque importantes resultados quantitativos podem ser conseguidos a partir de um pequeno conjunto de hipóteses. De acordo com o objetivo do trabalho, apresentamos alguns deles: “[...] As moléculas têm trajetórias retilíneas e colidem entre si e com as paredes do recipiente em que estão. [...] O movimento molecular dentro do recipiente que contém a amostra é completamente aleatório, e todas as direções da velocidade são igualmente prováveis [...]” [7] (p. 160).

C. A Epistemologia Genética de Jean Piaget

A Epistemologia Genética reporta para o mundo do conhecimento, na busca de compreender a sua gênese/oriagem do desenvolvimento do sistema cognitivo do sujeito desde o seu nascimento; seu problema específico é investigar como ocorre a passagem de um conhecimento menos elaborado para um saber mais rico, em compreensão e em extensão [2]. Assim, o caráter próprio da epistemologia genética é buscar “[...] distinguir as raízes das diversas variedades de conhecimento a partir de suas formas mais elementares, e acompanhar seu desenvolvimento nos níveis ulteriores até, inclusive o pensamento científico” [2] (p. 2).

Para Piaget, o sujeito ao longo de sua vida, constrói cognitivamente distintos conhecimentos, denominados de esquema prévio - aquilo que é generalizável numa determinada ação, ou seja, da troca do organismo com o meio [10]. Assim, todo ser humano nasce com a capacidade de se adaptar ao meio, de assimilar e acomodar os objetos externos a sua estrutura cognitiva, para encontrar um equilíbrio, se desenvolver e evoluir a inteligência [10].

A inteligência é sempre a melhor maneira possível de superar uma dificuldade, em se adaptar ao mundo exterior (o espaço e o tempo, a causalidade e a substância, a classificação e o número, entre outros) [10].

Nesse contexto, o indivíduo ao se deparar com uma situação nova, procura inseri-la a esquemas prévios (assimilação), contudo algumas vezes nessa assimilação, é preciso certas modificações (acomodação) para uma efetiva compreensão da situação encontrada [10]. Nesse sentido, a teoria epistemológica de Piaget contribui para investigarmos o objetivo da pesquisa.

III. METODOLOGIA

Na pesquisa de cunho qualitativo [11], participaram da coleta de dados, 13 (treze) licenciandos em Química, separados em grupo 01 e 02. Antes de aplicarmos os objetos de aprendizagem, os 07 (sete) participantes do grupo 01, estudaram os conteúdos de Teoria Cinética dos Gases (TCG) junto com a pesquisadora entre os meses de agosto a dezembro de 2013, totalizando 10 encontros. Este conteúdo foi estudado a fim de investigar se os licenciandos levariam em consideração os conhecimentos estudados no momento de aplicação dos OA.

O grupo 02, composto por 06 (seis) licenciandos, se diferencia do grupo 01, porque não estudou os conteúdos da TCG. Portanto, verificamos se as ilustrações das partículas nos desenhos seriam diferentes dos participantes do grupo 01.

Na coleta de dados, utilizamos os Objetos de Aprendizagem (Fig. 1) que se referem as etapas 1A, 1B, 1C e 1D construídas durante o desenvolvimento de um jogo digital intitulado “cinética química” [12].

Os Objetos de Aprendizagem simulam o movimento aleatório das partículas e “[...] o intuito dessas simulações é que o jogador observe o tipo de movimento das partículas e a maneira como arranjos inicialmente ordenados se tornam desordenados e aleatórios, sem interagir diretamente com elas” [10] (p. 58). As pessoas podem ter acesso aos objetos de aprendizagem em qualquer momento.

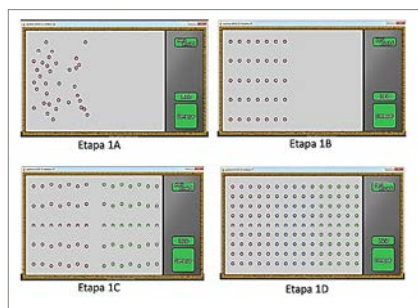


Fig. 1. Telas dos Objetos de Aprendizagem (etapas 1A, 1B, 1C, 1D)

Primeiramente, foi mostrado e explicado por meio do “notebook”, os OA (Fig. 1) para cada participante. Na seqüência, entregamos uma folha em branco (Fig. 2) e solicitamos a seguinte tarefa: *De acordo com a tela do computador, faça um desenho de como as partículas vão se comportar ao apertarmos o botão começar (Fig. 1).*



Fig. 2. Folhas para desenhar as partículas contidas objetos de aprendizagem (etapas 1A, 1B, 1C e 1D)

Com a finalização do desenho elaborado por cada participante na etapa 1A, a coleta de dados seguiu da mesma maneira com as etapas 1B, 1C e 1D.

Todos os participantes foram mantidos no anonimato e identificados por códigos. Por exemplo, a letra G com os números 1 e 2 subscritos se refere ao grupo de licenciandos. A letra L se refere aos licenciandos. Ficaram assim estabelecidos os códigos dos participantes: L1G₁, L2G₁, L3G₁, L4G₁, L5G₁, L6G₁ e L7G₁, L8G₂, L9G₂, L10G₂, L11G₂, L12G₂, L13G₂.

A. A construção de um padrão para análise dos desenhos

Para analisar os desenhos construídos pelos participantes, construímos um padrão de análise a partir de cada etapa contida na Fig. 1. Primeiro, dividimos a etapa em quatro partes, denominadas de quadrante I, II, III e IV.

Depois, estipulamos aleatoriamente intervalos de tempos em segundos **para verificarmos a quantidade** de partículas

em cada quadrante (I, II, III, IV) nos **tempos entre 10 e 60 segundos, 120 e 420 segundos e 480 e 780 segundos.**

Após de acertados os quadrantes e os tempos, iniciamos a criação do padrão. Por exemplo, na etapa 1A, ao chegar o tempo de 10 segundos, apertamos no “notebook”, a tecla “PrtScr”, para obtermos o número de partículas em cada quadrante I, II, III e IV, conforme a Fig. 3.

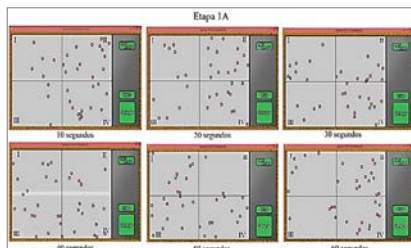


Fig. 3. Etapa 1A: número de partículas nos quadrantes (tempo entre 10 e 60 segundos)

Na Fig. 3, em determinados tempos (segundos), o número de partículas em cada quadrante I, II, III e IV pode variar. Este fato ocorre devido ao comportamento aleatório das partículas no sistema, segundo os princípios da teoria cinética dos gases.

Este roteiro foi realizado para os demais tempos estipulados nas etapas 1A, 1B, 1C e 1D. Dessa maneira, no padrão 01, encontramos uma média de 8,44 partículas no quadrante I; no quadrante II, 9,11 partículas; no quadrante III, 8,33 partículas; no quadrante IV, 9,11 partículas.

No padrão 02, encontramos uma média de 8,99 partículas no quadrante I; no quadrante II, 8,22 partículas; no quadrante III, 9,66 partículas; no quadrante IV, 7,66 partículas.

No padrão 03, as médias encontradas foram: 12,12 partículas vermelhas e 8,72 verdes no quadrante I; 5,74 partículas vermelhas e 9,27 verdes no quadrante II; 10,5 partículas vermelhas e 7,50 verdes no quadrante III; 6,44 partículas vermelhas e 9,44 verdes no quadrante IV.

No padrão 04, as médias encontradas foram: 12,94 partículas vermelhas, 8,88 verdes e 10,61 azuis no quadrante I; 8,44 partículas vermelhas, 14,44 verdes e 11,61 azuis no quadrante II; 13,49 partículas vermelhas, 8,55 verdes e 12,66 azuis no quadrante III; 10 partículas vermelhas, 12,66 verdes e 9,99 azuis no quadrante IV.

Assim, buscamos encontrar nos desenhos dos participantes uma distribuição homogênea dos números de partículas obtidos nos quadrantes (padrões 01, 02, 03 e 04).

IV. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A partir da análise realizada com os participantes do grupo 01, observamos que os participantes não levaram em consideração a quantidade total de partículas contidas nas

etapas (Fig. 1) ao ilustrar as trajetórias das partículas nos desenhos, portanto não alcançaram os padrões 01, 02, 03 e 04.

Mesmo não tendo alcançado os padrões, constatamos que a maioria dos participantes (L1G₁, L2G₁, L3G₁, L4G₁, L6G₁) buscou uma aproximação de distribuição homogênea do sistema ao ilustrar no desenho as partículas no sistema. Dentre os citados, destaca-se L6G₁, porque se manteve nessa busca em todas as ilustrações das etapas, como se observa na Fig. 4.

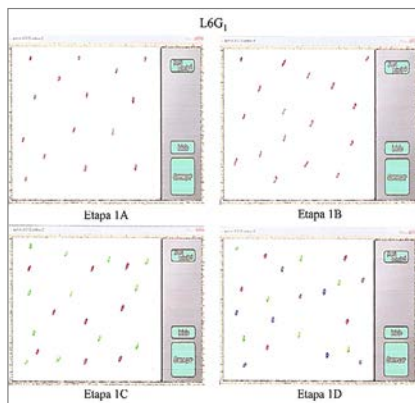


Fig. 4. Previsões de trajetórias de partículas de L6G₁.

As previsões de trajetórias de partículas ilustradas por L6G₁ na Fig. 4, revela que mesmo após ele ter vivenciado nas quatro etapas as simulações do comportamento aleatório das partículas no sistema, não mudou sua maneira de pensar e ilustrar as partículas no sistema. Portanto, os objetos de aprendizagem foram importantes para percebermos uma conservação da concepção deste participante no que diz respeito à aleatoriedade do sistema.

Caso contrário foi verificado nos desenhos de L1G₁ (Fig. 5), L2G₁ (Fig. 6), e L3G₁ (Fig. 7), porque representaram pares de partículas nos desenhos da etapa 1C, revelando em suas falas serem a formação de produtos.

De acordo com a teoria cinética dos gases, as colisões que ocorrem entre as partículas no sistema proposto nos objetos de aprendizagem são do tipo “[...] elásticas, isto é, não há troca de energia entre as moléculas ou entre estas e as paredes do recipiente que contém a amostra gasosa” [7] (p. 160). Portanto, não há formação de moléculas ou produtos, como ilustrado pelos participantes nas Fig. 5, 6 e 7.



Fig. 5. Previsões de trajetórias de partículas de L1G₁ - etapa 1C



Fig. 6. Previsões de trajetórias de partículas de L2G₁ - etapa 1C



Fig. 7. Previsões de trajetórias de partículas de L3G₁ - etapa 1C

Na aplicação da etapa 1D, observamos uma evolução nos desenhos dos participantes L1G₁, L2G₁ e L3G₁, porque reelaboraram suas previsões de trajetórias de partículas. Com isso, revelaram ter levado em consideração o que observaram durante o contexto proposto nos objetos de aprendizagem, como mostram consecutivamente as Fig. 8, 9 e 10.

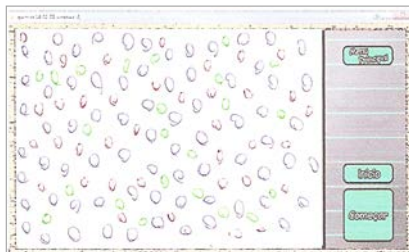


Fig. 8. Previsões de trajetórias de partículas de L1G1 - etapa 1D

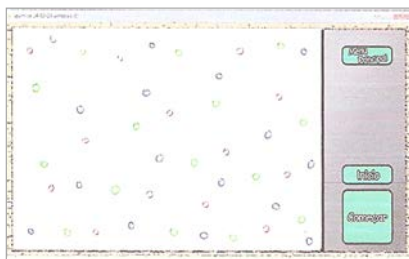


Fig. 9. Previsões de trajetórias de partículas de L2G1 - etapa 1D



Fig. 10. Previsões de trajetórias de partículas de L3G1 - etapa 1D

Percebemos a importância do contexto proposto durante o uso dos objetos de aprendizagem, porque propiciou aos participantes compreender e reelaborar suas ideias quanto a não junção/formação das partículas no sistema.

Apesar de L2G₁ também não ter alcançado o padrão 04 na etapa 1D (Fig. 9), observamos uma distribuição mais próxima da esperada, ou seja, um sistema mais homogêneo. Portanto, o contexto vivenciado por L2G₁ levou-a a refletir, comparar, pensar e reelaborar seu desenho.

Com relação ao grupo 02, constatamos que, assim como os participantes do grupo 01, também não levaram em consideração a quantidade total de partículas contidas em cada etapa (Fig. 1) para ilustrar as trajetórias das partículas nos desenhos, portanto não alcançaram os padrões 01, 02, 03 e 04.

Neste contexto, mesmo o grupo 02 não tendo estudado os conteúdos da teoria cinética dos gases, também apresentou resultados semelhantes ao grupo 01 que estudou o conteúdo.

Verificamos que a metade dos participantes do grupo 02, L9G₂, L11G₂ e L12G₂, buscou uma aproximação de distribuição homogênea do sistema em todas as etapas. A outra metade dos licenciados, L8G₂, L10G₂ e L13G₂ apresentou uma aproximação de distribuição homogênea do sistema somente em alguma das etapas aplicadas. Por exemplo, L8G₂ na etapa 1C (Fig. 11) distribuiu por todo o desenho, partículas vermelhas e verdes sozinhas e 6 pares de vermelha com vermelha.

Fig. 11. Previsões de trajetórias de partículas de L8G₂ - etapa 1C

Para L8G₂, os pares representados na Fig. 11, se referem às atrações que ocorrem entre as partículas, mas, de acordo com os postulados da teoria cinética dos gases, não há formação de moléculas ou produtos. Apesar da participante ter reestruturado as previsões de trajetórias de partículas na etapa 1D (Fig. 12), é importante salientar que suas previsões são pouco prováveis de ocorrer, porque dificilmente as partículas ficam aglomeradas ao meio do sistema, mesmo em se tratando de um objeto de aprendizagem, porque a movimentação das partículas é aleatória, conforme a teoria cinética dos gases.

Fig. 12. Previsões de trajetórias de partículas de L8G₂ - etapa 1D

No caso do participante L10G₂, também verificamos que há representações de pares de partículas no desenho da etapa 1C, mas rompeu com essa visão, como podemos conferir no desenho da etapa 1D, Fig. 13.

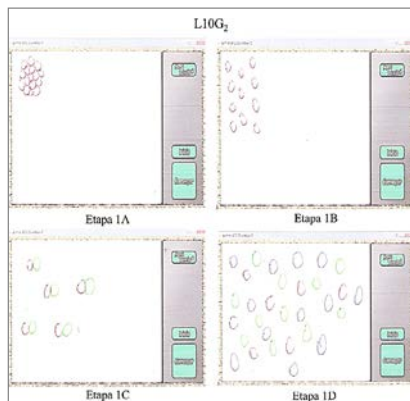


Fig. 13. Previsões de trajetórias de partículas de L10G₂

Ao analisarmos as previsões de trajetórias de partículas na Fig. 13, percebemos que L10G₂ levou em consideração o que observou durante o contexto proposto no uso dos objetos de aprendizagem. Portanto, ao ver a simulação do comportamento aleatório das partículas, pode perceber que suas previsões não eram como havia ilustrado.

Verifica-se que, após a etapa 1C, mesmo tendo a presença de outra partícula de cor azul, L10G₂ reestruturou a distribuição e ilustração das partículas, se aproximando de uma distribuição homogênea do sistema (Fig. 13, etapa 1D). Portanto, as experiências oportunizaram ao participante tanto resgatar seus conhecimentos prévios como elaborar novos [2], [10].

Dentre os participantes, dois do grupo 01 (L5G₁, L7G₁) e quatro do grupo 02 (L8G₂, L10G₂, L11G₂ e L12G₂), puderam construir novos conhecimentos para ilustrar as previsões de aprendizagem. Portanto, levaram em consideração o que observaram nas simulações contidas nas etapas.

Para outros participantes, (L1G₁, L2G₁, L3G₁, L10G₂, L13G₂), o contexto de aplicação das etapas favoreceu repensarem sobre seus saberes [2], porque nos desenhos da etapa 1C, ilustraram pares de partículas, revelando em suas falas serem a formação de produtos. Contudo, nos desenhos da etapa 1D, romperam com essa percepção. Portanto, os licenciados levaram em consideração a experiência obtida nas etapas anteriores, para modificar e reelaborar suas previsões nos desenhos.

V. CONCLUSÃO

Os contextos propostos durante a aplicação dos objetos de aprendizagem foram importantes, porque proporcionou aos participantes resgatar os conhecimentos prévios, os assimilar a cada nova experiência e a reelaborá-los no momento de prever as trajetórias das partículas nos desenhos.

Desse modo, conjecturamos que os objetos de aprendizagem aplicado nesse trabalho podem em pesquisas futuras, contribuir com a prática pedagógica dos professores para o ensino e aprendizagem do nível submicroscópico da química e áreas afins.

Em suma, os objetos de aprendizagem podem auxiliar os professores em vários aspectos do processo de ensino e aprendizagem dos alunos, tais como, ensinar conteúdos de nível submicroscópicos, à investigar os conhecimentos prévios e motivá-los a estudar química.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Londrina, Brasil, à Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Paraná, Brasil.

REFERÊNCIAS

- [1] A. H. Johnstone, "Teaching of chemistry: logical or psychological?", *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, v. 1, n. 1, pp. 9-15, 2000.
- [2] J. Piaget, "Epistemologia genética", São Paulo, Editora WMF Martins Fontes, 2012.
- [3] D. Wiley, "Connecting learning objects to instructional theory: A definition, a metaphor and a taxonomy", *The Instructional Use of Learning Objects*, 2001.
- [4] R. M. G. da Silva, M. A. Fernandes, A. C. Nascimento, "Objetos de Aprendizagem: um recurso estratégico de mudança", in L. B. Zanon, O. A. Maldaner (Org.), "Fundamentos e Propostas de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil", Ijuí: Ed. da Unijuí, 2007, pp. 139-155.
- [5] M. Giordan, "Computadores e linguagens nas aulas de ciências: uma perspectiva sociocultural para compreender a construção de significados", Ijuí: Ed. Unijuí, 2008.
- [6] L. N. Macêdo, J. A. Castro Filho, A. A. M. Macêdo, D. M. B. Siqueira, E. M. Oliveira, G. L. Sales, R. S. Freire, "Desenvolvendo o pensamento proporcional com o uso de um Objeto de Aprendizagem", in C. L. Prata, A. C. A. A. Nascimento, "Objetos de aprendizagem: uma proposta de recurso pedagógico", Brasília: MEC, SEED, 2007, pp. 17-26.
- [7] D. J. Maia, J. C. A. Bianchi, "Química geral: fundamentos", São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- [8] I. N. Levine, "Físico-química", Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2012.
- [9] S. G. Brush, "The Development of the Kinetic Theory of Gases: VIII: Randomness and Irreversibility", *Arch. Hist. Exact Sci*, v. 12, pp. 1-88, 1974.
- [10] J. Piaget, "Seis estudos de Piaget", tradução: M. A. M. D' Amorim e P. S. L. Silva, Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2011.
- [11] R. Bogdan, S. Biklen, "Investigação qualitativa em educação", Porto: Porto Editora, 1994.
- [12] G. M. A. Almeida, "Jogo digital e analogias: uma proposta para o ensino de Cinética", Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, Bauri, 2015, 85 f.

Construcción de funciones booleanas extendidas a partir de tablas de verdad utilizando el programa *Mathematica*

Susana Nieto

Dpto. Matemática Aplicada/Instituto de CC de la Educación
E. Politécnica de Zamora, Universidad de Salamanca
Salamanca, España
sni@usal.es

Higinio Ramos

Dpto. Matemática Aplicada/G. de Computación Científica
E. Politécnica de Zamora, Universidad de Salamanca
Salamanca, España
higra@usal.es

Resumen—Las tablas de verdad son una herramienta básica en el análisis de las proposiciones compuestas, dentro del campo de la lógica proposicional. Pero su utilidad se extiende más allá, abarcando aspectos de la lógica de Boole, la teoría de circuitos, el álgebra de conjuntos o el análisis de sistemas. El programa de cálculo simbólico *Mathematica* dispone de numerosos comandos que permiten trabajar con proposiciones, calcular sus valores de verdad y obtener las funciones booleanas asociadas a las tablas de verdad, pero siempre ofrece el resultado de la manera más simplificada posible. Esta simplificación, aunque indudablemente útil, no resulta la más adecuada desde el punto de vista didáctico. En este trabajo presentamos una modificación concreta de dicho programa para construir de forma progresiva y “extendida” las funciones booleanas a partir de sus valores de verdad, expresando el resultado en la forma normal conjuntiva o disyuntiva, antes de realizar ningún tipo de simplificación. Esta contribución se realiza con el objetivo de ayudar a los estudiantes de Matemática Discreta de la titulación de Ingeniería Informática a entender el procedimiento de construcción de las funciones booleanas y a comprobar de forma autónoma sus progresos en esta disciplina.

Palabras clave—tablas de verdad; álgebra de Boole; programa *Mathematica*

I. INTRODUCCIÓN

Los autores de este trabajo han impartido docencia en la asignatura de Matemática Discreta, dentro del Grado de Informática que se ofrece en la Escuela Politécnica Superior de Zamora (Universidad de Salamanca). Uno de los aspectos básicos que han de manejar con soltura los alumnos de esta asignatura es el estudio de la lógica formal y del Álgebra de Boole, lo que incluye la construcción y el análisis de proposiciones simples y compuestas para obtener las premisas y las conclusiones de un razonamiento, para realizar inferencias o equivalencias lógicas, etc. Para ello, pueden utilizar las tablas de verdad de dichas proposiciones lógicas.

Las tablas de verdad constituyen uno de los elementos más poderosos de la lógica formal y se utilizan para establecer la validez de las proposiciones compuestas. Las proposiciones compuestas pueden combinarse entre sí para formar proposiciones aún más complejas, como las premisas de un razonamiento formal. El valor de verdad de una proposición, por muy compleja que pueda ser, depende de los valores de verdad de las proposiciones que la componen. La construcción de tablas de verdad simplifica la tarea de determinar la verdad o falsedad

de una proposición. Cada fila de la tabla que hace verdadera la proposición compuesta determina unas condiciones suficientes para su verdad.

Podemos considerar una proposición como un enunciado del que puede decirse que es verdadero (V) o falso (F), y a estos valores se les conoce como valores de verdad de la proposición. Según el contexto, en lugar de V podemos utilizar un 1, o “True”, y en lugar de F podemos utilizar un 0, o “False”. Los operadores o conectores lógicos permiten construir proposiciones compuestas a partir de otras proposiciones simples, y esencialmente son la disyunción, la conjunción y la negación, y combinaciones de ellas, como la implicación, la doble implicación, la disyunción exclusiva, etc. Una proposición se dice que es una tautología si cuando para cada fila de la tabla de verdad para la que se evalúa resulta verdadera. Dos proposiciones son lógicamente equivalentes si tienen el mismo valor de verdad en cada fila de la tabla de verdad.

Por otra parte, la lógica formal se puede entender como uno de los ejemplos básicos de un Álgebra de Boole, junto con otros ejemplos de indudable interés para los estudiantes de informática, como son la teoría de circuitos, las puertas lógicas o el álgebra de las partes de un conjunto. Uno de los objetivos del estudio del Álgebra de Boole es que el estudiante sepa construir las tablas de verdad asociadas a una función booleana y viceversa, es decir, que sea capaz de obtener la función booleana asociada a una tabla de verdad a partir de combinaciones de las variables booleanas elementales (en el caso de la lógica, las proposiciones elementales) o sus complementarias.

Estas combinaciones de las variables booleanas elementales se realizan típicamente en el aula de dos formas a partir de los valores de la tabla de verdad: por una parte, una función booleana puede escribirse como una disyunción de conjunciones (es decir, como suma de productos) de las variables booleanas (o proposiciones) elementales o sus complementarias. Estos productos o conjunciones son los llamados “minterms” y su suma da lugar a la forma normal disyuntiva o “DNF”. Por otra parte, una función booleana puede escribirse como una conjunción de disyunciones (es decir, como producto de sumas) de las variables booleanas elementales o sus complementarias. Estas sumas o disyunciones son los llamados “maxterms” y su producto da lugar a la forma normal conjuntiva o “CNF”.

Para el estudio y manejo de estos elementos de la lógica y del Álgebra de Boole, una de las ayudas didácticas más potentes de las que disponemos los profesores de Matemática Discreta es el programa de cálculo simbólico *Mathematica*. Dada su versatilidad, su flexibilidad y la gran variedad de comandos que posee, es una de las herramientas más útiles para poder mostrar con detalle la construcción de tablas de verdad y para explorar la equivalencia lógica de proposiciones complejas. También permite la construcción de funciones booleanas a partir de las tablas de verdad con diferentes formatos, proporciona los maxterms y minterms por separado y escribe la función booleana resultante en la forma disyuntiva o conjuntiva a petición de usuario.

Sin embargo, a pesar de la evidente utilidad de todas estas funciones y comandos, *Mathematica* proporciona los resultados de la función booleana de la manera más simplificada posible, la cual no coincide en general con la forma "extendida" que se obtiene de la tabla de verdad en el aula, antes de realizar ninguna simplificación. Por ello, los estudiantes no tienen una forma sencilla de comprobar que han extraído bien los maxterms o los minterms de la tabla de verdad, y no pueden comparar los resultados hasta que no han realizado las simplificaciones correspondientes, lo que no siempre resulta ser una tarea sencilla.

En esta situación, que hemos detectado como docentes de la mencionada asignatura de Matemática Discreta, hemos optado por realizar un desarrollo propio que permita superar esta dificultad, mostrando una ampliación de las funciones propias de *Mathematica* que permita obtener la función "extendida" como suma de minterms (forma normal disyuntiva) o como producto de maxterms (forma normal conjuntiva) antes de realizar ninguna simplificación. Creemos que esta propuesta permitirá a los estudiantes mejorar su comprensión de la construcción de las funciones booleanas y afianzar su autoaprendizaje en la materia.

Para ello, comenzaremos este trabajo mostrando los principales comandos y conectores lógicos que ofrece *Mathematica* de forma habitual, con sus posibilidades y sus limitaciones. A continuación, describiremos paso a paso nuestra propuesta didáctica, utilizando como ejemplo una función booleana concreta. Veremos también como actúa esta propuesta en algunos casos particulares, como el de las tautologías y las contradicciones o absurdos. Y terminaremos la exposición con las posibles conclusiones que se pueden extraer de este trabajo.

II. ALGUNOS COMANDOS DEL SISTEMA *MATHEMATICA*

A. Operadores relacionales básicos

En la Tabla I siguiente aparecen los operadores o conectores lógicos básicos que están presentes en *Mathematica*:

Tabla 1: Conectores lógicos y su notación en *Mathematica*

| Conector lógico | Operador | Notación lógica | Notación booleana |
|-----------------|----------|-----------------|-------------------|
| Disyunción | Or[p,q] | $p \vee q$ | $p \parallel q$ |
| Conjunción | And[p,q] | $p \wedge q$ | $p \&\& q$ |
| Negación | Not[p] | $\neg p$ | !p |

Como vemos en la Tabla I, en *Mathematica* se pueden utilizar típicamente tres tipos de notación para realizar cálculos relacionados con la lógica y/o el álgebra de Boole.

- Tenemos por una parte los operadores tipo texto propios de *Mathematica*, con los comandos Or[p,q], And[p,q] y Not[p], que representan la disyunción, la conjunción y la negación, respectivamente.
- Podemos utilizar también una notación procedente de la lógica de proposiciones, con la conjunción $p \wedge q$, la disyunción $p \vee q$ y la negación $\neg p$.
- También disponemos de una notación booleana, donde el producto (conjunción) se simboliza como p&&q, la suma (disyunción) como p||q y la negación con el símbolo !p, que es la utilizada habitualmente en los lenguajes de programación.

Muchas veces se utiliza en la docencia esta última notación booleana, dado que resulta muy familiar para los estudiantes de Informática, aunque todas ellas son totalmente equivalentes. *Mathematica* interpreta la notación procedente de la lógica en términos de la notación booleana, y es la que ofrece típicamente en las salidas que incluyen conectores lógicos o booleanos.

B. Otros comandos lógicos de *Mathematica*

A los conectores mostrados en el apartado anterior podemos añadir los siguientes comandos lógicos de *Mathematica*:

- Equivalent[prop1,prop2], que representa la doble implicación entre las proposiciones simples o compuestas indicadas en prop1 y prop2.
- TautologyQ[expr] nos indica si la expresión lógica evaluada es una tautología (en ese caso devuelve el valor *True*) o no (en ese caso devuelve el valor *False*).

Con estos comandos vamos a poder saber si dos expresiones lógicas o dos funciones booleanas aparentemente diferentes son lógicamente equivalentes: si lo son, los valores de verdad de las dos proposiciones prop1 y prop2 serán iguales, por lo que la tabla de verdad del comando Equivalent[prop1, prop2] estará formado solamente por valores *True*. Por lo tanto, la doble implicación obtenida con el comando Equivalent[prop1, prop2] será una tautología, de manera que la combinación de comandos dada por TautologyQ[Equivalent[prop1, prop2]] proporcionará un valor *True*.

Podemos ver un ejemplo de utilización de estos comandos en la demostración de la equivalencia de la Ley de De Morgan para la disyunción, e indica que:

$$\neg (p \vee q) \Leftrightarrow \neg p \wedge \neg q$$

Para comprobar que son dos expresiones lógicamente equivalentes, podemos escribir en notación de comandos:

TautologyQ[Equivalent[Not[Or[p,q]], And[Not[p], Not[q]]]]

Esta expresión nos proporciona un valor *True*, es decir, ambas expresiones son equivalentes. También podemos re-escribir esta sentencia con la notación de la lógica formal o con la notación booleana. Por ejemplo, con estas últimas, escribiremos las siguientes instrucciones:

TautologyQ[Equivalent[¬(p ∨ q),¬p ∧ ¬q]]

TautologyQ[Equivalent[(p|q),!p&&!q]]

Todas estas expresiones son equivalentes entre sí y también nos proporcionan un valor *True*.

C. Tablas de verdad con Mathematica

Mathematica posee además diversas instrucciones propias para manipular, simplificar y analizar los valores de verdad de las proposiciones compuestas:

- BooleanTable[expr] proporciona una lista de los valores de verdad (True o False) de la expresión lógica analizada. Esta expresión lógica viene dada en forma de lista de valores lógicos True y/o False de longitud 2ⁿ si intervienen n proposiciones elementales.
- Boole[expr] proporciona una traducción de los valores {True, False} de una lista por valores {1,0} respectivamente.
- TableForm[matriz] escribe en forma de tabla los valores introducidos dentro de la matriz.

La combinación de estas instrucciones permite obtener una tabla para los valores de verdad de una proposición compuesta, como se puede ver en el siguiente ejemplo, en el que se obtiene la tabla de verdad de la proposición

$$(p \wedge q) \Rightarrow r$$

que escribimos con los comandos anteriores:

TableForm[Boole[BooleanTable[{p,q,r,Implies[And[p,q],r]}]]]

y proporciona la salida básica de la Figura 1:

| Out[1]/TableForm= | | | |
|-------------------|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 1 |

Fig. 1: Salida básica de una tabla de verdad en Mathematica

Utilizando algunas opciones propias de estos comandos de Mathematica se pueden realizar diferentes modificaciones a esa expresión para que sea más legible. Por ejemplo, se pueden añadir cabeceras a la tabla (mediante una opción TableHeadings) para que sea más fácil identificar las proposiciones simples y/o compuestas. También se puede realizar una sustitución que cambie los ceros y unos por valores F y V, si se considera que es más adecuado.

Con estas pequeñas modificaciones, podríamos obtener una salida más legible, como la que se muestra en la Figura 2, a partir de la siguiente instrucción de Mathematica:

TableForm[Boole[BooleanTable[{p,q,r,Implies[p&&q,r]}]],
TableHeadings→{None, {"p","q","r"}, {"(p∧q)⇒r"}},
{1→V,0→F}]

| Out[5]/TableForm= | | | |
|-------------------|---|---|---------|
| p | q | r | (p∧q)⇒r |
| V | V | V | V |
| V | V | F | F |
| V | F | V | V |
| V | F | F | V |
| F | V | V | V |
| F | V | F | V |
| F | F | V | V |
| F | F | F | V |

Fig. 2: Salida modificada de una tabla de verdad en Mathematica

D. Funciones booleanas con Mathematica

Mathematica posee además diversas instrucciones propias para manipular, simplificar y analizar los valores de verdad de las proposiciones compuestas.

- BooleanFunction[{lista}, {variables}] nos proporciona la función booleana dada por una lista de ceros y unos de longitud 2ⁿ, en términos de n variables. Por defecto la escribe en la forma normal disyuntiva, aunque se puede modificar para que escriba la función en la forma normal conjuntiva, incluyendo en la instrucción la opción BooleanFunction[{lista}, {variables}, "CNF"]
- BooleanMinimize[función] que nos da la expresión más sencilla de una función booleana: por lo general, esa expresión ya viene dada por el comando anterior, por lo que en general no resulta imprescindible utilizarla. Por defecto escribe la función booleana mínima en la forma normal disyuntiva, aunque se puede incluir una opción para que escriba la función en la forma normal conjuntiva, con BooleanMinimize[función, "CNF"].

Un ejemplo del uso de estos comandos es el siguiente: supongamos que disponemos de la tabla de verdad de una función booleana desconocida. Los valores de la tabla de verdad se pueden escribir como un vector de "0" y "1" de longitud 2ⁿ, en este caso siendo de longitud 8=2³ indica la presencia de tres variables booleanas:

$$\{1,0,1,0,1,0,0,0\}$$

Podemos construir la función booleana en forma normal disyuntiva de esta función: en el aula utilizaríamos la tabla de verdad dada por la Figura 3 y generada en Mathematica por las siguientes instrucciones:

f= BooleanFunction[{1, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0},{a, b, c}];

TableForm[Boole[BooleanTable[{a, b, c, f}]]]

TableHeadings → {None, {"a", "b", "c"}, {"f"}]}

| a | b | c | f |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 |

Fig. 3. Tabla de verdad de la función $f(a,b,c)$

En el aula, la forma normal disyuntiva como suma de productos se construiría de la siguiente manera:

$$f(a,b,c)=(a \cdot b \cdot c)+(a \cdot !b \cdot c)+(!a \cdot b \cdot c)$$

Sin embargo, el comando correspondiente de *Mathematica*:

```
BooleanFunction[{{1, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0}, {a,b,c}]
```

proporciona la siguiente salida:

$$(a \& \& c) \|(b \& \& c)$$

que en la notación habitual del Álgebra de Boole como suma de productos se escribiría como:

$$f(a,b,c)=(a \cdot c)+(b \cdot c)$$

Como podemos ver, *Mathematica* ha simplificado la función booleana, y no resulta fácil que los estudiantes conecten ambas expresiones lógicas. Evidentemente, ambas expresiones pueden ser comparadas para ver si son lógicamente equivalentes, pero no se logra que los estudiantes comprueben si han obtenido bien los minterms a partir de la tabla.

En el caso de la forma normal conjuntiva, ocurre lo mismo. Para la función booleana f mostrada antes, la forma normal conjuntiva como producto de sumas se construiría en el aula a partir de los ceros de la tabla, de la siguiente manera:

$$f(a,b,c)=(!a+!b+c) \cdot (!a+b+c) \cdot (a+!b+c) \cdot (a+b+!c) \cdot (a+b+c)$$

Veamos cómo actúa la instrucción adecuada de *Mathematica*, en la que hay que indicarle que queremos la función en la forma normal conjuntiva:

```
BooleanFunction[{{1, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0}, {a,b,c}, "CNF"]
```

El resultado de este comando es el siguiente:

$$(a \||b) \& \& c$$

que en la notación de Álgebra de Boole como producto de sumas se escribiría como:

$$f(a,b,c)=(a+b) \cdot c$$

De nuevo, esta expresión, aunque es lógicamente equivalente a la que se obtiene en el aula, resulta difícilmente comparable con ella, y resulta de menor utilidad didáctica.

Por todo ello, nuestro propósito en este trabajo es mejorar y modificar parcialmente estas herramientas de *Mathematica* mediante un desarrollo propio que nos permita sacarle un mayor partido, para que así sean más útiles a la hora de impartir la docencia de estos temas de lógica proposicional.

III. DESARROLLO DEL PROGRAMA

A. Maxterms y minterms con Mathematica

Para lograr nuestro propósito de obtener las expresiones de la función booleana "extendida", tanto en su forma normal disyuntiva como en la conjuntiva, vamos a utilizar entre otros los siguientes comandos propios de *Mathematica*:

- `BooleanMinterm[$\{i\}$, $\{variables\}$]` nos da el minterm correspondiente al índice i , que puede tomar valores de 0 a 7, recorriendo la tabla de verdad desde la última posición a la primera.
- `BooleanMaxterm[$\{i\}$, $\{variables\}$]` nos da el maxterm correspondiente al índice i , que puede tomar valores de 0 a 7, recorriendo la tabla de verdad desde la primera posición hasta la última.

Estas dos últimas expresiones admiten diferentes variantes, pues en lugar del índice podemos proporcionar a *Mathematica* los valores de verdad de las variables para que construya el minterm o el maxterm correspondiente. En cualquier caso, si intentamos obtener más de un maxterm o minterm de forma simultánea, *Mathematica* los simplifica de forma automática, como veremos a continuación.

Supongamos que calculamos los minterms de la tabla de verdad analizada en el apartado anterior. Recordemos que tenemos la función booleana dada por el siguiente vector:

$$\{1,0,1,0,1,0,0,0\};$$

Construimos los tres minterms asociados con las siguientes expresiones, recordando que la primera fila de la tabla de verdad se corresponde al índice 7 y la última al índice 0:

```
min1=BooleanMinterm[7,{a,b,c}]
```

```
min2=BooleanMinterm[5,{a,b,c}]
```

```
min3=BooleanMinterm[3,{a,b,c}]
```

Estas instrucciones proporcionan, respectivamente, los siguientes resultados:

```
min1=a&&b&&c
```

```
min2=a&&!b&&c
```

```
min3=!a&&b&&c
```

Como vemos, estos minterms se corresponden a los sumandos de la forma normal disyuntiva obtenida en el aula. Sin embargo, cualquier intento de considerar todos los minterms de forma conjunta produce una simplificación; así, la instrucción:

```
BooleanMinterms[{7,5,3},{a,b,c}]
```

da como resultado:

$$(a \& \& c) \|(b \& \& c)$$

que es la función simplificada obtenida anteriormente con el comando `BooleanFunction`. Además, este sistema obliga a contar los índices de los minterms de forma manual, con lo que puede dar lugar a errores si no se conoce bien la forma que tiene el índice, puesto que no resulta natural considerar que para la

primera fila de la tabla de verdad el índice toma el valor 7 y para la última fila toma el valor 0.

Esta forma poco habitual de contar el índice se podría solucionar dando valores a las variables elementales, con la siguiente sintaxis:

```
minn1=BooleanMinterms[{{1,1,1},{a,b,c}}
```

```
minn2=BooleanMinterms[{{1,0,1},{a,b,c}}
```

```
minn3=BooleanMinterms[{{0,1,1},{a,b,c}}
```

pero si consideramos todos los minterms juntos de nuevo tenemos una simplificación indeseada: la instrucción

```
BooleanMinterms[{{1,1,1},{1,0,1},{0,1,1},{a,b,c}}
```

proporciona de nuevo la salida simplificada:

```
(a&&b)|(b&&c)
```

Con los maxterms ocurre algo similar pero con características propias que vienen a complicar la situación: por una parte, los maxterms se cuentan al revés, pues para que coincida con la notación habitual del aula, el índice toma el valor 0 en la primera fila de la tabla de verdad y el 7 en la última. Así, el conteo hay que hacerlo en el sentido contrario al de los minterms, con la consiguiente posibilidad de confusión por parte de los estudiantes no familiarizados con estas características.

Además, si queremos evitar el problema de los índices utilizando los valores de las variables elementales, nos encontramos que en el caso de los maxterms los valores de las variables elementales no se corresponden a los valores de la tabla de verdad de la función, sino que se corresponden a la forma en la que aparecen en el maxterm. Así, la instrucción del cálculo del maxterm de índice 7 se corresponde a:

```
BooleanMaxterms[{{1,1,1},{a,b,c}}
```

que da como resultado el maxterm:

```
a||b|c
```

Sin embargo, en la tabla de verdad se correspondería a un cero situado en la primera fila, es decir al maxterm:

```
!a|!b|!c
```

Esto supone que habría que “traducir” todas las filas de la tabla de verdad para obtener los complementarios de los valores de las variables elementales si queremos utilizar esta variante para calcular los maxterms. Por último, además de todo lo anterior, se sigue realizando una simplificación no deseada si consideramos varios maxterms de forma conjunta.

Vemos entonces que esta manera de obtener los maxterms y minterms proporcionada por *Mathematica* resulta poco didáctica y no es adecuada para nuestros intereses como docentes de la asignatura de Matemática Discreta. Por ello, vamos a presentar una modificación que permita calcular la forma normal disyuntiva y conjuntiva de forma automática y extendida a partir de la tabla de verdad de la función booleana.

B. Descripción de la modificación propuesta

Para resolver los problemas mostrados en los apartados anteriores, procederemos como sigue:

Partimos de la tabla de verdad de f , pero expresada en forma matricial, es decir, tomamos la matriz de ocho filas y cuatro columnas que corresponde a la tabla de verdad de la Figura 3, la cual se obtiene mediante los comandos:

```
f= BooleanFunction[{{1, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0},{a, b, c}}];
```

```
mat=Boole[BooleanTable[ {a,b,c,f}]];
```

En esta matriz *mat* seleccionamos aquellas filas cuyo último término es un 1, es decir, nos estamos quedando con las filas correspondientes a los minterms. Esto puede hacerse mediante la orden:

```
mat1=Select[mat,Last[#]==1&]
```

Se obtiene así una matriz *mat1* con tantas filas como minterms (en este caso tres), y donde el último elemento de cada fila ha de ser un 1. En esta matriz habremos de cambiar en la primera fila los 1 por a y los 0 por $!a$, en la segunda columna se ha de cambiar los 1 por b y los 0 por $!b$, y en la tercera columna hay que cambiar los 1 por c y los 0 por $!c$. Para realizar estos cambios de manera más fácil realizamos una doble transposición, en primer lugar consideramos la matriz transpuesta de *mat1*

```
matT1=Transpose[mat1]
```

En las primeras tres filas de esta matriz haremos los cambios indicados y luego realizaremos otra transposición para recuperar las listas con los minterms. Esto lo podemos hacer mediante la secuencia de comandos siguiente

```
exp1=Transpose[matT1[[1]]/.{1→a,0→!a},matT1[[2]]/.{1→b,0→!b},matT1[[3]]/.{1→c,0→!c}]]
```

resultando en este ejemplo que *exp1* es la lista dada por:

```
{{a,b,c},{a,!b,c},{!a,b,c}}.
```

Tan solo nos resta poner los conectores adecuados; en el caso de las listas más internas hemos de unir los elementos mediante operadores de conjunción, y en las listas del segundo nivel mediante operadores de disyunción. Así, la orden

```
Apply[Or,Map[Apply[And,#]&,exp1]]
```

da lugar a la forma normal disyuntiva buscada

```
(a&&b&&c)|(a&&!b&&c)|(!a&b&&c)
```

tal y como se habría obtenido en el aula. Podemos comprobar como la simplificación de la expresión anterior mediante el comando *BooleanMinimize[expresion]* da lugar a la forma más simple ya conocida:

```
(a && c) || (b && c)
```

Si en lugar de querer la forma normal disyuntiva estuviéramos interesados en obtener la forma normal conjuntiva, se procede de manera muy parecida a lo anterior, pero cambiando de manera simétrica el procedimiento. Mostramos cómo resultaría, poniendo a continuación la secuencia de órdenes, similares a lo que hicimos anteriormente.

```
mat0=Select[mat,Last[#]==0&]
```

```
matT0=Transpose[mat0]
```

```
exp0=Transpose[{matT0[[1]]/.{0→a,1→!a},matT0[[2]]/.{
0→b,1→!b},matT0[[3]]/.{0→c,1→!c}}]
```

```
Apply[And,Map[Apply[Or,#]&,exp0]
```

con lo que resulta finalmente la forma normal conjuntiva dada por

```
(!a!! b|c)&&(! a| b|c)&&( a|! b| c)&&( a| b|! c)&&( a| b| c)
```

tal y como se habría construido en el aula a partir de la tabla de verdad.

La simplificación de la expresión anterior mediante el comando `BooleanMinimize[expression, "CNF"]` da lugar de nuevo a la forma más simple ya conocida:

```
(a|b)&&c.
```

Nótese que en este segundo caso la matriz *mat* sigue siendo la misma, pero ahora se seleccionan las listas cuyo último elemento es 0.

IV. ALGUNOS CASOS ESPECIALES: TAUTOLOGÍA Y ABSURDOS

A continuación vamos a mostrar algunos ejemplos concretos más de aplicación de la modificación propuesta en el caso particular de una tautología y de un absurdo.

A. Función booleana asociada a una tautología.

Cuando obtenemos la función booleana asociada a una tautología, el resultado ofrecido por *Mathematica* es:

```
BooleanFunction[{1,1,1,1,1,1,1,1},{a,b,c}] = True
```

En el caso de querer obtener la forma normal conjuntiva, obtenemos el mismo resultado. Con la modificación que hemos propuesto, se obtendría una forma normal disyuntiva en la que intervienen los ocho minterms y una forma normal conjuntiva en la que no interviene ningún maxterm. En este caso la matriz *mat0* no existe, es decir, en el formato de *Mathematica* resulta ser *mat0={}*. En este caso hay que interpretar que la modificación propuesta debería proporcionar el valor *True* en el caso de la forma normal conjuntiva. Esto también se puede implementar fácilmente mediante un condicional.

B. Función booleana asociada a un absurdo.

Cuando calculamos la función booleana asociada a un absurdo, el resultado ofrecido por *Mathematica* es:

```
BooleanFunction[{0,0,0,0,0,0,0,0},{a,b,c}] = False
```

Lo mismo ocurre en la forma normal conjuntiva, obtenemos un resultado *False*. En el caso de utilizar la modificación que hemos propuesto, la forma normal conjuntiva presenta ocho maxterms mientras que la forma normal disyuntiva no contiene ningún minterm. Ahora se tendrá que *mat1={}*, y en este caso, ha de interpretarse que la forma normal disyuntiva proporciona el valor *False*.

V. CONCLUSIONES

El programa *Mathematica* es una herramienta muy poderosa a nivel didáctico para abordar temas de lógica, en lo que se refiere a la evaluación y simplificación de procesos lógicos, a la solución de ciertas ecuaciones lógicas y al cálculo de los valores de verdad de proposiciones compuestas. Las tablas de verdad permiten entender el funcionamiento de la lógica formal, y además nos permiten calcular la forma normal disyuntiva y la forma normal conjuntiva de una función booleana que tenga asociada una tabla de verdad cualquiera, a partir de las variables booleanas elementales de la tabla. Sin embargo, aunque *Mathematica* nos permite realizar muchos de estos cálculos de forma cómoda y rápida, generalmente realiza simplificaciones por defecto que no resultan tan adecuadas desde el punto de vista didáctico y que son menos útiles para los estudiantes.

Por ello hemos desarrollado un procedimiento que presenta unas mayores posibilidades didácticas usando los comandos y conectores lógicos y el lenguaje de programación propio del *Mathematica*. Este procedimiento nos permite obtener expresiones "extendidas" de una función booleana dada, antes de realizar ninguna simplificación y de una manera más cercana a como se realiza en el aula de Matemática Discreta. Creemos que esta propuesta puede servir de guía a los estudiantes de Ingeniería Informática para el aprendizaje autónomo y para comprobar sus progresos en el manejo de las funciones booleanas y en la adquisición de los principales conceptos asociados al Álgebra de Boole.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad de Salamanca el apoyo a la labor que realizan en lo relativo a investigación docente mediante la concesión de los proyectos ID2014/0067 y ID2015/0098. Se agradece también el soporte económico del proyecto EDU2015-64524-P (MINECO/FEDER).

REFERENCIAS

- [1] Elliott Mendelson, *Introduction to Mathematical logic*, 6 Ed., CRC Press, Taylor & Francis Group, 2015.
- [2] Michael L. O'Leary, *A first course in Mathematical logic and set theory*, John Wiley & Sons, 2016.
- [3] Uwe Schöning, *Logic for Computer Scientists*, Birkhäuser, Boston, 2008.
- [4] Mordechai Ben-Ari, *Mathematical Logic for Computer Science*, 3Ed., Springer-Verlag London, 2012.
- [5] Paul R.Wellin, Richard J. Gaylord and Samuel N. Kamin, *An Introduction to Programming with Mathematica*, 3Ed., Cambridge University Press, 2005.
- [6] John Gray, *Mastering Mathematica. Programming Methods and Applications*, Academic Press, 1994.
- [7] Leonid Shifrin, *Mathematica programming: an advanced introduction*, Creative Commons, 2008.

Supporting the Design and Development of Personalised Activities for Occupational Therapy

Pablo Mascaraque, Rosa M. Carro
Department of Computer Science
Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, Spain
pab.mascaraque@estudiante.uam.es, rosa.carro@uam.es

Abstract—The job of occupational therapists (OTs) includes a varied array of tasks, ranging from initial contact and evaluation of users to development and implementation of activities for them to perform, going through constant evaluation and readjustment of therapeutic exercises. They can benefit from the use of technology for communication purposes, data registration and management, activity development and entertaining therapies, among others. Hand-held devices, such as smartphones and tablets, have the potential of extending many of the uses of traditional computers by offering similar capabilities in a more portable format. In this paper, we present the design, development and implementation of an application for Google's Android OS that enables OTs to carry around an easy-to-use data-recollection and management system, coupled with an activity editor that allows for more personalized exercises to be created and their results to be automatically recorded for later analysis. A user-centred approach was taken. Target users were observed to find out their main needs in their professional environment, and to guide the design process that followed. Finally, user evaluations were conducted to validate the system and confirm its usefulness as a tool for working as an OT.

Keywords—Android apps, user training, occupational therapy, mobile devices, authoring configurable apps, user-centered design.

I. INTRODUCTION

Occupational therapy began as a new approach to the treatment of patients in which people's occupations (that is, the activities in which they engage) is considered not only from a physical point of view, but also from social, psychological, emotional and working (or occupational) perspectives [1]. Nowadays, we can find OTs working with a wide variety of people, ranging from children lacking social skills to teenagers recovering from alcohol or drug abuse problems, adults suffering from psychological problems or elderly people with physical and mental deteriorations. Thus, patients depend on the work of OTs to develop or regain their independence in different aspects of their lives so that they may continue with their occupations. The last decades have seen the introduction of computing technologies into many professions, provoking enormous changes in the way data is collected and processed. OTs have kept up to date with these changes. These health professionals have integrated computers into different aspects of their jobs, including specialized data-recollection programs designed for use in medical environments and ordinary editing programs used to make presentations and activities with which to engage with their patients. Furthermore, in the last few years

new applications have been created for OTs. They target certain skills that typically need to be developed by them, such as memory, attention or reading and writing skills.

However, OTs commonly work with many different patients, each of them typically with varied difficulties, so that they need to switch between programs in order to work on each ability. In addition, they may need another program to house the database where patient's histories can easily be managed and consulted. Up until now, there has been a need for systems that encompass the flexibility required for activity creation and the processing power of a computer for data administration, together with the physical mobility of the hardware on which the system is running. This has led to the development of systems for hand-held devices to cover those needs.

The aim of this work is to provide occupational therapists with a new tool that is better tailored to their professional needs than those available, which seem to be inadequate, ineffective or too restrictive for them. According to the information obtained from some experts: the applications become inadequate when targeted at a specific group of patients different from the one their patients belong to (applications for children are too infantilized for adults); they become ineffective as a consequence of their inadequacy, as patients are not motivated, making its use less practical than expected; and they can be too restrictive when providing a fixed number of activities and not allowing the OT to personalize them. That aim is achieved through the pursuit of the following goals:

- Patient data collection and management must be able to be adjusted by OTs, so that they may adapt it to the people they work with and record the information they find relevant and useful for them.
- Activity creation and management must be flexible, enabling the OTs to tailor the content of the activities to each patient, making them more effective.
- The system developed should meet high intuition standards, and its structure should be designed to fit in with the way in which OTs work.
- In addition, the development of this work also pursues other independent objectives that become desirable:
- The activity creation and management should be built in a modular way, facilitating future inclusion of new types

¹This work has been funded by the Spanish Ministry of Science and Innovation, project e-Integra (TIN2013-44586-R) and by CAM, project eMadrid-CM (S2013/ICE-2715)

of activities, increasing the system's capabilities for use in therapy sessions.

- The whole process should be carried out following the principles and methods of user-centred design, which will help in the pursuit of the goals presented earlier on.
- As part of the user-centred design approach, user evaluations should be performed to validate the resulting product and make sure that it is helpful to and will be used by real users (OTs).

The rest of the paper structures as follows. Section 2 describes the state of the art. Section 3 presents the analysis done. Section 4 shows the design and implementation of the system, while section 5 describes the evaluation carried out. Finally, section 6 outlines the conclusions and future work.

II. STATE OF THE ART

The use of ICT has become commonplace in people's everyday lives. These technologies are not only used for everyday tasks, but also to increase efficiency and effectiveness at work, where, generally, the capabilities offered by personal computers, smartphones and tablet computers allow tasks to be completed in much less time and with fewer errors than those humans are prone to commit. The medical world has kept up with this: specialized equipment, programs for administration and communication, and applications to be used with and by patients for rehabilitation. Occupational therapists are part of these people taking advantage of new technologies, looking for and learning to use new systems, mostly those designed for administrative purposes and for therapies with their patients. OTs also use more generic programs to satisfy some of their professional needs, such as spreadsheets, word processors or image editors. Examples of programs designed for health professionals include: CyT-L [2], developed for the creation of exercises for cognitive rehabilitation; HABITAT [3], a web-based system for treating people with acquired brain injury; Resiplus [4], an administration software for nursing homes and day care centres; Picaa [5], an iOS application designed to support learning for children with special needs; NeuronUp [6], a web-based system for creating activities for patients, personalizing and adapting the content for each one; or [7], an adaptive application for children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder. An extensive list of applications for cognitive training and communication widely used by several health professionals (including OTs) can be found in [8]. However, many OTs find deficiencies in this working method:

- Most of the applications developed nowadays centre on the patients, who are expected to interact with them on their own or with friends or family members that help them. The approach in these cases is to present a pre-designed and limited amount of material devised with professionals so that people without medical knowledge can use it. This lack of diversity can lead to monotonous sessions where patient motivation is very low [8].
- Applications are typically created for very specific conditions or illnesses, forcing the OT to alternate between several programs to work on each of the goals being pursued with a patient.

- Applications that do target the medical community, rarely focus solely on occupational therapists, but as part of a larger group of professionals coordinated to work with their patients, so that they centre on the information that workers would share and not so much around what might be useful to OTs specifically.

The goal of this work is to develop a system that addresses these issues, focusing on the OTs and eliminating as much as possible specificities regarding the patients they work with.

III. ANALYSIS AND REQUIREMENTS

The approach taken was that of user-centred design, in order to produce a system adapted to the final users, allowing them to focus on their actual tasks as much as possible and relieving them of any extra difficulty [9]. The key principles of this approach are [10]: design for the users and their tasks; be consistent; use simple and natural dialogue; reduce unnecessary mental effort; provide adequate feedback; provide adequate navigation mechanisms; let the user drive; present information clearly; be helpful; reduce errors.

A. User and Activity Analysis

The system is aimed at two types of users: Occupational Therapists (OTs), who will be the main users and will interact with most of the system; and patients, whose interaction with the system will be limited to the activity section, often aided or monitored by the OT. In this work, we focus mainly on the former. We need to gain knowledge about how they perform their tasks and their overall attitude and familiarity with new technologies. With this purpose, firstly, we designed a survey with Google Forms and distributed it with the help of some OTs and various Spanish OT associations, to compile information and statistics about OTs regarding themselves, their personal experience with new technologies and their work environments and methods. Next, contextual observations were carried out with different OTs in different workplaces, in order to learn the ways in which OTs actually work and extract any relevant information that could shape the final product (i.e., typical interactions, workarounds, problems and solutions...). This second step consisted of: having an initial conversation with the OTs being observed to understand the patients they were going to be working with; accompanying them while they carried out their jobs (they explained what they were doing and we asked questions regarding specific actions taking place); and asking them additional questions after the therapy sessions if there was anything left unanswered. The results and conclusions of surveys and observations, which influence on the system requirements, are presented next.

Users. The survey was completed by 63 people, a very assorted group of professionals with different ways of dealing with their duties and environment. All of them were used to using PCs, over 80% of them frequently used smartphones in their everyday lives and less than half were accustomed to tablets. Most of them regard these technologies as enjoyable to use, although they occasionally proved troublesome to them. They mainly use basic office software packages in PCs. The possibility of accessing media is also appreciated. Unpopular programs (e.g., Photoshop or MS Access) were deemed so due

to their complexity or high frequency of crashes. Due to their higher portability, smartphones and tablets were typically used to communicate (Whatsapp, e-mail), to connect with others through social networks and to get and share information (Google, Dropbox). Regarding the (in)dependence of OTs in their workplace, almost two thirds of them were the only OTs in their workplace, but most of them worked in collaboration with others (psychologists, social workers, etc.). One contextual observation revealed the high interdependence with other health professionals treating the same patients: daily communication can be crucial. Patient ages vary widely, from children to the elderly, including teenagers and adults. Almost half OTs work with 40 patients or less. Only 14 OTs worked with more than 40 of their patients daily. The way in which OTs planned their work was also diverse, although two main patterns can be found: daily planning or weekly planning. In some cases, a schedule was fixed months in advance and only changed occasionally, because it is thought that this helps patients to situate themselves in both time and space. Finally, both the survey and the contextual observations revealed the tools or equipment used for therapy. For cognitive therapy: blackboards, picture cards, puzzles, music/video players, dictionaries, photocopies, game consoles, question and answer cards, board games and plain pen and paper. For physical therapy: wheelchairs, chairs, pegs, ropes, balls, hoops, cones, finger ladders, game consoles, sports equipment and many everyday objects. The main problems of OTs deal with:

- Wear and tear: the equipment used for physical therapy wear out occasionally (e.g., balls gone or pegs broken).
- Inappropriateness: the resources are not adequate for the patient's profile, thus reducing its effectiveness (e.g., infantilization of documents frustrates older patients).
- Repetitiveness: the lack of resources can result in quick reuse of them (e.g., a fixed number of available picture cards does not allow a wide range of exercises).

Some OTs use different applications for their job, each one designed for a specific objective. One mentioned repeatedly in the survey is Resiplus, a database management system that allows them to insert, share and obtain information regarding their patients, with a strong focus on communication between the professionals that share patients. However, it is designed for use in nursing homes and the data that can be stored and shared is limited. This led us to focus on OTs that would find a greater benefit: they are comfortable with computers and smartphones and can manage them with ease; they appreciate simplicity when using apps; they work alone or in small groups, with high interdependence; they perform physical and cognitive therapies, as well as individual and group sessions.

Activities. Regarding the activities conducted by OTs, both physical and cognitive ones were mentioned in the survey and some of them were observed during the contextual observations. For activity management, we considered criteria as simplicity, flexibility, repetitiveness and customizability. We chose an option in-between offering a list of pre-designed activities with

variations regarding content and offering a highly-editable environment that allowed creation of activities by including objects that represent elements (e.g., a point on the screen) and defining abstract concepts (e.g., different types of relationships between objects inserted into the design canvas). We decided to allow certain flexibility at creation time while maintaining the implementation feasible inside some limits, through a template-based creation scheme.

B. System Requirements and Technology

The conclusions obtained from the analysis determine the system requirements. Fig. 1 shows a schema of the functionalities to be offered to satisfy the needs gleaned. It is intended both to represent functional requirements and to mimic OTs' mental model. One OT confirmed that this schema correctly distributes the tasks regarding patients, activities, sessions, assessment and scheduling. In addition, non-functional requirements were set. The users must be able to configure the system initially to accommodate their work environment. Then, the system should be quick and easy to use. Other qualitative requirements, dealing with information management and those key issues of user-centred design enumerated above, were elicited too. According to the analysis and criteria related to size, mobility and interactivity capabilities of the devices, the most suitable one seems to be the tablet, due to its light weight, medium to large screen and touchscreen. Since Android is the leader of tablet operating systems [11] and the intention is to reach out to as many occupational therapists as possible, we selected it, using Java for programming and SQLite for database management.

IV. DESIGN AND DEVELOPMENT

A. Main Components

The system components are:

- General Profile: description of the data to be stored of every patient. It is a collection of fields (textual or numerical) that can be organized into groups. The system provides some (name, date of birth and photo) and the OT may create additional ones or new field groups, to adapt the system to the type of patients.
- Patient: person treated, with name, birthdate, photo, ID and, possibly, additional information, such as progress.
- Activity: task to be performed by a patient. There are several types of activities, each one configurable via its content (which can also be of different types, such as textual or graphic). Every activity has a name and can be classified into categories and assigned a difficulty level. OTs must be able to add new activities easily.
- Session: group of activities to perform in one sitting by a patient. Session performances are recorded in the system along with those comments inserted by the OT.
- Schedule: arrangement of tasks. In the system, it is a collection of time slots, each one with some basic features (name, day of the week and time period) as well as patients and activities related to it.



Fig. 1. System functionality (mental model)

- Assessment document: collection of questions and possible answers (textual or numerical) defined in a certain order for individual patient assessment.

The design of activities and sessions is supported by a framework into which one can add new activities while modifying the other parts very little. We used Abstract Factory Pattern [12]. When designing a new type of activity, the developer must provide: a class that inherits from Activity; a visual interface for creating and editing the activity; a visual interface for interacting with it, an ER entity describing the data to be stored; and a class inheriting from ActivityFactory to unify the above. OTs have access to all the functionalities and interactions with the whole database. Patients have access only to the parts related to interaction and completion of activities.

B. Interaction and Interface Design

The system supports all the actions shown in figure 1. OTs can design new activities using the templates provided and including new content. They can store schedules arranging the tasks, patients and activities they work with, being able to modify them too. They can check schedules, select events, view time slots in different ways, etc. They can create, edit, check and compare assessments. The OTs are expected to learn quite a few things to get to use the full potential of the system. Since they are expected to use the application repeatedly and continuously for long periods, ease-of-use is essential. We built a low-fidelity prototype to confirm with them that the task organization was correctly captured in the interface and that the navigational pathways devised were natural. They proposed two changes that were done. For the interface design, we followed the well-known guidelines described above [10].



Fig. 2. Memory card activity during a session

As for resources (images, videos, audios, etc.), a set of them are part of the system, such as the arrows in the session screen,

the back of the cards in memory card activities or the stars to rate activity performances. Any other resources to be used need to be stored previously in the device. The system store references to their locations and retrieve them when needed, avoiding unnecessary overhead in the SQLite database. Fig. 2 shows the interface supporting Memory Card activity.

V. EVALUATION

A. Self Evaluation

The blocks in which the system was divided (patients, activities, sessions, schedule and assessment) were tested through white box testing, including unit and integration tests: the former was used for individual components, while the latter allowed to check that the parts worked properly as a whole. Then, the requirements set initially were checked. Non-functional ones referring to user performance were validated later on, during the user evaluation stage. Deficiencies found (e.g., non-helpful error messages or buttons hard to see) were corrected. Regarding usability evaluation, we use Ben Shneiderman's Eight Golden Rules of Interface Design [13]:

1. *Strive for consistency:* The control and screen design standards set during the design stage were devised. The main screens (patients, activities, time slots and assessment documents) follow certain rules to make their fundamental aspects similar (e.g., all search screens have groups on the left and the actual elements on the right). Names of components also maintain consistency throughout different screens.

Enable frequent users to use shortcuts: No concrete shortcuts were included in the system for two reasons. Firstly, most actions can be performed in very few clicks. Secondly, screen simplicity was one of the main goals to avoid users getting confused, and extra buttons could potentially lower their confidence (in fact, screen simplicity was highlighted).

Offer informative feedback: Error messages have been written to inform the user about the problem encountered and how to fix it (typical errors would be, e.g., empty fields that need to be filled in, or start and end times in the wrong order).

Design dialog to yield closure: Creation sequences in the system usually have one dialog screen requesting the basic information needed to build the item in question. After this, the element is created and shown on screen, which allows the user to confirm it was constructed properly.

Offer simple error handling: Inputting incorrect information when creating or editing the main elements is rarely a problem. The user can re-edit or alter the information as originally intended. Deleting items is permanent. For this reason, permanent deletion actions are always accompanied by a confirmation dialog to avoid removing anything by mistake.

Permit easy reversal of actions: since editing is always available for all the main products, one can go back and correct mistakes made due to incorrect input.

Support internal locus of control (the user's sense of being in charge): The user is always the initiator of actions. New screens and dialogs are only prompted by user activity.

Reduce short-term memory load: The system tries to help the user as much as possible in this sense, showing any information considered relevant in each context (e.g., when selecting patients for a session, previously selected ones will not be shown as selectable, avoiding confusion if the user cannot remember who had already been included).

B. User Evaluation

User evaluation was made with four OTs. The method used consisted of three distinct parts:

1. *Pre-test data collection.* Before using the app, some basic information was collected. A brief questionnaire was filled in by the tester to provide basic details such as age, experience as an OT or knowledge of Android systems. The first purpose is to get a better understanding of the user that may help to comprehend the reason behind the results during the test and determine to what extent the application would be responsible for the problems that may arise. The other purpose is to find out if there are significant differences in different groups inside the OT community (e.g., depending on the age).

The test. The main phase of the evaluation was itself subdivided into three parts. During the first one, the first author of this paper presented the system to OTs and gave them a detailed tutorial of the different functionalities it offered, in some cases creating small examples to illustrate it. After this, the tester was given the application to experiment with until she felt confident enough to go on to the tests. There was no time limit in this experimentation phase: since there is a high interest in achieving ease-of-use, the test attempts to emulate this. Finally, a list of 19 specific tasks were asked to be completed. The completion time for each task, as well as the number of interactions to perform it, was recorded.

Post-test evaluation and observations. The testers were allowed to express their opinions in two ways: by filling in a System Usability Scale (SUS) questionnaire [14] and by giving their free opinion on the application (e.g., what they liked and disliked, what future additions they would appreciate, which problems they noticed, and so on).

Patient evaluations were also conducted. Three patients carried out brief sessions sitting in their usual therapy room, together with their OT and the first author of this paper observing how they managed, whether they were able to work each activity out and if they enjoyed using it or quickly got

bored. Before each test, the patients were briefed on what was happening. Then, they were given the tablet with a prepared session for them, and they could give their impressions. Once they finished, they were asked for comments and suggestions.

C. Results

As mentioned above, the evaluation was carried out with four OTs. Three of them were close to the initial target profile: at ease around new technologies, worked mostly alone and with small groups or single patients at a time and worked with children or teenagers, performing both physical and cognitive therapy. The other tester was further away from that profile, showing discomfort and uneasiness around new technologies and having worked mostly with elderly people. The comments and reactions of this tester helped us to see to what extent OTs outside of the target profile can benefit from using the system.

Two testers were between 18 and 25 years old and had six months to one year of experience as OTs. The other two were in the 26-40 range, with more than five years of experience. Those who had been working longer in the field also showed more contact with computer applications for OTs, including Android. The use of tablet computers or Android systems outside the scope of occupational therapy did not seem to be linked to any other factor, but merely to each one's personal life. Three testers said having a lot of experience with tablets, while the other had very little; the use of Android was quite varied: each OT reported a different level of experience. Tester 1 (who performed the trial evaluation) had been present in several stages of the development of the project and felt confident enough not to need to spend time trying out the application after the initial demonstration, since he had already tried it out during its evolution. Tester 2 spent the longest time trying it out, going into every screen to experiment with the full system. Testers 3 and 4 had a quick look around on their own, in some cases trying out a specific functionality but mostly just looking at the screens and locating where everything was.

Since the application is intended for long-term continuous use, the behaviour of the two first testers interested us a lot, as it gave a good insight about the easiness-of-use. However, the reactions and results from the other two helped us to find out how users with very little experience might work out certain functionalities. What caused more confusion initially was the general profile, apparently because: its level of abstraction is higher than that of the other components, which can easily be associated to concrete things of OT's environments; the screens in which it can be modified are a bit harder to reach than those of the main elements (patients, activities, etc.); and confusion can arise from the similarity between the screen for editing patients and that for changing the general profile. Some testers reported that every cloud has a silver lining, since it made them understand the concepts involved and how to work with them. Additional time needed by testers 3 and 4 to finish the 17th task was because they had forgotten the possibility of checking a patient's activity history and kept trying to get the session history screen to get the activity results there. All other timings are considered well within acceptable ranges and even when testers could not find a certain screen, they were indeed searching in the correct section. Therefore, the navigational structure seems to fit in with the mental model of the users.

According to the responses given by the testers to the SUS evaluation, they were generally very satisfied with the system. In fact, all of them would like to use it again. One would probably feel more secure if "Save" buttons were placed in the editing screens, instead of simply pressing the "Back" button, which saves everything automatically. However, other testers seemed to appreciate being able to move around quickly as it is. This could be an option for them to choose. The colour-coding of sections was viewed positively and tones and intensities were deemed good. There was some confusion with the schedule: some testers assumed that adding a time slot while having a certain day selected would automatically set it as the new time slot's day. This is a reasonable assumption, so it will be changed in the future. Despite some difficulties, the general profile section received positive remarks, with a high appreciation for the possibility of adapting the system to the population. One tester remarked that he found the activity creation and edition screens very intuitive. It was observed that the testers rarely hesitated when creating activities.

Regarding the evaluation with three patients, following the OTs indications, they played Memory Card. Some OTs highlighted the usefulness of the Question-and-answer type to help their patients (mainly children) with their work for school. The three patients liked the application and used it easily. They really appreciated the possibility of personalizing it to show things they liked, and seemed very motivated once they saw pictures of things they recognized and liked (images were taken from videogames). After the evaluation, some patients asked to use it again. In general, they were able to use the application easily, understanding very quickly how to interact with it. The only problem encountered was the limitation imposed by the size of the screen: if too many cards are added to the activity and too few cards are chosen to be shown in each row, the patient needs to scroll down to see some of them.

VI. CONCLUSIONS AND FUTURE WORK

The aim of this work was to facilitate OTs' labour by taking advantage of new technologies and filling a gap in the software available to them. Following a user-centred approach, we have built a system that supports the specification of patient's features and the design of configurable activities adapted to them accordingly. The survey and the contextual observations carried out were a great help in understanding how OTs work, what they need and how we can help them. We built a modular system fitting their professional needs (and not the other way around), able to speed up information collection and management processes, and able to support the realization of activities by patients. It allows easy and quick expansion regarding the types of activities available. After evaluating the system with OTs and patients, it seems that the functional and usability objectives were satisfied. The OTs were able to configure activities easily and their satisfaction was high. The patients were able to tackle the activities and showed great enjoyment in seeing that the activities had been adjusted to their personal likes, motivating them to keep on using it.

As future work, we plan to include new types of activities to enrich the set of available ones. Scheduling, sessions and

activities could be linked so that the system checks the current date and time and prepares the sessions automatically. We will also consider the possibility of sharing (importing and exporting) activities created by different OTs, so that a pool would be available for all of them. In addition, the system could be better validated in the future if tested with a larger number of OTs and patients to ensure its adequacy for these two groups of users.

Finally, information privacy is important when dealing with patient data in health environments. For this application it would be enough to encrypt the data revealing patient identities (name, gender, age, etc.), rather than all data in the system, since information not referring to patients or session results cannot be associated to specific patients. The current version of the system does not address data confidentiality yet, but, definitely, privacy issues need to be addressed before the application is used in a professional environment.

ACKNOWLEDGEMENT

We thank all the occupational therapists and patients that participated in this work.

REFERENCES

- [1] APTOCAM. ¿Qué es la TO? Asoc. Prof. de Terapeutas Ocupacionales de la CAM. 2011. Available at: <http://www.aptocam.org/contenido/que-es-la-to> [Last visited: 01/05/2016]
- [2] F.J. Moreno and A. Aguilera. Rehabilitación cognitiva en sujetos discapacitados mediante el empleo de nuevas tecnologías. el programa CyT-L. II European Conf. on IT in Education and Citizenship, 2002.
- [3] F.J. Navarro, E. Navarro, and F. Montero. HABITAT: a tool for interactive activities in the treatment of Acquired Brain Injury. Proc of the 13th Int. Conf. on Interacción Persona-Ordenador, number 5, 2012.
- [4] ADD Informática. Resiplus, 2001. Available online: <http://www.addinformatica.com/en/> [Last visited: 01/05/2016].
- [5] A. Fernández López, M.J. Rodríguez Fórtiz, and M.L. Rodríguez. Plataforma móvil de apoyo al aprendizaje en educación especial. Revista Educacao, Formacao & Tecnologias, Num. extra:pp. 14–23, 2010.
- [6] NeuronUp. Neuronup, 2012. Available online: <https://www.neuronup.com/> [Last visited: 01/05/16].
- [7] L. Gomez and R.M. Carro. Adaptive Training of Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder through Multi-touch Surfaces. Proceedings of the IEEE 14th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), 561-563. 2014
- [8] C.I. Delgado Santos and L. Pérez-Castilla Álvarez. APPS gratuitas para el entrenamiento cognitivo y la comunicación. CEPAT. Tecnología y Comunicación, 2015.
- [9] J. Nielsen. Usability Engineering. Morgan Kaufmann, 1st edition, 1993.
- [10] MultiMedia LLC. Key principles of user centred design, 2006. Available online: http://www.usabilitynet.org/management/b_design.htm
- [11] Smith, E. Preliminary Global Tablet Shipments and Market Share: Q1 2016. Technical report, Strategy Analytics, 2015.
- [12] E. Gamma, J. Vlissides, R. Johnson, and R. Helm. Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software. Addison-Wesley, 1st edition, 1994.
- [13] B. Shneiderman and C. Plaisant. Designing the user interface. Strategies for effective human-computer interaction. Pearson/Addison Wesley, 4th edition, 2005.
- [14] J. Brooke. SUS - a quick and dirty usability scale. P. W. Jordan and B. Thomas and B. A. Weerdmeester and A. L. McClelland (eds.), Usability Evaluation in Industry:pp. 189–194, 1996.

Experiencia de aprendizaje basado en la implementación colaborativa de proyectos para el desarrollo de competencias emprendedoras

Lidia Sánchez González

Departamento de Ingenierías Mecánica Informática y
Aeroespacial
Universidad de León
León, España

Rubén Ferrero Castro

Departamento de Ingenierías Mecánica Informática y
Aeroespacial
Universidad de León
León, España

Miguel Ángel Conde González

Departamento de Ingenierías Mecánica Informática y
Aeroespacial
Universidad de León
León, España

Javier Alfonso Cendón

Departamento de Ingenierías Mecánica Informática y
Aeroespacial
Universidad de León
León, España

Resumen—Uno de los objetivos principales de las instituciones de educación superior en el contexto socioeconómico actual es formar eficientemente futuros profesionales. Para ello se invierten gran cantidad de recursos. Sin embargo dicha inversión no garantiza la empleabilidad de los discentes. Que estos tengan problemas para encontrar un trabajo tiene que ver en muchas ocasiones con el hecho de que la formación que se imparte no está alineada con las necesidades de la empresa, y que los estudiantes no saben abordar un proyecto desde el principio. En estas circunstancias el presente artículo describe una experiencia educativa que, siguiendo el paradigma de aprendizaje basado en proyectos y utilizando una metodología para la gestión de éstos, propone actividades para que los estudiantes puedan desarrollar competencias que permitan fomentar su empleabilidad. La experiencia ha sido llevada a cabo durante dos años y los resultados de la evaluación demuestran la adquisición de competencias por los discentes y un incremento de motivación de estos.

Palabras clave—Aprender haciendo, Aprendizaje Basado en Proyectos, Proyecto, Empleabilidad, Implementación Colaborativa

I. INTRODUCCIÓN

El Espacio Europeo de Educación Superior otorga gran importancia a la empleabilidad, indicando que los títulos deben preparar para el acceso al ejercicio profesional [1]. Unas personas tienen más empleabilidad que otras, lo cual depende del propio individuo, de las empresas y de las tendencias del mercado [2].

En el Grado en Ingeniería Informática, las encuestas de nuevo ingreso muestran que la práctica totalidad de los estudiantes espera conseguir un trabajo como programador o informático, empleado por cuenta ajena en una empresa [3]. No hay un porcentaje, aunque sea mínimo, que planea crear su propia empresa. En este campo, que cambia a velocidades vertiginosas, es común ver en las noticias cómo pequeñas

empresas (incluso un grupo de amigos) que desarrollan aplicaciones que triunfan entre los usuarios, se convierten en empresas muy rentables, o bien que son vendidas a los gigantes de las comunicaciones. A pesar de que la mayoría de los estudiantes conocen estos casos, no se ven a sí mismos capaces de conseguirlo.

Se hace por tanto necesario fomentar la transferencia de conocimiento entre la universidad y la empresa. Los estudiantes se enriquecerían de este modo porque podrían medir su capacidad para satisfacer los requisitos de sus futuros empleadores y también al conocer que se supone que deben saber y qué se demanda desde el contexto empresarial. Además de este modo las empresas podrían detectar el talento de los estudiantes y podrían tratar de amoldar sus procesos para formar profesionales adecuados [4-7].

En este sentido existen diferentes iniciativas que tratan de promover el intercambio de conocimiento con mayor o menor éxito [8-10], y en esos casos siempre resulta beneficioso que los estudiantes hayan adquirido previamente competencias relacionadas con su futuro desempeño profesional.

Ante esta situación el presente trabajo presenta una experiencia en la que se aplica una metodología con el fin de que los estudiantes adquieran las competencias necesarias para aumentar su empleabilidad, fomentando la pro-actividad, a través de la adquisición de competencias como: trabajo en equipo, desarrollo efectivo de la comunicación oral y escrita, la aplicación de sus conocimientos a su trabajo de forma profesional, etc. Para ello se ha aplicado el aprendizaje basado en proyectos.

El aprendizaje basado en proyectos (*Project Based Learning* o PBL) es un método docente que involucra al estudiante en el proceso de aprendizaje. El discente trata de solucionar un problema no trivial mediante el planteamiento de una serie de cuestiones que va refinando, el debate de posibles soluciones, la predicción de problemas, la definición de planes de trabajo, el

análisis de datos, la elaboración de conclusiones y la comunicación de las ideas y los resultados obtenidos a otros. En los proyectos los elementos fundamentales son el problema a resolver y la generación de resultados conocidos como artefactos [11].

La aplicación del PBL aporta ventajas como [11-17]: incremento en la motivación de los estudiantes; incremento en la atención y la confianza en sí mismos; adquisición de competencias propias de la gestión del proyecto como elaboración de soluciones, gestión del tiempo, planificación; acerca al estudiante a problemas reales lo que incrementa su empleabilidad, etc. Este método docente se aplica en el contexto de asignaturas de dirección de proyectos de ingeniería con éxito [18, 19] y en el contexto de esta investigación se utiliza para la asignatura de Arquitecturas Específicas y Empotradas, optativa de 4º en la titulación de Grado en Ingeniería Informática desde que comenzó a impartirse en el curso 2014/15.

La adquisición de competencias se produce en su mayor parte con la práctica. El objetivo general del aprendizaje consiste en una meta a alcanzar, la cual se pueda evaluar con criterios de fiabilidad y validez. Esta evaluación de competencias tiene gran importancia ya que influye en la formación inicial y continua, la cual es necesaria para el ejercicio de una profesión. Las competencias académico-profesionales se construyen tanto en la Universidad como en el mundo laboral. En general, la mayoría del conocimiento factual (saber) se adquiere durante la formación universitaria y el conocimiento procedimental (saber hacer) se consigue en el desarrollo del trabajo [1].

La experiencia que se presenta en este trabajo trata de inculcar en los estudiantes una filosofía autodidacta y de continua formación, muy necesaria dentro de cualquier sector de la ingeniería. También pretende que adquieran competencias en la gestión de proyectos completos, resolución de problemas, prototipado rápido, etc., que fomentan actitudes proactivas y estimulan su motivación hacia los proyectos innovadores y el autoempleo.

A continuación se va a describir la experiencia llevada a cabo en profundidad. Posteriormente se presenta cómo se evalúa la experiencia y los resultados de la misma y por último se aportan una serie de conclusiones.

II. LA EXPERIENCIA

En la asignatura optativa de Arquitecturas Específicas y Empotradas se aplica la metodología PBL de cara a la adquisición y evaluación de competencias de la asignatura, así como para aumentar la empleabilidad de los estudiantes. Dicha asignatura se ha impartido dos cursos académicos con unos 15 alumnos matriculados cada año. Para ello, la asignatura se ha organizado de la siguiente manera:

- Inicialmente, se realizan unas prácticas guiadas, supervisadas por los profesores de la asignatura, en las que se introducen a los alumnos los conceptos de sistemas empotrados.
- A continuación, se realiza el montaje de un dispositivo.

- Por último, se propone a los estudiantes que desarrollen en grupos de 2-4 personas un sistema empotrado plenamente funcional.

Para conseguir el objetivo perseguido por la experiencia se pretende obtener una serie de resultados de aprendizaje. Estos consisten en que el estudiante aprenda a: trabajar en equipo; analizar y resolver problemas; interpretar resultados y datos relevantes; comunicarse vía oral y escrita; aplicar los conocimientos de forma profesional; elaborar y defender argumentos; y saber emitir juicios sobre temas de diversa índole. Estos resultados implican la aplicación de una metodología, el uso de unos recursos y el planteamiento de unas actividades que se describen a continuación.

A. Metodología aplicada

La metodología docente seguida implica crear el contexto necesario para poder conseguir los resultados de aprendizaje anteriores. Para ello, los profesores han de:

- Coordinar el uso de laboratorios buscando colaboración con otras áreas y profesores.
- Preparar materiales docentes que sirvan de guía a los estudiantes para desempeñar con éxito sus tareas.
- Supervisar el desarrollo de los proyectos en todo momento para poder orientar a los estudiantes y favorecer la consecución de sus objetivos.
- Colaborar en la búsqueda de soluciones, en la toma de decisiones y ayudar en la adopción de las soluciones consensuadas por los grupos.

La metodología se basa en el modelo integrado de efectividad del trabajo en equipo, IMO [20], desarrollado para entornos organizacionales no académicos pero aceptado en el ámbito académico como marco conceptual válido y de alto valor. Este modelo representa el trabajo en equipo como un conjunto de procesos condicionados por unos factores previos que dan lugar a unos resultados. Además, incorpora el carácter cíclico y dinámico ya que los resultados se convierten en nuevas entradas del proceso. El modelo mencionado se ha adaptado y completado para incluir otras competencias y fomentar la empleabilidad de los estudiantes. En concreto, el trabajo propuesto por Viles et al. [20] emplea un cuestionario para retroalimentar a los equipos sobre su desempeño. Para ello, creaban un gráfico radar que denominan "huella" con la escala de valoración para cada proceso operativo. De esta manera cada equipo podía analizar las fortalezas y debilidades. Sin embargo, en esta experiencia, se ha empleado ese cuestionario para valorar el desempeño de los equipos de trabajo, de manera que se pueda calificar a los distintos estudiantes de acuerdo con el trabajo desarrollado. En cuanto a la realimentación, como la asignatura tiene pocos alumnos y el trato con el profesor es diario, se les comunicaba verbalmente aquellas carencias que se observaban en las sesiones de laboratorio y tutorías, considerando los aspectos detallados en el apartado "Observación directa". De esta forma, la retroalimentación era inmediata.

En cualquier caso, en esta metodología la adquisición de tales competencias viene condicionada por los factores previos y los mediadores [20].

B. Recursos empleados

En esta experiencia se ha hecho fundamental la disponibilidad de diferentes recursos. En concreto se va a diferenciar entre recursos humanos, estructurales, documentales y económicos.

En cuanto a los recursos humanos debe considerarse que como la experiencia tiene un carácter multidisciplinar, han colaborado diversos profesores en las distintas etapas de la misma. En concreto y más allá de los estudiantes involucrados en la experiencia se ha contado con la ayuda de 11 docentes, 1 oficial de laboratorio y un alumno. 6 de los profesores han facilitado y adecuado instalaciones y equipos para que se pudiera llevar a cabo la experiencia. Otros 2 dan soporte como expertos en PBL y en evaluación de competencias. Los 3 restantes se encargan de impartir la asignatura y por tanto supervisan y conducen la experiencia, son estos los que llevan a cabo la mayor parte del trabajo. El oficial de laboratorio da soporte a la realización de los montajes y el alumno aporta su experiencia al haber realizado un trabajo de fin de grado relacionado con las actividades que se planteaban.

En lo que respecta a los recursos estructurales para el desarrollo de la asignatura y la experiencia descrita, se han utilizado espacios de la Escuela de Ingenierías Industrial e Informática. En concreto: un laboratorio para el montaje de impresoras 3D y escáner 3D (equipado con todo tipo de herramienta); un laboratorio para la impresión y escaneo de piezas en 3D, montaje de componentes de los proyectos, trabajo en grupo, etc. (dicho laboratorio se ha habilitado para el libre acceso a los alumnos); y otros dos laboratorios con equipos informáticos y tomas con IP pública.

Como recursos documentales la asignatura proporciona en su guía docente una bibliografía recomendada. Sin embargo, la que los estudiantes han encontrado más útil ha sido la recogida en la plataforma *moodle*: prácticas guiadas para su iniciación en el uso de plataformas como *Arduino* o *Raspberry Pi*; y diversos manuales de montaje de impresoras 3D, escáner 3D, desarrollo y montaje de sistemas, etc. Se ha tratado de fomentar durante el transcurso de la experiencia la cultura del conocimiento abierto y los desarrollos colaborativos, por lo que otra gran fuente de documentación han sido los repositorios y blogs especializados en la red, donde se comparte todo tipo de información y documentación.

Otro aspecto nada desdeñable es el apartado de recursos económicos. En concreto mediante el presupuesto de Actividad Académica del área de Arquitectura y Tecnología de Computadores, se han adquirido los componentes necesarios para el montaje y utilización de una impresora 3D y un escáner 3D. Además, se ha ido dotando de material necesario en el día a día para el desarrollo de los proyectos: kits de *Arduino*, *Raspberry Pi*, herramientas básicas, bobinas de filamento para la impresión, componentes como módulos de radiofrecuencia, *bluetooth*, *shields*, etc.

C. Actividades

Las actividades realizadas a lo largo de dos cursos académicos (2014/15 y 2015/16) en la asignatura de Arquitecturas Específicas y Empotradas se categorizan en:

- Actividades de adquisición de los conocimientos básicos. Los estudiantes realizan, bajo la supervisión de los profesores de la asignatura, un conjunto de prácticas guiadas para desarrollar pequeños sistemas basados en *Arduino* y *Raspberry Pi*. En ellas, se realizan montajes y se programan para conseguir pequeños dispositivos autónomos. Los alumnos tienen que redactar unos informes con los montajes realizados, problemas encontrados, soluciones adoptadas, etc. Son el reflejo de las experiencias en el laboratorio. Como trabajan en grupo, se les indica cómo deben comunicarse, tomar decisiones consensuadas, coordinar el trabajo, etc.
- Actividades de montaje. Los estudiantes construyen, bajo la supervisión de los profesores de la asignatura, un dispositivo a partir de las piezas que lo componen. En el curso 2014/15 se realizó el montaje de dos impresoras 3D (parte izquierda de la Fig 1) y en el curso 2015/16 se realizó el montaje de dos escáner 3D (parte derecha de la Fig 1). Aunque existen manuales para su implementación, los estudiantes tienen que resolver, con la ayuda del profesor, situaciones inesperadas: erratas en los manuales, rotura de componentes, calibración, etc.

Para ello, han de buscar soluciones, en ocasiones orientadas por el profesor, para solventar los problemas encontrados. Tienen que sopesar las diferentes opciones propuestas, argumentando cuál es la más idónea mediante el análisis de ventajas e inconvenientes. Además, requieren saber expresar su punto de vista adecuadamente para obtener la aprobación del grupo. En ocasiones también tienen que resolver conflictos derivados del trabajo en grupo, como la coordinación de tareas, la aceptación de responsabilidades, las decisiones erróneas, los errores individuales, etc. Se les orienta sobre cómo proceder durante las distintas situaciones generadas, tanto en la parte de conocimiento de los temas de la asignatura como a cómo comportarse en el grupo [21].



Fig 1. A la izquierda momento de montaje de la impresora 3D, a la derecha prueba de funcionamiento del escáner

- Actividades de desarrollo de un proyecto. Los estudiantes diseñan, planifican y desarrollan en su totalidad un sistema empotrado utilizando las

herramientas vistas en clase. El sistema ha de ser completo y funcional y tiene que realizar alguna tarea por sí mismo.

La elección del tema la realizan libremente los alumnos, algunos autónomamente y otros tras la orientación de los profesores de la asignatura. En clase se les proponen unos temas y les sirve o bien para escoger alguno, o bien para darles nuevas ideas que elaboran ellos posteriormente.

El sistema desarrollado tiene todas las partes necesarias para su funcionamiento de forma autónoma: alimentación propia, interfaz necesaria para su instalación, configuración, operación, etc. También se valora el aspecto. La idea es que consigan un prototipo lo más parecido a lo que sería el producto final.

Algunos ejemplos de proyectos presentados pueden observarse en la Fig. 2. entre ellos se tienen: un dispositivo para reconocer rostros montado en una *Raspberry* como control de acceso; un coche teledirigido usando *Arduino*, conexiones Bluetooth e imprimiendo las ruedas con la impresora 3D; un guante que mediante el movimiento de los dedos y la mano permite interactuar con una *Raspberry* utilizando distintos sensores (flexores y sensores de presión/fuerza) y *Arduino*; un sistema hardware y software para jugar al *LaserTag* utilizando *Arduino* e infrarrojos para simular los disparos; un dispositivo para monitorizar el consumo de energía eléctrica en una vivienda; o un sistema domótico inalámbrico con control vía web.



Fig. 2. A la izquierda el coche teledirigido, en el medio el guante, a la derecha el sistema *LaserTag*

D. Seguimiento y evaluación

Para motivar a los estudiantes y que sean conscientes de la importancia que el profesorado otorga a esta metodología, todas las actividades realizadas en la asignatura constituyen la evaluación continua de la misma. Así, todas las tareas son entregables y no solo supervisadas durante su realización sino evaluadas como resultados finales. Además, el sistema de evaluación forma parte del enunciado de las tareas a realizar con lo que los alumnos conocen no solo qué tienen que hacer sino qué se va a valorar, cómo se va a realizar esa evaluación, cómo se deben planificar para ir alcanzando cada hito, cómo se pondera cada actividad e incluso información sobre el rango de puntuaciones según el grado de desempeño.

III. EVALUACIÓN DE LA EXPERIENCIA

El sistema de evaluación utilizado va a medir el grado de adquisición y desempeño de las competencias indicadas. Por tanto, no se evalúa solo el resultado final, sino todo el proceso.

Para ello es necesario hacer un seguimiento durante todo el desarrollo de la asignatura, lo que permite no solo valorar toda la experiencia sino realizar una retroalimentación del desempeño de los estudiantes para que tengan oportunidad de mejora.

Una de las técnicas más habituales para obtener evidencias que permitan evaluar las competencias adquiridas está basado en la observación directa. Los cuestionarios o entrevistas también se emplean para determinar el grado de desempeño del alumno [20].

En la experiencia aquí descrita hemos usado ambas:

- Observación directa: comunicación entre los estudiantes y los profesores durante el desarrollo de las sesiones presenciales así como la interacción por medios electrónicos.
- Cuestionarios: para medir el nivel de desempeño en los procesos mediadores durante la realización de las actividades. Mide tanto los procesos operativos como los estados emergentes anteriormente citados.

A. Observación directa

Durante el desarrollo de las actividades anteriormente indicadas, se han definido los siguientes aspectos a valorar por parte el profesorado durante su interacción con los alumnos, relacionados con los resultados de aprendizaje: 1) ¿Sabe trabajar en equipo? (observando su participación en la toma de decisiones, si coopera con los compañeros, etc.); 2) ¿Sabe analizar y resolver problemas (se tiene en cuenta su entendimiento del problema y cómo lo aborda); 3) ¿Sabe interpretar resultados y datos relevantes? (si sabe interpretar y gestionar los datos iniciales e intermedios); 4) ¿Sabe comunicarse vía oral y escrita? (en función de cómo actúa y los informes elaborados); 5) ¿Sabe aplicar los conocimientos de forma profesional? (si tiene en cuenta el desempeño profesional); 6) ¿Sabe elaborar y defender argumentos? (atendiendo especialmente a las discusiones en el grupo y a la presentación de resultados); y 6) ¿Sabe emitir juicios sobre temas de diversa índole? (para lo que se observa su comportamiento en las discusiones del equipo y en la presentación del trabajo final).

Estas cuestiones son tenidas en cuenta por los profesores y con una retroalimentación directa en el día a día, son incorporadas por los estudiantes en su desempeño diario. Debe entenderse que en este caso al tratarse de 15 alumnos y 3 profesores es sencillo establecer un diálogo y llevar a cabo una observación directa para aportar validez a esta técnica.

B. Cuestionarios

Los cuestionarios realizados han sido de dos tipos: encuestas y evaluación. Mediante ellos se trata de evaluar el desempeño tanto de los estudiantes como en los grupos.

1) Encuesta a los alumnos

Se ha utilizado una encuesta para evaluar las actividades desarrolladas y las operaciones que conllevan. Los ítems empleados se observan en la Tabla I.

TABLA I. ÍTEMS UTILIZADOS EN LA ENCUESTA A LOS ALUMNOS

11. ¿Has realizado actividades similares en asignaturas anteriores?
12. Cuando se propusieron las actividades, ¿pensaste que serías capaz de realizarlas?
13. ¿Seguiste alguna metodología para realizar el proyecto?
14. ¿Cuánto consideras que ayudaste, con tus aportaciones e intervenciones, a la consecución del objetivo final? (100 si crees que lo hiciste todo tú y 0 si no hiciste nada)
15. De los integrantes de tu grupo, ¿quién aportó más ideas y solucionó más problemas?
16. ¿Tuvisteis que negociar en un momento dado qué decisión tomar?
17. Si negociasteis, describe cómo fue: ¿hubo posturas comprensivas, se dialogó, etc.?
18. En tu opinión, ¿quién se encargó de coordinar el reparto de tareas?
19. De las ideas propuestas para las distintas fases, ¿qué idea te pareció la más útil/original/reseñable?
110. Si hubieras decidido tú qué miembros componían tu grupo, ¿habrías elegido a todos los que lo formaban?
111. ¿Crees que todos los miembros de tu grupo colaboraron en la consecución del objetivo?
112. ¿Consideras que algún miembro de tu grupo fue imprescindible para el montaje (que coincide con el líder/coordinador)?
113. En general, ¿trabajaste a gusto con los miembros de tu grupo?
114. ¿Surgió algún conflicto durante el montaje?
115. Si hubo un conflicto, ¿cómo se resolvió?
116. Respecto al otro grupo de montaje, ¿existió competitividad por ver quién lo hacía mejor/acababa antes?
117. ¿Venías a clase motivado y "con ganas"?
118. ¿Dedicaste voluntariamente a la actividad más horas de las que estaban planificadas en la asignatura por vuestro nivel de implicación en la tarea?
119. El día que conseguisteis que funcionara correctamente, ¿qué sensación experimentaste?
120. Considerando todas las actividades que has realizado durante la carrera, ¿qué puntuación le darías a la práctica de montaje de la impresora 3D de 0 a 10?
121. ¿Le recomendarías la asignatura a un compañero tuyo?
122. ¿Qué has aprendido?
123. ¿Qué opinión te merece la actividad?

2) Autoevaluación

Cada alumno ha tenido que realizar una encuesta de autoevaluación sobre el desempeño de las competencias (Tabla II). El alumno debía puntuarse del 1 al 10 excepto en el primer ítem.

TABLA II. ÍTEMS DE LA AUTOEVALUACIÓN

11. Aportación (0-100)
12. ¿Actuaste como líder?
13. ¿Ayudaste a la coordinación/organización?
14. ¿Propusiste ideas?
15. ¿Fuiste imprescindible?
16. ¿Crees que los miembros de tu grupo trabajaron a gusto contigo?
17. ¿Crees que tuvieron algún conflicto contigo?

3) Evaluación por parte del grupo

Para todos los compañeros de su equipo de trabajo, cada estudiante tiene que responder a las mismas preguntas que tuvo que realizar para su autoevaluación.

IV. RESULTADOS

Durante las actividades de montaje, los integrantes de un grupo preguntaban y observaban cómo lo hacía el otro grupo. Hubo muy buena actitud por parte de ambos grupos ya que cuando unos solucionaban un problema, avisaban al otro grupo. Cuando se encontraban con un problema, todos ayudaban, independientemente del grupo al que pertenecían. Hay que resaltar las soluciones creativas que proporcionaron ante distintas situaciones, como la rotura de piezas o los errores cometidos. Consiguieron resolver todos los problemas ideando soluciones.

La actitud de los alumnos, su compromiso con la asignatura, ha sido elevadísimo. No solo ha sido la impresión mediante la observación directa, sino también el resultado de las encuestas: el 100% trabajó a gusto con los miembros de su equipo y venía a clase motivado; cerca del 70% le dedicó voluntariamente más horas a la actividad; el 100% recomendaría la asignatura a un compañero; las opiniones sobre la metodología fueron todas muy positivas.

Cabe destacar que el año 2014/15, cuando se realizó el montaje de dos impresoras 3D, una por cada grupo, la dinámica de los grupos fue distinta: un grupo tenía un claro líder (los alumnos lo identificaron en las encuestas), mientras que en el otro todos compartieron el liderazgo (según las encuestas). Durante la experiencia del curso 2015/2016 los alumnos experimentaron un cambio muy significativo en su actitud y motivación por la asignatura y por los conocimientos adquiridos, motivados por la nueva experiencia de enfrentarse a un proyecto "real" por sí mismos y poder construirlo.

Se observa una evolución de los alumnos durante las prácticas, que pasan de seguir meramente los guiones y entregar tareas con soluciones no muy adecuadas a tener una mayor implicación y adquirir más responsabilidad con lo que al final se obtienen proyectos completos que ofrecen soluciones de alta calidad. Además de también un cambio importante de actitud por parte de los alumnos especialmente motivados ante los métodos más prácticos, basados en la adquisición de conocimientos mediante la experiencia.

En cuanto a la evaluación, los estudiantes valoraron positivamente el trabajo de sus compañeros de grupo, considerando que ayudaron tanto en la coordinación como proponiendo ideas y realizando las distintas tareas. En la Fig 3. se observa la distribución de la aportación personal considerada por cada estudiante frente a la media que le asignan los miembros del equipo para el año 2014/15. Cabe destacar que uno de los grupos (estudiantes 1,4,9,10,13 y 14) se repartieron equitativamente su dedicación mientras que el resto asignaron la dedicación que les pareció oportuno. En este último grupo los miembros del equipo valoran al resto por encima de la valoración personal de cada uno y tiene especial relevancia el papel del líder comentado con anterioridad (E3). Esto refleja dos formas diferentes de trabajar en equipo, distribuyendo el trabajo o con personas que lo lideran especialmente.

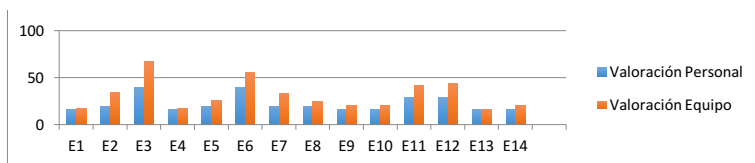


Fig. 3. Comparativa de autoevaluaciones y evaluación del grupo

V. CONCLUSIONES

La experiencia presentada muestra una metodología para conseguir que los estudiantes adquieran las competencias necesarias para aumentar su empleabilidad y su autoempleo, en función de un conjunto de competencias conocidas.

Basándose en modelos existentes, se propone un procedimiento para la adquisición de competencias donde se identifican los fundamentos sobre los que se adquieren las competencias y que permiten su evaluación. Este modelo se ha empleado satisfactoriamente en la asignatura de Arquitecturas Específicas y Empotradas de 4º de Grado en Ingeniería Informática por dos cursos consecutivos.

El trabajo presentado es una acción innovadora en el campo de la enseñanza ya que se expone a los alumnos ante una situación real de futuro empleo donde deberán desarrollar un proyecto completo en todas sus fases e implementarlo físicamente, al menos a nivel de prototipo. Los alumnos tienen que afrontar todos los problemas de la planificación, búsqueda y elección de materiales, desarrollo, implementación, modificaciones, etc., característicos de los proyectos reales.

REFERENCIAS

- [1] M. R. González, "El enfoque por competencias en el EEES y sus implicaciones en la enseñanza y el aprendizaje," *Tendencias Pedagógicas* vol. 13, pp. 79-105, 2008.
- [2] F. Michavila, M. Martín-González, J. M. Martínez, F. J. García-Peñalvo, and J. Cruz-Benito, *Barómetro de Empleabilidad y Empleo de los Universitarios en España, 2015 (Primer informe de resultados)*. Madrid, Spain: Observatorio de Empleabilidad y Empleo Universitarios, 2016.
- [3] Universidad-de-León, "Informe de los alumnos de nuevo ingreso en el Grado en Ingeniería Informática para el curso 2014/15," Universidad de León, León, Noviembre 2014.
- [4] B. R. Clark, *Creating Entrepreneurial Universities: Organizational Pathways of Transformation*. IAU Press, 1998.
- [5] J. M. Vilalta, *La tercera misión universitaria. Innovación y transferencia de conocimientos en las universidades españolas*. Madrid: Studia XXI. Fundación Europea Sociedad y Educación., 2013.
- [6] J. A. Gomes-Pires, F. J. García-Peñalvo, J. H. Marinho-Sampaio, and R. M. Martínez-Vázquez, "Framework Entrepreneurship Process," in *Academic Entrepreneurship and Technological Innovation: A Business Management Perspective*. S. Anna, K. Waldemar, and P. Patricia Ordóñez de, Eds., ed Hershey, PA, USA: IGI Global, 2013, pp. 228-254.
- [7] F. J. García-Peñalvo, "La tercera misión," *Education in the Knowledge Society*, vol. 17, pp. 7-18, 2016.
- [8] F. J. García-Peñalvo, J. Cruz-Benito, D. Griffiths, and A. P. Achilleos, "Tecnología al servicio de un proceso de gestión de prácticas virtuales en empresas: Propuesta y primeros resultados del Semestre de Code.," *IEEE VAEP-RITA*, vol. 3, pp. 52-59, 2015.
- [9] F. J. García-Peñalvo, J. Cruz-Benito, M. Á. Conde, and D. Griffiths, "Virtual placements for informatics students in open source business across Europe," in *2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings*, Madrid, Spain, 2014, pp. 2551-2555.
- [10] F. J. García-Peñalvo, "Entrepreneurial and problem solving skills in software engineers," *Journal of Information Technology Research*, vol. 8, pp. 4-6, 2015.
- [11] P. C. Blumentfeld, E. Soloway, R. W. Marx, J. S. Krajcik, M. Guzdial, and A. Palmisar, "Motivating Project-Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning," *Educational Psychologist*, vol. 26, pp. 369-398, 1991/06/01 1991.
- [12] J. W. Thomas, *A review of research on project-based learning*. San Rafael, California: Autodesk Foundation, 2000.
- [13] G. Bottoms and L. D. Webb, *Connecting the curriculum to "real life." Breaking Ranks: Making it happen*. Reston, VA: National Association of Secondary School Principals. (ERIC Document Reproduction Service No. ED434413) 1998.
- [14] W. Blank, "Authentic instruction," in *Promising practices for connecting high school to the real world*, W. E. Blank and S. Harwell, Eds., ed Tampa, FL: University of South Florida. (ERIC Document Reproduction Service No. ED407586) 1997, pp. 15-21.
- [15] K. P. Dickinson, S. Soukammneuth, H. C. Yu, M. Kimball, R. D'Amico, R. Perry, et al., *Providing educational services in the Summer Youth Employment and Training Program [Technical assistance guide]*. Washington, DC: U.S.: Department of Labor, Office of Policy & Research (ERIC Document Reproduction Service No. ED420756) 1998.
- [16] D. Rae, "Connecting enterprise and graduate employability: Challenges to the higher education culture and curriculum?," *Education + Training*, vol. 49, pp. 605-619, 2007.
- [17] F. Musa, N. Mufti, R. A. Latiff, and M. M. Amin, "Project-based Learning: Promoting Meaningful Language Learning for Workplace Skills," *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 18, pp. 187-195, 2011.
- [18] E. Crespo, F. Alba-Elias, A. González-Marcos, J. Ordieres-Meré, and M. Castejón-Limas, "Project Management Learning in a Collaborative Distant Learning Context - An Actual On-going Experience," in *3rd International Conference on Computer Supported Education*, Noordwijkerhout, The Netherlands, pp. 105-110.
- [19] H. Jun, "Improving undergraduates' teamwork skills by adapting project-based learning methodology," presented at the 5th International Conference on Computer Science and Education (ICCSE), Hefei, China, 2010.
- [20] E. Viles Diez, M. Zárrega-Rodríguez, and C. Jaca García, "Herramienta para evaluar el funcionamiento de los equipos de trabajo en entornos docentes," *Intangible Capital*, vol. 9, pp. 281-304, 2013.
- [21] J. O. Montoya-Estrada, "Metodología para medir y evaluar individualmente el trabajo en equipo," *Ingeniería y Sociedad*, vol. 4, pp. 1-13, 2012.

Competencias Informacionales y Evaluación

Evaluación, formación e innovación en competencias informacionales en la educación secundaria. Las técnicas de mediación y moderación en los estudios de género

Fernando Martínez-Abad, María José Rodríguez-Conde, Marcos Bielba Calvo, Eva María Torrecilla-Sánchez
Departamento de Didáctica, Organización y Métodos de Investigación
Grupo GRIAL
Universidad de Salamanca
Salamanca, España
{fma, mjrconde, mbielba, emt@usal.es}@usal.es

Resumen—Multitud de estudios teóricos y empíricos que analizan factores asociados al rendimiento académico identifican el género como un elemento altamente significativo. En la evaluación de competencias informacionales, el efecto del género parece claro. Sin embargo, la naturaleza contextual del género dificulta que los resultados de dichas investigaciones incidan en mejoras e innovaciones concretas en los centros educativos. El objetivo de este estudio es mostrar el potencial de las técnicas estadísticas de mediación y moderación para identificar el efecto que variables no contextuales ejercen sobre la relación entre el género y el rendimiento. Se implementan sendos proyectos de innovación en 22 centros de Castilla y León y Andalucía a partir de un diseño pre-experimental con pretest y postest, alcanzando una muestra representativa de 260 estudiantes y 22 docentes de Educación Secundaria. Los resultados, obtenidos a partir de un instrumento validado de evaluación de competencias informacionales, confirman la utilidad de estas técnicas para la detección de variables moderadoras. Además, se muestra cómo, en el ejemplo de la evaluación de competencias informacionales, el género ejerce eficazmente de moderador en unos casos y como variable predictora en otros. Se discute finalmente acerca del potencial de las técnicas de mediación y moderación en los estudios de género, las limitaciones asociadas que poseen en la actualidad y el aporte que éstas pueden realizar de cara a futuros estudios, principalmente en el ámbito de los factores asociados al rendimiento y las competencias clave.

Palabras clave—Competencias clave, Estudios de género, Educación secundaria, Mediación y moderación, Competencias informacionales, Evaluación, Innovación educativa

I. INTRODUCCIÓN

Las características específicas del entorno en el que las personas se mueven actualmente, comandadas en todos los ámbitos de la sociedad por las Tecnologías de la Información y la Comunicación [1], han llevado a la denominación genérica Sociedad de la Información o Sociedad del Conocimiento [2]–[5]. Una sociedad en la que surgen nuevas necesidades educativas en todos los sectores, principalmente relacionadas con la adaptación y aprovechamiento de este nuevo entorno informacionalmente rico [6]–[9], con el objetivo de poner

barreras a la llamada sobrecarga informativa o infoxicación [10]–[12].

Estos saberes y competencias emergentes, relacionados con el manejo y tratamiento de la información, especialmente en el ámbito digital, inicialmente son denominados en el campo de las ciencias de la información y en el área concreto de la biblioteconomía como ‘Alfabetización Informacional’ [13]–[16]. En los primeros años en los que se desarrolla de término, la alfabetización informacional se entiende como un conjunto de competencias clave que todo ciudadano debe manejar para desenvolverse adecuadamente en la sociedad de la información, y se insiste en que los expertos encargados de su transmisión y desarrollo deben ser los bibliotecarios y profesionales de la información. No obstante, las limitaciones y condicionantes del concepto alfabetización en el ámbito educativo, junto a la trascendencia que las competencias digitales y la propia alfabetización informacional alcanzan en pocos años, llevan a una reconceptualización del término, que se comienza a denominar generalmente en el ámbito de las Ciencias de la Educación como ‘Competencia Informacional’ [17]–[20]. Así, la denominación competencias informacionales aporta al estado de la cuestión una perspectiva más educativa, específica y acotada del término, superando las dificultades y sesgos que lleva aparejados por sí mismo el término ‘alfabetización’ [21]–[25].

En este sentido, la integración a nivel global de sistemas de formación basados en competencias [26], [27] y la generalización de un marco común sobre competencias clave en los currículos de los sistemas educativos de los diferentes países [28], ha facilitado el estudio y desarrollo de las competencias informacionales como una competencia clave propiamente dicha en la formación básica. No obstante, nos encontramos a nivel general con la problemática de que el profesorado, experto en programar a partir de un sistema basado más en objetivos y contenidos que en competencias, no está formado en las propias competencias clave y no tiene conocimientos apropiados para desarrollar procesos de enseñanza-aprendizaje basados en competencias y evaluar el nivel de adquisición que alcanzan los estudiantes en cuanto a estas competencias clave. Así, surgen esfuerzos importantes a nivel institucional para definir

claramente los indicadores, resultados de aprendizaje y criterios de evaluación asociados a las competencias clave, y en concreto a las competencias informacionales [7], [29], [30].

En lo que respecta a los estudios de género, en la investigación educativa aparece un interés creciente [31, p.], [32]–[34], mediante estudios que tratan de localizar diferencias culturales entre hombres y mujeres que incidan sobre las competencias clave y el rendimiento académico. Y este trabajo es especialmente importante en el ámbito de las TIC en educación [35], [36], mostrando evidencias acerca de las diferencias de género en cuanto al perfil de manejo de estas herramientas.

Así, parece interesante incluir, en el estudio de las diferencias de género en cuanto al aprendizaje, manejo y gestión de las TIC y la información, algunas herramientas estadísticas que permiten detectar cómo algunas variables mediadoras o moderadoras modelan la relación entre otras variables. Este estudio tiene el objetivo de incidir en estas técnicas, mostrando un ejemplo concreto en el marco de un proyecto de innovación para la formación en competencias informacionales de los estudiantes de educación secundaria.

Se plantean las siguientes cuestiones de investigación:

- ¿Moderará el sexo la relación entre el rendimiento académico y la evolución en el nivel en competencias informacionales? ¿en qué dirección ocurrirá esto?
- ¿Ejercerán un efecto moderador significativo algunas variables sobre la relación entre el sexo y la evolución en el nivel en competencias informacionales? ¿en qué dirección se moderarán estos efectos?

II. METODOLOGÍA

A. Diseño

Se parte de un diseño pre-experimental de control mínimo [37], aplicado en varios grupos y con medidas pretest y postest.

Se realiza, por tanto un tratamiento consistente en formar a los profesores de los grupos de estudiantes en competencias informacionales a partir de un programa específico en las mismas. Posteriormente, cada profesor debe implementar un programa educativo para la formación en competencias informacionales en el aula. Se toman medidas pre-postest para la evaluación del nivel adquirido en competencias informacionales por los estudiantes.

B. Muestra

A partir de la población de estudiantes de segundo ciclo de ESO en España, esto es, entre 14 y 16 años de edad, se obtiene una muestra no probabilística de acceso por voluntarios que alcanza un total de 260 estudiantes, repartidos en 22 grupos docentes de escuelas de las comunidades autónomas de Castilla y León y Andalucía.

C. Variables e instrumento

Se definen varias variables en el trabajo, que ejercen como variables criterio y variables explicativas según el modelo. Estas son el rendimiento académico (Rend. Total) de los sujetos en la

última evaluación recibida (sumatorio de las puntuaciones rendimiento en lengua (Rend. Lengua) y rendimiento en matemáticas (Rend. Matem.)), la puntuación en el pretest, en el postest y la diferencia entre el pretest y el postest, el sexo y las horas semanales que los sujetos afirman manejar el ordenador (Hor. Ordenador).

El instrumento aplicado para la evaluación de competencias informacionales está convenientemente validado tanto a nivel de contenido como a nivel de constructo [18], [38], constando de 61 ítems totales. Para obtener más información al respecto, puede consultar el instrumento finalmente aplicado, de carácter completamente online, en la siguiente página web: <http://goo.gl/forms/e1ZmF24lgr>.

D. Procedimiento

Podemos hablar de las siguientes fases en el trabajo:

- Fase I: Dedicada a seleccionar, diseñar y adaptar los instrumentos, entre enero y junio de 2014.
- Fase II: Se estableció entre septiembre y diciembre de 2014 el contacto con los centros educativos de las dos comunidades autónomas de España, que se mostraron dispuestos a seguir el proceso de innovación planteado.
- Fase III: Entre febrero y abril de 2015 se implementó el programa formativo en competencias informacionales para los profesores, que parte en su diseño y contenido de estudios previos [19].
- Fase IV: Aplicación del pretest a los estudiantes en abril de 2015.
- Fase V: Entre mayo y junio de 2015 el profesorado implicado en el proyecto aplicó las unidades didácticas diseñadas con el apoyo del equipo de investigadores del proyecto.
- Fase VI: En los últimos meses del mes de junio de 2015 se aplicó el postest a los estudiantes.
- Fase VII: Entre julio y noviembre de 2015 se procedió a la creación de las bases de datos y el análisis de los datos.

E. Análisis de datos

En este caso, se aplican técnicas estadísticas de naturaleza correlacional multivariante, combinadas con las técnicas inferenciales para la detección de la existencia de efectos significativos en alguno de los niveles y escalas estudiados como moderadores y/o mediadores. Para este análisis de moderación y mediación, se aplica la macro vinculada a SPSS PROCESS [39].

III. RESULTADOS

En primer lugar, se puede observar la distribución de la muestra por género, obteniendo 140 hombres (53.8%) y 120 mujeres (46.2%) respectivamente.

En lo que respecta a los descriptivos básicos en las variables horas de manejo del ordenador y rendimiento, se puede consultar la tabla I. Los valores de asimetría y curtosis muestran, excepto en el caso de horas de manejo del ordenador semanalmente,

índices de asimetría y curtosis que muestran distribuciones cercanas a la normalidad.

TABLA I. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS VARIABLES EXPLICATIVAS

| | Media | D.T. | As. | Curt. |
|----------------------|-------|------|------|-------|
| Hor.ordenador | 7.28 | 9.70 | 3.46 | 16.22 |
| Rend. Lengua | 5.73 | 1.83 | 0.02 | -0.41 |
| Rend. Matem. | 5.50 | 1.94 | 0.07 | -0.43 |
| Rend. total | 11.23 | 3.30 | 0.26 | -0.57 |

En cuanto a las diferencias en las variables dividiendo el archivo por sexo, la Tabla II muestra los valores.

TABLA II. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS EN FUNCIÓN DEL SEXO

| | HOMBRE | | MUJER | |
|----------------------|--------|------|-------|------|
| | Media | D.T. | Media | D.T. |
| Hor.ordenador | 8.15 | 9.63 | 6.30 | 9.73 |
| Rend. Lengua | 5.38 | 1.76 | 6.13 | 1.83 |
| Rend. Matem. | 5.40 | 1.92 | 5.61 | 1.95 |
| CI Pretest | 36.46 | 7.32 | 37.32 | 7.42 |
| CI Postest | 36.92 | 6.56 | 36.66 | 6.77 |

Resulta que mientras que los hombres afirman emplear durante más horas el ordenador, su rendimiento en lengua y matemáticas es inferior. Por otro lado, los hombres muestran un peor nivel en competencias informacionales en el pretest, pero mejoran en el postest con respecto a las mujeres.

Una vez vistas estas cuestiones, se pueden plantear los modelos de mediación. El primer modelo, de tipo I [39], presenta como variable X el rendimiento total en las asignaturas de lengua y matemáticas, como variable Y la diferencia de puntuación de los sujetos entre el pretest y el postest en la evaluación del nivel en competencias informacionales y como variable moderadora entre la relación entre el rendimiento y la mejora en competencias informacionales el sexo (tabla III).

TABLA III. MODELO I. EFECTO MODERADOR DEL SEXO

| | X | Y | M | R ² | F | p. |
|-------------------------------------|------|--------------------|------|----------------|------|-------|
| TIPO I | Rend | CI _{diff} | Sexo | 5.36% | 4.72 | <0.01 |
| Interacción rendimiento-sexo | | | | 2.50% | 6.62 | 0.01 |

Así, parece que el sexo ejerce un efecto moderador significativo en la relación entre el rendimiento previo del sujeto y su evolución en cuanto al nivel en competencias informacionales tras el tratamiento. En concreto, se observa cómo, mientras que para las mujeres el modelo es significativo ($t=-3.61$; $p<0.01$), para los hombres no lo es ($t=-0.23$; $p=0.82$).

En el segundo modelo, también de tipo I, se incluye como variable X el sexo, como variable Y la puntuación total en competencias informacionales en el pretest (nivel en competencias informacionales sin la influencia del tratamiento) y como variable moderadora M el número de horas semanales que el estudiante pasa delante del ordenador (tabla IV).

TABLA IV. MODELO II. EFECTO MODERADOR DEL SEXO

| | X | Y | M | R ² | F | p. |
|---|------|-----------------------|------|----------------|------|-------|
| TIPO I | Sexo | CI _{pretest} | Ord. | 6.45% | 6.33 | <0.01 |
| Interacción horas ordenador-sexo | | | | 2.88% | 8.45 | <0.01 |

En este caso obtenemos de nuevo un modelo con efectos significativos, positivos (favorables a los hombres) cuando el número de horas semanales con el ordenador supera las 28 horas, y negativos (favorables a las mujeres) cuando el número de horas de uso del ordenador es muy reducido (inferior a 7). Así, como se muestra en la figura I, el empleo del ordenador que hacen los hombres parece que está fomentando un mayor nivel de competencias informacionales. En conclusión, se podría señalar que los hombres emplean el ordenador para labores cercanas a lo que podemos definir como competencias informacionales: Habilidades para la búsqueda, evaluación, procesamiento y comunicación de la información. No obstante, cuando el empleo del ordenador es cercano a inexistente, las mujeres son las que demuestran una competencia informacional más alta en relación con los hombres. Estos resultados pueden tener que ver con que el rendimiento general de las mujeres es habitualmente ligeramente superior al de los hombres en edad escolar.

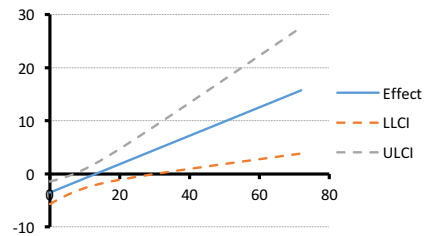


Fig. I. Efectos moderados por las horas de ordenador en el modelo II.

Finalmente, el tercer modelo analizado en la tabla V, también de tipo I, mantiene como variable X el sexo y como variable Y la puntuación en competencias informacionales en el pretest, incluyendo el rendimiento académico del sujeto como variable moderadora (M). Se observa nuevamente un efecto significativo que está claramente moderado por el propio rendimiento. Parece que el rendimiento académico previo de hombres y mujeres tiene un efecto diferente en cuanto al nivel de dominio que posteriormente estas personas demuestran en cuanto a las competencias informacionales.

TABLA V. MODELO III. EFECTO MODERADOR DEL SEXO

| | X | Y | M | R ² | F | p. |
|-------------------------------------|------|-----------------------|------|----------------|-------|-------|
| TIPO I | Sexo | CI _{pretest} | Rend | 10.44% | 10.69 | <0.01 |
| Interacción rendimiento-sexo | | | | 3.55% | 10.90 | <0.01 |

Volvemos a obtener un modelo significativo en el que existe una interacción clara entre el sexo y el rendimiento, que en este caso colabora al R^2 total del modelo con más del 3.5% de la varianza explicada. En este caso, como se puede observar en la figura II, el efecto de interacción significativo parece indicar que ante bajos rendimientos académicos, los hombres tienden a un desempeño en competencias informacionales superior a las mujeres, y ante rendimientos académicos altos, son las mujeres las que tienden a un nivel en competencias informacionales más elevado. Estos resultados nos están indicando que, si bien los hombres en el pretest mostraban un nivel de desempeño en competencias informacionales inferior a las mujeres, esta relación, si tenemos en cuenta el efecto moderador del rendimiento académico de los sujetos, se observa más nitidamente, e indica que son los rendimientos altos los que aportan esta relación. A rendimientos académicos bajos, parece que los hombres tienen un mejor desempeño que las mujeres.

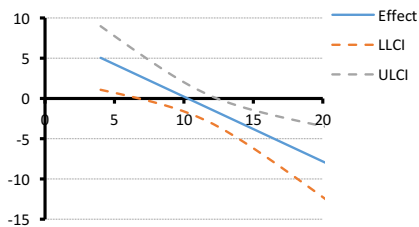


Fig. 2. Efectos moderados por el rendimiento académico en el modelo III.

IV. CONCLUSIONES

El estudio y evaluación de las competencias informacionales en la educación básica es un pilar esencial, dado su carácter como competencia clave en los currículos de la mayor parte de países, al menos los miembros de la OCDE. La falta de formación específica o explícita del profesorado al respecto, unido al carácter transversal que estas competencias clave poseen en el currículo, provoca una falta de integración real de las mismas en los procesos de enseñanza-aprendizaje en el propio aula.

Este trabajo ahonda en esta línea de investigación y de trabajo dentro del campo de las Ciencias de la Educación, promocionando un proceso de formación en competencias informacionales para profesores de educación secundaria, proponiendo una herramienta concreta para la evaluación de competencias informacionales a estudiantes del segundo ciclo de educación secundaria, promoviendo la innovación educativa en centros para la mejora de la evaluación y formación en competencias clave y, finalmente, llevando a cabo un estudio de género. Al respecto, cabe destacar la importancia de los estudios de género en el ámbito estudiado, y el potencial de los resultados y evidencias localizadas hasta la fecha [31]–[33], referidas a que hombres y mujeres tienen una relación distinta con las TIC. Parece que mientras que los hombres realizan un manejo de las TIC más vinculado a herramientas y software específicos de

usuario, las mujeres tienen a realizar un empleo social de las herramientas informáticas [34].

Los resultados aquí obtenidos ayudan en este trabajo vinculado a los estudios de género, mostrando una herramienta estadística potente y de fácil aplicación e interpretación. En concreto, los resultados obtenidos parecen mostrar cómo la relación de los alumnos y las alumnas con las competencias informacionales son distintas, y que esas diferencias se pueden estar modelando por muchos factores. Por un lado, se muestra claramente cómo se puede considerar el sexo como una variable moderadora entre el rendimiento académico y las competencias informacionales, y que hombres y mujeres parecen mostrar unos niveles de relación distinta entre estas dos variables. Mientras que las evidencias obtenidas muestran cómo en el grupo de mujeres sí que existió una relación directa significativa entre el rendimiento previo y la evolución en el nivel adquirido en competencias informacionales, en los hombres esta relación no resultó significativa.

Por otro lado, si contemplamos el sexo como variable explicativa en lugar de variable moderadora, podemos comprobar cómo otras variables moderadoras como son el número de horas semanales que el estudiante pasa delante del ordenador y el rendimiento académico previo. Y ambas variables que en este caso ejercen de moderadoras están mostrando una influencia importante y dispar en hombres y mujeres: mientras que al nivel de desempeño en competencias informacionales de los hombres le beneficia emplear más frecuentemente el ordenador, a las mujeres les beneficia claramente poseer un rendimiento académico más alto.

Parece, por tanto, que se ha alcanzado el objetivo perseguido en el artículo a la luz de los resultados, ya que se muestran las técnicas estadísticas de mediación y moderación como una alternativa de análisis de datos potente en el ámbito de los estudios de género, y que abre las puertas al desarrollo de estudios similares que hagan un análisis más fino y profundo de las relaciones que existen entre el sexo y otras covariables relacionadas con la variable criterio o variable dependiente según el caso (en este caso se trataba como variable principal del estudio el nivel de desempeño en competencias informacionales). Así, más allá de las habituales técnicas inferenciales paramétricas y no paramétricas, y del empleo del sexo como variable explicativa en modelos de regresión simple o múltiple, este conjunto de técnicas hacen un aporte añadido, permitiendo identificar efectos de interacción que el propio sexo puede moderar en la relación entre una variable X y otra Y en un modelo de regresión o efectos de moderación que algunas variables realizan en la relación entre el sexo y otras variables criterio, como se ha mostrado en este trabajo.

A pesar de todos estos puntos fuertes señalados en el trabajo, merece la pena destacar algunas debilidades del mismo, en lo que tiene que ver principalmente con el diseño implementado, el instrumento que finalmente se ha aplicado para la evaluación de las competencias informacionales y el aprovechamiento que se ha hecho de las posibilidades que ofrece la herramienta PROCESS [39].

En primer lugar, en cuanto a los puntos débiles del diseño aplicado, cabe recordar que se aplica un diseño de tipo pre-

experimental, por lo que existe una clara falta de control sobre las variables que están interviniendo en el propio diseño y sobre las posibles variables extrañas al mismo. Esta falta de control propicia sesgos que reducen la validez interna del experimento y, por ende, las posibilidades de atribuir causalidad a la relación encontrada entre las variables.

En segundo lugar, lo que respecta al instrumento aplicado para la evaluación del nivel en competencias informacionales, cabe destacar el carácter efímero de estas competencias. Esta fugacidad de los saberes relacionados con las TIC, y en concreto con las habilidades de manejo y tratamiento de la información principalmente en entornos digitales, dificultan el diseño y desarrollo de un cuestionario formal estable, atemporal. Esta cuestión se hace evidente si se analiza detenidamente el instrumento aplicado, que incorpora multitud de cuestiones que no tienen sentido sin estar vinculadas a la actualidad. Incluso algunas de ellas pueden resultar hoy en día, unos meses después de su diseño y aplicación, desactualizadas.

Finalmente, se destaca el bajo aprovechamiento que se ha hecho de la macro PROCESS en el trabajo, ya que se ha aplicado únicamente el primer modelo de los más de 70 diferentes que se ofrecen para buscar efectos de moderación y mediación entre variables independientes y dependientes. En este caso, dado que el trabajo buscaba una ejemplificación del potencial de estas técnicas, se decidió incluir únicamente el modelo más simple, que por sí mismo ya posee un potencial añadido importante a las técnicas empleadas tradicionalmente para la detección de diferencias de género en distintos diseños.

Dadas estas cuestiones claramente mejorables, se ponen en relieve algunas líneas de investigación futuras interesantes que quedan abiertas a raíz de este trabajo. En primer lugar, los resultados obtenidos llaman la atención sobre el potencial de estas técnicas estadísticas innovadoras en el estudio del comportamiento y el efecto de interacción mediado o moderado en variables asociadas a una relación matemática entre una variable independiente (X) y otra dependiente (Y). Parece que estas técnicas permiten detectar relaciones complejas que con las técnicas clásicas son difícilmente detectables. Esto abre la puerta a integrar estas técnicas en futuros estudios de género de múltiple tipo, aprovechando todo el potencial que el marco PROCESS permite, que como se ha señalado, es amplio. Por último, cabe incidir en desarrollar experiencias con un mayor nivel de experimentalidad de cara a poder aumentar la validez interna de los diseños y favorecer la posibilidad de atribución de causalidad con una mayor seguridad.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se ha realizado dentro del proyecto 'Evaluación, Formación e Innovación sobre Competencias Clave en Educación Secundaria: TIC, Competencia Informacional y Resolución de Conflictos' (Ref.: EDU2012/34000) subvencionado por el Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España.

REFERENCIAS

[1] M. Castells, *The information age: economy, society and culture*. Oxford: Blackwell, 1999.

[2] M. Arca Moreira, *Educación en la sociedad de la información*. Bilbao: Desclée De Brouwer, 2001.

[3] E. Cassity y I. Ang, «Industry partnerships and the "Knowledge Society": the Australian experience», *Minerva Rev. Sci. Learn. Policy*, vol. 44, n.º 1, pp. 47-63, mar. 2006.

[4] M. Cebrián Herreros, *La sociedad de la información y del conocimiento en los países nórdicos*. Barcelona: Gedisa, 2009.

[5] J. Valimaa y D. Hoffman, «Knowledge society discourse and higher education», *High. Educ. Int. J. High. Educ. Educ. Plan.*, vol. 56, n.º 3, pp. 265-285, 2008.

[6] R.-A. Diehm y M. Lupton, «Approaches to learning information literacy: a phenomenographic study», *J. Acad. Librariansh.*, vol. 38, n.º 4, pp. 217-225, 2012.

[7] A. Grizzle, C. Wilson, y UNESCO, *Media and information literacy curriculum for teachers*. Paris: UNESCO, 2011.

[8] M. Pinto Molina, J. A. Córdón, y R. G. Díaz, «Thirty years of information literacy (1977-2007): A terminological, conceptual and statistical analysis», *J. Librariansh. Inf. Sci.*, p. 17, 2010.

[9] R. Price, K. Becker, L. Clark, y S. Collins, «Embedding information literacy in a first-year business undergraduate course», *Stud. High. Educ.*, vol. 36, n.º 6, pp. 705-718, 2011.

[10] J. Janson y L. Taub-Pervizpour, «Infolit or Information Literacy? Using Blended Learning for Student Research in "New Information Technologies"», *Blended Learn. Lib. Arts Conf.*, may 2015.

[11] D. J. Levitin, *The Organized Mind: Thinking Straight in the Age of Information Overload*. Penguin, 2014.

[12] N. Zelder, «Infolit: Its the disease of the new millennium. How do we treat it?», *IEEE Spectr.*, vol. 46, n.º 10, p. 30-32 52, 2009.

[13] ALA/ACRL, *Information literacy competency standards for higher education*. Chicago IL: ACRL, 2000.

[14] S. Andretta, «Phenomenography: a conceptual framework for information literacy education», *Astib Proc.*, vol. 59, n.º 2, pp. 152-168, mar. 2007.

[15] C. Bruce, *The seven faces of information literacy*. Adelaide: Auslib Press, 1997.

[16] A. Bundy, «Information literacy: the key competency for the 21st century», en *Annual Conference of the International Association of Technological University Librarians*, Pretoria, South Africa, 1998, p. 16.

[17] M. Arca Moreira, «Por qué formar en competencias informacionales y digitales en la educación superior?», *Rev. Univ. Soc. Conoc.*, vol. 7, n.º 2, pp. 2-5, 2010.

[18] M. Bielba Calvo, F. Martínez-Abad, y M. E. Herrera García, «Selection of key standards to create an instrument for information literacy assessment in Compulsory Secondary Education», en *Proceedings TEEM' 14. Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*, Salamanca, 2014, pp. 475-482.

[19] F. Martínez Abad, S. Olmos Migueláñez, y M. J. Rodríguez Conde, «Evaluación de un programa de formación en competencias informacionales para el futuro profesorado de E.S.O.», *Rev. Educ.*, n.º 370, pp. 45-70, 2015.

[20] M. J. Rodríguez Conde, S. Olmos Migueláñez, y F. Martínez Abad, «Evaluación de competencias informacionales en educación secundaria: un modelo causal», *Cult. Educ.*, vol. 25, n.º 3, pp. 361-373, 2013.

[21] B. Cope y M. Kalantzis, «Multiliteracies: new literacies, new learning», *Pedagog. Int. J.*, vol. 4, n.º 3, pp. 164-195, 2009.

[22] P. Freire, *Literacy and revolution*. New York: Continuum, 1981.

[23] P. Freire y D. P. Macedo, *Literacy: reading the word & the world*. South Hadley, Mass.: Bergin & Garvey Publishers, 1987.

[24] C. Lankshyer y A. Knobel, *Nuevos alfabetismos su práctica cotidiana y el aprendizaje en el aula*. Madrid: Morata, 2008.

[25] D. A. Wagner, *Alfabetización: construir el futuro*. Paris: UNESCO, 1998.

[26] J. Delors, *Learning, the treasure within: report to UNESCO of the International Commission on Education for the Twenty-first Century*. Paris: UNESCO, 1996.

[27] G. Halász y A. Michel, «Key Competences in Europe: interpretation, policy formulation and implementation», *Eur. J. Educ.*, vol. 46, n.º 3, 2011.

- [28] Official Journal of the European Union. «Key competences for Lifelong Learning. European Reference Framework», European Parliament and of the Council, Bruselas, 2006.
- [29] A. Ferrari. *DIGCOMP: a framework for developing and understanding digital competence in Europe*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013.
- [30] UNESCO. *Keystones to foster inclusive knowledge societies: access to information and knowledge, freedom of expression, privacy, and ethics on a global internet*. Paris: UNESCO, 2015.
- [31] A. Gargallo Castel, L. Esteban Salvador, y J. Pérez Sanz. «Impact of gender in adopting and using ICTs in Spain», *J. Technol. Manag. Innov.*, vol. 5, n.º 3, pp. 120-128, 2010.
- [32] S. Mullaola, M. Jokela, N. Ravaja, J. Lipsanen, M. Hintsanen, S. Alatupa, y L. Keltikangas-Jarvinen. «Associations of student temperament and educational competence with academic achievement: The role of teacher age and teacher and student gender», *Teach. Teach. Educ.*, vol. 27, n.º 5, pp. 942-951, jul. 2011.
- [33] M. Ohland, C. Brawner, M. Camacho, R. Layton, R. Long, S. Lord, y M. Washburn. «Race, gender, and measures of success in engineering education», *J. Eng. Educ.*, vol. 100, n.º 2, pp. 225-252, abr. 2011.
- [34] M. J. Rodríguez Conde, S. Olmos Migueláñez, y F. Martínez Abad. «Autoevaluación de competencias informacionales en educación secundaria: propuesta de modelo causal desde una perspectiva de género», *Bardón Rev. Pedagog.*, vol. 65, n.º 2, pp. 111-126, 2013.
- [35] C. Iglesias Fernández, R. Llorente Heras, y D. Dueñas Fernández. «Diferencias de género en el empleo TIC», *Ciudad. Econ.*, vol. 33, n.º 92, pp. 105-137, may 2010.
- [36] J. Ruiz Palomero y J. Sánchez Rodríguez. «El género como factor influyente en la estrategia para integrar las TIC en la práctica docente», *Pixel-Bit Rev. Medios Educ.*, vol. 37, pp. 67-76, 2010.
- [37] D. T. Campbell y J. Stanley. *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Chicago: Wadsworth Publishing, 1963.
- [38] M. Bielba Calvo, F. Martínez Abad, M. E. Herrera García, y M. J. Rodríguez Conde. «Diseño de un instrumento de evaluación de competencias informacionales en Educación Secundaria Obligatoria a través de la selección de indicadores clave», *Educ. Knowl. Soc.*, vol. 16, n.º 3, pp. 124-143, 2015.
- [39] A. F. Hayes. *Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: a regression-based approach*. New York; London: The Guilford Press, 2013.

Um Web Service para Gamificação

José Luiz Vilas Boas, Murilo
Augusto Lopes Teixeira, Jacques
Duílio Brancher
Departamento: Departamento de
Computação
Universidade: Universidade Estadual
de Londrina (UEL)
Londrina, Brasil
Email: {joseluzvilasboas,
murilo.lopest}@gmail.com,
Jacques@uel.br

Armando Maciel Toda
Departamento: Instituto de Ciências
Matemáticas e Computação
Universidade: Universidade de São
Paulo (USP)
São Paulo, Brasil
Email: armando.toda@gmail.com

Eduardo Filgueiras Damasceno
Departamento de Computação
Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
Email: damasceno@utfpr.edu.br

Resumo—A Gamificação baseia-se inserção de mecânica de jogo, estética e lógica fora do seu escopo original, com o objetivo de melhorar a participação de um indivíduo, quando submetido a uma tarefa. Para alcançar tal objetivo, Gamificação, trabalha com alguns conceitos como: pontos, níveis, premiações, emblemas e ranking. No entanto, a fim de implementar e manter uma Gamificação dentro de um aplicativo é necessário estabelecer uma ligação sólida entre o conteúdo visualizado e a base de dados. Esses atributos consomem uma grande quantidade de espaço dependendo do propósito e escalabilidade do sistema, o que pode torná-lo mais lento à medida que cresce o número de usuários. Com base nesta premissa, este trabalho tem como objetivo apresentar um Web Service. Este serviço permite ao usuário chamar as realizações, os pontos e as informações em uma base de dados sem a necessidade de armazenar no seu próprio ambiente. Além deste, está disponível um sistema que oferece uma página de administrador que contém as informações das comunidades e dos usuários. O objetivo é permitir o monitoramento e a gerência das ações dos indivíduos, para fornecer subsídios, a fim de melhorar o processo de ensino aprendizagem, e condução agradável, imersiva. Para consolidar a comunicação do serviço com a aplicação cliente, foi realizado testes in vitro. Esse foi aplicado em um ambiente educacional real, onde foi possível monitorar as ações dos usuários sobre as mecânicas de jogo cadastradas.

Palavras-chave—gamificação; motivação; aprendizagem

I. INTRODUÇÃO

A carência na motivação e engajamento dos alunos no processo de ensino e aprendizagem, tem se tornado um problema para as escolas e professores [1]. Os métodos educacionais utilizados não conseguem estimular e envolver os alunos nas tarefas que lhe são atribuídas, pois não estão em sintonia com a maneira como o aluno se apropria do conhecimento atualmente [4].

Ao se deparar com esta realidade, fica claro que os jovens de hoje possuem uma visão completamente diferente de outrora [4]. Graças aos avanços tecnológicos, esses indivíduos desenvolveram métodos alternativos para retenção de conhecimento, quebrando a premissa pré-estabelecida de que o processo de aprendizagem é enfadonho [5].

Deste modo, almejando a motivação dos alunos e o seu envolvimento em sala de aula, pode-se citar o processo de Gamificação. Esta é benéfica para os envolvidos, já que logo ao

inserir elementos de jogos, as tarefas já se tornam atrativas. Sendo elas cotidianas ou até mesmo do tipo que exijam um grau de esforço mental mais intenso, todas tendem a se tornar mais prazerosas, facilitando a assimilação de conteúdo [7].

A Gamificação tem crescido consideravelmente nos últimos anos e para Robson et al. [10] isso se deve ao crescimento da indústria de jogos, investimento em pesquisas, aderência por parte de empresas como a Xerox, Microsoft, Facebook, e, o surgimento de novas tecnologias em especial a Mobile. Esta última, possibilita o uso de um ambiente ágil, que pode ser usado em conjunto com outros sistemas e com recursos semelhantes à de um computador pessoal [11].

Assim, a partir da popularização da Gamificação, em um primeiro momento na indústria [12], trabalhos começaram a surgir, como o que descreve a utilização na Gestão [10]. O livro de realidade aumentada com conceitos de mecânica de jogos, desenvolvida por Eleftheria et al. [14], cujo objetivo é ensinar ciência para alunos de 10 a 12 anos.

Cita-se também o trabalho de Villagrana e Duran [15], que aplicaram a Gamificação em conjunto com a técnica de Aprendizagem Baseado em Problemas (PBL), em um curso de graduação, voltada para computação gráfica.

Ao realizar os estudos, constatou-se que em alguns trabalhos, em especial os voltados para a educação, pesquisadores não disponibilizavam de uma ferramenta com recursos gamificados para que pudessem testar sua pesquisa. E, por vezes, quando conseguiam se utilizar das mecânicas como o feedback e a pontuação, estes não eram dados de imediato [15].

Com base no exposto, este trabalho tem por finalidade apresentar a arquitetura de um Web Service de propósito geral para acelerar o desenvolvimento de aplicações gamificadas. O objetivo é diminuir as carências dos softwares e ambientes disponíveis atualmente, apresentando uma alternativa cooperativa e integrada com diversas tecnologias e recursos didáticos já existentes.

Aliado a isso, o gerenciamento e armazenamento de informações, podem direcionar da maneira correta o educador a estabelecer parâmetros para melhorar a metodologia de ensino e de avaliação. Ao se utilizar desses recursos, procura-se não centrar apenas nos mecanismos extrínsecos, como identificado nas pesquisas relacionadas, mas utilizando-os para recolher

informações relevantes para levar o usuário a uma imersão no conteúdo ou a uma experiência educacional prazerosa.

Os testes in vitro mostraram que isso é possível. Os dados gerados pela aplicação Client, forneceram informações importantes sobre os usuários e, conforme mencionados, auxiliam o educador na condução dos seus trabalhos.

Para estes fins, o trabalho está dividido em seções: a seção 2 aborda os conceitos de Gamificação e todos os elementos de jogos com relação a esse tema; a seção 3 apresenta os trabalhos relacionados; a seção 4 descreve a metodologia de desenvolvimento do Web Service, bem como a sua utilização, a seção 5 apresenta as considerações finais e a seção 6 trabalhos futuros.

II. GAMIFICAÇÃO

A Gamificação é uma subárea da Game-Based Learning [3, 7]. Esta é definida como a utilização de mecânica de jogos, dinâmica, conceitos e estéticas em um ambiente que não seja o próprio jogo. O objetivo é enganar, motivar, treinar ou modificar o comportamento de um indivíduo [3]. Esse método é utilizado nas mais variadas áreas do conhecimento, desde a saúde à educação, já transformando a sociedade de um modo positivo [1].

Tais elementos encorajam os usuários a explorar e descobrir as características do sistema, orientando em suas ações [7]. Estas, de acordo com Robson et al. [10], se tratam dos objetivos, das regras, das recompensas que compõem o ambiente, definidas como mecânica. Dentro da Gamificação, Zichermann e Cunningham [2, 3, 14, 18] definem os seguintes elementos que a compõem: Pontos, Níveis, Conquistas, *Badges* ou Emblemas, *Leaderboard* ou Placares e *Feedback*.

Os Pontos permitem quantificar o desempenho do aluno [9], auxiliando o usuário a estabelecer metas e objetivos como, por exemplo, quando pontos são necessários para desbloquear uma conquista, quantos são necessários para elevar o nível ou quantos são necessários para ganhar uma *Badge* [17].

Os Níveis, assim como os pontos, transmitem o progresso do jogador dentro do sistema e determinam o grau de competência que uma pessoa possui dentro do ambiente [9]. Villagrás e Duran [15] descrevem que os níveis funcionam como um incentivo social, pois estes transmitem o status, uma forma de prestígio dentro de uma comunidade.

As Conquistas são recompensadas quando um indivíduo alcança determinada pontuação [13] e podem estar associadas a uma *Badge*. Bunchball [18] relata que os seres humanos são movidos por recompensas, portanto esta se torna um importante motivador, inclusive social, pois assim como os níveis transmitem status [16].

As *Badges*, assim como as conquistas e os níveis, também são uma forma de transmitir o status, pois é um meio visual de representar as conquistas alcançadas [15]. Para Hakulinen e Auvinen [19], podem ser usadas como desafios extras a fim de direcionar o usuário a um comportamento desejado.

Os Placares, também conhecidos como *Leaderboards*, são usados para expor os ganhos do usuário perante a comunidade a

qual ele pertence. Uma forma de transmitir um incentivo social [10] e uma maneira de influenciar outros indivíduos que não estão no topo do ranking a almejar essa posição, despertando o espírito competitivo [16]. Estes também permitem aos usuários analisarem suas próprias performances [9].

O Feedback tem uma função fundamental em um ambiente gamificado [7]. A principal razão para isso é que o mesmo ajuda a manter o usuário devidamente informado do que está acontecendo no sistema, tentando dirimir suas dúvidas à medida que acontece [4]. Caso esse seja mal trabalhado, pode resultar em um distanciamento do sistema, e assim proporcionar o fracasso [20].

A Dinâmica é a interação do usuário com as mecânicas, e como este interage com o ambiente [2]. Uma dinâmica envolvente é capaz de impulsionar um sistema gamificado [20] e ao contrário das mecânicas que são definidas pelos designers as dinâmicas são fruto da ação dos jogadores sobre as regras [10]. Já a estética trata-se da emoção que os jogadores estão sentindo durante a interação com o ambiente [2] e, esta tem que ser positiva, rumo a um estado de Flow [14].

O Flow é uma teoria desenvolvida por Csikszentmihalyi, em 1975 [26] e estabelece que a pessoa ao realizar uma determinada tarefa, esteja em um estado prazeroso, totalmente envolvida, submersa na atividade. Estado este que para Eleftheria et al. [14], é possível chegar a partir da Gamificação.

Neste contexto, é possível utilizar algumas teorias motivacionais que corroborem com o efeito positivo ocasionado pelo processo de Gamificação. Pink [25], por exemplo, acredita que a motivação humana é sustentada por três pilares, sendo elas, a Autonomia, a Maestria e o Propósito.

Autonomia, de acordo com Pink [25], é definida como controle do indivíduo sobre sua ação. A Maestria é a especialização em uma determinada habilidade ou grupo de competências adquiridas à medida que este indivíduo é submetido a certas situações. Já o Propósito é o sentimento intrínseco que permite a realização pessoal [25].

Esses conceitos podem estar relacionados a jogos digitais e, consequentemente, a Gamificação. O usuário ao jogar, controla suas ações durante o curso do jogo (Autonomia), adquirindo e melhorando suas habilidades. Este progresso (Maestria) ocasiona ao jogador a sensação de cumprimento, ao terminar as tarefas e objetivos do jogo (Propósito) [25].

Dessa forma, a Gamificação originou-se a partir de estudos que visam explicar o efeito do envolvimento de jogos digitais sobre os indivíduos, uma vez que essas ferramentas são capazes de entreter o usuário por um longo período de tempo [1]. Definido por um conjunto de regras e seguido pela interatividade, feedback contínuo, e um resultado predeterminado que provoca uma transformação, permitindo com que a tarefa seja realizada de uma forma divertida [4].

III. FERRAMENTAS DE GAMIFICAÇÃO

Ferramentas foram desenvolvidas para promover o engajamento dos indivíduos. Ambientes, aplicativos mobile, sites, plugins, API's e frameworks nas mais diversas

tecnologias, voltados para área empresarial, educacional e outras.

A Generic Platforma for Enterprise Gamification de Herzig [8] foi desenvolvida para inserir a Gamificação em um ambiente empresarial, dentro de um ERP, para estimular os funcionários a utilizarem o sistema. Para alcançar este objetivo ele desenvolveu um protótipo de um ambiente estruturado em serviços.

A plataforma contém um módulo chamado BRMS, que responde pelo cadastro das mecânicas de jogos; o Analytics, que proporciona uma análise dos dados gravados e a monitoração da participação dos usuários; o Message Broker, que fornece a saída gerada pelos métodos programados no serviço e que permite ao usuário captar a saída através de eventos no front e tratar como for conveniente.

Dominguez et al. [21] desenvolveram uma API para uso em conjunto com a plataforma e-learning chamado Blackboard. Com o objetivo de tornar a API mais simples os autores optaram por trabalhar apenas com níveis, sendo quatro: cobre, prata, ouro e platina. Esses são visualizados em forma de figuras imitando o esquema de troféus e/ou medalhas.

França e Reategui [22] apresentam uma aplicação mobile fundamentada na aprendizagem em questionamentos, chamada de SMILLE-BR, que foi criada tendo como referência outro aplicativo, desenvolvido pela Universidade de Standfort e originalmente chamado de SMILLE. A versão criada por França e Reategui agrega recursos não contemplados no SMILLE como, por exemplo, o armazenamento de informações e inserção de elementos de Gamificação.

O SMILLE-BR possui dois módulos, o professor e o aluno. No módulo do professor, insere-se o tema e os alunos podem levantar dúvidas e elaborarem questões. Para auxiliar o os alunos o professor disponibiliza links e anexos como material de apoio.

O módulo aluno permite a exploração do tema exposto pelo professor e a inserção de questões que podem, inclusive, ser respondidas por outros alunos. A pontuação é dada para os indivíduos que criam e respondem as questões. Os elementos de games implementados nesta app são: *badges*, *leaderboards*, *achievements* e *points*.

Wongso et al. [27] propõem um framework para implementar os conceitos de Gamificação dentro de ambientes de aprendizagem e-learning. Desta forma é possível fornecer um direcionamento ao professor para utilização correta dos recursos de chat, liderança e feedback dentro da plataforma Moodle ou Blackboard. Contudo como é o professor que corrige as realizações o feedback não é em tempo real.

Ibanez et al. [23] elaborou um estudo para analisar a eficácia da utilização da Gamificação para melhorar o engajamento de estudantes em programação C no curso de Ciência da Computação. Para efetivar esta pesquisa, foi desenvolvida uma plataforma Q-Learning, com os elementos básicos da mecânica de jogo para que os estudantes aumentassem os seus níveis de especialização, inserindo e avaliando questões relacionadas à linguagem de programação C.

Finalizando a seção de trabalhos correlatos, tem-se a plataforma e API CaptainUP [24], que possui o cadastro das mecânicas e o gerenciamento de informações. O módulo de gerenciamento permite ao administrador cadastrar pontos, emblemas, níveis, e recompensas para incentivar os usuários a executar ações desejáveis com o uso de mensagens, *leaderboards*, por exemplo.

No entanto, é importante frisar que esta ferramenta não é gratuita e tem seu foco em aplicações empresariais. A versão de teste permite ao usuário certo número de ações, como a criação de até dez conquistas e oito níveis.

IV. ARQUITETURA DO WEB SERVICE E PRINCIPAIS MÓDULOS

Para realizar a conexão entre a aplicação principal ou Cliente foi desenvolvido um Web Service baseado no Simple Object Access Protocol (SOAP). Esse protocolo é utilizado para troca de informações em plataformas não centralizadas e distribuídas (Ambientes Heterogêneos) [11].

Esses ambientes definem um Web Service Description Language (WSDL) [11], descrevendo os objetos e métodos disponíveis. Utilizando-se de uma linguagem de programação, é possível selecionar a função que vai ser aplicada, por exemplo: *saveConquistas*. Contudo, para promover a usabilidade do sistema por diversos desenvolvedores, foram desenvolvidas duas *bibliotecas de auxílio* que focam em facilitar a implementação do Serviço. A Figura 1 exibe o diagrama de funcionamento.

As bibliotecas de auxílio (Figura 1), funcionam como um agente intermediário com o Web Service. Após o método acessar a base, uma mensagem de sucesso (gravação) ou uma lista com as informações solicitadas (consulta) é retornado, exibindo ao usuário o resultado da operação.

A utilização destas bibliotecas, permitem uma maneira padrão de utilização do Web Service por parte das linguagens voltadas para web, além de encapsular toda a implementação, restando apenas ao usuário, fornecer os parâmetros corretos, não se preocupando em como tratar as informações retornadas.

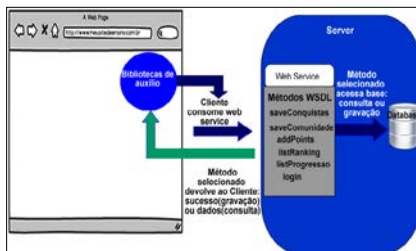


Fig. 1. Diagrama de funcionamento

A. Módulo Gerencial

Nesse módulo também é permitido que haja a inserção de todas as regras a serem usadas na execução do processo de

Gamificação dentro de um site, como: o cadastro de usuários, o cadastro da comunidade ou a escolha de qual comunidade deseja participar, cadastro de níveis, cadastro de conquistas e monitoramento da ação do usuário sobre as mecânicas de jogo.

Segundo Herzog et al. [8], a utilização de uma plataforma na qual seja possível definir as regras e monitorá-las quando manipuladas pelo usuário independente da aplicação que irá recebê-las, proporciona um elevado grau de flexibilidade ao longo do processo de Gamificação.

No cadastro de conquistas, formada pelo campo Nome, criam-se as vitórias alcançadas pelo usuário e define-se o nome para a conquista; o campo Descrição utilizado para descrever o objetivo, ou outro texto informativo é pertinente à recompensa; já o campo Pontos necessários, se refere aos pontos desejáveis para a sua liberação; e, por último, o campo imagem, utilizado para associar essa a uma *Badge*.

O cadastro de nível permite a criação de quantos níveis forem necessários para a comunidade. Este é composto pelos campos: pontos necessários, que é utilizado para liberá-lo, quando o usuário alcança a pontuação; o campo imagem é utilizado para associá-la a uma *Badge*, assim como nas conquistas. A descrição do nível é feita automaticamente pelo sistema, como por exemplo: Nível1, Nível2 a assim sucessivamente.

Tanto os níveis quanto as conquistas são desbloqueadas, à medida que o usuário alcança a pontuação desejada. Esse evento é acionado na aplicação cliente (site de ensino) conectada ao serviço. O resultado final do cadastro das mecânicas pode ser visto na Figura 2.

Outros processos deste módulo podem ser acessados como o gráfico comparativo de progressão entre os indivíduos (Figura 3), que dispõe informações relacionadas às conquistas cadastradas no sistema e o que cada um conseguiu desbloquear.



Fig. 2. Painel de Administração da Comunidade

Também está disponível um resumo do usuário (Figura 4), no qual se exibe aquilo que o indivíduo conquistou até o

momento, como os níveis alcançados, a quantidade de pontos adquiridos, as conquistas desbloqueadas, os emblemas e um ranking de usuários.

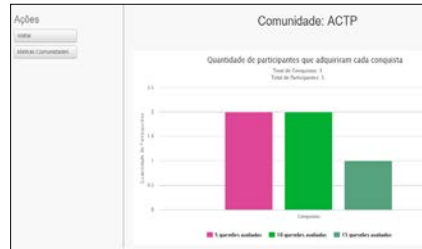


Fig. 2. Gráfico comparativo de progressão. Conquistas X Quantidades de Participantes.

Analisando o gráfico (Figura 3) é possível visualizar no eixo X todas as conquistas cadastradas e no Y os usuários. Percebe-se que nas conquistas 5 questões avaliadas e 10 questões avaliadas, foram alcançadas por 2 usuários, enquanto a outra (15 questões avaliadas), apenas 1 usuário obteve êxito até o momento.

Com as informações do resumo (Figura 4), além de monitorar o usuário e sua interação com o ambiente, o Administrador pode avaliar o indivíduo e a sua comunidade. Com isso, pode-se utilizar dos dados para substituir, por instância, a nota de uma avaliação, de um trabalho, de um bimestre ou mesmo para avaliar os resultados de suas pesquisas na área da Gamificação [9,23].



Fig. 3. Resumo dos Usuários no Sistema.

As informações disponíveis nas figuras (Figura 3 e Figura 4) são importantes, pois fornecem um feedback da progressão do usuário no sistema, permitindo ao administrador, analisar se o ambiente está tendo o efeito desejado de promoção do engajamento. Também abre precedentes para analisar se os exercícios propostos estão realmente de acordo com o nível de conhecimento dos usuários [14].

O módulo gerencial pode ser acessado no endereço: <http://www.gamapi.com.br/GamAPI/usuarios/login>. Nesse endereço, pode ser baixada toda a documentação necessária para a inserção no site de ensino. Também se encontra disponível com a documentação, uma versão demo, com um usuário válido para testes.

B. Realizando a comunicação do Web Service com o Site de Ensino

Para a realização dos testes, foi utilizado o projeto de Sordi Junior [6], cujo objetivo é fornecer um modelo de estudo que ajude os estudantes a conseguirem boas pontuações no POSCOMP. No exemplo (Figura 5) a cada nova submissão é exibida uma mensagem ao usuário, relatando o ponto que ele ganhou. Esse é somado com o valor que está no banco de dados do servidor e é gravado com o valor atualizado. A função por realizar esta requisição é a addPoints, implementado no JavaScript, que pode ser baixado junto com a documentação.



Fig. 4. Submissão do formulário no Sistema.

Já a Figura 6 exibe as conquistas desbloqueadas. Essas também estão associadas à função addPoints. Quando o usuário alcançar determinada pontuação igualando as conquistas e/ou níveis, cadastrados no módulo administrador, uma mensagem será exibida especificando a sua liberação, tanto das conquistas como do Level Up.

Outras funções foram inseridas como o ranking da comunidade (Figura 7) e a própria progressão do usuário no site (Figura 8). Ao se trabalhar com a primeira é fornecido ao utilizador a visualização das suas conquistas e dos outros, estimulando assim o espírito competitivo [16]. Já a segunda exibe ao jogador o seu progresso dentro do ambiente. Neste é possível, visualizar suas conquistas desbloqueadas e as que faltam para alcançar.



Fig. 5. Conquista desbloqueada pelo Usuário

| GamAPI | | | |
|-----------------------|----------|-------|--------|
| Ranking da Comunidade | | | |
| | | Nível | Pontos |
| 1* | Carolina | 3 | 320 |
| 2* | Lucas | 2 | 100 |
| 3* | fabio | 1 | 40 |

Fig. 6. Ranking da Comunidade

Robson et al. [10] descreve que esse tipo de mecânica dentro de uma rede social, neste caso a Comunidade, transmite status, além de sinalizar o sucesso de um jogador.



Fig. 7. Progressão do usuário no Sistema

A progressão ajuda a manter o usuário no sistema, pois fornece meios para que ele possa estabelecer seus objetivos [17]. Para Raymer [28], isso ajuda a manter o usuário motivado, garantindo assim, o sucesso do sistema.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo focou no desenvolvimento de um Web Service para implementar o processo de Gamificação em aplicações de ensino, com base nos sistemas de pontos, conquistas e placares. Este Web Service possibilita a interação entre diversas aplicações web e também se destaca pelo fato do usuário não precisar ter qualquer recurso adicional, seja ele em nível de hardware ou software, inclusive o banco de dados para armazenamento das informações.

O objetivo proposto foi atingido, pois os testes em vitro mostraram que a comunicação do serviço com uma aplicação cliente, inserida em um ambiente real realizou-se sem nenhum problema. Para a validação da sincronização foi utilizada a seguinte fórmula: $T = (((A.(B+C))/D)*E)$, na qual D são os envios do cliente ao serviço; o A, são os requests; o B, tempo de resposta (ping); o C, tempo de envio ao Client e o E, no qual se obtém o percentual de dados perdidos. O resultado foi satisfatório, pois houve apenas 3,449% de erros, que segundo Silva et al. [29] é uma taxa aceitável.

Também foi possível recolher informações importantes, como as exibidas no gráfico comparativo de progressão (Figura 3) e resumo do usuário (Figura 4). Tais informações podem ser utilizadas pelo educador para auxiliá-lo na condução de suas atividades educacionais, seja na substituição de uma prova ou trabalho.

Além disso, é possível se fazer uso destas informações, para a condução do sistema gamificado, buscando estabelecer um equilíbrio entre atividade x habilidade do usuário, de modo que se respeite a individualidade de cada um, bem como seus diferentes níveis de habilidade.

VI. TRABALHOS FUTUROS

Como trabalho futuro pretende-se validar este trabalho em um ambiente com um maior número de usuários, do qual busca a comprovação da eficiência dessa ferramenta baseado em serviços. A outra engloba os testes com programadores, para

que eles possam implementá-lo e assim comprovar a facilidade de inserção no site.

Outro objetivo é inserir dentro de uma Comunidade a opção de subcomunidades, sob a forma de clãs, permitindo que algumas atividades sejam feitas em grupos de forma cooperativa. Também pretende-se quantificar o tempo que o usuário utiliza, juntamente com o total de pontos, conquistas e níveis, a fim de verificar se a ferramenta proporciona uma experiência agradável, imersiva.

REFERÊNCIAS

- [1] J. Lee & J. Hammer, "Gamification in Education: What, How, Why Bother?" *Academic Exchange Quarterly*, vol. 15, pp. 1–5, 2011.
- [2] G. Zichermann & C. Cunningham, *Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps*. O'Reilly Media, 1 edition, 2011.
- [3] Deterding, S., & Dixon, D. (2011). From Game Design Elements to Gamefulness: Defining "Gamification." *MinTrek* 2011, 9–15.
- [4] SANTOS Junior, ALVES Silvío dos. Gamificação: introdução e conceitos básicos: O futuro é um jogo, aperte start agora ou é game over. [s. L.]: Gamificando.com.br, 2014. 15 p.[Online].
- [5] PRENSKY, M. Aprendizagem baseada em jogos digitais. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2012.
- [6] SORDI JUNIOR, F. Desenvolvimento de um ambiente colaborativo de treinamento preparatório para o POSCOMP. Londrina, 2015. 73 f. Dissertação(Mestrado em Ciência da Computação) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação.
- [7] Alves, F. Gamification: Como criar experiências de aprendizagem engajadoras. Um guia completo: do conceito à prática. DVS Editora, 2014.
- [8] Herzig, P., Ameling, M., & Schill, A. (2012). A Generic Platform for Enterprise Gamification.
- [9] Iosup, A., & Epema, D. (2014). An experience report on using gamification in technical higher education. In *Proceedings of the 45th ACM technical symposium on Computer science education - SIGCSE '14* (pp. 27–32). New York, New York, USA: ACM Press.
- [10] Robson, K., Plangger, K., Kietzmann, J. H., McCarthy, I., & Pitt, L. (2015). Is it all a game? Understanding the principles of gamification. *Business Horizons*, 58(4), 411–420.
- [11] LECHETA, Ricardo R. Google Android : Aprenda a criar aplicações para dispositivos móveis com o Android SDK, 2ª Ed. São Paulo. Novatec, 2010.
- [12] Dubois, D. J., & Tamburrelli, G. (2013). Understanding gamification mechanisms for software development. *Proceedings of the 2013 9th Joint Meeting on Foundations of Software Engineering - ESEC/FSE 2013*, 659.
- [13] Passos, E. B., & Medeiros, D. B. (2011). Turning Real-World Software Development into a Game. *Games and Digital {...}*.
- [14] Eleftheria, C. A., Charikleia, P., Iason, C. G., Athanasios, T., & Dimitrios, T. (2013). An innovative augmented reality educational platform using Gamification to enhance lifelong learning and cultural education. *Iisa* 2013, 1–5.
- [15] Villagrassa, S., & Duran, J. (2013). Gamification for learning 3D computer graphics arts. In *Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystem for Enhancing Multiculturality - TEEM '13* (pp. 429–433). New York, New York, USA: ACM Press.
- [16] Barata, G., Gama, S., Jorge, J., & Goncalves, D. (2013). Engaging Engineering Students with Gamification. In *2013 5th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-GAMES)*.
- [17] Morrison, B. B., & DiSalvo, B. (2014). Khan academy gamifies computer science. *Proceedings of the 45th ACM Technical Symposium on Computer Science Education - SIGCSE '14*, 39–44.
- [18] Bunchball, Inc. (2010). *Gamification 101: An Introduction to the Use of Game Dynamics to Influence Behavior*.
- [19] Hakulinen, L., & Auvinen, T. (2014). The Effect of Gamification on Students with Different Achievement Goal Orientations. *2014 International Conference on Teaching and Learning in Computing and Engineering*, 9–16.
- [20] Amir, B., & Ralph, P. (2014). Proposing a theory of gamification effectiveness. *Companion Proceedings of the 36th International Conference on Software Engineering - ICSE Companion 2014*, 626–627.
- [21] Dominguez, A., Saenz-De-Navarrete, J., De-Marcos, L., Fernández-Sanz, L., Pagés, C., & Martínez-Herráiz, J. J. (2013). Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes. *Computers and Education*, 63, 380–392.
- [22] França, R. M., & Reategui, E. B. (2013). SMILE-BR: aplicação de conceitos de gamificação em um ambiente de aprendizagem baseado em questionamento, (Cbie), 366–375.
- [23] Ibanez, M., Di Serio, A., & Delgado Kloos, C. (2014). Gamification for Engaging Computer Science Students in Learning Activities: A Case Study. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 1382(c), 1.
- [24] CaptainUP. Disponível em: <<https://captainup.com/>>. Acesso em 02/02/2016.
- [25] D. H. Pink. Drive: The Surprising Truth About What Motivates Us. Riverhead Books, 2011.
- [26] Csikszentmihalyi, M. "Beyond Boredom and Anxiety: Experiencing Flow in Work and Play", San Francisco: Jossey-Bass Publishers, ISBN 0-87589-261-2, December 1975.
- [27] Wongso, O., Rosmansyah, Y., & Bandung, Y. (2014). Gamification Framework Model, Based on Social Engagement in E-Learning 2.0, 10–14.
- [28] Raymer (2011), R. (n.d.). elearn Magazine: Gamification: Using Game Mechanics to Enhance eLearning. Disponível em: <<http://elearnmag.acm.org/archive.cfm?aid=2031772>>. Acesso em 28/02/2015.
- [29] Silva, J., Vinícios, M., & Netto, R. (2011). Confiabilidade nos Serviços WEB Um Estudo Sobre as Técnicas para Implementação de Dependabilidade. *IV Congresso Tecnológico InfoBrasil*, (January 2011), 6.

Análisis DAFO del Simulador de Habilidades Informáticas del proyecto Mi Compu.MX

Leonardo David Glasserman
Escuela de Educación, Humanidades y Ciencias Sociales
Tecnológico de Monterrey
Monterrey, México
glasserman@itesm.mx

Martín Alonso Mercado-Varela
Instituto de Investigación y Desarrollo Educativo
Universidad Autónoma de Baja California
Ensenada, México
martin_mercado44@hotmail.com

Alicia García-Holgado, Francisco J. García-Peñalvo
Grupo de investigación GRIAL
Departamento de Informática y Automática
Universidad de Salamanca
Salamanca, España
{aliciagh,fgarcia}@usal.es

Resumen— El uso y desarrollo de simuladores en el ámbito educativo se ha visto mejorado con la constante evolución de la tecnología, en específico el de las computadoras, lo que ha posibilitado la creación de simulaciones más complejas en entornos virtuales. Dada la importancia de las habilidades digitales en el contexto actual, simular un entorno en el que se pongan en práctica estas habilidades supone un paso clave para reducir la brecha digital entre docentes y estudiantes. El presente trabajo realiza un análisis DAFO del Simulador de habilidades informáticas desarrollado como parte del proyecto “Diagnóstico de la integración de computadoras MX en las prácticas docentes del Estado de Sonora” cuyo principal objetivo abarcaba la realización un diagnóstico de la integración de computadoras MX en las prácticas pedagógicas de los docentes de educación primaria del Estado de Sonora (México). Como resultado del análisis, se presenta una propuesta de mejora del simulador a través de un diagrama de proceso de negocio que sigue el Modelo y Notación de Procesos de Negocio.

Palabras clave—simulador; habilidades informáticas; software educativo; DAFO

I. INTRODUCCIÓN

El avance de las nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) representa oportunidades para la educación, esto se ha visto reflejado en la implementación de políticas de los sistemas educativos que impulsan la integración de dispositivos tecnológicos en el aula.

En este escenario hegemónico de aplicación tecnológica, México no ha sido la excepción. Es así, que la Secretaría de Educación Pública (SEP) ha encaминado distintos esfuerzos para incorporar dispositivos tecnológicos en las prácticas cotidianas de docentes y alumnos. Cabe mencionar el programa de Computación Electrónica para la Educación Básica (COEBA) (1985), la Red Escolar (1996), el programa Enciclomedia (2004), el programa Habilidades Digitales para Todos (PHDT) (2009) y, recientemente, el programa Mi Compu.MX (2013-2014) y el programa de Inclusión y Alfabetización Digital (PIAD) (2014-actual). Estas iniciativas se

posicionan en el enfoque uno-a-uno que busca reducir la brecha digital e integrar las TIC en las escuelas para desarrollar competencias digitales de acuerdo con las necesidades actuales.

Bajo esta lógica, dentro del programa Mi Compu.MX [1], se aplicó una prueba piloto con un número inicial de 240.000 computadoras distribuidas entre alumnos de quinto y sexto grado en las escuelas primarias públicas de los estados de Colima, Sonora y Tabasco en sus diversas modalidades: general, indígena, infantil migrante, en cursos comunitarios y en educación especial. En la Fig. 1 se muestra la localización de los estados implicados. Los tres estados fueron seleccionados de manera estratégica por ser representativos de la pluralidad política, económica y cultural del país [2]. En el 2014 el programa Mi Compu.MX formó parte del programa PIAD en donde se integraron 709.824 tabletas, portátiles y conectividad en los estados de Sonora, Colima, Jalisco, Estado de México, Distrito Federal y Puebla.



Fig. 1. Línea de acción del programa piloto Mi Compu.MX en México

Dentro del programa Mi Compu.MX se desarrollaron diversos proyectos tanto de ámbito estatal como nacional. El presente trabajo se centra en el proyecto denominado “Diagnóstico de la integración de computadoras MX en las

prácticas docentes del Estado de Sonora”, concretamente en el simulador de habilidades informáticas que se desarrolló como instrumento de evaluación de una de las fases del estudio y que actualmente está accesible en la dirección web <http://187.191.54.250:5151/index.aspx>.

El objetivo de este trabajo es presentar una propuesta de mejora del simulador de habilidades informáticas a partir del análisis de sus Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades (DAFO) [3].

En las siguientes secciones se presenta el contexto, la metodología utilizada, el simulador y el proyecto en el que se enmarcó su desarrollo, los resultados del análisis DAFO, la propuesta de mejora y, por último, las conclusiones.

II. CONTEXTO

Desde el inicio de los simuladores la educación se ha visto beneficiada, principalmente la enseñanza de la aviación y medicina presentan un gran desarrollo en el campo. Con el avance de las TIC, el campo de la simulación se ha movido en gran medida hacia los entornos virtuales debido a que permiten el estudio y desarrollo de mejores y más complejos sistemas [4]. En el campo de la educación, la simulación es un paquete que emula un fenómeno complejo, ambiente o experiencia dándole la oportunidad al usuario de obtener un nuevo nivel entendimiento [5]. Aunque el concepto simulación ha sido definido de distintas formas, todas ellas coinciden en que es la imitación de un sistema.

Desde un punto de vista de la innovación educativa, cabe plantearse por qué son importantes los simuladores. McCall [6] indicó que la función de los simuladores es representar un modelo dinámico para uno o varios aspectos del mundo real. En otras palabras, se entiende que las simulaciones son versiones simplificadas de situaciones complejas del mundo real [7, 8]. Por su parte Crookall [9] menciona que el enfoque del aprendizaje basado en simulación es apoyar al aprendiz a través de la inmersión en un escenario, el cual incluye la reflexión, las preguntas de cómo hacerlo y la aplicación. Esto representa para la enseñanza nuevas formas en que los estudiantes pongan en prácticas habilidades en un entorno manipulable y de práctica constante.

Kincaid and Westerland [10] responden la interrogante sobre la importancia de la simulación de la siguiente forma:

- Es aplicable para estudiantes de todos niveles y edades.
- Facilita a las matemáticas, ciencias y habilidades técnicas ser enseñadas en una manera aplicada e integrada.
- Provee a los estudiantes de nuevas formas de resolver problemas.
- Provee formación y habilidades realistas para distintas áreas.

Dentro del campo de desarrollo de la simulación con apoyo de *software* se distinguen distintos tipos: (1) hojas de cálculo (en inglés spreadsheets), que representan un *software* y una simulación simple, Excel es un claro ejemplo; (2) *software*

especializado en simulación (en inglés, *specialist simulation software*), son marcos de referencia que cuentan con distintos paquetes con componentes (modelos visuales, reloj de simulación y analizador estadístico) que ayudan el desarrollo de la simulación; (3) lenguajes de programación, la simulación puede desarrollarse utilizando distintos lenguajes de programación (ej. Java y C++) que, aunque requieren una mayor cantidad de tiempo, permiten una mayor flexibilización y control en el diseño [11]. La simulación sin apoyo de *software* no se puede entender en el campo de desarrollo actual.

III. METODOLOGÍA

El análisis del simulador de habilidades informáticas se ha llevado a cabo a través de un análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades) que ha permitido realizar un análisis interno del simulador con el fin de detectar las fortalezas y debilidades, y un análisis externo cuyo objetivo ha sido identificar y analizar sus amenazas y oportunidades. Las debilidades han proporcionado información relevante para presentar una propuesta de mejora del simulador. Las fortalezas detectadas han permitido tener una idea clara de lo bueno, funcional y relevante que es el simulador. Finalmente, las oportunidades, junto con las amenazas, han sido una fuente de información muy valiosa para la propuesta de mejora del simulador ya que han permitido tener en cuenta los factores externos que pueden afectarle.

Los diagramas realizados bajo el estándar Business Process Model and Notation (BPMN), en español Modelo y Notación de Procesos de Negocio [12], permiten modelar procesos de negocio con un alto nivel de abstracción, centrándose en el flujo de trabajo en vez de los aspectos técnicos de las herramientas utilizadas o los datos. El uso de este tipo de diagramas para analizar el funcionamiento de herramientas en línea ha sido utilizado en trabajos previos [13-15].

Se han realizado dos diagramas BPMN para describir el funcionamiento del simulador desde el punto de vista del docente y posteriormente para presentar la propuesta de mejora del simulador, de tal forma que los cambios propuestos quedan patentes al comparar ambos diagramas.

IV. EL SIMULADOR DE HABILIDADES INFORMÁTICAS

El proyecto “Diagnóstico de la integración de computadoras MX en las prácticas docentes del Estado de Sonora” fue diseñado con el objetivo de realizar un diagnóstico de la integración de computadoras MX en las prácticas pedagógicas de los docentes de educación primaria del Estado de Sonora (México), con la intención de documentar casos y recomendar acciones de seguimiento en la formación de competencias informáticas en los docentes de la región. El estudio se realizó a través de la metodología de tipo mixta con un diseño secuencial explicativo [16] bajo una taxonomía de tipo QUAN+QUAL [17]. El estudio comprendió dos etapas de acuerdo con el diseño sugerido, la primera etapa fue de tipo cuantitativa y se seleccionó una muestra representativa de 50 escuelas primarias en el Estado de Sonora. En esta primera etapa se diseñaron dos instrumentos. En primer lugar, un cuestionario de autopercepción de las prácticas pedagógicas de los docentes de primero a sexto grado con respecto al uso de TIC en el aula. Las escalas y el

questionario se calibraron por medio de la Teoría de Respuesta al Ítem y fueron validadas a través de Modelos de Ecuaciones Estructurales. En segundo lugar, un instrumento para medir las habilidades informáticas de los docentes. El instrumento se desarrolló a través de un simulador en línea con 50 actividades, organizadas por objetivos en cinco categorías: procesador de texto, administrador de presentaciones, hoja de cálculo, organización de documentos y navegador [18]. El simulador se respondió por todo el colectivo de docentes, de primero a sexto grado.

El simulador de habilidades informáticas se divide en dos partes bien diferenciadas, el simulador disponible para los docentes y el sistema de gestión del simulador que permite llevar a cabo labores de administración.

El acceso de administrador permite dar de alta escuelas en la base de datos y gestionarlas, dar de alta sesiones para habilitar a los docentes el acceso al simulador y gestionarlas (Fig. 2), descargar manuales, generar informes en formato Excel que reflejan la información registrada en las diferentes sesiones de los usuarios y modificar las descripciones de las diferentes actividades que conforman el simulador.

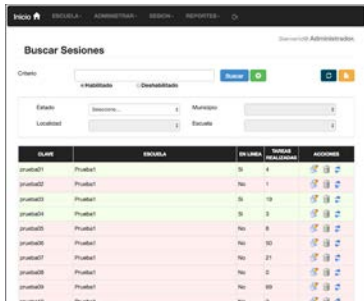


Fig. 2. Captura de pantalla del simulador que muestra la administración del acceso de los docentes

Respecto al funcionamiento del simulador desde el punto de vista del docente, la Fig. 5 muestra a través de un diagrama BPMN el proceso que sigue el docente desde que introduce el identificador de sesión proporcionado previamente, hasta que cierra sesión y sale del simulador.

El simulador se compone de un conjunto de pantallas a través de las cuáles el docente navega de forma más o menos lineal, avanzando o retrocediendo en función de sus necesidades.

En primer lugar el docente debe completar un formulario con información demográfica o, en caso de haberlo hecho en un acceso previo, tan solo la visualizará y continuará a la siguiente pantalla donde se muestran los objetivos perseguidos con el simulador. Después el docente debe leer las instrucciones de uso del simulador, donde se explica la iconografía utilizada. En este punto, siguiendo el modelo de navegación lineal mencionado, el

docente puede continuar a la siguiente pantalla o regresar a la pantalla anterior para releer los objetivos.

Una vez ha leído la información relevante para el uso del simulador, el docente debe seleccionar una de las aplicaciones que se muestran en la Fig. 3: procesador de texto (Word), editor de presentaciones (Power Point), hoja de cálculo (Excel), gestión de documentos (en entorno Windows) y navegador de Internet (Chrome). A continuación selecciona uno de los objetivos enmarcados en dicha aplicación. El simulador mostrará el conjunto de actividades asociadas a la consecución del objetivo [19] y el docente deberá seleccionar una y realizarla.

La parte más compleja del simulador se enmarca en la realización de la actividad, donde el sistema simula un entorno de escritorio de Windows, tal como muestra la Fig. 4, y permite al docente llevar a cabo las acciones (clicks) pertinentes para superar con éxito la actividad. Al realizar dichas actividades mediante el simulador el sistema registra diferentes variables relevantes para el estudio que no podrían obtenerse si el docente realiza dichas actividades en un entorno real. Los datos recogidos por el simulador son: los clics realizados para superar la actividad, el tiempo invertido, el número de intentos o veces que el docente reinició la actividad y el estado de la actividad (pendiente, terminada, cancelada).



Fig. 3. Captura de pantalla del simulador que muestra el selector de aplicaciones y objetivos

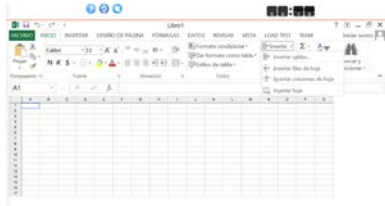


Fig. 4. Captura de pantalla de la simulación de un entorno Windows

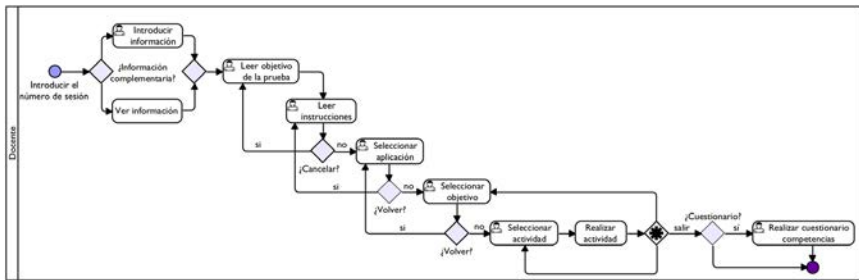


Fig. 5. Diagrama BPM que ilustra el funcionamiento del Simulador de habilidades informáticas

V. ANÁLISIS DAFO

El análisis DAFO se divide en dos partes, el análisis interno que permite detectar las fortalezas y debilidades, y el análisis

externo cuyo objetivo es identificar y analizar las amenazas y oportunidades (ver Tabla I).

Tabla I. ANÁLISIS DAFO DEL SIMULADOR DE HABILIDADES INFORMÁTICA

| Análisis interno | Análisis externo |
|--|--|
| <p>Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> No ofrece un perfil de desempeño (reporte automatizado) de habilidades al término de la prueba Requiere la interpretación de resultados por un experto La aplicación de la prueba requiere de acceso a Internet Evalúa un número limitado de competencias ofimáticas Los ejercicios están acotados en aplicaciones de ofimática básica La navegación en el simulador no es intuitiva El cuestionario final de autopercepción con respecto al nivel de competencias tecnológicas que posee el docente no está integrado en la herramienta | <p>Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> Cambios en el modelo educativo por reformas puede implicar la evaluación de otras competencias La resistencia de los usuarios a utilizar el simulador El desarrollo y aplicación de un simulador oficial por parte del sistema educativo nacional en México Cambio del sistema operativo utilizado en los centros educativos |
| <p>Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> Diagnóstico con base en clics, intentos y tiempo con base en la ejecución de la tarea Puesta en práctica de distintas competencias ofimáticas Ejercicios contextualizados en la práctica cotidiana del usuario Al tratarse de una herramienta en línea no requiere ningún tipo de instalación por parte del docente | <p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> Mejora de la calidad educativa La administración educativa apuesta por ello Existen instituciones interesadas en utilizarlo |

Se identificaron distintos tipos de debilidades que condicionan la aplicación y utilización del simulador desde un punto de visto técnico y de usuario. Se puede comentar que la aplicación y utilización del simulador está condicionado por la conexión a la web, debido a que es el espacio en que se llevan a cabo ambos procesos. Es importante mencionar que en el caso de la utilización por parte del usuario, en algunas ocasiones la

interacción con la herramienta no resulta intuitiva, lo que dificulta la puesta en práctica de las habilidades informáticas objetivos de la simulación. Al finalizar la utilización de la herramienta, los resultados evidencian sólo un número acotado de habilidades informáticas, tampoco ofrecen un reporte automatizado de desempeño, en cambio ofrecen una serie de indicadores que deben ser interpretados por un experto para

definir un nivel de desempeño sobre las habilidades informáticas en cuestión.

Los cambios en los sistemas de educación como la puesta en práctica de modelos educativos implican nuevas prácticas pedagógicas para los docentes en el uso de la tecnología y el desarrollo de distintas competencias para llevarlas a cabo, lo que representa una amenaza para el simulador. En este sentido, podría estar evaluando competencias no alineadas al currículo oficial actual; la aplicación de un nuevo programa también implicaría cambios en los equipos de cómputo que utilizan los docentes, lo que no asegura la compatibilidad del nuevo sistema operativo con la herramienta, es decir, con el ambiente de simulación en que se despliega la ejecución de las actividades; además, la naturaleza humana de resistencia al cambio, amenaza la aplicación y utilización del simulador. Por último, el desarrollo de un simulador oficial por parte del sistema representa una amenaza a la continuidad de la herramienta desarrollada.

Como fortaleza se destaca que el simulador ofrece un diagnóstico de ejecución de la actividad considerando tres indicadores: clics, intentos y tiempo; esto da un panorama general del uso y de ejecución de la tarea de las distintas competencias al usuario. Como parte fundamental, permiten una simulación de la puesta en prácticas de distintas competencias informáticas de los docentes en su labor cotidiana con la utilización de tecnología. El simulador al ser una herramienta en línea no requiere ningún tipo de instalación en el equipo desde el que se utiliza.

La existencia de instituciones interesadas en utilizar el simulador junto al interés de la administración educativa, suponen importantes oportunidades para que el simulador pueda seguir evolucionando. Unido a esto, las actividades del simulador están alineadas a la mejora de la práctica docente, lo que influye de manera directa en la mejora de la calidad educativa.

VI. PROPUESTA DE MEJORA

El análisis DAFO proporciona información relevante para mejorar el simulador de habilidades informáticas. En particular, las debilidades detectadas durante el análisis interno junto con las amenazas del análisis externo, han permitido realizar una propuesta de mejora del simulador.

La propuesta de mejora se centra en la parte del simulador accesible para el docente. La Fig. 6 muestra dicha propuesta a través de un diagrama BPMN, de tal forma que se puede comparar con la Fig. 5 para ver de manera abstracta algunos de los cambios planteados.

En primer lugar, se ha incorporado una nueva funcionalidad que muestra al docente un reporte al finalizar la sesión. De esta forma se da solución a la primera debilidad identificada: "No ofrece un perfil de desempeño (reporte automatizado) de habilidades al término de la prueba". Dicho reporte, además de diagnosticar la ejecución de la actividad de acuerdo con distintos criterios, debe definir un nivel de desempeño de acuerdo con alguna taxonomía de competencias informáticas; de esta forma, la herramienta será más informativa de cara al usuario.

Para solucionar que la navegación en el simulador no es intuitiva se ha eliminado la selección de la aplicación, de tal forma que dicha información se reduce a un elemento de visualización de la información relativa a los objetivos.

Finalmente se propone incorporar en el propio simulador el cuestionario final de autopercepción con respecto al nivel de competencias tecnológicas, de tal forma que el docente deba realizarlo de forma obligatoria y el sistema pueda utilizar las respuestas para determinar el nivel de competencias tecnológicas del docente en el reporte automatizado que recibe una vez finaliza la sesión en el simulador.

Respecto al resto de debilidades, las soluciones propuestas no se reflejan en el diagrama por la abstracción del mismo, pero igualmente forman parte de la propuesta.

La necesidad de acceso a Internet, que supone un problema únicamente en aquellos centros que no disponen todavía de conexión, se resuelve con el desarrollo de una versión *offline* del simulador pero esta mejora tiene un coste elevado y se puede resolver proporcionando al docente un punto de acceso a la versión en línea.

En cuanto a las herramientas elegidas y al número limitado de competencias ofimáticas, es necesario aumentar el número de actividades, tanto de las aplicaciones existentes como de aquellas que se decida incorporar, lo que supone desarrollar la simulación de cada una de ellas. Por otro lado, el que la herramienta evalúe un mayor número de competencias informáticas permitirá situar mejor un nivel de dominio en esta área de práctica del docente.

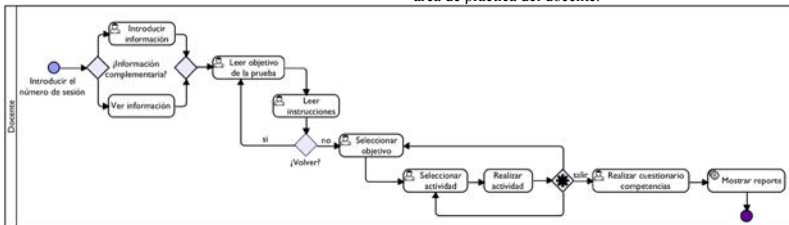


Fig. 6. Diagrama BPMN que ilustra la propuesta de mejora del Simulador de habilidades informáticas

VII. CONCLUSIONES

El simulador de habilidades informáticas que se describió en esta ponencia es un valioso instrumento para obtener información sobre las competencias TIC de los docentes de educación primaria, no solo en el Estado de Sonora (México), sino también a nivel nacional e internacional.

El análisis DAFO junto con la propuesta de mejora proporciona la información necesaria para desarrollar una segunda versión del simulador que pueda servir de instrumento en estudios similares en otros contextos.

Sin lugar a dudas una versión actualizada del simulador podrá beneficiar no solamente a los docentes de la región sino extender su uso a otras instancias, inclusive llegar a ser una prueba estandarizada que permita determinar el perfil del usuario y con base en los resultados poder ofrecer instrucción diferenciada a través de cursos de formación continua.

El simulador actualmente es propiedad del Centro Regional de Formación Docente e Investigación Educativa del Estado de Sonora (CRFDIES). Si se consideran las mejoras aquí propuestas pudiera ofrecerse un simulador fortalecido que en el corto plazo abonaría como un instrumento de evaluación institucional para los estudiantes y aspirantes de los diferentes programas que se imparten en la institución. Además, se podría donar la versión mejorada del simulador a las Secretarías de Educación estatales así como a la propia Secretaría de Educación Pública (SEP) o bien, a otras instancias internacionales como a la Comisión Sonora-Arizona.

Independientemente de la decisión, una versión mejorada del simulador es inminente y se propondrá a partir del análisis DAFO desarrollado así como la propuesta presentada en esta ponencia.

AGRADECIMIENTOS

La ponencia forma parte del proyecto "Diagnóstico de la integración de computadoras MX en las prácticas docentes del Estado de Sonora" apoyado por el Fondo SEP-SEB CONACYT 2013-01 con número de convenio 0000000002311111. Los autores desean expresar su agradecimiento al Grupo de Investigación e Innovación en Educación (GIIE) del Tecnológico de Monterrey <http://sitios.itesm.mx/cehes/giie/> y al Grupo de Investigación en InterAcción e eLearning (GRIAL) de la Universidad de Salamanca <http://grial.usal.es> por sus contribuciones y soporte. Asimismo, al Centro Regional de Formación Docente e Investigación Educativa del Estado de Sonora (CRFDIES) entidad que apoyó en el desarrollo de la investigación donde se desarrolló el simulador.

Este trabajo de investigación ha sido parcialmente realizado dentro del Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento de la Universidad de Salamanca <http://knowledgesociety.usal.es> con financiación del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de España para la Formación de Profesorado Universitario (FPU014/04783).

REFERENCIAS

- [1] M. S. Ramírez Montoya, Ed., *Competencias digitales en el marco del proyecto Mi Compu.MX: Investigaciones y comunicaciones*. Monterrey, México, 2016, p. "pp. Pages.
- [2] Portal de la Presidencia de la República. (2013). *Preguntas frecuentes sobre el programa Mi Compu.Mx*. Available: <http://www.gob.mx/presidencia/articulos/preguntas-frecuentes-sobre-el-programa-mi-compu-mx>
- [3] T. Hill and R. Westbrook, "SWOT analysis: it's time for a product recall." *Long range planning*, vol. 30, pp. 46-52, 1997.
- [4] P. S. Silva, A. Trigo, J. Varajão, and T. Pinto, "Simulation - concepts and applications," in *Organizational, Business, and Technological Aspects of the Knowledge Society*, vol. 112, M. D. Lytras, P. Ordonez de Pablos, A. Ziderman, A. Roulstone, H. Maurer, and J. B. Imber, Eds., ed Heidelberg: Springer, 2010, pp. 429-434.
- [5] K. Schmucker, "A taxonomy of simulation software. A work in progress." *Learning Technology Review*, pp. 40-75, 1999.
- [6] J. McCall, *Gaming the past: Using video games to teach secondary history*. London: Routledge, 2013.
- [7] L. Sauvé, L. Renaud, and D. Kaufman, "The efficacy of games and simulations for learning," in *Educational gameplay and simulation environments: Case studies and lessons learned*, L. Sauvé and D. Kaufman, Eds., ed Hershey, PA: ICI Global, 2010, pp. 252-270.
- [8] R. Datta, K. Upadhyay, and C. Jaideep, "Simulation and its role in medical education," *Medical Journal Armed Forces India*, vol. 68, pp. 167-172, 2012.
- [9] D. Crookall, "Serious games, debriefing, and simulation/gaming as a discipline," *Simulation & gaming*, vol. 41, pp. 898-920, 2010.
- [10] J. P. Kincaid and K. K. Westerland, "Simulation in education and training," presented at the Winter Simulation Conference, Austin, Texas, 2009.
- [11] S. Robinson, *Simulation: The Practice of Model Development and Use, 2nd edition*. London: Palgrave, 2014.
- [12] Business Process Model, "Notation (BPMN) Version 2.0," *OMG Specification, Object Management Group*, 2011.
- [13] M. Á. Conde, F. J. García Peñalvo, C. Fernández-Llamas, and A. García-Hologado, "The Application of Business Process Model Notation to describe a Methodology for the Recognition, Tagging and Acknowledge of Informal Learning Activities," *International Journal of Engineering Education (IJEE)*, vol. 31, pp. 884-892, 2015.
- [14] A. Garcia-Hologado and F. J. Garcia-Peñalvo, "Architectural pattern to improve the definition and implementation of eLearning ecosystems," *Science of Computer Programming*, 2016.
- [15] A. Garcia-Hologado, F. J. Garcia-Peñalvo, and M. J. Rodriguez Conde, "Definition of a Technological Ecosystem for Scientific Knowledge Management in a PhD Programme," in *Proceedings of the Third International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'15) (Porto, Portugal, October 7-9, 2015)*, ed New York, NY, USA: ACM, 2015, pp. 695-700.
- [16] J. W. Creswell and V. L. Plano Clark, "Designing and conducting mixed methods research." *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, vol. 31, 2007.
- [17] T. Abbas and T. Charles, Eds., *Handbook of mixed methods in social & behavioral research*. Thousand Oaks, California: Sage Publications, 2003, p."pp. Pages.
- [18] L. D. Glasserman and O. I. Gavotto, "Online simulator of computer skills for primary school teachers," in *International Conference on Interactive Collaborative and Blended Learning (ICBL)*, 2015, México, 2015, pp. 94-97.
- [19] L. D. Glasserman, "Simulador de habilidades informáticas," in *Disposición al cambio tecnológico en Docentes de Educación Primaria de Sonora*, ed Hermosillo, Sonora, México: Centro Regional de Formación Docente e Investigación Educativa del Estado de Sonora, 2016.

E-evaluación: perspectivas y experiencia de los estudiantes de Pedagogía

Susana Olmos
Migueláñez
GRIAL Research Group,
Educational Research
Institute, University of
Salamanca,
Salamanca, Spain
solmos@usal.es

Eva María Torrecilla
Sánchez
GRIAL Research Group,
Educational Research
Institute, University of
Salamanca,
Salamanca, Spain
emt@usal.es

María Soledad Ibarra Sáiz
EVALfor Research Group,
University of Cádiz,
Salamanca, Spain
marisol.ibarra@uca.es

Gregorio Rodríguez
Gómez
EVALfor Research Group,
University of Cádiz,
Salamanca, Spain
gregorio.rodriguez@uca.es

Resumen—La influencia de las tecnologías en contextos de Educación Superior está afectando a todos los elementos del proceso de enseñanza aprendizaje, incluyendo la evaluación; lo que conlleva un interés creciente, de docentes e investigadores, por incluir entre sus líneas prioritarias de investigación la e-evaluación. El estudio que presentamos pretende comprobar el nivel de expectativas y experiencia de los estudiantes de 3º de Pedagogía del curso 2014/2015, previo a la aplicación de un proceso formativo *blearning* para mejorar su competencia evaluadora. Mediante la técnica de encuesta, se analiza la información recopilada de 60 estudiantes, como respuestas autopercibidas. Los resultados reflejan niveles medios-altos hacia la utilización de la e-evaluación orientada al aprendizaje, a la vez que, medios-bajos relativos a su experiencia previa. Por otra parte, se muestra una predisposición favorable por participar en procesos formativos centrados en la e-evaluación.

Palabras clave—E-Evaluación; competencia; formación; universidad

I. INTRODUCCIÓN

La Universidad actual, entre otras pretensiones, trata de motivar el aprendizaje a lo largo de la vida. Como consecuencia es indispensable la movilización de competencias que permitan al estudiante gestionar su aprendizaje, lo que supone, gestionar su evaluación [1]. Por este motivo, si queremos que los estudiantes sean capaces de gestionar su evaluación, es necesario promover una serie de cambios que afectan no solo a la revisión de las técnicas tradicionales de evaluación, sino también a la implicación de los estudiantes en la evaluación y al uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en dicha práctica [2].

Este cambio cultural, se reivindica desde los componentes diferenciadores e interactivos de la competencia: descripción de la competencia, descripción de las actividades donde se manifestará, instrumentos o medios para evaluar la competencia y estándares o criterios por los que se juzga si alguien es o no competente [3]. Por tanto, son necesarios nuevos procedimientos y estrategias que permitan evaluar competencias que, a su vez, integren la función del estudiante en el aprendizaje universitario [4].

Es decir, es necesario superar la tradición de la "cultura del examen" por la "cultura de la evaluación" [4], rompiendo las barreras de la hegemonía docente por una evaluación ligada al

aprendizaje, lo que supone, entre otros aspectos, implicar al alumno en este proceso [6-8]. En definitiva una evaluación orientada al aprendizaje (learning-oriented assessment) [9-14].

Según los autores citados, se trata de una evaluación que debe cumplir con tres requisitos, a saber, la participación de los estudiantes en la evaluación, el planteamiento de tareas auténticas (evaluación auténtica) y la proalimentación o *feedforward*, que consiste, tal y como señalan Padilla y Gil [12] en ofrecer al estudiante "la necesaria retroalimentación, orientándola hacia su ejecución futura (*feedback* o *feedforward*)", "incluye información que pretende ayudar al estudiante a que en el futuro haga mejor tareas similares" (p. 471).

Por otro lado, en materia de evaluación, la influencia de las tecnologías ha contribuido al surgimiento de nuevos términos, como *Computer-Assisted Assessment* (CAA), *Computer-Based Assessment* (CBA), *online-assessment*, *e-assessment*, etc. [15, 16, 6, 17] que pretenden analizar los beneficios de la incorporación de las TIC en esta área. En estos momentos, emergen nuevos términos relacionados, *evaluación como aprendizaje*, *evaluación sostenible* y *evaluación como empoderamientos* [18]. De la incorporación de las tecnologías a las condiciones mencionadas anteriormente se deriva el término de e-evaluación orientada al aprendizaje [19].

Según las aportaciones de Rodríguez-Gómez e Ibarra Sáiz [19] si el término e-evaluación puede ser entendido como "cualquier proceso electrónico de evaluación en el que las TICs son utilizadas para la presentación de actividades, las tareas de evaluación y el registro de las respuestas" (p. 36), la e-evaluación orientada al e-aprendizaje se definiría como el "proceso de aprendizaje, mediado por medios tecnológicos, a través del cual se promueve y potencia el desarrollo de competencias útiles y valiosas para el presente académico y el futuro laboral de los estudiantes universitarios como profesionales estratégicos" (p. 37). Lo que implica claramente una concepción del conocimiento distinta a la tradicionalmente considerada y una nueva filosofía en materia evaluativa donde se impulse "un uso de estrategias de evaluación que promuevan y maximicen las oportunidades de aprendizaje de los estudiantes" (p. 35) [19]. En este contexto, es fundamental contemplar las aportaciones de las tecnologías tanto en el diseño

e implementación de la evaluación como en la implicación de los estudiantes como evaluadores.

La intervención del estudiante en su proceso de evaluación, desde estrategias evaluativas que permitan una evaluación orientada al aprendizaje, se potencia con estrategias que la evaluación entre iguales y la autoevaluación, por las oportunidades que integran en el proceso de aprendizaje [20 y 8]. En consecuencia, la evaluación de procesos de aprendizaje propios, o de compañeros de un mismo curso académico, supone un beneficio para el aprendizaje a lo largo de la vida. Debemos, por tanto, modificar los procesos formativos con el fin de conseguir una cultura de la "evaluación" compartida.

En la presente comunicación se presentan los resultados obtenidos a través de un cuestionario con la pretensión de conocer las perspectivas de un grupo de estudiantes hacia la e-evaluación antes de afrontar una acción formativa en materia de e-evaluación, así como su experiencia previa como evaluadores en los procesos de aprendizaje y el deseo por implicarse en esta tarea.

II. METODOLOGÍA

Nuestro estudio se circunscribe en el ámbito de la evaluación en estudiantes universitarios y la implicación de los mismos en materia evaluativa, todo ello mediado por el uso de las TIC.

El objetivo del estudio es "*conocer el nivel de expectativas y experiencia de los estudiantes de Pedagogía de la Universidad de Salamanca, antes de participar en una acción formativa específica en materia de evaluación y más concretamente de e-evaluación orientada al aprendizaje, en el curso 2014/15*".

Por ello se plantea un estudio no experimental [21] de corte cuantitativo, para comprobar las expectativas de los estudiantes hacia la evaluación en general y concretamente, hacia la e-evaluación; así como su experiencia hacia la e-evaluación antes de participar en una acción formativa donde los estudiantes participarán como evaluadores en las modalidades de autoevaluación, evaluación por pares y evaluación colaborativa.

En esta comunicación presentamos los resultados en relación con las expectativas y experiencias percibidas por los estudiantes.

A. Instrumento

Para la recogida de información se adoptó un instrumento de naturaleza cuantitativa y cualitativa, basado en la metodología de encuesta electrónica estructurada, que incorpora el uso de escalas tipo Likert. Dicho instrumento ha sido elaborado en el marco del Proyecto de Investigación *Devals- Desarrollo de la evaluación sostenible- Mejora de la competencia evaluadora de los estudiantes universitarios mediante simulaciones virtuales* (EDU2012-31804). Consta de tres bloques diferenciados:

- *Perspectivas*: configurada por ocho ítems en escala tipo Likert de seis opciones de respuesta (siendo 0 nada y 5 totalmente), estos ítems pretenden conocer las expectativas de los estudiantes hacia la evaluación en el marco de un programa formativo al que se van a incorporar posteriormente.

- *Ideas previas*: constituida por un caso práctico, con respuestas abiertas, con la finalidad de comprobar el nivel previo en competencia evaluadora de los estudiantes.
- *Experiencia*: configurada por once ítems en escala tipo Likert de seis opciones de respuesta (siendo 0 nunca y 5 siempre) diferenciando, a su vez, dos criterios: "lo que has hecho o estás haciendo" y "lo que te gusta hacer". Se plantea para conocer la práctica de los estudiantes como evaluadores en sus procesos de aprendizaje, a la vez que, su deseo de realizar este tipo de acciones en el mismo.

B. Población y muestra

La población de este estudio está conformada por los estudiantes matriculados en la asignatura "*Evaluación de programas, centros y profesores*" en el Grado de Pedagogía de la Universidad de Salamanca en el curso 2014/15. En total participaron 60 estudiantes de 63 matriculados. De los cuales un 90% son mujeres y el 10 % restante hombres.

III. RESULTADOS

Con el propósito de comprobar las perspectivas de los estudiantes hacia una acción formativa específica en materia de evaluación y, para constatar la experiencia en este campo, así como sus expectativas al respecto; presentamos, los resultados obtenidos del análisis realizado.

En relación con las perspectivas se comprueba en la Tabla I que los valores medios superan puntuaciones de 3.48 por lo que se considera que la media, en cuanto a su perspectiva, hacia la acción formativa, es favorable.

Es de destacar que los ítems con mayor media son el 5 (*Desarrollar competencias útiles para su aprendizaje*) y el 8 (*Transferir al contexto profesional lo aprendido*), lo que nos permite establecer que los estudiantes consideran relevante mejorar su competencia evaluadora, tanto para el desarrollo académico como profesional, puntuando con medias inferiores el resto de ítems que hacen referencia a la metodología y contenidos propios del curso.

TABLA I. PERSPECTIVAS HACIA EL CURSO FORMATIVO

| | Media | Dev. tip. | % | | | | | N | |
|----|-------|--------------|---|-----|------|------|------|------|----|
| | | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | | 5 |
| P1 | 3.75 | 0.73 | 0 | 0 | 3.4 | 32.2 | 50.8 | 13.6 | 59 |
| P2 | 3.53 | 0.94 | 0 | 1.7 | 8.3 | 42.4 | 30.5 | 16.9 | 59 |
| P3 | 3.92 | 0.69 | 0 | 0 | 1.7 | 22.0 | 57.6 | 18.6 | 59 |
| P4 | 3.97 | 0.98 | 0 | 0 | 10.2 | 18.6 | 35.6 | 35.6 | 59 |
| P5 | 4.07 | 0.78 | 0 | 0 | 3.5 | 15.8 | 50.9 | 29.8 | 57 |
| P6 | 3.48 | 0.92 | 0 | 0 | 10.2 | 22.0 | 59.3 | 8.5 | 59 |
| P7 | 3.66 | 0.78 | 0 | 0 | 15.5 | 34.5 | 36.2 | 13.8 | 58 |
| P8 | 4.00 | 0.77 | 0 | 0 | 3.4 | 19.0 | 51.7 | 25.9 | 58 |

- P1. Aprender evaluando
- P2. Aprendo en situaciones reales motivantes
- P3. Conocer y aplicar elementos fundamentales de la evaluación
- P4. Practicar la evaluación mediante juegos de simulaciones
- P5. Desarrollar competencias útiles para su aprendizaje
- P6. Mejorar tu desempeño universitario
- P7. Aprovechar lo aprendido para tu vida cotidiana
- P8. Transferir al contexto profesional lo aprendido

En relación con la experiencia (Tabla II), los estudiantes manifiestan un nivel de competencia inferior al deseado, niveles bajos en cuanto al empleo de la evaluación como aprendizaje; mientras que el deseo es superior en todos los casos.

Tabla II. EXPERIENCIA CON E-EVALUACIÓN EN EL PROCESO DE APRENDIZAJE (REALIDAD Y DESEO)

| | Realidad | | | Deseo | | | N |
|------|----------|-----------|--------------|-----------|-------|--------------|----|
| | Media | Medi n | Desv. tp. | Medi n | Media | Desv. tp. | |
| RD1 | 1.81 | 2 | 1.42 | 3.77 | 4 | 0.95 | 57 |
| RD2 | 1.98 | 2 | 1.32 | 3.88 | 4 | 0.93 | 57 |
| RD3 | 1.54 | 1 | 1.27 | 3.63 | 4 | 0.98 | 57 |
| RD4 | 2.23 | 2 | 1.27 | 4.05 | 4 | 1.03 | 57 |
| RD5 | 2.07 | 2 | 1.33 | 4.07 | 4 | 0.84 | 57 |
| RD6 | 2.72 | 3 | 1.31 | 4.40 | 5 | 0.80 | 57 |
| RD7 | 2.37 | 2 | 1.22 | 4.07 | 4 | 0.98 | 57 |
| RD8 | 2.12 | 2 | 1.15 | 3.67 | 4 | 1.02 | 57 |
| RD9 | 1.54 | 2 | 1.20 | 4.18 | 4 | 0.83 | 57 |
| RD10 | 2.51 | 3 | 1.20 | 4.32 | 5 | 0.95 | 57 |
| RD11 | 1.96 | 2 | 1.30 | 4.33 | 5 | 0.97 | 57 |

RD1. Proponer qué actividades vamos a realizar para que sean evaluadas
RD2. Proponer criterios que se realizarán para que sean evaluadas
RD3. Elaborar instrumentos con los que se evaluarán nuestro trabajo o demostraciones
RD4. Revisar mis trabajos o demostraciones con los criterios o instrumentos que se van a utilizar en la evaluación final
RD5. Mejorar mis trabajos o demostraciones de acuerdo a las informaciones facilitadas por mis compañeros sobre su calidad antes de la evaluación final
RD6. Mejorar mis trabajos o demostraciones de acuerdo a la información facilitada por el profesorado sobre su calidad antes de la evaluación final.
RD7. Valorar mis trabajos o demostraciones
RD8. Valorar los trabajos o demostraciones de mis compañeros
RD9. Consensuar con el profesorado la valoración final de mis trabajos o demostraciones
RD10. Proponer y consensuar con el profesorado el peso o porcentaje que cada trabajo o demostración tendrá en la calificación final de la asignatura.
RD11. Proponer y consensuar con el profesorado el peso o porcentaje que la autoevaluación, evaluación por los compañeros y la evaluación por el profesorado tendrá en la calificación final de la asignatura.

El análisis descriptivo de los datos nos muestra la existencia de diferencias a favor del aprendizaje relativo a la utilización de la e-evaluación en procesos de aprendizaje (Fig. 1).

En la Figura 1 podemos apreciar gráficamente cómo el valor de la mediana en la experiencia real percibida se sitúa en una puntuación, por lo general, de dos; mientras que en el deseo percibido el valor de la mediana oscila entre 4 y 5.

Los datos descriptivos, sin análisis exhaustivo, nos pueden llevar a una afirmación incorrecta, indicando que existe una diferencia significativa entre lo que al estudiante le gustaría realizar y lo que realmente hace en su práctica diaria.

Para poder llegar a dicha afirmación es necesario confirmar la hipótesis de trabajo planteada; es decir, a nivel estadístico debemos confirmar esta hipótesis con las pruebas paramétricas o no paramétricas adecuadas para la misma. Para determinar la idoneidad de las pruebas, paramétricas o no paramétricas, establecemos un estudio de la normalidad de la muestra, tanto en la medida de la realidad, como en la del deseo. Como se puede comprobar en la tabla 3, no existe un ajuste de la normalidad en ningún caso, lo que nos lleva a la utilización de pruebas no paramétricas, en este caso concreto, el Test de Wilcoxon.

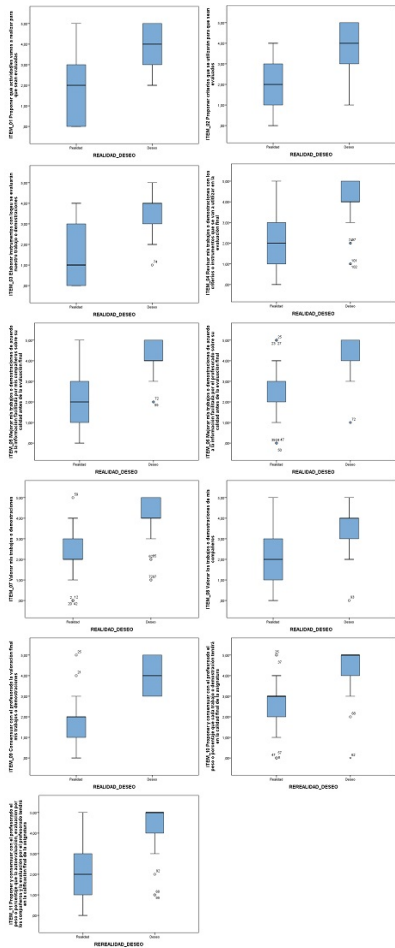


Fig. 1. Diagrama de cajas. Comparación realidad y deseo

TABLA III. ESTUDIO DE LA NORMALIDAD EN REALIDAD Y DESEO

| | REALIDAD | | | | | |
|------|---------------------|----|-----|--------------|----|-----|
| | Kolmogorov-Smirnova | | | Shapiro-Wilk | | |
| | D | gl | p. | W | gl | p. |
| RD1 | .19 | 57 | .00 | .89 | 57 | .00 |
| RD2 | .19 | 57 | .00 | .90 | 57 | .00 |
| RD3 | .18 | 57 | .00 | .88 | 57 | .00 |
| RD4 | .2 | 57 | .00 | .92 | 57 | .00 |
| RD5 | .19 | 57 | .00 | .93 | 57 | .00 |
| RD6 | .23 | 57 | .00 | .91 | 57 | .00 |
| RD7 | .19 | 57 | .00 | .93 | 57 | .00 |
| RD8 | .19 | 57 | .00 | .92 | 57 | .00 |
| RD9 | .18 | 57 | .00 | .90 | 57 | .00 |
| RD10 | .20 | 57 | .00 | .93 | 57 | .00 |
| RD11 | .18 | 57 | .00 | .92 | 57 | .00 |

| | | |
|------|-------|-----|
| RD6 | -5.70 | .00 |
| RD7 | -5.96 | .00 |
| RD8 | -5.74 | .00 |
| RD9 | -6.39 | .00 |
| RD10 | -5.89 | .00 |
| RD11 | -6.33 | .00 |

IV. CONCLUSIONES

El hecho de disponer de plataformas virtuales de gestión de aprendizaje donde se incluyen recursos orientados a actividades de evaluación y autoseguimiento [6], y la disposición de software y aplicaciones para evaluar el aprendizaje de los estudiantes a través de las tecnologías¹, ha suscitado un interés, cada vez mayor, de investigadores y profesionales del campo por incluir entre sus líneas de investigación la e-evaluación.

Los resultados del estudio presentado muestran evidencia de la falta de experiencia real de los estudiantes en materia de evaluación; no obstante, el deseo por realizar tareas de evaluación, y, concretamente, de e-evaluación es mayor. Este hecho justifica la puesta en marcha de procesos formativos vinculados a la evaluación y al uso de las tecnologías en la misma.

Adelantamos que los estudiantes, posteriormente, participaron en una acción formativa específica *Evaluar para aprender* donde desarrollaron su competencia evaluadora. Para ello, utilizaron instrumentos de evaluación generados a través de una herramienta tecnológica específica de evaluación (EvalCOMIX® <http://evalcomix.uca.es/>), tanto para evaluar su propia actividad (autoevaluación), como la de sus compañeros (evaluación entre iguales).

AGRADECIMIENTOS

Proyecto de Investigación Devals- Desarrollo de la evaluación sostenible- Mejora de la competencia evaluadora de los estudiantes universitarios mediante simulaciones virtuales (EDU2012-31804).

Proyecto de Innovación Docente Acción versus pasividad- La formación de los estudiantes en evaluación como elemento facilitador del aprendizaje estratégico (ID 2014/0221- Universidad de Salamanca).

REFERENCIAS

- [1] B. López and E. Hinojosa. Evaluación del aprendizaje alternativas y nuevos desarrollos. Sevilla: Trillas, 2005.
- [2] G. Rodríguez-Gómez and M.S. Ibarra Sáiz, "Assessment as Learning and Empowerment: Towards Sustainable Learning in Higher Education", en Sustainable Learning in Higher Education, Developing Competencies for the Global Marketplace M. Peris-Ortiz, J. Alonso-Gómez, F. Vélez-Torres and C. Rueda-Armengot Eds., Berlin Heidelberg: Springer International Publishing, 2015, pp. 1-20.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

El análisis estadístico con el test de Wilcoxon devuelve diferencias significativas (n.s. 0.01) entre deseo y realidad en todos los ítems. Ante estos datos se constata la necesidad de impulsar el cambio en pro de la e-evaluación orientada al aprendizaje, al comprobar que en las aulas no se está llevando a cabo, mientras que los estudiantes muestran predisposición hacia la misma.

TABLA IV. CONTRASTE DE HIPÓTESIS. TEST DE WILCOXON

| | Realidad-Deseo | |
|-----|----------------|-----|
| | Z | P. |
| RD1 | -6.36 | .00 |
| RD2 | -6.39 | .00 |
| RD3 | -6.15 | .00 |
| RD4 | -5.48 | .00 |
| RD5 | -6.25 | .00 |

¹ Hot Potatoes, Respondus, Question Mark, Test Creator, The Castle Project, Exam View, Brownstone, Test Constructor, MicroGrade and MicroTest, Random Test Generator-PRO, Edware, Prime-Exam, star- Quiz, Image-ination.com, Central Question, Question Tools, Advanced-Learning Builder, Cquest Software, Test-Generator, Exampro, IMS Assesst Designer, SighthCK, Visual CerExam Suite, Exam9 Online Exam Software, Exam Software, TestMaker, iPilot, Quiz Manager Software, Test Commander, Jexam Testing and Assessment Software, SmartLite Software, Online Turtle Exams, Simple Turtle Exams,

Turbo Editorate Test, Fastmarking, Computer Test, Answer This, Cheat Defeat, Quiz Master, EMT eacchine Mathematics Test authoring Software, Automatic Test Generator, entre otros muchos.

- [3] J. Gairín et al. "La evaluación por competencias en la Universidad: posibilidades y limitaciones" (ref. EA2008-0086), MEC, 2008. Consultado el 10 de noviembre de 2010 en: <http://138.4.83.162/mec/ayudas/repositorio/20090709162246Memoria%20EA%202008-0086%20I%20Gairin.pdf>
- [4] G. Rodríguez-Gómez and M.S. Ibarra Sáiz, M. S. "Towards sustainable Assessment: ICT as facilitator of self-and peer Assessment", in Educational Tools for Entrepreneurship M. Peris-Ortiz, J. Alonso-Gómez, F. Véllez-Torres and C. Rueda-Armengot Eds., Berlin Heidelberg: Springer International Publishing, 2015, en prensa.
- [5] M. Santos, L.F. Martínez-Muñoz and V.M. López-Pastor, Coords. "La Innovación docente en el EEES", Almería: Universidad de Almería, 2009
- [6] S. Olmos-Migueláñez and M.J. Rodríguez-Conde, "Perspectiva tecnológica de la evaluación educativa en la universidad", Teoría de la Educación, vol. 23, nº 1, pp. 131-157, 2011a
- [7] M.S. Ibarra Sáiz and G. Rodríguez-Gómez, "Modalidades participativas de evaluación. Un análisis de la percepción del profesorado y de los estudiantes universitarios", Revista de Investigación Educativa, vol. 32, nº 2, pp. 339-361, 2014
- [8] G. Rodríguez Gómez, E. Ibarra Sáiz and E. García Jiménez, E. "Autoevaluación, evaluación entre iguales y coevaluación: conceptualización y práctica en las universidades españolas", Revista de Investigación en Educación, vol. 11, nº 2, pp. 198-210, 2013.
- [9] D. Carless, G. Joughin and M.C.M. Mok, "Learning oriented assessment: principles and practice", Assessment & Evaluation in Higher Education, vol. 31, nº 4, pp. 395-398, 2006.
- [10] D. Carless "Learning-oriented assessment: conceptual bases and practical implications", Innovations in Education and Teaching International, vol. 44, nº 1, pp. 57-66, 2007.
- [11] S. Bloxham and P. Boyd. Developing Effective Assessment in Higher Education. A practical Guide. Nueva York: Open University Press - McGraw Hill Education, 2007.
- [12] M.T. Padilla and J. Gil. "La evaluación orientada al aprendizaje en la Educación Superior, condiciones y estrategias para su aplicación en la docencia universitaria", Revista Española de Pedagogía, vol. 241, pp. 467-486, 2008.
- [13] A. Fernández March "La evaluación orientada al aprendizaje en un modelo de formación por competencias en la educación universitaria", Revista de Docencia Universitaria, vol. 8, nº 1, pp. 11-34, 2010.
- [14] M.S. Ibarra Sáiz and G. Rodríguez Gómez "Los procedimientos de evaluación como elementos de desarrollo de la función orientadora en la universidad", Revista Española de Orientación y Psicopedagogía, vol. 21, nº 2, pp. 443-461, 2010.
- [15] S. Lara. La evaluación formativa en la universidad a través de Internet. Aplicaciones informáticas y experiencias prácticas. Pamplona: Eunsa. Universidad de Navarra, 2001.
- [16] M.J. Rodríguez-Conde, "Teaching Evaluation in an E-learning Environment", in Best Practices in e-learning. Towards a technology-based and quality education E. Verdú; M. J. Verdú; J. García y R. López Eds. Valladolid: BEM.2006, pp. 55-70, 2006.
- [17] S. Olmos-Migueláñez and M. J. Rodríguez-Conde, "El profesorado universitario ante la e-evaluación del aprendizaje", Estudios Sobre Educación ESE, 20, pp. 181-202, 2011b.
- [18] G. Rodríguez-Gómez and M.S. Ibarra-Sáiz, "DINNO® - An Innovative Technological Tool for Empowerment in Assessment", in Educational Tools for Entrepreneurship, M. Peris-Ortiz, J. Alonso-Gómez, F. Véllez-Torres and C. Rueda-Armengot Eds., Berlin Heidelberg: Springer International Publishing, 2015, en prensa.
- [19] G. Rodríguez Gómez and M.S. Ibarra Sáiz. "e-Evaluación orientada al e-Aprendizaje Estratégico en la Educación Superior". Madrid: Narcea, 2001.
- [20] M.S. Ibarra Sáiz, G. Rodríguez Gómez and M.A. Gómez Ruiz, " La evaluación entre iguales: beneficios y estrategias para su práctica en la universidad", Revista de Educación, nº 359, 2012.
- [21] D.T. Campbell and J. Stanley. "Experimental and quasi-experimental designs for research". Chicago: Wadsworth Publishing, 1963.

Diseño de una herramienta para la evaluación pareada

M Rosario Perello-Marín
Departamento de Organización de Empresas
Universitat Politècnica de València
Valencia, España
rperell@upvnet.upv.es

Juan A Marin-García
Departamento de Organización de Empresas
Universitat Politècnica de València
Valencia, España
jamarin@omp.upv.es

Jose Pedro García-Sabater
Departamento de Organización de Empresas
Universitat Politècnica de València
Valencia, España
jpgarcia@omp.upv.es

Joan Morant-Llorca
Departamento de Organización de Empresas
Universitat Politècnica de València
Valencia, España

Resumen— Este artículo introduce una herramienta informática basada en la evaluación pareada como una forma de evaluación formativa. Gracias al empleo de esta herramienta, los alumnos comparan parejas de trabajos escritos elaborados por otros compañeros. En el presente trabajo se exponen las ventajas de la adopción de esta metodología no sólo para mejorar el aprendizaje de los estudiantes, sino también como un modo de evaluar la competencia transversal de pensamiento crítico.

Palabras clave—pensamiento crítico, evaluación de competencias transversales, evaluación pareada, evaluación por pares, evaluación formativa

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales objetivos del marco del Espacio Europeo de Educación Superior es el acompañamiento de los estudiantes en su proceso de aprendizaje a medida que ellos mismos van viendo su progreso en la construcción de sus conocimientos [1]. En este contexto, la evaluación formativa cobra especial relevancia. Es decir, aquella que está diseñada para proporcionar a los alumnos retroalimentación durante el curso ayudándoles así a mejorar su aprendizaje, independientemente de que se otorguen calificaciones a sus trabajos o no [2], [3]. Se trata de una metodología que permite reforzar el aprendizaje de los alumnos como fruto de los resultados de sus evaluaciones. Sin embargo, a pesar de la probada utilidad de este tipo de evaluaciones, hoy en día no se puede afirmar que sea la más extendida en las aulas universitarias.

Además, está ampliamente reconocido que entre las cualidades de los egresados más demandadas en el mundo profesional están: el ser capaz de analizar información, ser crítico consigo mismo y con los demás, resolver problemas y comunicarse, así como ir mejorando continuamente a lo largo de su carrera profesional [4]. Sin embargo, los métodos de evaluación tradicionales presentes en nuestras aulas, no reflejan la adquisición de estas habilidades [5]. Uno de los objetivos principales de este cambio de prisma en el panorama docente español es acompañar al alumno en su proceso de aprendizaje de manera que él mismo vaya viendo su evolución a medida que va construyendo conocimiento [6], [7].

Con todo, aunque parece que en la mayoría de los casos, hay un aumento en el número de actos de evaluación en la mayor

parte de las asignaturas en estudios de educación superior que antes de la reforma educativa actual, este hecho no siempre conlleva asociado una mayor motivación, mayor participación o un mejor nivel en los resultados de aprendizaje obtenidos por los estudiantes [8], [9].

El análisis de distintos sistemas de evaluación existentes, muestra que la evaluación por pares o evaluación entre iguales, aumenta la motivación de los estudiantes, ya que sienten que participan activamente en todo el proceso, no sólo en el aprendizaje, sino también en la evaluación. Por otra parte, los estudiantes también aprenden a ser más críticos, permitiéndoles comparar sus evaluaciones con las realizadas por otros compañeros.

Así, se puede afirmar que la evaluación pareada entre iguales, enfatiza las habilidades, promueve la participación, se centra en el aprendizaje, promueve la excelencia, ofrece una mayor retroalimentación, fomenta la asistencia a clase, y enseña responsabilidad a los alumnos y pensamiento crítico [7], [10], [9], [11], [12], [12]–[15], [15]–[21].

De todos los métodos de evaluación por pares existentes, a lo largo de este trabajo nos centramos en la evaluación pareada como una metodología de evaluación a través de las comparaciones pareadas (de parejas de elementos, sean trabajos, alumnos, ejercicios o cualquier otro objeto) por parte de pares (dos evaluadores del mismo rango, en este caso, alumnos). El método propuesto, implica la comparación de parejas de elementos, ordenándolos de mejor a peor [7], [9], aunque no es evidente la posición respecto a una norma (nota) que le correspondiera a cada elemento, solo su posición relativa frente a otros elementos [21], [22].

II. OBJETIVOS

En el trabajo mostramos el desarrollo de una herramienta informática que permite la evaluación pareada entre iguales con el objeto de mejorar el aprendizaje de los alumnos y facilitar la objetividad de los resultados. Con esta metodología se pretende evaluar la competencia transversal de pensamiento crítico de una manera sencilla.

Para ello, se presenta un algoritmo que selecciona los trabajos a comparar por parte de cada alumno, ofreciendo diferentes niveles de dificultad en las comparaciones. Dicha

herramienta muestra al alumno el resultado correcto al final del proceso y genera una calificación del alumno evaluador en función de la bondad de sus respuestas que podría emplearse como evaluación de su competencia transversal de pensamiento crítico.

III. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

La evaluación del alumno puede llevarse a cabo usando distintos métodos de evaluación en función del objetivo perseguido, y de lo que se quiera evaluar: conocimientos, competencias, o incluso en función de la materia a evaluar. En este trabajo se presenta una metodología que además de desarrollar el aprendizaje mediante la evaluación de los trabajos de los compañeros, facilita la evaluación de la competencia de pensamiento crítico a través de la evaluación de trabajos escritos. Esta metodología puede emplearse también para la evaluación de otros tipos de trabajos desarrollados por los alumnos, pero hemos elegido trabajos escritos como prueba piloto [23].

La innovación docente que aquí se presenta, está basada en la aplicación de una herramienta informática que, partiendo de un conjunto de trabajos previamente evaluados por los profesores, les ofrece a cada alumno diferentes parejas de trabajos para que los clasifiquen comparándolos entre sí, teniendo en cuenta los mismos factores o criterios utilizados previamente por los profesores.

Dichos trabajos corresponden a un determinado acto de evaluación de una asignatura concreta. Previamente, el profesor evalúa los trabajos empleando una rúbrica concreta en función de la asignatura y el acto de evaluación particular del que se trate, otorgándole una calificación numérica a cada uno de los trabajos. El software traduce dicha calificación numérica en una de las categorías Z_{ik} mostradas en la Tabla I.

TABLA I. CATEGORÍAS DE LOS TRABAJOS
 Categoría Z_{ik} Descripción

| | |
|---|---------------|
| 5 | Muy bueno |
| 4 | Bueno |
| 3 | Regular |
| 2 | Mejorable |
| 1 | Muy Mejorable |

Una vez asignado cada trabajo a una de las categorías, tras la evaluación realizada por el profesor mediante su esquema de rúbricas, la aplicación informática propondrá a los alumnos que comparen distintas parejas de trabajos de sus compañeros. Para ello, el algoritmo selecciona, para cada alumno, parejas de trabajos, i, j , correspondientes a las diferentes categorías de la tabla I (fruto de la evaluación previa del profesor) para los diferentes criterios, a fin de que el alumno los compare en base a una serie de criterios.

Los criterios mostrados a los alumnos corresponden a los mismos criterios de la rúbrica empleada previamente por el profesor. Sin embargo, al alumno sólo se le muestra la descripción que llevaría a obtener la máxima calificación en cada ítem de la rúbrica, tal y como se muestra posteriormente en la sección IV.

Así, en función de la descripción facilitada de un determinado criterio k , el alumno debe seleccionar si el trabajo i es mejor que el j (resultado 1), si son igual de buenos (resultado

0) o si el trabajo i es peor que el j (resultado -1). De este modo, se obtiene, para cada alumno a , diferentes conjuntos de comparaciones que se representa como

$${}^a X_{i,j}^k = \begin{cases} -1 \\ 0 \\ 1 \end{cases} \quad (1)$$

Donde a corresponde al alumno, i corresponde a la comparación que realiza, k al criterio, i y j el par de trabajos comparados.

El software analiza la bondad de las comparaciones realizadas por el alumno, en función de los resultados previos introducidos por el profesor (Z), para cada trabajo en cada característica, teniendo en cuenta la dificultad de las comparaciones solicitadas al alumno. La puntuación que recibe el alumno se obtiene sumando los valores que la tabla de doble entrada adjunta (Tabla II) genera para el par de trabajos evaluados frente a la valoración que para cada criterio realiza el alumno.

TABLA II. CRITERIOS DE Puntuación PARA CADA COMPARACIÓN

| $Z_{ik}-Z_{jk}$ | ${}^a X_{i,j}^k$ | | |
|-----------------|------------------|----|----|
| | 1 | 0 | -1 |
| 4 | 1 | -3 | -4 |
| 3 | 2 | -2 | -3 |
| 2 | 3 | -1 | -2 |
| 1 | 4 | 1 | -1 |
| 0 | 0 | 2 | 0 |
| -1 | -1 | 1 | 4 |
| -2 | -2 | -1 | 3 |
| -3 | -3 | -2 | 2 |
| -4 | -4 | -3 | 1 |

De ese modo, el software va proponiendo comparaciones de trabajos previamente clasificados en categorías diferentes para cada uno de los criterios a fin de valorar la capacidad crítica del alumno. Así se le expone al alumno a comparaciones de diversas dificultades (entre trabajos de categorías próximas y trabajos de categorías más distantes).

El número de comparaciones es variable. Como mínimo se arrojan 5 comparaciones entre trabajos correspondientes a cada uno de los 5 niveles de dificultad posibles. De este modo cada alumno ha de comparar al menos 5 pares de trabajos. Sólo en el caso de un alumno excelente, es decir, aquel que tras las 5 comparaciones obtiene la puntuación máxima, el algoritmo finaliza y el proceso de evaluación se detiene. Sin embargo, en el caso de aquellos alumnos que presentan errores en sus respuestas de comparación, el algoritmo les permite seguir realizando hasta 5 comparaciones adicionales, correspondientes a las dificultades erradas a fin de permitirles aprender de sus errores, y mejorar sus resultados de comparación. Pero siempre, las parejas de trabajos ofrecidos en cada comparación serán diferentes, no pudiéndose ofrecer dos veces la misma pareja de trabajos con objeto de ser comparada.

Previo al trabajo de comparación, el alumno recibe instrucciones específicas sobre la tarea que ha de realizar y el modo de obtener la puntuación máxima. Durante todo el proceso, el alumno conoce la puntuación que lleva acumulada en cada momento.

Como resultado del proceso se obtiene una calificación del alumno evaluador que podría emplearse como evaluación de su competencia transversal de pensamiento crítico.

Cabe destacar que sólo se consideran excelentes aquellos alumnos que ofrecen resultados perfectos durante las 5 primeras comparaciones realizadas (es decir 10 puntos con 5 comparaciones). El caso de lograr 10 puntos pero requerir más de 5 comparaciones la calificación será menor, llegando a ser no aceptable o insuficiente cuando a pesar de haber intentado 10 comparaciones no se alcanza ni siquiera el 5.

El hecho de ofrecer rondas extras de comparaciones les permite a los alumnos aprender de sus errores y mejorar su capacidad de comparación, dado que tras cada una de las comparaciones, conocen la bondad o no de sus respuestas. Sin embargo, hemos decidido limitar el número de intentos a 10 dado que si un alumno se equivoca constantemente, el proceso de aprendizaje pasa por revisar los conceptos básicos antes de seguir evaluando sus competencias transversales.

IV. RESULTADOS

La metodología que se ha explicado en el apartado anterior, ha sido adoptada para la asignatura Logística de Aprovisionamiento y Distribución de la titulación Máster Universitario Logística Aprovisionamiento y Distribución de la Universitat Politècnica de Valencia durante el curso 2015-2016 a modo de prueba piloto. En particular, se ha aplicado a trabajos escritos de 'Desarrollo de modelos de negocio' como datos de entrada para el proceso de evaluación formativa de la competencia de pensamiento crítico de los alumnos.

Existen múltiples modos de medir la calidad de los trabajos escritos. Para este trabajo, se han seleccionado algunos de los criterios expuestos por Watts et Al [24].

Así, proponemos medir la calidad de los trabajos escritos, en esta prueba piloto de la herramienta, en base a los siguientes criterios: 1) Propone soluciones apropiadas a lo que demanda la tarea (profundidad); 2) transmite efectivamente las ideas; 3) usa los recursos ingeniosamente (originalidad). Aunque se podrían añadir otros criterios, hemos estimado que con estos 3 es suficiente a fin de comparar de manera pareada los trabajos escritos de esta asignatura por parte de los alumnos y evaluar así su capacidad de pensamiento crítico.

En la Figura 1 se muestra una imagen de lo que el alumno visualiza en el momento de realizar un par de comparaciones.

Como resultado de presentar esta herramienta a los alumnos, ellos se mostraron receptivos ante esta innovación. Sin embargo, una de las barreras identificadas para su aplicación fue el temor a que el resultado de su evaluación (la que realizaban los propios alumnos a sus compañeros) pudiera afectar al resultado de evaluación (calificación) de sus compañeros. Este problema, se resolvió explicándoles que la evaluación del trabajo se había

realizado con antelación, y que sólo se estaba evaluando su capacidad de análisis y pensamiento crítico.

Por otro lado, hubo alumnos que, en la mayoría de los casos, debido a la baja calidad de los trabajos que presentaron, no estuvieron de acuerdo con el hecho de que se hicieran públicos los trabajos, puesto que, pese a ser anónimos, ellos temían que fueran reconocibles. El mero hecho de que solicitaran que su trabajo quedara eliminado nos indica que la implementación de este tipo de actividades de evaluación puede ser un interesante factor de motivación y superación para los alumnos en futuras ediciones.

Aunque finalmente en la prueba piloto no fueron incluidos la totalidad de los trabajos de los alumnos, la participación de los mismos en dicha prueba piloto fue del 100%.

En cuanto a los resultados obtenidos se pudo constatar que aquellos alumnos que finalmente obtuvieron mejores resultados globales en la asignatura, también obtuvieron mejores resultados en la evaluación pareada. Por otro lado, también se observa que aquellos alumnos que no obtuvieron la puntuación máxima tras las primeras 5 comparaciones, mejoran sus resultados con los siguientes intentos.

V. CONCLUSIONES

Con este trabajo, se muestra una herramienta informática que permite mejorar la evaluación formativa del alumno al tiempo que evalúa la competencia transversal de pensamiento crítico de los alumnos. El algoritmo informático desarrollado, ofrece al alumno un número de comparaciones acotadas y que garantiza que se le expone a pares de comparaciones de diversas dificultades velando así por la objetividad de los resultados de evaluación obtenidos.

Forzar al alumno a evaluar trabajos de sus pares de diferentes niveles se muestra, intuitivamente, como un modo de evaluar su pensamiento crítico. Además, al haber una clasificación objetiva realizada previamente, el alumno tiene una presión adicional por hacer bien su trabajo evitando los riesgos de evaluar según afinidad o de evitar la comparación.

De este modo, se obtienen dos objetivos simultáneamente. Por un lado, los alumnos mejoran sus resultados de aprendizaje comparando trabajos excelentes con otros no tan buenos. Para ello se les da la oportunidad de identificar las diferencias entre ellos, así como las razones que los hacen peores o mejores. Y por otro lado, se obtiene una evaluación sencilla de la competencia transversal de pensamiento crítico.

De cara a investigaciones futuras, esta metodología puede extenderse a otro tipo de trabajos, no quedando restringida a trabajos escritos, y a otras áreas de conocimiento.

Sería interesante también encontrar el modo de que no hiciera falta una evaluación previa detallada para utilizar la evaluación de los alumnos como mecanismo para obtener la clasificación. Además, este esquema podría facilitar la detección temprana de las desviaciones en la formación de su espíritu crítico.

Nuestra intención sería incluir este tipo de evaluaciones en las guías docentes de algunas asignaturas para el próximo curso.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo presentado en este artículo, ha sido financiado por el proyecto "Peer ranking: La evaluación por comparación en las

aulas" (PIME/2015/A/014/A) por la Universitat Politècnica de Valencia.

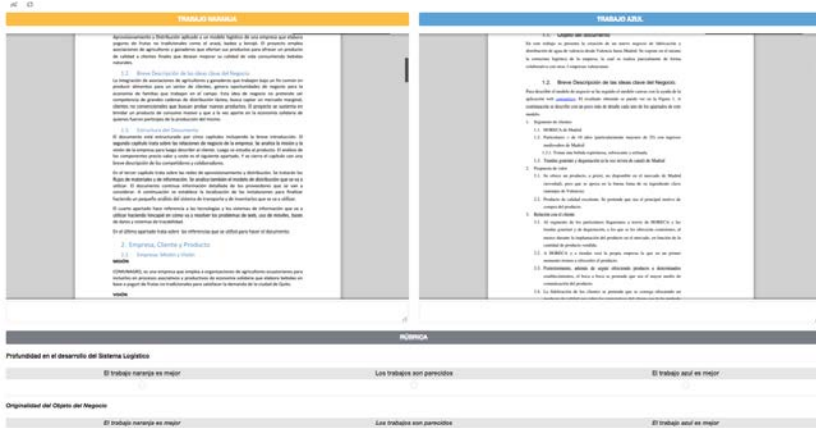


Fig 1. Ejemplo de un par de comparaciones

REFERENCIAS

[1] B. Reinalda and B. B. Publishers, "The Bologna Process — Harmonizing Europe's Higher Education," 2005.
 [2] M. Higgins and F. Grant, "Formative Assessment: Balancing Educational Effectiveness and Resource Efficiency," *Education*, vol. 5, no. 2, pp. 4–24, 2010.
 [3] D. J. Nicol and D. Macfarlane-Dick, "Formative assessment and self-regulated learning: a model and seven principles of good feedback practice," *Stud. High. Educ.*, vol. 31, no. 2, pp. 199–218, 2006.
 [4] J. Grao, J. M. Carot, J. G. Mora, C. Ochoa, P. J. Pérez, C. Uriarte, and L. E. Vila, "Aportación de la universidad y de la experiencia laboral al desarrollo de competencias en la juventud egresada," *Investig. Econ. la Educ.*, vol. 6, no. 6, pp. 563–576, 2011.
 [5] R. S. Anderson, "Why talk about different ways to grade? The shift from traditional assessment to alternative assessment," *New Dir. Teach. Learn.*, vol. 74, pp. 5–16, 1998.
 [6] EHEA, "Bologna-process European Higher Education Area. History," 2014.
 [7] H. I. Retter, K. W. Eva, R. M. Hatala, and G. R. Norman, "Self and peer assessment in tutorials: application of a relative-ranking model," *Acad. Med.*, vol. 77, no. 11, pp. 1134–9, 2002.
 [8] P. Vickerman, "Student perspectives on formative peer assessment: an attempt to deepen learning?," *Assess. Eval. High. Educ.*, vol. 34, no. 2, pp. 221–230, 2009.
 [9] Y. Tu and M. Lu, "Peer-and-Self Assessment to Reveal the Ranking of Each Individual's Contribution to a Group Project," *J. Inf. Syst. Educ.*, vol. 16, no. 2, pp. 197–205, 2005.
 [10] D. Sluijmsmans, F. Dochy, and G. Moerkerke, "Creating a learning environment by using self-, peer-and co-assessment," *Learn. Environ. Res.*, pp. 293–319, 1998.
 [11] M. Lockwood, "Integrated value assessment using paired comparisons," *Ecol. Econ.*, vol. 25, no. 1, pp. 73–87, 1998.
 [12] P. Newhouse, "Comparative Pairs Marking Supports Authentic Assessment of Practical Performance Within Constructivist Learning

Environments," in *Applications of Rasch Measurement in Learning Environments Research*, vol. 2, Rotterdam: SensePublishers, 2011, pp. 141–180.
 [13] S. M. Humphry and J. A. McGrane, "Equating a large-scale writing assessment using pairwise comparisons of performances," *Aust. Educ. Res.*, vol. 42, no. 4, pp. 443–460, Sep 2015.
 [14] T. Moses and S. Kim, "Evaluating Ranking Strategies in Assessing Change When the Measures Differ Across Time," *Educ. Psychol. Meas.*, vol. 72, no. 1, pp. 78–98, Feb 2012.
 [15] S. Heldinger and S. Humphry, "Using the Method of Pairwise Comparison to Obtain Reliable Teacher Assessments," *Aust. Educ. Res.*, vol. 37, no. 2, pp. 1–19, Aug 2010.
 [16] N. Seery, D. Cauty, and P. Phelan, "The validity and value of peer assessment using adaptive comparative judgement in design driven practical education," *Int. J. Technol. Des. Educ.*, vol. 22, no. 2, pp. 205–226, May 2012.
 [17] I. Jones and L. Alcock, "Peer assessment without assessment criteria," *Stud. High. Educ.*, vol. 39, no. 10, pp. 1774–1787, Nov. 2013.
 [18] A. Pollitt, "Comparative judgement for assessment," *Int. J. Technol. Des. Educ.*, vol. 22, no. 2, pp. 157–170, May 2012.
 [19] P. Farricorne and C. P. Newhouse, "Using comparative judgement and online technologies in the assessment and measurement of creative performance and capability," *Int. J. Educ. Technol. High. Educ.*, vol. 13, no. 1, p. 16, Dec 2016.
 [20] J. S. Lee, L. Goldmann, and T. Ebrahimi, "Paired comparison-based subjective quality assessment of stereoscopic images," *Multimed. Tools Appl.*, vol. 67, no. 1, pp. 31–48, Nov 2013.
 [21] S. L. Dolan, R. Valle Cabrera, S. E. Jackson, and R. S. Schuler, La gestión de los recursos humanos. Como atraer, retener y desarrollar con éxito el capital humano en tiempos de transformación. Madrid: McGraw-Hill, 2007.
 [22] J. A. Marin-García, P. Aragonés-Beltrán, and G. Melón, "Intra-rater and inter-rater consistency of pair wise comparison in evaluating the innovation competency for university students," *Work. Pap. Oper.*

- [23] Manag., vol. 5, no. 2, pp. 24–46, 2014.
C.-L. Lai and G.-J. Hwang, "An interactive peer-assessment criteria development approach to improving students' art design performance using handheld devices," *Comput. Educ.*, vol. 85, pp. 149–159, 2015.
- [24] F. Watts, J. A. Marin-Garcia, A. Carbonell, Garcia, and L. Aznar-Mas, "Validation of a rubric to assess innovation competence," *Work. Pap. Oper. Manag.*, vol. 3, no. 1, pp. 61–70, 2012.

Enseñanza Online

Aprendizagem colaborativa no curso Aprendizagem e Ensino de Português Língua Não Materna do Ensino a Distância da Universidade de Coimbra

Maria Celeste Viera
Ensino a Distância
Universidade de Coimbra
Coimbra, Portugal
celeste.viera@uc.pt

João Costa e Silva
Ensino a Distância
Universidade de Coimbra
Coimbra, Portugal
jcostasilva@gmail.com

Cristina Martins
Faculdade de Letras
Universidade de Coimbra
Coimbra, Portugal
cristina.sp.martins@gmail.com

Carla Ferreira
Faculdade de Letras
Universidade de Coimbra
Coimbra, Portugal
carlasoff@gmail.com

Teresa Pessoa
Ensino a Distância
Universidade de Coimbra
Coimbra, Portugal
tpessoa@fpce.uc.pt

Resumo - O presente trabalho tem como objetivo analisar as interações geradas entre participantes num ambiente virtual de aprendizagem e estudar a sua dinâmica em busca de evidências de aprendizagem colaborativa. Para este efeito, foi analisado um fórum de discussão da 5ª edição do curso a distância de Aprendizagem e Ensino do Português Língua Não Materna (AEPLNM) promovido pelo Ensino a Distância da Universidade de Coimbra (UC_D) em parceria com o Instituto Camões que decorreu de 28 de outubro a 16 de dezembro de 2014. A recolha de dados foi efetuada a partir da observação indireta das interações geradas no fórum e o tratamento dos dados foi organizado em duas partes: análise sociométrica (quantitativa) e análise de conteúdo (qualitativa). Tratando-se de um curso particular, a investigação foi organizada como um estudo de caso.

Os resultados obtidos neste estudo confirmam a existência de um processo de aprendizagem colaborativa entre os formandos e a constituição de uma comunidade de aprendizagem com vista à construção de conhecimento na área temática do curso.

Palavras-chave: Aprendizagem colaborativa; Interação; Fóruns; Comunidades de aprendizagem; Português Língua Não Materna

I. INTRODUÇÃO

A. Português Língua Não Materna – “língua de várias cores”

Os indicadores disponíveis evidenciam a relevância que, no contexto internacional, atualmente assume a língua portuguesa. Alguns estudos recentes, entre os quais o de [11], no qual se avalia o potencial económico da língua portuguesa à escala mundial, têm revelado a posição destacada que o português assume, face a outros idiomas, em escalas ordenadas atendendo a conjuntos diversificados de indicadores quantitativos. Uma dessas escalas, o Barómetro Calvet [2], no qual são consideradas as posições relativas de 563 línguas mundiais em função de uma ponderação combinada de onze critérios, coloca o português na 9ª posição global.

De entre os critérios passíveis de estabelecer a ordenação das línguas, é especialmente importante a consideração do número dos que as falam como língua materna (LM ou L1). Tomando este critério isoladamente, o lugar do português é ainda mais

favorável, ocupando hoje a 6ª posição no Barómetro Calvet (cf. tabela 1), face ao 7º lugar, nesta mesma escala, em 2010.

O UC_D intervém na disseminação internacional de conhecimento em português, afirmando-se como veículo ao serviço do incremento do uso ativo desta língua na sociedade de informação globalizada. Através do ensino ministrado a distância, o UC_D fomenta a construção de comunidades de aprendizagem colaborativa cujos membros, disseminados pelo mundo e falantes do português, ora como L1, ora como L2, se afiguram como agentes na consolidação da importância internacional do português. Uma das linhas estratégicas do UC_D consiste, precisamente, em ultrapassar fronteiras e disponibilizar os seus cursos a populações de expressão portuguesa, independentemente do país em que se encontrem.

Atendendo às características e aos objetivos do UC_D, dos cursos que oferece e dos formandos que os frequentam, tem crescido o interesse em aprofundar o conhecimento dos perfis destes últimos. Para além das variáveis sociológicas e geográficas que, em cada edição do curso de AEPLNM, podem ser convocadas para caracterizar as comunidades de aprendizagem multiculturais que no seu âmbito se formam, interessa-nos, sobretudo, no presente estudo, elucidar como a colaboração acontece nestas comunidades. Focaremos, pois, a nossa atenção nas interações geradas entre participantes no ambiente de aprendizagem e procuraremos observar os perfis dos formandos em função do papel que estes assumem na dinâmica interna da comunidade de aprendizagem colaborativa.

B. Aprendizagem Colaborativa e Fóruns de Discussão

O conceito de aprendizagem colaborativa tem sido alvo de diversas interpretações e utilizações [5] [6], sendo a conceção de [5] a mais duradora. À luz desta última, considera-se, então, aprendizagem colaborativa como aquela que acontece quando duas ou mais pessoas aprendem ou tentam aprender algo juntas. “Aprender algo” poderá significar estar num curso ou estudar uma matéria; “juntos” implicará diferentes formas de interação, face a face e/ou *online* e, também, a possibilidade de haver um esforço conjunto ou distribuído pelos pares de forma sistemática [5].

A evolução das potencialidades tecnológicas dos ambientes de aprendizagem tem contribuído para o destaque dos fóruns de discussão como ferramentas que promovem a aprendizagem colaborativa e que permitem enviar e receber mensagens textuais com organização temática e cronológica [10]. Sendo espaços de comunicação assíncrona, os fóruns revelam-se vantajosos na fundamentação e articulação de ideias, pela flexibilidade dos tempos de interação, existindo um maior controlo por parte dos utilizadores sobre o conteúdo e a pertinência das mensagens veiculadas [9]. No âmbito educativo, os fóruns permitem superar a simples discussão de conteúdos, incorporando atividades estruturadas e a estimulação pela confrontação de diferentes opiniões [7].

II. O CURSO AEPLNM

O curso AEPLNM foi desenhado para dar resposta às necessidades de formação básica de um grupo diversificado de profissionais que atuam na área do ensino de Português como Língua Não Materna (Língua Segunda e Língua Estrangeira).

Funcionando totalmente a distância através da plataforma LMS (Learning Management System) Moodle, este curso de 40 horas é afeto à Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, em protocolo com o Instituto Camões. O percurso formativo encontra-se organizado em quatro temas de acesso sequencial e gradativo.

O curso AEPLNM interseta, deste modo, o método ativo e expositivo, existindo, por um lado, um trabalho expositivo no âmbito do qual o formando apreende os conteúdos teóricos e, por outro, uma metodologia ativa, no momento em que é desafiado a colocar em prática os conhecimentos e a participar em debates com a comunidade de aprendizagem.

No contexto do presente estudo, foi analisado um fórum de atividade (“Clarificando Conceitos”) da 5ª edição do curso, que decorreu entre 28 de outubro e 16 de dezembro de 2014.

III. METODOLOGIA

Em função dos interesses do presente estudo, foram definidos os objetivos de investigação seguintes: a) Analisar o número e a natureza das interações geradas na rede do fórum “Clarificando Conceitos”; b) Identificar os registos que corroborem a existência de aprendizagem colaborativa.

Recorreu-se a uma metodologia de investigação mista, tendo sido intersetadas abordagens de cariz quantitativo e qualitativo. A recolha de dados foi efetuada a partir da observação indireta das interações geradas no fórum e o tratamento dos dados foi organizado em duas partes: análise sociométrica (quantitativa) e análise de conteúdo (qualitativa). Tratando-se de um curso particular, a investigação foi organizada como um estudo de caso.

A. Participantes

A 5ª edição deste curso contou com a inscrição de 25 formandos¹, dos quais 23 o concluíram com aproveitamento.

Tabela 1: Caracterização dos aprendentes

| Origem | Nº | Residência | Nº | LM | Nº | Outras línguas | Nº | Outras línguas | Nº |
|----------|----|------------------------|----|-----------|----|----------------|----|----------------|----|
| Portugal | 13 | Portugal | 11 | Português | 20 | Inglês | 23 | Polaco | 2 |
| Brasil | 5 | Alemanha | 2 | Português | 2 | Francês | 18 | Português | 2 |
| França | 4 | Emirados Árabes Unidos | 2 | Português | 1 | Espanhol | 15 | Romeno | 2 |
| Alemanha | 1 | França | 2 | Espanhol | 1 | Alemão | 10 | Catalão | 1 |
| Espanha | 1 | Polónia | 2 | Polaco | 1 | Latim | 7 | Checo | 1 |
| Polónia | 1 | Timor | 2 | | | | | | |
| | | Brasil | 1 | | | Mandarim | 3 | Russo | 1 |
| | | Espanha | 1 | | | Árabe | 2 | Sueco | 1 |
| | | Guiné Equatorial | 1 | | | Grego | 2 | Tétum | 1 |
| | | Reino Unido | 1 | | | Holandês | 2 | Turco | 1 |

Os participantes nesta edição do curso são maioritariamente portugueses. Os restantes são de origens diversas e estão dispersos por vários países e continentes (cf. tabela 1). Quanto à nacionalidade, para além dos 13 portugueses, 5 são brasileiros e 4 são franceses. Há ainda um aprendente proveniente da Alemanha, outro de Espanha e um da Polónia. Relativamente à sua residência, 19 vivem atualmente na Europa (11 em Portugal e os demais distribuídos pela Alemanha, França, Polónia, Espanha e Reino Unido) e 6 fora da Europa (nos Emirados Árabes Unidos, em Timor, no Brasil e Guiné Equatorial).

Para 20 sujeitos, a língua materna é o português. Há apenas 2 casos em que os formandos indicam duas línguas maternas: o português e o francês, num, e o português e o alemão, noutra. Apenas 2 aprendentes não têm o português como língua materna, sendo esta o espanhol num dos casos e o polaco no outro.

Quanto a outras línguas que estes aprendentes conhecem, para além do inglês - que 23 formandos dominam -, são o francês, o espanhol e o alemão as línguas mais referidas. Para além destas, há ainda um conjunto bastante considerável de outras conhecidas por um número reduzido de formandos. Na verdade, a diversidade dos conhecimentos e das experiências de vida destes aprendentes fica patente na pluralidade de línguas que indicam: latim, italiano, mandarim, árabe, grego, holandês, polaco, português, romeno, catalão, checo, galego, russo, sueco, tétum e turco. No total, são, portanto, mencionadas 20 línguas.

B. Instrumentos e Procedimentos

Efetuu-se uma breve análise de todas as intervenções dos participantes de modo a identificar a quantidade e a natureza dos vínculos existentes no fórum. Com efeito, foi considerado como critério objetivo de identificação de uma interação a nomeação de um participante por outro. (e.g. F1: “Caro F3...”). Tal como refere [12], “la utilización de los vocativos es un indicador de la cohesión del grupo. Se utilizan dirigiéndose a los participantes por su nombre”.

Posteriormente, foram construídas as matrizes sociométricas das redes utilizando o *software* UNICET/Netdraw, a partir das quais foram gerados dados referentes aos indicadores relevantes

¹ Destes 25 formandos apenas 17 autorizaram a utilização dos seus contributos apresentados no âmbito das atividades solicitadas no decorrer do curso.

para esta investigação. Numa outra fase, foi realizada uma análise de conteúdo das interações estabelecidas no fórum.

IV. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A apresentação dos resultados do estudo foi sistematizada em duas partes: em primeiro lugar, são evidenciados os dados recolhidos a partir da análise sociométrica das interações, sendo expostos a matriz sociométrica e os indicadores de centralidade da rede; num segundo momento, são descritos os resultados da análise de conteúdo das interações, em termos qualitativos, procedendo-se à categorização das unidades de registo.

Proposto na sequência do “Fórum de Acolhimento”, já no âmbito do Tema 1 “Língua Materna vs. Língua Não Materna”, o enunciado do fórum “Clarificando Conceitos” solicita aos formandos uma participação com duas intervenções (no mínimo): uma primeira, de carácter individual, em que o formando apresenta considerações sobre a classificação da(s) LNM(s) que conhece e opina sobre se o seu caso individual se pode constituir como um possível exemplo de bilinguismo; uma segunda, em que cada formando comenta a resposta de um(a) outro/a colega, esclarecendo se concorda, ou não, com as classificações e justificações por ele/a apresentadas.

Todos os formandos participaram nesta primeira atividade, tendo sido registado um total de **75 intervenções**. De acordo com os critérios de avaliação pré-definidos, cada formando deveria participar pelo menos 2 vezes, sendo expectável, no total, um mínimo de 50 posts (2 x 25 formandos).

A. Análise Sociométrica

A partir do *software* UNICET, foram analisadas as interações geradas neste fórum de aprendizagem.

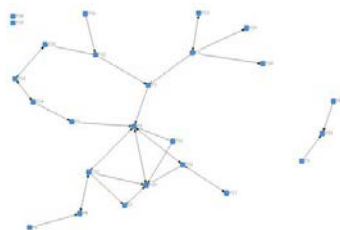


Fig. 1. Representação gráfica da rede do fórum

A figura 1 representa a rede do fórum, na qual podem ser observados os vínculos estabelecidos entre os participantes. Foram identificados *fluxos unidireccionais* (F5, F6, F9, F16, F21)², *fluxos bidireccionais* (F1, F2, F3, F7, F8, F10, F11, F12, F13, F14, F15, F17, F19, F20, F22, F23, F25)³ e *nós soltos* (F18 e F24)⁴.

Verificou-se que 2 formandos (F18 e F24) participaram apenas 1 vez no fórum, não cumprindo o critério de comentário do *post* de um colega. Por não terem iniciado nenhum tipo de interação, as participações destes 2 sujeitos são consideradas como *nós soltos* na rede. Uma grande parte dos formandos cumpriu o critério de intervir 2 vezes no fórum (F3, F5, F6, F9, F10, F16, F17, F19, F23)⁵. Por outro lado, salienta-se que 14 formandos superaram o requerido: 9 formandos (F1, F7, F8, F11, F12, F13, F14, F21, F22) participaram 3 vezes, 2 formandos (F20, F25) 4 vezes, 1 formando (F15) 6 vezes e 2 formandos (F2, F4) 7 vezes.

De todas as participações, 49 correspondem a interações geradas entre pares. Salientam-se os seguintes aspetos: 10 formandos (F3, F5, F6, F7, F8, F9, F10, F16, F17, F19) realizaram 1 interação, 7 formandos (F1, F12, F12, F14, F20, F21, F22) 2 interações, 2 formandos (F11, F25) 4 interações, 1 formando (F15) 5 interações e 2 formandos (F2, F4) 6 interações.

Os sujeitos F2 e F4 destacam-se pelo número total de participações (7) e pelo número de interações geradas no fórum (6 cada).

B. Indicadores Sociométricos

Através do *software* de análise de interações – UNICET – podemos estudar em maior detalhe as características da rede e de cada uma das componentes, recorrendo, para tal, à análise dos seguintes indicadores: *densidade*, *inclusividade*, *centralização*, *reciprocidade* e *intermediação*.

Em suma, os dados sociométricos do Fórum analisado revelam que a rede é inclusiva, uma vez que a quase totalidade (92%) dos participantes originou ou recebeu alguma interação. Apesar de inclusiva, considera-se que esta rede poderia apresentar uma maior conectividade, já que, das 600 possibilidades de interação, apenas foram concretizadas 49. No que respeita ao indicador *centralidade*, o participante F4 destaca-se, manifestando o maior grau de entrada nesta rede (33,3%). Também F4 e um outro participante (F2) possuem o maior grau de saída da rede (6-25%), o que indica que se dirigiram mais vezes a outros, no sentido de interagir na rede. Em termos de *reciprocidade*, a rede apresenta uma percentagem elevada (53%), uma vez que dentro das 49 relações existentes, 26 são recíprocas. Por fim, verifica-se, através dos valores de *intermediação*, que F4 surge, novamente, como o participante com maior capacidade para intermediar a comunicação entre os pares.

²Unidireccionais - Participantes que realizaram ou receberam interações.

³Bidireccionais - Participantes que realizaram e receberam interações.

⁴Nós soltos - Participantes que não realizaram nem receberam interações.

⁵O formando F23 participou 2 vezes, mas não cumpriu o critério de comentário do *post* de um colega.

C. Análise de Conteúdo

Procedeu-se a análise de conteúdo do Fórum “Clarificando conceitos”, tendo sido construída uma matriz composta por categorias (2), subcategorias, indicadores e unidades de registo⁶.

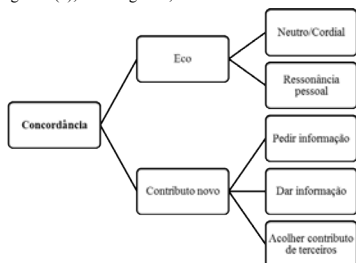


Fig. 2. Representação gráfica da matriz de análise de conteúdo da Categoria Concordância

A categoria definida como **Concordância** contempla 2 subcategorias: *Eco* e *Contributo novo*.

Na subcategoria *Eco*, foram identificadas unidades de registo que demonstram que os formandos interagiram no sentido da confirmação de ideias, traduzindo-se em interpelações de cariz *Neuro/Cordial* (F1>F4: “**Concordo**, F4, com a sua classificação do inglês como língua segunda.”) e de manifestação de interesse. *Existem, ainda, alguns testemunhos que, para além de revelarem concordância com as posições defendidas, mostram empatia pelos colegas, refletindo a ideia de que as interações geram Ressonância pessoal* (F21>F4: “(...) isto porque me revejo também na tua situação quanto à definição de língua(s) materna(s).”).

Por sua vez, a subcategoria *Contributo novo* encontra-se dividida em 3 indicadores: *Pedir informação*; *Dar informação* e *Acolher contributo de terceiros*. Assim, há registo de sujeitos que *solicitam a opinião* dos colegas acerca de determinado aspeto relacionado com a temática em debate (F25>F15: “Como não sou portuguesa, **gostaria de conhecer a tua opinião** (e dos outros colegas) sobre o assunto.”). Por outro lado, há interações que respondem diretamente às solicitações e/ou *fornece informação* complementar (F21>F4: “Gostaria de **deixar uma achega** quanto à questão do bilinguismo...”). Com efeito, foram, também, encontrados registos de interações que *acolhem de forma positiva o contributo de outros colegas* (F25>F4: “Olá F4, **Obrigada** pela tua opinião. **Tens razão** que a continuidade de exposição e uso de uma língua é crucial na aprendizagem linguística. (...) **Concordo** com a tua opinião e por isso acho que é **melhor usar o termo que sugeriste** - ‘competência comunicativa plurilingue’”).

As interações de discordância geradas no fórum podem ser classificadas em *Direta* e *Indireta*. No primeiro caso, os sujeitos apresentam, de forma assertiva, uma *Justificação* para defenderem uma opinião distinta (F15>F8: “**Entendo o teu**

ponto de vista e aceito que o bilinguismo esteja relacionado com ‘mensagem global’, **mas defendo que** não me posso etiquetar de bilingue, pois há muita informação que se vai perdendo dessa LS, por não falar frequentemente.”).

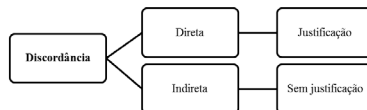


Fig. 3. Representação gráfica da matriz de análise de conteúdo da Categoria Discordância

Nos registos de **Discordância Indireta**, os testemunhos são menos assertivos, não sendo clara, à primeira vista, a intenção de divergir de perspetiva. A **Discordância** apresenta-se não apenas de uma forma velada, mas também *sem uma Justificação* (F1>F4: “(...) O testemunho de F4 **deixa-me (como a si) reservas** - que não tenho (por exemplo) quanto ao inglês - quanto ao árabe poder ser considerado como uma (outra) língua segunda (...).”).

Na anterior análise foram categorizadas as interações diretas ocorridas no fórum, isto é, quando um participante se dirige direta e concretamente a outro. No entanto, no fórum estudado foram encontradas evidências de outro tipo de interação, de natureza coletiva, *dirigida a todos os membros da comunidade*. Essas unidades de registo poderão ser relevantes na corroboração da existência de aprendizagem colaborativa, na medida que salientam o envolvimento e a importância dos contributos dos pares na construção do conhecimento dos próprios sujeitos (F23: “Estas definições de conceitos muito me ajudam, pois não compreendia bem a diferença entre LNM, LS e LE. Depois de ler as ferramentas do tema 1, e **alguns dos vossos comentários, posso concluir o seguinte** (...).”; F19: “A leitura do texto de Isabel Leiria e **das respostas anteriores dos colegas tem-me ajudado a compreender melhor** os conceitos de LM, LNM, LS e LE, bem como aplicá-los a minha própria experiência.”).

Além do contributo das interações para a construção e compreensão de conceitos, existem participações que realçam o questionamento gerado pela reflexão em torno das partilhas realizadas no fórum (F19: “Todavia, uma vez inscrita neste grupo de formação e tendo lido as diversas partilhas que foram feitas no Fórum de Acolhimento, **comecei a ponderar se não poderia eu ser bilingue?**”; F9: “**A partir da minha experiência e das vossas, surgiram-me algumas questões** (as duas últimas parecem retóricas face às experiências partilhadas por alguns colegas) sobre as quais **gostaria de conhecer a vossa opinião** (...).”).

Em síntese, a análise de conteúdo revela que a grande maioria das interações estabelecidas corresponde a situações de concordância de pontos de vista, sendo que os casos de interações de divergência de opiniões se apresentam em número reduzido. As interações de concordância podem ser consideradas um eco – algumas de natureza cordial, e outras que

⁶ Uma interação pode contemplar a categorização de mais do que uma unidade de registo.

vão um pouco mais além da simples confirmação, constituindo momentos de ressonância pessoal e de identificação de experiências – ou correspondem, então, a situações em que existe um novo contributo para a discussão em causa – há formandos que pedem informação a outros colegas, outros que fornecem voluntariamente informação e, ainda, existem testemunhos de sujeitos que acolhem os contributos de terceiros.

Além das interações diretas, foram registadas participações relevantes de natureza global, em que os formandos se dirigem ao grupo ou a conjuntos de elementos, reforçando a construção de conhecimento realizada através da partilha e da reflexão gerada a partir do fórum.

V. CONCLUSÕES

O cruzamento dos dados sociométricos com os resultados da análise de conteúdo das interações estabelecidas no Fórum “Clarificando Conceitos” permitiu encontrar evidências quer da constituição de uma comunidade de aprendizagem desde o início quer do processo de aprendizagem colaborativa com vista à construção de conhecimento no contexto da temática do curso.

As interações geradas neste fórum foram, maioritariamente, de natureza formal, estando diretamente relacionadas com o enunciado da atividade. Começando pelo número de *posts* que superou o mínimo exigido, o grupo evidenciou estar integrado na dinâmica criada, uma vez que, para além de todos os formandos terem participado na atividade, 92% iniciaram ou receberam algum tipo de interação, o que nos leva a concluir que a rede é envolvente e pouco segregativa.

Apesar de inclusiva, considera-se que esta rede poderia apresentar uma maior conectividade, já que das 600 possibilidades de interação, somente foram concretizadas 49. No entanto, salientam-se as relações recíprocas, isto é, casos de participantes que iniciaram algum tipo de interação e obtiveram uma resposta/reação, o que indica envolvimento no seio da comunidade de aprendizagem.

A análise qualitativa das interações revelou um elevado grau de responsabilidade, não só pela aprendizagem de cada um, mas pela progressão dos colegas de grupo, uma vez que os formandos manifestaram interesse nas restantes opiniões, confirmando pontos de vista de múltiplas formas, cordial ou empaticamente. Houve, também, registos de interações no sentido de acrescentar alguma informação à discussão, contribuindo com dados novos para a partilha e participando ativamente na construção do conhecimento. Podemos, portanto, afirmar que existiu aprendizagem colaborativa ao longo do fórum analisado, pois, tal como refere [4], o conceito de aprendizagem colaborativa integra uma abordagem pedagógica em que os formandos são encorajados a trabalhar em conjunto na construção do conhecimento, envolvendo estratégias de coautoria e corresponsabilização.

As estratégias pedagógicas presentes no desenho instrutivo do curso AEPLNM e, em particular, na atividade analisada neste estudo representam instrumentos capazes de suportar e estimular a aprendizagem colaborativa, a partir da qual o sujeito constrói e contextualiza o conhecimento.

Neste sentido, a utilização de ferramentas colaborativas, para além de potenciar a cooperação entre os aprendentes e a negociação social de significados, promove mudanças significativas ao nível do processo de ensinar e de aprender [1] [3] [8].

REFERÊNCIAS

- [1] Bennett, S. (2004). Supporting Collaborative Project Teams Using Computer-Based Technologies. In Tim S. Roberts (Editor) *Online Collaborative Learning: theory and practice* (1-27). Hershey, USA: Information Science Publishing.
- [2] Calvet, Alain e Calvet, Louis-Jean (2012). *Baromètre Calvet des langues du monde*. [Disponível em <http://wikilf.culture.fr/barometre2012/index.php>, consultado em 06/04/2015].
- [3] Dias, P. (2008). Da e-moderação à mediação colaborativa nas comunidades de aprendizagem. *Educação, Formação & Tecnologias*, vol.1(1), pp. 4-10. [Disponível em <http://eft.educum.pt>, consultado em 06/04/2015].
- [4] Dias, P. (2001). Collaborative learning in virtual learning communities: the VLC project. In Paulo Dias & Cândido Varela de Freitas (Org.), *Actas da II Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação, Challenges: 2001*. Braga: Centro de Competência Nónio Século XXI da Universidade do Minho, 291-300.
- [5] Dillenbourg, P. (1999). What do you mean by collaborative learning? In P. Dillenbourg (Ed.) *Collaborative-learning: Cognitive and Computational Approaches* (pp. 1-19). Oxford: Elsevier.
- [6] Jones, A & Issroff, K. (2005). Learning technologies: Affective and social issues in computer-supported collaborative learning. *Computers & Education*, 44, 395-408.
- [7] Laranjeiro, J. (2008). *Contributos para a Análise e Caracterização de Interações em Fóruns de Discussão Online*. Tese de mestrado. Educação Multimédia, FCUP.
- [8] Palloff, R. & Pratt, K., (1999). *Building learning communities in cyberspace*. San Francisco: Jossey-Bass.
- [9] Pedro, N. & Matos, J. F. (2010). Social network analysis como ferramenta de monitorização da comunicação e interação on-line: o exemplo de uma iniciativa de e-learning no ensino superior. In C. V. Carvalho, R. Silveira & M. Caeiro (Eds.), *TICs Aplicadas para el aprendizaje de la Ingeniería*. Sociedad de Educación del IEEE. (Edição CDRom).
- [10] Perera, H. (2006). La comunicación asincrónica en e-learning: promoviendo el debate. In J. Martinez, et al. *Prácticas de e-learning* (p. 110-136). Barcelona: Octaedro.
- [11] Reto, L., Esperança, J. P., Gulamhussen, M. A., Machado & F. L. Costa, A. F. (2012). *Potencial Económico da Língua Portuguesa*. Lisboa: Texto.
- [12] Santuiste, E. (2012). *Comunicación en entornos virtuales de formación: estudio de la interacción didáctica en diversas modalidades de enseñanza-aprendizaje en educación superior* (p. 109). (tesis doctoral). Granada.

ReM@t – Recuperar a Matemática a Distância: Ano Zero

Tatiana Soares Salvador
Ensino a Distância
Universidade de Coimbra
Coimbra, Portugal
tatiana.salvador@uc.pt

Jaime Carvalho e Silva
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Universidade de Coimbra
Coimbra, Portugal
jaimecs@mat.uc.pt

Helena Albuquerque
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Universidade de Coimbra
Coimbra, Portugal
lena@mat.uc.pt

Jorge Marques
Faculdade de Economia
Universidade de Coimbra
Coimbra, Portugal
jmarques@fe.uc.pt

António José Mendes
Ensino a Distância
Universidade de Coimbra
Coimbra, Portugal
toze@dei.uc.pt

Resumo – Neste trabalho apresentamos o projeto ReM@t – Recuperar a Matemática a Distância cujo objetivo principal é apoiar, através da conceção de um curso aberto, livre, gratuito e permanentemente acessível pela internet, os muitos estudantes que sentem dificuldades e constrangimentos na aprendizagem da Matemática, no Ensino Secundário, no Ensino Superior e na transição Secundário-Superior. As dificuldades dos estudantes são conhecidas e estão documentadas, sendo esta a primeira vez que em Portugal se propõe uma abordagem do problema via Ensino a Distância. Em consequência da aplicação do Processo de Bolonha, as dificuldades dos estudantes tenderão a aumentar com a internacionalização do Ensino Superior e a mobilidade crescente de estudantes de origens muito diversas. Uma experiência piloto de aplicação de parte deste projeto a alunos da Universidade de Coimbra que frequentam o Ano Zero de Ciências e Tecnologia é descrita neste artigo. Ao melhorar as competências básicas em Matemática nas áreas de cursos como as Engenharias e a Economia e Gestão, em qualquer altura do percurso escolar do aluno, o ReM@t estará a contribuir para melhorar significativamente as taxas de sucesso no Ensino Superior. Com a realização deste estudo concluímos que a utilização de instrumentos de trabalho interativos no processo de ensino-aprendizagem dos alunos – quando simples e esclarecedores de conceitos matemáticos, como usa o curso em questão – torna-se essencial pois são uma mais-valia na compreensão de conteúdos e suas conexões por parte dos alunos, podendo estes aprender de forma autónoma.

Palavras-Chave: Ensino a Distância. Dificuldades em Matemática. Públicos diversificados

I. O PROJETO ReM@T

O Projeto ReM@t – Recuperar a Matemática a Distância é um projeto levado a cabo pela Universidade de Coimbra (UC) no âmbito do aumento do sucesso escolar, quer dos alunos da própria universidade quer de futuros alunos (sejam eles alunos do ensino secundário ou alunos vindos de outros países).

Para a realização deste projeto está a ser desenvolvido o curso ReM@t, usando as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e as estratégias pedagógicas que estas podem suportar para criar contextos de aprendizagem diversificados e capazes de apoiar o desenvolvimento do percurso dos estudantes que frequentem este curso. Este curso vai realizar-se através da plataforma de ensino a distância da

Universidade de Coimbra (UC_D). O UC_D é um espaço de investigação de qualidade pelo qual a Universidade de Coimbra é reconhecida. O facto de o curso ser a distância pode ser uma mais-valia relativamente a outros tipos de formação, na medida em que permite eliminar barreiras de espaço e tempo de forma a que qualquer pessoa possa gerir a sua disponibilidade e o seu tempo, onde quer que esteja. Este curso permite otimizar recursos criando outros, desta feita, interativos; e permite ainda estimular a autoaprendizagem, a autoconfiança e o desenvolvimento pessoal dos indivíduos.

O curso ReM@t será um curso de acesso livre, gratuito, através da internet, qualquer que seja a localização geográfica do estudante e sem restrições ao nível de tempo de utilização. Em [7] considera-se que a oferta de um *bridging course* nas universidades pode ter uma contribuição vital no desempenho dos alunos ao nível da Matemática, podendo funcionar como um veículo para os alunos sentirem vontade de aprender e de consolidarem conhecimentos. O estudo em questão destaca ainda a importância das universidades informarem com precisão os futuros alunos do nível adequado de Matemática a estudar no ensino secundário, de forma a haver um maior e melhor desempenho por parte dos alunos.

O curso ReM@t será constituído por módulos que abordarão conteúdos matemáticos imprescindíveis na preparação e realização de qualquer curso de Ensino Superior nas áreas das Ciências, Engenharias e Economia e Gestão. De facto, as áreas STEM (sigla, em inglês, para Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) são áreas prioritárias na educação. Como tal, no relatório [5] referem-se as estratégias a implementar para essas áreas nos países da União Europeia. Nesse relatório, de janeiro de 2016, é referido que os países estão atualmente a dar prioridade a atualizar as competências dos professores, para garantir que eles são equipados com os mais recentes métodos pedagógicos e recursos disponíveis para motivar os alunos e melhorar a sua realização em disciplinas STEM. Em [5] considera-se que se o ensino das disciplinas STEM e o desempenho e interesse dos alunos em prosseguir estudos relacionados com as áreas STEM têm de ser melhorados, também será necessário que os países invistam na modernização de programas nas áreas STEM da formação inicial de professores para assegurar e garantir que também os novos

professores estão preparados para ensinar e inspirar a geração futura.

Qualquer uma destas áreas é essencial no desenvolvimento de qualquer país mas ao mesmo que despertam interesse e admiração, também despertam dúvidas e muitas dificuldades.

A transição entre o ensino secundário e o ensino superior representa uma dificuldade muito conhecida. Como é referido em [3] “*study and work in mathematics require a different kind of study than study of, say, history or chemistry. (...) to introduce the student to the style of work needed (...) should be contemplated in the initial years at the tertiary level*”. As principais dificuldades dos estudantes de ensino superior prendem-se com as áreas onde a Matemática assume um papel fundamental no desenrolar do curso. Estas dificuldades podem levar, em muitos casos, ao insucesso dos alunos e, conseqüentemente, a mudanças de curso e ao abandono dos mesmos. Desta forma, e porque consideramos que a Universidade pode interferir positivamente na redução destas dificuldades pretendemos, com o desenvolvimento do curso ReM@t, minimizar o insucesso escolar no ensino superior que deriva, na grande maioria dos casos, da falta de preparação em Matemática.

São conhecidas e estão documentadas na literatura as dificuldades de ordem Matemática apresentadas por muitos dos alunos que ingressam nas universidades Portuguesas e de outros países, pois o fenómeno não é apenas local, mas universal. Praticamente todas as universidades portuguesas têm tentado lidar com o problema, fazendo análises com recomendações ou desenvolvendo iniciativas localizadas. Em [1] é referido que, por exemplo, na Universidade de Évora tem funcionado um Curso Preparatório de Matemática para Ingresso no Ensino Superior. Por estas razões, na construção de conteúdos do curso ReM@t são tidas em consideração as principais dificuldades dos alunos ao longo da sua formação e definidas estratégias de ensino-aprendizagem para colmatar essas dificuldades.

O público-alvo do curso em questão é muito diversificado uma vez que se pretende que possa ser utilizado por estudantes que estejam a frequentar o ensino secundário ou que já o tenham terminado mas que pretendam reforçar as suas competências Matemáticas antes da sua entrada no Ensino Superior; por estudantes de Ensino Superior que tenham consciência da necessidade de fortalecer competências Matemáticas derivada de, por exemplo, mudanças de cursos, défice de conhecimento de conteúdo, etc.; por alunos do Ensino Superior nas áreas das Ciências, Engenharia e Economia e Gestão; e ainda por alunos de Anos Zero de Ciências e Tecnologia – alunos vindos de países com sistemas de educação bastante diferentes dos portugueses – como os implementados na Universidade de Coimbra. Na Universidade de Coimbra já foram, inclusive, sinalizados estudantes provenientes do Brasil e estudantes de Países Africanos de Língua Oficial Portuguesa (PALOP).

Em [1] considera-se que este tipo de cursos oferece a oportunidade de melhorar as habilidades dos alunos na medida em que é destinado a pessoas que têm uma lacuna na sua formação científica. O objetivo principal do curso referido em [1] é, não só permitir a adequação dos estudantes na entrada ao Ensino Superior mas também maximizar o sucesso dos alunos

quando da entrada no Ensino Superior. A eficácia do seu curso em áreas das Ciências e Engenharias tem sido de mais de 70%. Como é referido em [1], os materiais de estudo desenvolvidos para este curso envolvendo a explicação de conceitos matemáticos foram classificados como materiais de sucesso pelos alunos. De salientar ainda que a estrutura pedagógica dos módulos a desenvolver no curso ReM@t – métodos, atividades, recursos a disponibilizar aos alunos – será objeto de constante investigação e testagem durante o projeto. Para além disso, se os alunos estiverem a resolver exercícios e, por algum motivo, os errarem é-lhes dado uma dica por forma a eles conseguirem, a partir da mesma, resolver corretamente esses exercícios. Se, ainda assim, os alunos não conseguirem resolver, é-lhes apresentada a resposta correta. Desta forma, pretendemos procurar soluções que respondam eficazmente às necessidades reconhecidas e que culminem na definição de um modelo geral para cursos a distância com objetivos semelhantes e com o mesmo público-alvo.

Para melhor percebermos de que forma deveríamos atuar e aplicar o curso aos alunos, consideramos que, tendo a possibilidade de aplicar um dos módulos a alunos nas condições referidas relativas ao público-alvo, tal seria importante e benéfico para a qualidade do curso. Decidimos então aplicar um dos módulos do curso ReM@t aos alunos do Ano Zero de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra que se encontram, no corrente ano letivo, a preparar a sua entrada no ensino superior, nas áreas de Engenharia e de Economia e Gestão. Este é o segundo ano em que está a decorrer o Ano Zero de Ciências e Tecnologia na Universidade de Coimbra. Os alunos do Ano Zero em questão frequentam um conjunto de disciplinas de acordo com a formação que pretendem seguir, com uma carga horária de 25 horas semanais obrigatórias e 10 horas semanais facultativas, de apoio tutorial. Será descrita, de seguida, a experiência piloto realizada este ano letivo, entre fevereiro e abril, com estes alunos bem como a sua respetiva caracterização. Posteriormente serão referidos os resultados e a análise da experiência piloto. Por fim, serão apresentadas as considerações finais e as referências bibliográficas consultadas.

II. CONTEXTO E METODOLOGIA

O projeto ReM@t – futuro curso ReM@t – promovido pelo Projeto de Ensino a Distância da Universidade de Coimbra pretende disponibilizar um curso *online*, gratuito, acessível a qualquer altura e cujo objetivo é esclarecer as dúvidas dos alunos que a ele acederem. Este curso será constituído por módulos que por sua vez estarão divididos em submódulos onde serão explicados conteúdos, apresentados exercícios de aplicação e um conjunto de questões que funcionarão como um teste e que lhes permitirão, ou não, avançar para o submódulo seguinte. Os módulos serão independentes uns dos outros. Nestes módulos será usado o *software* GeoGebra que nos permitirá não só construir conteúdos interativos como também materiais e apliquetas de forma a que os alunos consigam interagir e ver, a Matemática acontecer. É referido em [4] que este *software*, criado por Markus Hohenwarter, é um *software* gratuito de Matemática dinâmica desenvolvido para o ensino e aprendizagem da Matemática nos vários níveis de ensino (do básico ao universitário) e por forma a ser utilizado em ambiente de sala de aula. O GeoGebra reúne recursos de geometria,

álgebra, tabelas, gráficos, probabilidade, estatística e cálculos simbólicos em um único ambiente. Em [10] refere-se que este *software* tem então a vantagem didática de apresentar, ao mesmo tempo, representações diferentes (geométrica e algébrica) de um mesmo objeto que interagem entre si, permitindo reforçar os conceitos e propriedades que o aluno tem mais dificuldades de visualizar.

A plataforma que servirá de suporte a todo este processo de ensino-aprendizagem é a plataforma Moodle. Segundo o referido em [6] a plataforma Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning) é uma plataforma ou um sistema de gestão de aprendizagem e de trabalho colaborativo, de utilização livre, criada por Martin Dougiamas, em 2001, no âmbito do seu projeto de investigação de doutoramento.

Também nos estudos [8] e [9] se considera que com a utilização de aplicações capazes de estimularem o interesse do aluno pelos conteúdos, a aprendizagem torna-se mais flexível e estimulante permitindo o envolvimento e uma maior motivação por parte do aluno no processo de ensino-aprendizagem. Através do site oficial do GeoGebra (<http://www.geogebra.org/>) e através do site oficial da plataforma Moodle (<https://moodle.org/>) percebemos que a sua utilização pode fazer com que a Matemática fique mais tangível, interativa, mais acessível e que, por isso, é que os alunos reagem positivamente aquando da utilização destas ferramentas. Desta forma, consideramos que estas ferramentas podem ser essenciais na implementação do curso em questão.

A. Metodologia

Os objetivos deste estudo visam analisar a reação, evolução e desempenho dos estudantes a participar no estudo em relação ao curso; perceber quais as principais dificuldades e detetar melhorias a fazer no curso e no modo de apresentação das questões.

B. Caracterização da Amostra e Participantes

Para que fosse feita uma melhor caracterização da amostra foi concebido um guião de entrevista. Entrevistamos então os alunos que estão a frequentar, na Universidade de Coimbra, o Ano Zero de Ciências e Tecnologia, neste ano letivo, e que serão a amostra da nossa experiência piloto. As entrevistas tiveram uma duração média de 12 minutos. Apresentamos agora os resultados do tratamento dos dados das entrevistas. Trata-se de uma amostra de 41 alunos, com idades compreendidas entre os 18 e os 31 anos – sendo que quase 93% deles tem idades entre 18 e 23 anos. A grande maioria dos alunos que constituem a amostra deste estudo chegaram a Portugal no início de janeiro – havendo apenas quatro alunos que chegaram anteriormente – e estão, desde então, a preparar a sua entrada para o ensino superior, nas áreas de Engenharia e Economia. Dos 41 alunos, 29 são da província de Luanda, enquanto que os outros 12 são de outras províncias como Benguela, Huíla e Cabinda. Em Angola estes alunos viviam, maioritariamente, com pelo menos um dos pais e com os irmãos, sendo que há os que, não tendo pai nem mãe, viviam com tios ou até os que já tivessem a sua própria casa. Destes alunos, 51% - que corresponde a 21 alunos – já teve experiências a nível de trabalho. Relativamente ao curso que

frequentaram no ensino secundário (ensino médio em Angola), os resultados dos questionários são os representados no seguinte gráfico.

Ainda em relação aos estudos destes alunos, 33 referem que tinham livros por onde estudar, embora 6 destes refiram que não estudavam por eles por não ser aconselhado pelos professores. Ainda assim, dos 33 que tinham livros, apenas 4 dizem que os livros não eram bons, havendo outros 4 que os consideravam



Fig. 3: Cursos do Ensino Secundário frequentados pelos alunos do Ano Zero

mais ou menos bons, dependendo das matérias. De realçar que 23 dos alunos em questão trouxeram para Portugal livros e apontamentos que lhes pareceram úteis tendo em conta o curso que viriam a frequentar.

Relativamente ao curso do Ano Zero de Ciências e Tecnologia que estão a frequentar, os alunos quando questionados acerca da forma como o curso em questão os poderia ou estaria a ajudar, deram respostas bastante homogêneas tendo sido referido pela maioria dos alunos que o curso do Ano Zero os estava a ajudar na aprendizagem e consolidação de conhecimentos bem como na preparação para a entrada na faculdade (aquando do término com sucesso do Ano Zero). A ajuda no desenvolvimento do raciocínio e do pensar, na realização de sonhos e na realização pessoal e profissional foram também outras das respostas obtidas. Quando questionados acerca das características mais importantes do curso do Ano Zero, as respostas foram as representadas no gráfico a seguir.



Fig. 4: Características mais importantes do Ano Zero, segundo os próprios alunos
 No curso do Ano Zero, ao mesmo tempo que 30% dos alunos consideram faltar tempo livre por terem uma carga horária muito diferente e mais complicada relativamente ao que estavam habituados, 20% consideram faltar nada – o que poderá

significar que o que falta é uma melhor gestão do tempo de que dispõem. O acesso a mais livros foi também referido como algo que falta por cerca de 18% dos alunos. Respostas como língua portuguesa, inglês, utilização dos computadores e um maior acompanhamento aos alunos com mais dificuldades foram também obtidas. Como já foi referido anteriormente, os alunos em questão estão a frequentar o curso do Ano Zero de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra com o intuito de ingressar em cursos de Engenharia e Economia, sendo que apenas sete pretendem seguir a área de Economia e Gestão e os restantes trinta e quatro pretendem seguir cursos de Engenharias. Quando questionados com o que pretendem fazer futuramente, depois do respetivo curso, a maior parte dos alunos referiu que pretende trabalhar em Angola, na área em que se formarem em Coimbra, e que pretende ajudar no desenvolvimento do país. Alguns dos alunos pretende ainda prosseguir com os estudos e ajudar as pessoas mais carenciadas.

Cerca de 76% dos alunos gostam de estudar, 5% admitem não gostar de estudar e os restantes alunos admitem que gostam de aprender, que não sabem estudar, que gostam de estudar em grupo ou que depende da matéria. Relativamente ao estarem a estudar em Coimbra, apenas 2 alunos dizem não gostar por ainda não se terem conseguido ambientar. As principais motivações destes alunos para estudar são, em primeiro lugar e na grande maioria dos casos, as suas famílias e o quererem progredir e ser formados para assim puderem ter uma vida melhor. A vontade de saber mais, o incentivo dos professores, os seus próprios objetivos, o puderem ajudar os mais carenciados e as suas crenças foram também outras motivações que os alunos referiram. Relativamente à Matemática, todos os alunos consideram importante estudar e compreendê-la melhor, justificando que é um alicerce para qualquer área que sigam, bem como também todos consideram que a Matemática está presente no nosso dia-a-dia, das mais variadas maneiras. Estes alunos que frequentam o curso do Ano Zero consideram que a Matemática pode ser por eles aplicada e utilizada na gestão das suas economias e de negócios, na resolução de problemas de todo o tipo (não apenas de Matemática), nas suas futuras profissões ou cursos a seguir e ainda no desenvolvimento do raciocínio lógico e na tomada de decisão. No que diz respeito ao estudo da Matemática, 30 alunos referem como principais dificuldades a trigonometria, a análise e interpretação de gráficos e a falta de bases Matemáticas com que vieram para Portugal e da qual se estão a dar conta. Há, no entanto, 7 alunos que dizem não ter qualquer dificuldades e 4 alunos que dizem ter dificuldades em entender linguagem Matemática. Questionados sobre o que consideram que poderia ser feito para ultrapassarem essas dificuldades, 73% dos alunos referem que eles próprios devem empenhar, dedicar e estudar mais; os restantes 27% referem que precisam ainda de mais ajuda por parte dos professores.

Os participantes neste estudo correspondem a 40 alunos do Ano Zero de Ciências e Tecnologia, a decorrer no corrente ano na Universidade de Coimbra, caracterizados anteriormente.

C. Instrumentos e procedimentos de recolha de dados

A recolha de dados neste estudo foi processada através da análise da reação, evolução e desempenho dos alunos aquando

do acesso à parte do curso destinado para esse efeito. Nesta experiência piloto consideramos ser benéfico, para os alunos e para o projeto, que estes realizassem o teste de final de módulo através da plataforma mas presencialmente, para que, desta forma, a análise ao comportamento, reação e empenho dos alunos fosse mais bem conseguida. O tratamento dos dados recolhidos aquando da efetiva participação dos alunos no estudo, através da plataforma do Ensino a Distância, foi realizado através da técnica de observação participante. Em [2] é então referido que esta técnica de observação participante consiste na observação direta, em que o investigador se insere na comunidade participante para registar comportamentos, interações e acontecimentos.

III. RESULTADOS

A. Análise da experiência piloto

A experiência piloto consistiu, como já se referiu ao longo do artigo, na análise das reações, comportamentos e (des)empenho por parte dos alunos na elaboração do teste de final de módulo através da técnica de observação participante. Uma vez que a amostra do nosso estudo é constituída por 40 alunos do Ano Zero de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (um aluno dos 41 iniciais não estava presente por motivos pessoais aquando da realização do teste) e que a sala de que dispusemos tinha apenas 16 computadores, decidimos dividir os 40 alunos em três grupos. Apesar de os alunos terem tido algum tempo para aceder aos conteúdos da plataforma antes da realização do teste de fim de módulo – tempo esse que nós achamos suficiente – nem todos o conseguiram fazer. Dadas as circunstâncias consideramos prudente e benéfico para os alunos disponibilizarmos algum tempo para que eles pudessem familiarizar-se com os conteúdos existentes na plataforma e necessários para a realização do teste. Desta forma, cada grupo teve aproximadamente 1 hora e 20 minutos para entrar na plataforma, (re)ver os conteúdos e realizar alguns exercícios de aplicação também disponíveis e, depois, 15 minutos para a realização do teste. O teste em questão era constituído por 4 questões todas elas de resposta rápida, escolha múltipla e/ou de correspondência. Os conteúdos deste módulo eram relativos à representação gráfica de funções (polinomiais, modulares e racionais). Em cada grupo, esclarecidas todas as dúvidas relativamente aos conteúdos e exercícios existentes na plataforma do curso em questão, todos os alunos iniciaram o teste final ao mesmo tempo. No final, cada um teve acesso à informação relativa à nota e às questões que acertaram e erraram, com a respetiva solução – tal permite que os alunos, independentemente da nota que obtiveram, saibam onde erraram e percebam a razão. No que respeita aos resultados, estes ficaram aquém do expectável – tendo havido 29 alunos (dos 40) que tiveram classificação inferior a 5 valores, numa escala de 0 a 10 valores. Desta forma, apenas 11 alunos obtiveram uma classificação positiva (maior ou igual a 5 valores num total de 10 valores), sendo que 2 destes tiveram mais de 7 valores. Relativamente ao empenho demonstrado pelos alunos, este foi muito positivo. Todos tentaram fazer o melhor possível e mostraram bastante empenho aquando do acesso aos conteúdos na plataforma e, posteriormente, na realização do teste. Todos os alunos admitiram, no entanto, que tiveram pouco tempo para a elaboração do teste. Apesar disso e

apesar da nota não ter sido a que queriam ter tido, os três grupos, no fim da elaboração do teste de final de módulo, salientaram o quão importante foi a experiência por ser diferente do que estão habituados e o quão importante pode ser para conseguirem treinar a pressão e a gestão do tempo que têm para a realização de determinadas tarefas, atividades, fichas ou até mesmo testes de avaliação. Muitos deles questionaram inclusive quando poderiam voltar a ter oportunidade de fazer algo dentro do mesmo género.

IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização desta experiência piloto, com um grupo de alunos cujas dificuldades em Matemática são significativas, fez-nos acreditar que, de facto, o caminho para colmatar muitas das principais dificuldades Matemáticas dos alunos pode ser o precontizado pelo projeto ReM@T, isto é, permitiu concluir que a utilização de instrumentos de trabalho diferentes daqueles de que os alunos estão habituados – sejam elementos interativos, vídeos, apliquetas, gifs animados, desde que sejam simples e esclarecedores dos conceitos matemáticos – pode ser uma mais-valia na compreensão dos conteúdos e suas conexões. Com esta experiência podemos concluir ser essencial a utilização de elementos interativos, sejam vídeos, apliquetas, etc., muito simples e esclarecedores dos conceitos matemáticos de forma que os alunos, consigam através deles perceber os conteúdos matemáticos onde têm dificuldades e as suas conexões. No que respeita ao tempo disponibilizado aos alunos para o acesso a cada módulo concluímos, também com a elaboração desta experiência, que tem de ser mais alargado, bem como o tempo para a realização do teste de final de módulo. Concluímos que parece ser benéfico para os alunos a existência deste tipo de cursos onde consigam aprender autonomamente e fomentar conhecimentos já adquiridos.

Em suma, esta experiência piloto contribuiu para termos a certeza de que este é um caminho que se revela importante aprofundar para que possamos tornar este curso mais interativo, apelativo e eficaz na recuperação da Matemática para os alunos a que se destinam. Desta forma, é nosso objetivo continuar a

fazer estudos no sentido de, através desses, podermos melhorar o curso e atender as necessidades do público-alvo.

REFERÊNCIAS

- [1] Boland, J. (2002). The mathematics bridging course at the University of South Australia. *Proceedings of the 2nd International Conference on the Teaching of Mathematics*, Crete, 1-6 julho 2002 [Disponível em <http://www.math.uoc.gr/~ictm2/Proceedings/pap213.pdf>], consultado em 06/05/2016].
- [2] EVALSED (2004). Manual Técnico II: Métodos e Técnicas. A Recolha de Dados: Técnicas de Observação. [Disponível em <http://www.observatorio.pt/download.php?id=210>], consultado em 06/05/2016].
- [3] Guzman, M., Hodgson, B., Robert, A., and Villani, V. (1998). Difficulties in the passage from secondary to tertiary education. *Proc. Int. Congr. Mathematicians* 3, 747–762.
- [4] Hohenwarter, M. & Hohenwarter, J. (2009). GeoGebra 3.2 – Dynamic Mathematics for schools. [Disponível em https://app.GeoGebra.org/help/docuapt_PT.pdf], consultado em 06/05/2016].
- [5] Kearney, C. (2016). Efforts to Increase Students' Interest in Pursuing Mathematics, Science and Technology Studies and Careers. National Measures taken by 30 Countries – 2015 Report, European Schoolnet, Brussels.
- [6] Pimentel, P. C. F. (2009). Impacto da plataforma Moodle nas escolas de Famalicão: um estudo de caso (Dissertação de mestrado, Universidade do Minho). Braga: Universidade do Minho.
- [7] Poladian, L. & Nicholas, J. (2013). Mathematics bridging courses and success in first year calculus. *Proceedings of the 9th Delta Conference on the Teaching and Learning of Undergraduate Mathematics and Statistics*, (pp. 150-159), 24-29 November, Kiama, Australia.
- [8] Ponte, J.P. (1994). O estudo de caso na investigação em educação Matemática, *Quadrante*, vol.3 n.1, p.3-18.
- [9] Ponte, J.P. (2006). Estudos de caso em educação Matemática, *Bolema*, 25, 105-132 [Disponível em <http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/3007/1/06-Ponte%20BOLEMA-Estudo%20de%20caso1.pdf>], consultado em 06/05/2016].
- [10] Stojanovska, L.F. & Stojanovski, V. (2009). GeoGebra – Freedom to explore and learn, *Teaching Mathematics and Its Applications* vol.28, p.69-76.
- [11] Vieira, C., Cristóvão, D. (2009). Contributos para um diagnóstico do insucesso escolar no ensino superior - a experiência da Universidade de Évora, cadernos PRPQI N.º 10, pró-reitoria para a política da qualidade e inovação, Universidade de Évora.

A Presença Pedagógica na Sala de Professores Online. Um estudo de caso para o curso de Educação Parental do Ensino a Distância da Universidade de Coimbra

Joana Neto
Ensino a Distância
Universidade de Coimbra
Coimbra, Portugal
joana.neto@uc.pt

Teresa Pessôa
Ensino a Distância, Faculdade de
Psicologia e de Ciências da
Educação
Universidade de Coimbra
Coimbra, Portugal
tpessoa@fpce.uc.pt

António Mendes
Ensino a Distância, Departamento de
Informática
Universidade de Coimbra
Coimbra, Portugal
toze@dei.uc.pt

Resumo — O atual artigo pretende apresentar um trabalho realizado no âmbito do curso de Educação Parental, um curso de ensino a distância da Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação da Universidade de Coimbra, no qual se analisa o contributo do fórum de uma Sala de Professores Online na construção da presença pedagógica das docentes durante a leção do curso. A base teórica deste trabalho assenta nos conceitos de comunidades virtuais de aprendizagem de Garrison, Anderson, e Archer [1], e e-moderação Salmon [2], numa lógica descritiva, interpretativa e reflexiva sobre as implicações e papel das interações entre as docentes do curso e os tutores que as apoiam numa lógica de consultoria técnico-pedagógica em ensino a distância. Embora o modelo de Salmon [2] não deva ser considerado prescriptivo, este constituiu-se como um importante guia de atuação das interações e dinâmicas estabelecidas entre equipa docente e equipa tutora, podendo ser personalizado de acordo com as especificidades de cada comunidade de aprendizagem. Os resultados desta análise mostram que a utilização de um fórum, como estratégia de consultoria pedagógica em ensino a distância, tem um impacto positivo na construção da presença pedagógica dos docentes.

Palavras-chave — presença pedagógica; e-moderação; ensino a distância; sala de professores online

I. CONTEXTUALIZAÇÃO

A. Ensinar em ambientes de aprendizagem online

No âmbito do ensino a distância, a aprendizagem online permite flexibilidade de tempo e espaço - a qualquer hora, em qualquer lugar [3], devendo, contudo, obedecer a um desenho rigoroso dos ambientes de aprendizagem, com elevados níveis de autenticidade (os alunos devem aprender com base no seu contexto pessoal), interatividade e colaboração [4]. Assistindo-se a uma ausência de quadros conceituais comuns aos investigadores desta matéria e, muitas vezes a uma sobrevalorização da tecnologia, diferentes terminologias têm sido usadas para especificar o ensino a distância, o que dificulta a utilização de um termo genérico comumente aceite - e-learning, aprendizagem pela Internet, aprendizagem em rede, aprendizagem assistida por computador, aprendizagem virtual, aprendizagem a distância, ensino a distância, ensino mediado pelas tecnologias, etc. - todos estes termos implicam que o aluno

esteja a distância do professor ou tutor e que utilize alguma forma de tecnologia (normalmente o computador) para aceder aos conteúdos e materiais de aprendizagem e para interagir com o professor e os colegas. Neste contexto, o aluno e o processo instrutivo devem ser o foco do ensino/aprendizagem [4].

Aprender e ensinar a distância é semelhante a aprender e ensinar em qualquer outro contexto formal educativo - avaliam-se as necessidades e requisitos dos alunos, estabelecem-se objetivos de aprendizagem, determinam-se e organizam-se os conteúdos, planificam-se as atividades de aprendizagem, selecionam-se os recursos e avaliam-se as aprendizagens. Contudo, o ensino a distância oferece ambientes peculiares e únicos de aprendizagem, com particular destaque para a flexibilidade e individualização do ensino e aprendizagem e para as interações educacionais e comunicacionais que se estabelecem. Por outro lado, no ensino a distância os conteúdos de aprendizagem podem ser apresentados em diversos formatos - texto, vídeo, animações, multimédia, etc., permitindo a apropriação dos conteúdos de forma diversa e possibilitando modalidades de comunicação e interação síncrona e assíncrona, enriquecendo e diversificando os contextos de comunicação, interação e aprendizagem. Finalmente, na modalidade de ensino a distância mais facilmente se pode complementar a aprendizagem com a facilidade de acesso a grandes repositórios de conteúdos e recursos, hiperligados ou embebidos no ambiente de aprendizagem construído. Em síntese, inscrevendo-se nos paradigmas construtivistas, o ensino a distância caracteriza-se por uma comunicação mediada pelo computador, de forma síncrona ou assíncrona, e por interações colaborativas [5] numa comunidade de aprendizagem [6].

B. Comunidades virtuais de aprendizagem

Para entendermos melhor o contexto do ensino e da aprendizagem online, tomemos como referência o modelo Col - Community of Inquiry [1], um modelo conceitual que poderá fundamentar o papel do professor num ambiente de ensino/aprendizagem online. De acordo com Garrison, Anderson e Archer [1], a aprendizagem efetiva-se através de uma comunidade de inquirição - um conjunto de indivíduos que trabalham colaborativamente, de forma crítica e reflexiva,

investigando, comunicando, levantando questões, num propósito comum de obter resultados e respostas.

Este modelo [1] postula que a aprendizagem significativa emerge, em ambientes online, quando:

- Existem níveis suficientes de presença cognitiva – o ambiente de aprendizagem deve proporcionar o desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo; os indivíduos constroem o significado e o conhecimento através da comunicação acerca de determinado conteúdo.
- Existem níveis suficientes de presença social – o ambiente de aprendizagem deve proporcionar um sentimento de conforto e suporte aos indivíduos, permitindo que estes expressem as suas ideias e reflexões num ambiente colaborativo, sendo capazes de se projetar enquanto indivíduos, social e emocionalmente, na comunidade, funcionando esta como um suporte que facilita a emergência do pensamento crítico. A ausência da presença social pode condicionar os alunos a expressarem as suas ideias, explorar novas perspetivas e aceitar as interações dos seus pares e professores.
- Existem níveis suficientes de presença pedagógica (ou de ensino) – tem a ver com o desenho, a facilitação e a instrução direta por parte do professor, que deve facilitar a interação social e cognitiva e auxiliar o alcance dos objetivos. Anderson, Rourke, Garrison e Archer, [7] definem 3 estratégias fundamentais para a construção da presença de ensino: o professor desenha e organiza a experiência de aprendizagem antes e durante a sua execução (desenho instrucional e organização); o professor concebe e monitoriza atividades que promovam a comunicação e interação entre os alunos, entre os alunos e o professor, e entre os alunos, recursos e conteúdos (facilitação do discurso); o papel do professor vai para além do ensino e da moderação da aprendizagem, uma vez que, por instrução direta, adiciona às interações da comunidade o seu conhecimento de especialista, numa lógica de liderança intelectual e erudita (instrução direta). A criação da presença pedagógica nem sempre é da responsabilidade direta e única do professor que, muitas vezes é auxiliado por especialistas em design instrucional, que, de forma colaborativa, desenham os itinerários pedagógicos e as experiências de aprendizagem.

C. O processo de construção da presença pedagógica

No âmbito da construção da comunidade virtual de aprendizagem o modelo de Gilly Salmon [2], apresenta diversas fases que fundamentam a intervenção do professor ou tutor durante a lecionação de um curso de ensino a distância, especificando uma progressão de tarefas no processo de ensino e moderação online, organizadas em cinco estádios que pressupõem que professores e alunos dominem certas competências técnicas e pedagógicas.

O processo inicia-se com o acesso e motivação, havendo preocupação em facilitar o acesso e utilização da plataforma de aprendizagem e do *software* de apoio – fornecer informação de

como utilizar a plataforma e seus recursos, e quem e como contactar em caso de dúvidas. Paralelamente, há que motivar os alunos para participar, colaborar e partilhar informação, nomeadamente utilizando-se estratégias de apresentação e quebra-gelo.

Numa segunda etapa, o professor deve continuar a desenvolver a socialização *online*, estabelecendo pontes entre os ambientes cultural social e de aprendizagem, por forma a criar ligações entre os diversos elementos da comunidade e identificar as identidades de cada indivíduo.

A fase seguinte é a troca de informação, onde o papel do professor incide sobretudo na facilitação da troca de informação entre os elementos da comunidade de aprendizagem, moderando discussões de conteúdo e esclarecendo eventuais dúvidas. Neste âmbito, será importante a organização de monitorização de fóruns de partilha e discussão de ideias, proporcionando interações e troca de opiniões entre os alunos.

Numa quarta fase, construção do conhecimento, os alunos centram-se em construir conhecimento que, de forma individual e colaborativa, ilustre o seu entendimento acerca dos conteúdos do curso – os alunos exploram factos, refletem, comunicam e interagem. Nesta etapa o professor assume um papel de monitorização, aconselhamento e apoio, estimulando e sintetizando os debates.

Na fase final, os alunos tornam-se responsáveis pela sua aprendizagem e pela aprendizagem do grupo, criando projetos finais e demonstrando o alcance dos objetivos de aprendizagem. Esta é a fase do desenvolvimento pessoal, na qual o aluno assume maior responsabilidade pelo seu percurso. Ao professor compete apoiar os alunos e esclarecer eventuais dúvidas.

As conceptualizações de Garrison e colaboradores [1], [7] e Salmon [2] fundamentaram a conceção e desenvolvimento da Sala de Professores Online, nomeadamente porque no âmbito da lecionação do curso de Educação Parental, se pretendia criar um espaço favorável à construção de uma comunidade docente de aprendizagem, que servisse de suporte à construção da presença pedagógica das docentes do curso durante a sua lecionação. Procurámos organizar um espaço promotor de uma formação-ação-reflexão que, em contexto, pudesse apoiar as docentes do curso durante a sua lecionação.

D. A Sala de Professores Online

O curso de Educação Parental tem uma carga horária de 81 horas, todas executadas na modalidade de ensino a distância, centrando-se no reconhecimento da parentalidade positiva e nos fatores e competências do educador parental no âmbito das intervenções com famílias. A aprendizagem concretiza-se pela leitura e análise de diversos textos temáticos, pela realização das atividades propostas e pela interação entre os alunos e a equipa docente, num processo dinâmico e colaborativo. É um curso suportado pela plataforma Moodle, prevendo a participação dos alunos em algumas sessões síncronas via Skype. O processo de conceção, desenvolvimento, implementação, lecionação e avaliação deste curso resultou de um trabalho conjunto entre a equipa docente, responsável pela componente científica do curso, e a equipa técnico-pedagógica do Ensino a Distância da Universidade de Coimbra (UC_D), responsável pelo design

instrucional do curso e sua implementação na plataforma, assim como pelo acompanhamento técnico-pedagógico do curso durante a sua execução, numa lógica de tutoria técnica para os alunos e aconselhamento pedagógico para os docentes.

A Sala de Professores Online, desenvolvida neste contexto, surgiu da necessidade de apoiar uma equipa docente³⁴, composta por seis Professoras agregadas a quatro instituições de ensino superior diferentes, na conceção, desenvolvimento, implementação e lecionação do curso, tendo, por isso, havido necessidade de reservar um espaço, dentro da própria plataforma, exclusivo da equipa docente, no qual se pudessem concentrar todas as informações e interações importantes no domínio do curso.

No desenho e conceção da Sala de Professores Online considerámos fundamental que, para além de esta ser o principal veículo das interações e comunicações entre docentes e equipa técnico-pedagógica UC_D, a mesma se constituísse também como um espaço consultivo, no qual as docentes poderiam ter apoio no âmbito da utilização da plataforma Moodle e no âmbito das estratégias pedagógicas a adotar no que respeita à modalidade de ensino a distância. Neste sentido, esta sala dispõe de ferramentas de comunicação assíncrona (um fórum) e síncrona (um chat), que centralizam as comunicações e interações, permitindo o esclarecimento de dúvidas técnicas inerentes à utilização da plataforma, e também a partilha, reflexão e a reorganização das estratégias pedagógicas a utilizar na lecionação do curso. Para além disso, Sala de Professores Online as docentes podem descarregar textos decorrentes da temática do ensino a distância/professores *online*, e também tutoriais diversos de apoio à utilização do Moodle – como devem ser as primeiras interações na plataforma; as diferentes formas de comunicação com os alunos; procedimentos de classificação de trabalhos; edição do perfil do professor, etc.

Assim, os principais objetivos da Sala de Professores Online são:

- Promover a construção de uma docência crítica e fundamentada nas TIC
- Promover a construção de uma comunidade virtual docente
- Apoiar o Professor na construção da sua presença pedagógica ao longo do curso
- Facilitar a comunicação e interação dos docentes com a equipa de apoio técnico-pedagógico

Neste contexto, este espaço irá permitir aos docentes:

- Discutir problemas associados à prática do docente *online*
- Partilhar expectativas, dúvidas e recursos
- Colocar questões inerentes ao funcionamento técnico-pedagógico do curso

³⁴ Professora Doutora Madalena Alarcão (FPCEUC), coordenadora; Professora Doutora Maria Filomena Gaspar (FPCEUC), coordenadora, Professora Doutora Orlanda Cruz (FPCEUP); Professora Doutora Ana

II. METODOLOGIA

No âmbito da construção da comunidade virtual de aprendizagem docente do curso de Educação Parental, foram consideradas as diversas fases do modelo de Gilly Salmon [2], que fundamentam a intervenção do tutor no seu papel de consultor pedagógico em ensino a distância.

O objetivo deste nosso trabalho assenta na seguinte formulação:

- Compreender se as interações estabelecidas através do fórum da Sala de Professores Online entre a equipa tutora e a equipa docente do curso de Educação Parental contribuem para o desenvolvimento da presença pedagógica das docentes durante a lecionação do curso.

Assim, procedeu-se a uma análise das interações do fórum da Sala de Professores Online, ao longo das edições 03 e 04 do curso de Educação Parental (edição 03 já concluída + edição 04 em execução), no sentido de compreender o contributo das interações estabelecidas entre a equipa docente e a equipa tutora, que acompanha as docentes numa lógica de consultoria técnico-pedagógica em ensino a distância, para a construção da presença pedagógica durante a lecionação do curso.

Trata-se, pois, de um estudo exploratório no qual se pretende uma análise de carácter qualitativo e descritivo, tendo-se procedido a uma categorização das interações observadas de acordo com o modelo de Salmon [2].

O primeiro núcleo de interações analisadas decorreu entre 14 de outubro e 22 de dezembro de 2014, aquando da realização da edição 03; o segundo núcleo decorre entre 8 de março e 31 de maio de 2016, em período de execução da edição 04, analisando-se, neste caso, as interações decorridas até dia 6 de maio de 2016.

A. Participantes e procedimentos

Equipa docente constituída por seis professoras, duas com funções de coordenação do curso, lecionando e acompanhando a lecionação de todos os módulos; quatro com funções de lecionação em módulos pontuais, chamadas docentes externas.

Equipa tutora composta por duas consultoras educacionais com formação em Ciências da Educação e especialistas em design instrucional.

Foi constituída uma matriz de análise das interações entre a equipa docente do curso de Educação Parental e a equipa tutora com base no modelo de Salmon [2], na qual de enquadraram posteriormente as intervenções existentes.

TABELA I. CATEGORIAS DEFINIDAS PARA A ANÁLISE DAS INTERAÇÕES ENTRE A EQUIPA DOCENTE E A EQUIPA TUTORA

| CATEGORIAS | SUBCATEGORIAS |
|-----------------------|---|
| I. Acesso e motivação | Informações gerais sobre o funcionamento da plataforma e instalação de plug-ins |

Almeida (UM); Professora Doutora Teresa Brandão (FMH); Professora Doutora Isabel Maria Abreu Lima (FPCEUP)

| CATEGORIAS | SUBCATEGORIAS |
|-------------------------------|---|
| | Indicações para edição do perfil Normas sobre a utilização da SPO Boas-vindas aos docentes Desafios à partilha de dificuldades e experiências |
| 2. Socialização | Demonstração e partilha de emoções |
| 3. Troca de informação | Definição de estratégias para lecionação online (respostas e interação com os alunos e operacionalização de atividades) Lembretes no âmbito das atividades do curso (prazos, respostas aos alunos, etc.) Pontos de situação e monitorização de atividades dos alunos Informações académicas (pautas) |
| 4. Construção do conhecimento | Interações diretas entre docentes no âmbito da lecionação do curso, sem intervenção ou instrução por parte da equipa tutora |
| 5. Desenvolvimento pessoal | Reflexão final no âmbito do trabalho desenvolvido ao longo do curso |

III. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Em termos de análise, considerou-se que uma interação ocorria com o início de uma informação/comunicação/post no fórum, tendo havido um total de 218 interações no fórum da Sala de Professores Online ao longo das edições 03 e 04 do curso de Educação Parental.

Para a análise dos dados foi considerado não apenas o título de cada post iniciado no fórum da Sala de Professores Online, mas também o tipo de informação veiculada através do mesmo. Assim, embora numa primeira análise geral alguns posts se pudessem inserir numa determinada categoria, após uma análise ao seu conteúdo, estes acabaram por ter que ser inseridos numa outra categoria diferente, uma vez que o seu conteúdo assim o exigiu.

No quadro seguinte apresentamos as interações devidamente enquadradas de acordo com as categorias definidas.

TABELA II. DADOS RESULTANTES DA CATEGORIZAÇÃO DAS INTERAÇÕES DO FÓRUM DA SALA DE PROFESSORES ONLINE, TENDO POR BASE O MODELO DE SALMON

| CATEGORIAS | SUB CATEGORIAS | N.º DE POSTS INICIADOS | | N.º DE RESPOSTAS A CADA POST | |
|-------------------------------|--|------------------------|-------|------------------------------|-------|
| | | Ed 03 | Ed 04 | Ed 03 | Ed 04 |
| 1. Acesso e Motivação | Boas-vindas aos docentes | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Normas sobre a utilização da SPO | 1 | 0 | 1 | 0 |
| | Informações gerais sobre o funcionamento da plataforma e instalação de plug-ins | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Indicações para edição do perfil | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Desafios à partilha de dificuldades e experiências | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2. Socialização | Demonstração e partilha de emoções | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3. Troca de Informação | Definição de estratégias para lecionação online (respostas e interação com os alunos e operacionalização de atividades) | 18 | 16 | 53 | 48 |
| | Lembretes (prazos, respostas aos alunos, validações, etc.) | 0 | 2 | 0 | 1 |
| | Monitorização e controlo de atividades e dívidas dos alunos | 4 | 5 | 2 | 14 |
| | Informações técnicas no âmbito da utilização da plataforma | 0 | 1 | 1 | 0 |
| | Informações académicas (pautas e documentos formais) | 6 | 2 | 2 | 5 |
| | Outras (genéricas ou ambíguas) | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 4. Construção do Conhecimento | Interações diretas e exclusivas entre docentes no âmbito da lecionação do curso, sem intervenção ou instrução por parte da equipa tutora | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Informações no âmbito da especialidade de ensinar em ambientes online (o papel do Professor online) | 1 | 0 | 2 | 0 |
| 5. Desenvolvimento Pessoal | Reflexão final no âmbito do trabalho desenvolvido ao longo do curso | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | | 218 | | | |

Tal como prevíamos, a categoria **Troca de Informação** é a que reúne maior número de interações, apresentando 183 interações do total das 218 identificadas.

Dentro das suas subcategorias, o grosso das interações situa-se na *Definição de estratégias para lecionação online (respostas e interação com os alunos e operacionalização de atividades)*. Estes resultados decorrem do facto de todas as interações cujo conteúdo fornecia, de alguma forma, indicações e/ou sugestões para atuação dos docentes ou tutores junto dos alunos, terem sido caracterizados como *Definição de estratégias para lecionação online (respostas e interação com os alunos, e operacionalização de atividades)*, considerando que houve, de alguma forma, uma sugestão de atuação do docente ou tutor e análise e aceitação dessa sugestão para posterior implementação, numa lógica de definição conjunta entre tutores e docentes.

Pelo título dos *posts* iniciados no fórum, esperava-se uma maior densidade de interações nas subcategorias *Lembretes (prazos, respostas aos alunos, validações, etc.)* e *Monitorização e controlo de atividades e dúvidas dos alunos*, contudo, e porque a análise do conteúdo do *post* foi considerada para a sua categorização, estas categorias acabaram por não ter expressão na análise efetuada.

Para além das interações indicadas no quadro anterior, considerámos importante analisar outras interações de carácter geral, nomeadamente o número de *posts* iniciado no fórum da Sala de Professores Online, e que espelham o mural desse espaço, assim como o número de *posts* que foram iniciados e para os quais não houve qualquer resposta e, também, o número de interações iniciadas por docentes. Os dados mostram-nos que há um equilíbrio entre as 2 edições do curso, prevendo-se, no entanto, que o número de interações seja maior na edição 04 do que na edição 03, uma vez que na edição 04, que decorre no momento, falta ainda a execução de um dos módulos letivos.

TABELA III. OUTRAS INTERAÇÕES ANALISADAS FORA DO MODELO DE SALMON

| <i>Dimensão</i> | <i>Edição 03</i> | <i>Edição 04</i> |
|--|------------------|------------------|
| N.º de posts iniciados no fórum | 33 | 26 |
| N.º de posts sem resposta | 11 | 6 |
| N.º de interações iniciadas por docentes | 6 | 7 |

As interações sem resposta dizem sobretudo respeito a lembretes e monitorizações (pontos de situação), e também a sistematização de informações inicialmente veiculadas por outras vias (email ou mensagens privadas).

IV. CONCLUSÕES

O tipo de interações estabelecidas no fórum da Sala de Professores Online situa-se maioritariamente ao nível da **Troca de Informação**, nomeadamente na definição de estratégias para lecionação online no que respeita à construção de respostas e modos de interação com os alunos, e operacionalização de atividades, o que pode ser um bom indicador para a construção da presença pedagógica do docente ao longo do curso. Nesta categoria, observou-se interação e comunicação acerca da lecionação do curso que decorria, tendo-se, numa lógica de

formação-ação-reflexão, auxiliado efetivamente as docentes na construção da sua presença pedagógica. As poucas interações observadas nas subcategorias *Lembretes (prazos, respostas aos alunos, validações, etc.)* e *Monitorização e controlo de atividades e dúvidas dos alunos*, mostram que houve sempre intencionalidade pedagógica nas interações existentes, tendo sido muito poucos os *posts* meramente informativos e desprovidos de sugestões pedagógicas.

Mesmo quando um elemento da equipa docente iniciou um *post* para comunicar e interagir entre si, solicitou sempre a intervenção da equipa tutora, quer para efeitos de aconselhamento ou consultoria, quer para pedir a sua intervenção direta junto dos alunos, não tendo, por isso, existido interações exclusivas entre a equipa docente, o que acabou por condicionar a categoria **Construção do Conhecimento**, que pressupunha uma atuação autónoma da equipa docente relativamente à equipa tutora. De acordo com o modelo de Salmon a escalada das diversas fases pressupõe uma interatividade crescente entre os membros da comunidade, e cada etapa presume que os participantes possuam algumas competências técnicas, exigindo diferentes intervenções e competências de moderação. Neste sentido, parece-nos que a atuação pouco independente da equipa docente relativamente à equipa tutora poderá explicar-se, por um lado, pela possibilidade de intervenção da equipa tutora como um recurso de apoio junto dos alunos e, por outro, por alguns constrangimentos ao nível das competências técnicas da equipa docente, que se sentirá mais confortável com o aconselhamento da equipa tutora. Nesta perspetiva, em edições futuras, consideramos fundamental dedicar mais atenção à etapa Acesso e Motivação, promovendo a aquisição e consolidação das competências técnicas da equipa docente requeridas para uma utilização autónoma da plataforma.

Relativamente à categoria **Socialização**, verificamos que não houve nenhum *post* cujo assunto fosse exclusivamente dedicado à demonstração e partilha de emoções. No entanto, ao longo das várias interações no fórum, e em ambas as edições do curso analisadas, a partilha de emoções e afetividade foi fortemente demonstrada, quer pela equipa tutora, quer pela equipa docente, nomeadamente através do uso de *emojicons* e expressões de reconhecimento e agradecimento do trabalho desenvolvido por ambas as equipas.

Deixamos alguns exemplos de interações, que não estando integradas na categoria socialização, refletem partilha de emoções e afetividade:

TABELA IV. INTERAÇÕES QUE REFLETEM PARTILHA DE EMOÇÕES E AFETIVIDADE

| <i>Post de uma das docentes durante a execução da edição 03 do curso de Educação Parental</i> | <i>Post de uma das docentes durante a execução da edição 04 do curso de Educação Parental</i> |
|---|---|
| <p>"Boa noite Sandra e Joana,</p> <p>Obrigada pela vossa presença constante e estímulo às formandas nestas duas últimas atividades. Precisava de saber como acedo às Bandas Desenhadas e se todos os grupos conseguiram. Como não era uma tarefa da minha</p> | <p>"Obrigada Joana ☺</p> <p>Silvana, se precisar de alguma ajuda, diga.</p> <p>Um beijinho</p> <p>Madalena"</p> |

| <i>Post de uma das docentes durante a execução da edição 03 do curso de Educação Parental</i> | <i>Post de uma das docentes durante a execução da edição 04 do curso de Educação Parental</i> |
|---|---|
| <p><i>responsabilidade preciso que me clarifiquem se devo dar feedback (se sim onde) e se a atividade 2.6 é objeto de classificação.</i></p> <p><i>Um abraço virtual mas nem por isso menos caloroso às duas.</i></p> <p><i>Filomena”</i></p> | |

O facto de se verificarem apenas 2 interações na categoria **Acesso e Motivação**, explica-se pela ocorrência deste tipo de interações e informações acontecerem via email antes do curso iniciar. Em edições futuras, e para formalizar o Acesso e Motivação através da Sala de Professores Online, sugere-se a abertura da Sala de Professores um pouco antes do início do curso, organizando-se as diversas interações e atividades inerentes ao acesso e motivação das docentes por esta via.

Nestas duas edições analisadas não foram também observadas interações no âmbito da categoria **Desenvolvimento Pessoal**. As conclusões retiradas ao nível desta categoria são fundamentalmente recolhidas a partir de uma reunião de avaliação no final do curso, na qual se analisam os dados retirados da avaliação da satisfação dos alunos e se faz um balanço geral relativamente à forma como o curso decorreu nas suas várias dimensões. Em edições futuras, sugere-se o planeamento de uma atividade no fórum da Sala de Professores Online para reflexão conjunta relativamente à forma como a presença pedagógica das docentes se efetivou durante o curso e de que modo a Sala de Professores Online contribuiu para a construção dessa presença pedagógica.

Este estudo exploratório foi importante para perceber que estamos de facto a auxiliar a equipa docente na construção da sua presença pedagógica. Futuramente, será necessário complementar este trabalho com entrevistas às professoras envolvidas, cruzando também todos estes dados com as interações estabelecidas entre a equipa docente e os alunos nos fóruns do curso onde professoras e alunos interagem.

REFERÊNCIAS

- [1] Garrison, R., Anderson, T., & Archer, W. "Critical inquiry in text-based environment: Computer conferencing in higher education". *The Internet and Higher Education*, 2(2-3), 87-105, 2000.
- [2] Salmon, G. *E-moderating: The key to teaching and learning online*. London: Kogan Page, 2000.
- [3] Cole, R. A. *Issues in Web-based pedagogy: A critical primer*. Westport, CT: Greenwood Press, 2000.
- [4] Ally, M. (2004). "Foundations of educational theory for online learning". In Anderson, T. & Elloumi, F. (Eds) *Theory and Practice of Online Learning*, Canada, Athabasca University, 2004, pp. 3-31.
- [5] Morgado, L. "O papel do professor em contextos de ensino online: problemas e virtualidades". In *Revista Discursos*, nº especial, III Série, Lisboa, Universidade Aberta, 2001, pp. 125-138
- [6] Dillenbourg, P. "What do you mean by collaborative learning?" In P. Dillenbourg (Ed) *Collaborative-learning: Cognitive and Computational Approaches*. Oxford: Elsevier, 1999, pp.1-19.
- [7] Anderson, T., Rourke, L., Garrison, R., & Archer, W. *Assessing teaching presence in a computer conferencing context*. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 5(2), 1-17. 2001. Disponível [Online]: http://cde.athabascau.ca/coi_site/documents/Anderson_Rourke_Garrison_Archer_Teaching_Presence.pdf

A formação profissional contínua a distância em Portugal. Uma revisão de estudos académicos realizados entre 2000 e 2015

Fernanda Nogueira, Teresa Pessoa
Universidade de Coimbra, Portugal
fnogueira@fpce.uc.pt, tpessoa@fpce.uc.pt

Maria Jesus Gallego
Universidade de Granada, Espanha
mgallego@ugr.es

Resumo — Uma sociedade em constante mutação carece de mecanismos múltiplos de ação e intervenção que fomentem o desenvolvimento de competências e o subsequente processo de prosperidade das nações e de necessária justiça social. A formação profissional, em particular, a que se realiza a distância tem um importante papel na promoção de competências e na resolução de problemas como a ausência de profissionais especializados ou a necessidade de reconversão ou atualização de ativos. Defendemos que a investigação em educação tem um importante contributo a dar na análise das ofertas de formação profissional contínua (FPC) a distância e no seu desenho estratégico. Neste sentido, no âmbito deste artigo procedeu-se a uma revisão de estudos publicados no RCAAP (Repositório Científico de Acesso Aberto de Portugal) entre 2000 e 2015, procurando compreender o número, tipologia e demais características dos estudos realizados com enfoque na FPC a distância. A análise centrou-se num total de 60 estudos conducentes a grau académico, em particular sobre a especificidade do público-alvo, os setores de atividade mais estudados e as suas principais conclusões e/ou contributos, procurando dar destaque às principais tendências investigativas neste domínio e às conclusões e/ou recomendações partilhadas pelos investigadores.

Palavras-chave—formação profissional contínua; formação a distância; desfasamento de competências; formação de ativos; revisão de literatura; RCAAP

I. INTRODUÇÃO

Numa sociedade global e digital, na qual a informação, o conhecimento, elevados níveis de especialização, a capacidade de identificação, intermediação e resolução de problemas são a base para que indivíduos e empresas construam a sua superioridade em relação aos demais, torna-se fundamental olhar para a formação profissional e para o papel estratégico que esta representa e deve desempenhar. A FPC, em particular de adultos ativos e não ativos, é um elemento de desenvolvimento, inovação e competitividade que não pode ser ignorado. Por outro lado, as TIC representam um imenso potencial e permitem que no campo da educação e formação de adultos se avance de forma estratégica e decisiva, por um lado através da produção de materiais e recursos mais atrativos, adequados e interativos, por outro, na formação a distância que possibilita a ampliação dos espaços de atuação e ação e que abre portas à construção do conhecimento partilhado, à aprendizagem, à autorregulação, entre outros aspetos que destacaremos ao longo deste trabalho.

A análise e discussão do trabalho científico produzido neste domínio representa um importante contributo para as instituições de educação e formação de carácter público e privado, assim como, para a investigação em educação,

possibilitando melhorias nos processos de formação, na gestão da oferta e das redes de formação, assim como contribuindo para a importante e necessária reflexão no campo da qualidade e da certificação da formação. O presente artigo integra-se num estudo mais alargado sobre a importância do desenho estratégico da formação profissional à distância e inicia-se com uma contextualização teórica tendo em conta um melhor enquadramento conceptual do nosso campo de estudo, em seguida pela descrição da metodologia de investigação utilizada para a revisão de literatura realizada, seguindo-se a apresentação e discussão dos resultados e, por fim, as considerações finais.

II. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

A. O pós-profissionalismo o desfasamento de competências / "skills mismatch" e os desafios da FPC

O fenómeno profissional está em acelerada transformação. Segundo Kritzer [1, p.18] o pós profissionalismo caracteriza-se pela presença de três elementos: "a perda de exclusividade das profissões formais, a crescente segmentação e especialização da aplicação do conhecimento abstrato e a generalização do acesso à informação através das novas tecnologias". Está, assim, em curso um processo de mudança em que novas profissões emergem e, no qual, as profissões existentes se redesenham, adaptando-se às necessidades e à volatilidade do mercado de trabalho. Estamos inclusive a chegar a uma era em que a tendência é para a acumulação de várias profissões em um só indivíduo. Neste cenário de mudança onde se entrecruzam sociedade, sistema económico, informação/tecnologia e saber, o desenvolvimento de competências múltiplas, a formação especializada e a capacidade de adaptação a novas realidades, assim como, a motivação e capacidade de "aprender a aprender" são aspetos fundamentais que se perspetivam como garantia da empregabilidade. Por outro lado, o fenómeno de crise económica que se tem vindo a verificar nos últimos anos, um pouco por toda a Europa representou e, continua a representar, um desafio obrigando indivíduos e instituições a procurar alternativas, novas estratégias, novos caminhos. Urge, neste sentido, levar a cabo processos de formação que promovam e produzam competências, dentre as quais competências relacionais, tecnológicas, científicas (investigar e criar), informacionais, cognitivas, metacognitivas e comportamentais [2] que, dada a imutabilidade do conhecimento se configuram como as ferramentas mais adequadas ao desenvolvimento profissional de cada indivíduo e ao crescimento sustentado das organizações.

A Aprendizagem ao Longo da Vida (ALV) é, por todas estas razões, uma prioridade nas linhas estratégicas e de governação

Este trabalho é financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT – SFRH/ BPD/85083/2012).

nacional e europeia para a qual se tem canalizado recursos humanos, tecnológicos e financeiros relevantes nas últimas décadas, em particular depois da Declaração de Copenhaga (EF2010; EF2020). Estudos recentes apresentam evidências que um pouco por toda a Europa o nível de qualificação e as competências da classe trabalhadora tem vindo a aumentar, no entanto verifica-se um problema de desfasamento ao nível das competências (“*skills mismatch*”) [3]. De acordo com a CEDEFOP [3] podemos considerar que existe um problema de desfasamento ao nível das competências (“*skills mismatch*”) quando: os empregadores não conseguem encontrar o talento certo – tanto por escassez como por lacunas de competências (ex. devido ao avanço tecnológico); as pessoas assumem empregos que não correspondem às suas qualificações; e quando independentemente do seu nível de qualificação, as competências dos indivíduos não coincidem com as tarefas que desempenham.

Neste cenário de incertezas defendemos que resolver estes desafios da empregabilidade estão relacionados com a necessidade e importância da FPC que, por sua vez, depende de diferentes elementos, a saber, dos: **a) Indivíduos** – que devem procurar formação e frequentá-la numa perspetiva de autoaprendizagem e autoformação e de desenvolvimento de competências metacognitivas sobre o princípio do “*aprender a aprender*”, de forma a não ficarem ultrapassados e/ou obsoletos mantendo-se atualizados, motivados, garantindo métodos de trabalho mais eficazes, alcançando maior eficiência e maior produtividade; **b) Empregadores** – que devem estar sensibilizados para a importância e necessidade da ALV e proporcionar uma oferta de formação de competências internas adequada aos trabalhadores para que estes se adequem às necessidades da empresa evitando a escassez de competências e a desatualização dos recursos humanos; A oferta de empregos estimulantes e desafidores (ao nível da progressão de carreira e progressão económica) é igualmente fundamental, assim como, as oportunidades de quebrar barreiras geográficas com novos métodos e ferramentas de trabalho, em normas sustentadas em tecnologias –para as quais a formação é fundamental; **c) Entidades formadoras** (públicas e privadas) – em conjunto com os seus recursos humanos (nomeadamente formadores), modificando o paradigma pedagógico, reforçando as suas competências em domínios críticos do ciclo formativo, como o diagnóstico de necessidades, o planeamento e a avaliação [4,5], adaptando a sua ação aos perfis de saída dos profissionais assim como, garantindo a capacidade de mobilização e adequação de todo o sistema a um novo perfil de “aprendente” – o profissional ativo; **d) Associações e Sindicatos** – através da realização de estudos e análises, promovendo campanhas de sensibilização à importância e necessidade de formação profissional, divulgando boas práticas, prestando aconselhamento quanto a direitos e deveres [4]; **e) Estado** – enquanto regulador do sistema, assumindo a responsabilidade por garantir sistemas de formação eficazes, regidos por parâmetros de qualidade e eficiência, trabalhando com visão e de forma estratégica de modo a criar uma rede sustentada de instituições com uma oferta de competências adequada. Importante também o papel do Estado nos processos de candidatura e de acesso a apoios à formação [4,6] através da criação de mecanismos que simplifiquem e facilitem os processos administrativos.

A FPC tem, neste quadro de responsabilidades um papel fundamental do ponto de vista estratégico nacional, envolvendo indivíduos, organizações e o próprio Estado na conquista de patamares de qualidade, eficiência e produtividade que garantam a competitividade das e o bem-estar social.

B. O potencial da educação a distância para a formação de ativos

O conceito de EaD e a sua operacionalização tem evoluído ao longo dos tempos influenciado e sendo influenciado por teorias de aprendizagem e pela disponibilização de ferramentas tecnológicas que possibilitaram novas dinâmicas e experiências pedagógicas [7]. A formação a distância baseia-se na disponibilidade e na acessibilidade de materiais de aprendizagem (dimensão de mediação e distribuição de conteúdo) mas também nos processos de interação do aprendente com o tutor, entre aprendentes e, do aprendente com o conteúdo [8] (dimensão comunicacional), com o propósito de viabilizar e promover a aprendizagem.

Os processos de formação a distância são descritos como um poderoso instrumento pedagógico capaz de desempenhar entre outras funções, um papel fundamental na formação, atualização e reconversão de ativos. No âmbito deste estudo estamos particularmente focados na formação de profissionais no ativo (i.e. adultos que desempenhem um atividade profissional) excluindo processos de formação profissional ou vocacional de carácter inicial, normalmente dirigidos a jovens ou jovens adultos.

Entre as principais vantagens da formação profissional a distância elencadas a partir da investigação ou em estudos focados no ensino a distância destacamos [6,5,9]: **a) a facilidade de acesso e flexibilidade** – a formação a distância permite eliminar ou reduzir barreiras de acesso assentes na distância física e na indisponibilidade horária dos trabalhadores; a possibilidade de escolher o melhor horário para a formação e a não necessidade de deslocação representa um impacto (negativo) muito reduzido na produtividade da empresa; **b) a adequação aos ritmos de aprendizagem** – possível através de conteúdos construídos em seqüências pedagógicas devidamente estruturadas e interligadas que podem ser revistas e analisadas as vezes que cada formando entender como necessárias; esta característica assume especial importância quando falamos em profissionais no ativo, com menor disponibilidade de tempo; **c) a rapidez na disseminação da formação** – na medida em que um mesmo curso pode ser dinamizado em simultâneo em diferentes pontos geográficos; **d) a possibilidade de constante revisão e atualização dos conteúdos** – evita custos adicionais (de impressão) sendo mais adequado à mutabilidade do conhecimento e às alterações do mercado de trabalho atual; **e) a diminuição de custos** – de deslocação e infraestruturas quando comparados com o ensino presencial), reforçado pela oportunidade de crescimento em larga escala.

Do ponto de vista da produtividade das empresas e instituições, a distribuição em rede de mecanismos formativos potenciadores de atualização, reconversão ou reciclagem possibilitam uma maior rapidez, economia de tempo e uma rentabilização de custos ligados à formação dos profissionais no

ativo. Paralelamente devemos indicar as oportunidades de aquisição de competências no quadro de uma política de ALV e o reforço da autoaprendizagem e da autonomia do indivíduo.

Dentre os aspetos negativos a salientar temos: a iliteracia digital ou falta de competências digitais tanto de formandos como de formadores; a falta de interação social entre formandos; necessidade de autorregulação por parte dos formandos e de capacidades de autoestudo; o pesado investimento inicial para as organizações (sobretudo para as pequenas e médias empresas – PMEs); e a qualidade dos materiais e dos recursos.

III. METODOLOGIA

No âmbito deste estudo foi utilizada uma metodologia de revisão sistemática da literatura tendo em vista localizar, identificar e analisar estudos realizados em Portugal que se tivessem centrado na temática da formação profissional a distância. Na medida em que uma parte significativa da investigação realizada no domínio das tecnologias educativas se insere em estudos conducentes a um grau académico (mestrado ou doutoramento) realizamos para esta análise uma pesquisa no repositório nacional RCAAP, com foco em neste tipo de trabalhos. As perguntas de investigação que nortearam a pesquisa realizada foram: a) que tipo de estudos foram realizados versando especificamente a FPC (número de estudos e sua distribuição nos últimos 15 anos, instituições de ensino que conferiram o grau académico e tipo de graduação)? b) quais as principais enfoques/variáveis desses estudos (metodologia privilegiada, público-alvo, setor de atividade)? c) Quais as principais conclusões a retirar dos estudos realizados que permitam uma análise estratégica da oferta formativa e das principais necessidades neste domínio de intervenção?

A pesquisa foi realizada entre março e abril de 2016 cruzando-se os resultados de acordo com combinações das seguintes palavras chave “*formação profissional a distância*”; “*formação profissional*” e “*educação a distância*”; “*formação profissional*” e “*ensino a distância*”; “*formação profissional*” e “*e-learning*”. No âmbito deste trabalho, os investigadores localizaram, numa primeira fase (excluídas as entradas repetidas), um total de 151 dissertações de mestrado e 13 teses de doutoramento. Após a análise dos resumos desses trabalhos foram eliminadas as entradas que não se centravam no objetivo investigativo, tais como: estudos não direcionados para a formação profissional a distância; estudos desenvolvidos com alunos e não com adultos na sua vertente profissional; estudos que embora realizados numa Instituição de Ensino Superior (IES) Portuguesa versaram outra realidade (Cabo Verde; Brasil; Angola); estudos centrados na avaliação ou a certificação mas da formação profissional presencial; estudos com foco nas NEE; etc.).

Os resultados refinados da pesquisa encontramos em detalhe na subseção resultados, destacando-se desde já a análise final de 4 teses de doutoramento e 56 dissertações de mestrado (45 monográficas e 11 sustentadas em relatórios de estágio curricular, e por isso, com menor ou restrito pendor investigativo). Igualmente desenvolvido na subseção discussão dos resultados, e de forma a colocar em evidência as principais tendências investigativas neste domínio a nível nacional,

seleccionamos os trabalhos que se configuraram como mais relevantes e expressivos, apresentando e discutindo de forma crítica os seus resultados e principais conclusões.

IV. RESULTADOS

A. A FPC a distância – tipologia de estudos académicos realizados em Portugal de 2000 a 2015

Na Figura 1 destacamos um gráfico relativo ao número de publicações com um foco específico na FPC resultante da revisão realizada no RCAAP.

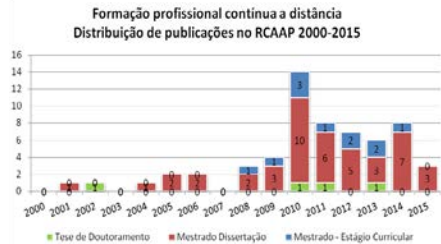


Fig. 1. Distribuição de publicações no RCAAP de 2000 a 2015

Identificamos um grande número de estudos no âmbito de dissertações de mestrado, essencialmente a partir de 2010, que associamos à implementação do processo de Bolonha. A existência de estudos conducentes ao grau de mestre com um carácter menos investigativo, associado à descrição de tarefas no seio de empresas foi também considerado para análise pelo *input* que estes trabalhos trazem, não tanto do ponto de vista da investigação mas, do ponto de vista da descrição das práticas e representações existentes no seio das instituições de estágios (IEFP, CEGOC, Hospitais, Bombeiros) e em particular em Departamentos de Formação de grandes empresas (SONAE, EDP, AXA, etc.).



Fig. 2. Distribuição de publicações por IES no RCAAP de 2000 a 2015

Relativamente à distribuição dos estudos académicos, disponíveis no RCAAP, por IES – Figura 2, concluímos que as IES que têm produzido mais neste domínio tem sido a Universidade de Aveiro, a Universidade de Lisboa (com elevado número de dissertações de componente curricular) e a Universidade Aberta. Quanto ao tipo de gradação concluímos que 31,63% são estudos com a denominação de Educação ou Ciências da Educação, 11,60% são Mestrados em Multimédia e Educação 10% em Comunicação Multimédia, sendo por isso as áreas científicas principais destes estudos (de acordo com a categorização da FCT) as Ciências da Educação e as Ciências da Comunicação. No entanto, salientamos a existência de estudos focados na temáticas noutras áreas científicas mais ligadas à Gestão, Recursos Humanos e Psicologia.

B. A FPC a distância – enfoque de estudos académicos realizados em Portugal de 2000 a 2015

No que concerne o enfoque metodológico dos estudos analisados (Figura 3) destacamos um elevado número de estudos de cariz qualitativo (43%) logo seguido de estudos de natureza mista (30%). As entradas referentes à legenda “não especificado” são estudos que se encontram em acesso restrito e no qual o resumo disponível não nos permitiu identificar o tipo de metodologia subjacente. Numa análise mais específica prevalecem Estudos de Caso e Estudo de Casos Múltiplos, alguns estudos recorrem à Investigação e Desenvolvimento (na criação e testagem de ferramentas, plataformas, cursos, modelos de formação, etc.) e, em estudos mais ligados à formação contínua de professores destacamos o recurso à Investigação-Ação e, por fim, encontramos ainda alguns estudos mais exploratórios com um cariz de ensaio teórico.

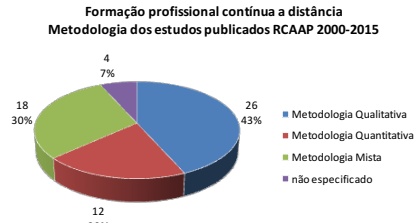


Fig. 3. Metodologia dos estudos publicados no RCAAP de 2000 a 2015

Na Figura 4 encontramos a distribuição com base nos âmbitos de atuação ou setores de atividade que versaram os estudos analisados. Identificamos que grande parte dos estudos realizaram-se com o foco em entidades formadoras tais como o CEGOC, o IEFP, os CFAE’s na análise das entidades formadoras certificadas pela DGERT, ou de ações integradas no Programa Aveiro-Norte, estudos focados em unidades de EaD como o CNED, o CEDES, a unidade de EaD do ISCTE; etc. Destacamos ainda o trabalho desenvolvido no setor das telecomunicação no seio do departamento de formação da PT-Inovação que foi alvo de 6 estudos, um de doutoramento e 5 de mestrado. Instituições do Estado seja na sua vertente mais administrativa como na vertente operacional (Polícia,

Bombeiros, Forças Armadas) representam também uma área de análise e com potencial para a aplicação de modelos de formação profissional a distância.

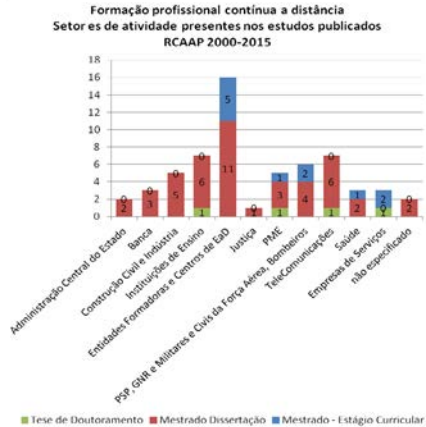


Fig. 4. Setores de atividade presentes nos estudos publicados de 2000 a 2015

C. A FPC a distância – principais contributos dos estudos académicos realizados em Portugal de 2000 a 2015.

Richter [10] categoriza as áreas de investigação no domínio do ensino a distância em três níveis: macro (sistemas e teorias de ensino a distância), meso (gestão, organização e tecnologia), e micro (ensino e aprendizagem). Tendo por base esta categorização procedemos à análise das conclusões dos estudos identificados no âmbito deste trabalho de forma a colocar em evidência alguns dos contributos investigativos dos estudos académicos identificados com o foco da formação profissional a distância.

1) Sistemas e Teorias de Ensino/Formação a Distância

Dos estudos analisados identificamos uma preocupação constante de análise da aplicação de sistemas de formação a distância nos mais variados âmbitos de atuação profissional, nomeadamente com análises, muitas vezes de representações sobre a aplicabilidade do modelo como complemento à oferta da formação tradicional, encarada como positiva e desejável por trabalhadores [11] e por dirigentes [12] Outros estudos destacam a importância e necessidade de garantir a qualidade pedagógica e técnica desses mesmos sistemas [13;14] ou evidenciam que a aceitação nos seios das organizações revelam com diferenças estatisticamente significativas em função da idade dos inquiridos [15].

2) Gestão Organização e Tecnologia

A um nível meso devemos destacar um elevado número de estudos que se debruçaram na procura de um modelo estratégico para uma dada instituição de educação ou entidade formadora

[16;17;18] departamento de formação de uma entidade [19; 20] ou com propostas mais amplas de interesse nacional [6;4;21;22;14]. Vários estudos focam-se na tecnologia educativa, nomeadamente no desenvolvimento e prototipagem de plataformas de m-learning [23;24], de plataformas de e-learning e/ou ferramentas específicas como a realidade aumentada [25] e a simulação virtual [26]. No entanto o maior destaque neste domínio vai para os estudos realizados no seio da PT-Inovação, que inclui o desenvolvimento da própria plataforma *Formare* [19] e a sua constante melhoria com o desenvolvimento de novas funcionalidades e ferramentas [27;28;29;30;31;32]. No que concerne a avaliação concluímos que existe vários estudos dirigidos a esta dimensão de análise, são estudos (a título de exemplo) que se debruçam sobre a avaliação de determinados programas específicos, como é o caso do Programa Aveiro-Norte [33] ou sobre a avaliação do uso de plataformas de e-learning específicas [34] destes, ambos apontam para um subaproveitamento das funcionalidades e potencial das ferramentas ou plataformas disponibilizadas. Já o estudo de Sousa [35] permitiu analisar a importância e a eficácia da formação b-learning (projeto-piloto) enquanto instrumento de desenvolvimento dos trabalhadores nas Lojas do Cidadão sustentando a criação de um departamento de formação para responder de forma mais eficaz às necessidades dos trabalhadores. Numa dimensão mais ampla, os estudos [6; 4; 5] destacam a necessidade e importância de um sistema de avaliação e certificação da qualidade no que se refere à formação profissional à distância. A ausência de padrões de qualidade, modelos de referência ou estudos credíveis sobre a oferta e a procura foram temas questionados em 2002 por Lagarto, reforçados por Gouveia [4] e mais recentemente questionados por Paiva [5] colocando-se em evidência, por esta última investigadora que a única avaliação que constitui prática corrente é a da satisfação, sendo ainda muitos os casos em que se trata do único nível de avaliação realizado. Posteriormente foi criada e desenvolvida pela TecMinho - Interface da Universidade do Minho, em parceria com a Quaternaire Portugal no âmbito do projeto Panorama e-Learning Portugal 2013, a Carta da Qualidade do e-Learning em Portugal (2014), mas nenhuma referência foi encontrada no âmbito deste trabalho.

3) Formação e Aprendizagem

O maior número de estudos analisados neste trabalho focam-se no desenho instrucional [36;37;38;39;40;41;42;43; 44;45;46;47;48;49]. Sustentado em metodologias quantitativas e/ou qualitativas os autores desenvolveram análises de experiências formativas tendo como objetivo validar a sua eficácia e pertinência no domínio profissional. Neste domínio, a necessidade de ir ao encontro das necessidades de formação é entendido como fator de sucesso [43;20;42] enquanto a destreza tecnológica dos participantes é referida como um elemento fundamental a ter em conta na decisão de adoção de modelos de formação a distância, sobretudo em públicos-alvo com menos qualificações [37;34;23;12]. O papel dos e-tutores e dos e-formadores é igualmente destacada como uma área necessária de investimento e qualificação por parte de indivíduos e instituições, reconhecida que é a importância da interação, da moderação, do feedback e do apoio do formador em ambientes online [50;51;40;52]. Outros estudos tiveram particular interesse

na dimensão da interação e da comunicação no seio das comunidades de aprendizagem [50;51;40].

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluímos este trabalho reforçando que a formação profissional a distância é uma área de interesse crescente e de intervenção de várias áreas científicas revelando-se muito importante a análise e meta-análise dos estudos publicados neste domínio. A análise preliminar apresentada no âmbito deste trabalho permite-nos afirmar que a formação profissional a distância é ainda pouco dominante no panorama nacional, muito embora os estudos revelem e apontem a importância de confluir esforços de diferentes entidades nacionais, locais, públicas e privadas. Esta sinergia é fundamental para desenvolver de forma estratégica uma rede de formação profissional a distância e a sua necessária regulamentação, com resultados práticos visíveis no seio das organizações e na sua produtividade, assim como no desenvolvimento pessoal e profissional dos cidadãos. Reforçamos também o papel das IES no desenvolvimento de investigação focada na formação profissional a distância, na medida em que consideramos fundamental a clarificação e disseminação de um modelo conceptual mais adaptado ao aprendente adulto, ativo e integrado profissionalmente. A investigação a desenvolver deve ainda de forma estratégica contribuir para um maior conhecimento do trabalho desenvolvido no seio de instituições formadoras sejam elas integradas nas próprias IES, nas empresas ou em entidades privadas e, paralelamente, ser um instrumento de disseminação de boas práticas.

REFERÊNCIAS

- [1] Monteiro, A. R. (2015). *Profissão Docente: profissionalidade e autorregulação*. São Paulo: Cortez.
- [2] Trigo, M. (2002). *Tendências da educação e da formação das pessoas*. In I. Silva, J. Leitão & M. Trigo (Eds.), *Educação e Formação de Adultos: Fator de Desenvolvimento, Inovação e Competividade*. ANEFA, Lisboa.
- [3] ANEFA, Lisboa. (2015). Matching skills and jobs in Europe Insights from Cedefop's European skills and jobs survey [online].
- [4] Gouveia, J. (2010). *Supervisão e avaliação da formação: metodologias para a avaliação de competências no processo formativo*. Tese de Doutoramento. Universidade de Salamanca.
- [5] Paiva, A. (2013). *O Universo em expansão...: a formação de activos com recurso a metodologias de elearning*. Tese de Doutoramento. Universidade Católica Portuguesa
- [6] Lagarto, J. (2002). *Ensino a distância e formação contínua : uma análise prospectiva sobre a utilização do ensino a distância na formação profissional contínua de activos em Portugal*. Tese de Doutoramento. Universidade Aberta.
- [7] Gomes, M. J. (2008). Na senda da inovação tecnológica na educação a distância. *Revista Portuguesa de Pedagogia*, 42(2), 181-202.
- [8] Anderson, T. (2003). Getting the mix right again: An updated and theoretical rationale for interaction. *The International Review of Research in Open and Distance Learning (IRRODL)*, 4(2) 1-14.
- [9] Welsh, E. T., Wanberg, C. R., Brown, K. G., & Simmering, M. J. (2003). E-learning: emerging uses, empirical results and future directions. *Inter. Journal of Training and Development*, 7(4), 245-258.
- [10] Zawacki-Richter, O. (2009). Research areas in distance education: A Delphi study. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 10(3), 1-10.
- [11] Neto, A. (2014). *Estudo para a implementação de um sistema de e-learning no Centro de Formação da RTP*. Dissertação de Mestrado Universidade Nova de Lisboa.

- [12] Mansos, L. (2008). *O E-Learning em centros de formação profissional de gestão participada*. Dissertação de Mestrado. Universidade Aberta.
- [13] Graça, J. (2005). *Avaliação da adoção da formação a distância: o caso de estudo da GNR*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro.
- [14] Caetano, S. (2014). *E-learning: Forma de passar à prática : um estudo sobre os fatores críticos de sucesso*. Dissertação de Mestrado. ISLA.
- [15] Ferreira, F. (2014). *A formação de ativos na PSP: o e-learning e o blended learning como modalidades complementares da formação contínua*. Dissertação de Mestrado. Universidade Aberta.
- [16] Canês, C. (2006). *Modelo de ensino a distância baseado em eLearning para o CEDES*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro.
- [17] Monteiro, J. (2004). *Proposta e discussão de um modelo de e-learning para o ISCTE*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro.
- [18] Rocha, A. (2015). *Ambientes online, tecnologias e CFAEs : um estudo sobre soluções em b-learning para a formação de professores*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Lisboa.
- [19] Santos, A. (2011). *As tecnologias da comunicação no suporte a ambientes de eLearning e bLearning: o ambiente Formare em contexto de formação profissional*. Tese de Doutoramento. Univ. de Aveiro
- [20] Lopes, C. (2011). *Estudo para a implementação de plataformas de e-learning no sistema de formação dos recursos humanos da saúde: o caso particular dos enfermeiros de um hospital privado*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Évora.
- [21] Marçal, J. (2010). *Blended learning em Portugal: Sinação actual e tendências futuras*. Dissertação de Mestrado. ISCTE.
- [22] Carvalho, J. (2010). *E-Learning: um factor dinâmico de sucesso em formação nas PME*. Dissertação de Mestrado. Universidade Portucalense.
- [23] Coutinho, J. (2013). *Mlearning: ambiente de aprendizagem com interface adaptativo*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Lisboa.
- [24] Abreu, A. (2015). *Transição do e-learning para o m-learning em contexto empresarial: potencialidades das TIC móveis*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Lisboa.
- [25] Amorim, C. (2013). *eLearning em contexto de formação profissional com realidade aumentada*. Dissertação de Mestrado. Univ. de Aveiro.
- [26] Santos, G. (2009). *O uso do e-learning como plataforma para formação técnica: o caso do e-WindTech*. Dissertação de Mestrado. Universidade do Porto.
- [27] Pinto, C. (2009). *Bibliotecas 2.0 na formação profissional à distância: estudo das necessidades e expectativas da PT Inovação*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro.
- [28] Ferreira, M. (2009). *Criação de uma biblioteca 2.0 para o Formare LMS*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro.
- [29] Bastos, A. (2010). *Criação de learning objects em contexto de formação profissional: desenvolvimento de interface no âmbito do projecto PoLO*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro.
- [30] Geitoso, A. (2010). *Desenvolvimento de interface para portal de learning objects*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro.
- [31] Pinho, A. (2012). *Retorno às histórias: tecnologias e processos de Digital Storytelling na formação profissional em contexto de aprendizagem corporativa*. Dissertação de Mestrado. Univ. de Aveiro.
- [32] Ribeiro, N. (2010). *Integração de um espaço virtual 3D num contexto de formação profissional a distância: um estudo de caso*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro.
- [33] Petiz, S. (2010). *O e-Learning como instrumento de inovação no ensino e na formação: o caso do Programa Aveiro Norte*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro.
- [34] Gaudêncio, A. (2014). *Campus virtual da justiça. A utilização de uma plataforma de e-learning na formação profissional dos oficiais de justiça*. Dissertação de Mestrado. Universidade Nova de Lisboa.
- [35] Sousa, A. (2014). *Novas tecnologias aplicadas à formação: um estudo de caso*. Dissertação de Mestrado. Instituto Politécnico de Setúbal.
- [36] Ferreira, M. (2006). *Metodologia e praxis do roteiro de formação: uma proposta de implementação no Programa Aveiro-Norte*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro.
- [37] Nogueira, M. (2010). *Novas técnicas e métodos de formação na construção civil*. Dissertação de Mestrado. Universidade Portucalense.
- [38] Rito, P. (2011). *E-Learning: formação para pessoas com necessidades educativas especiais*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro
- [39] Albano, N. (2012). *Utilização de tecnologia web 2.0 na aprendizagem autónoma de multimédia*. Dissertação de Mestrado.
- [40] Machado, S. (2010). *A formação profissional no contexto empresarial: proposta de um sistema de e-learning*. Dissertação de Mestrado. ISCTE.
- [41] Cacicó, L. (2001). *Ambiente virtual de e-learning: eficácia para a formação profissional em contexto organizacional*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Évora.
- [42] Teixeira, C. (2011). *A Formação Profissional como contributo para a Reinserção Social dos Reclusos: o caso específico da formação de formadores no quadro do Projecto Europeu E-Step*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Évora.
- [43] Barros, C. (2011). *O e-learning na manutenção industrial uma proposta de e-learning aplicada à manutenção produtiva total*. Dissertação de Mestrado. Universidade Nova de Lisboa.
- [44] Gomes, H. (2012). *Proposta e avaliação de modelo de formação em e-learning para profissionais de saúde*. Dissertação de Mestrado. Universidade Nova de Lisboa.
- [45] Reis, O. (2010). *Análise das estratégias pedagógicas adoptadas na formação profissional online*. Dissertação de Mestrado. Univ. de Lisboa.
- [46] Martins, R. (2015). *Desenvolvimento de um Ambiente Digital de Aprendizagem no Ensino de Introdução ao CAD num curso EFA - Técnico de Manutenção Industrial*. Dissertação de Mestrado. Universidade do Porto.
- [47] Larsen, A. (2013). *Construção de uma proposta formativa na modalidade e-learning para a CEGOC*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Lisboa.
- [48] Resa, S. (2011). *Aplicação criativa do e-learning à arte floral*. Dissertação de Mestrado. Universidade Nova de Lisboa.
- [49] Mendes, S. (2012). *Transferência da formação no e-learning*. Dissertação de Mestrado. ISCTE.
- [50] Sampaio, A. (2011). *Uma abordagem ao e-learning na formação profissional: estratégias para o sucesso de modelos de aprendizagem assíncronos, sem sistema de tutoria*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Lisboa.
- [51] Caridade, M. (2012). *Formação profissional : conceção, implementação e avaliação de cursos e-learning*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Lisboa.
- [52] Leitão, H. (2014). *E-Tutor: especialização pedagógica em e-learning*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Lisboa

Ambientes Virtuais Híbridos. Uma possível solução para ensino de programação de computadores em uma universidade amazônica

Ms. Marcello Batista Ribeiro
Programa de Doutorado em Sociedade, Natureza e Desenvolvimento
Universidade Federal do Oeste do Pará, UFOPA
Santarém, Brasil
mribeiro@unir.br

Dra. Tania Suely Azevedo Brasileiro
Programa de Doutorado em Sociedade, Natureza e Desenvolvimento
Universidade Federal do Oeste do Pará, UFOPA
Santarém, Brasil
brasileiro.tania@gmail.com

Abstract—The low number of graduates and high evasion in courses related to computing is becoming a fact of life in Brazilian universities and, consequently, is no different in the Amazonian populations. Much has been done to solve the problem, but it persists. In this context, a new methodology that integrates traditional classroom with virtual learning environments and mobile devices can be a solution, especially for the reality of the Amazonian populations. This work is part of a doctoral thesis that aims to create a methodology supported by a virtual environment integrated, hybrid, for teaching of the program Language. This innovative proposal also aims to encourage the adoption of cloud computing, which is now being considered a form of IT - green.

Keywords—IT-Green; e-learning; cloud computing; hybrid learning environment; mobile device

I. CONTEXTUALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA PROBLEMÁTICA

Os motivos que levam algumas pessoas a ter uma aprendizagem melhor ou pior que outras é algo que intriga muitos educadores. No Brasil, isto não é somente intrigante mas, de certa forma, é até constrangedor. Conforme o último relatório do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes - PISA (*Programme International for Student Assessment*), publicado em 2012, o Brasil está com baixo aproveitamento para os níveis considerados aceitáveis, bem como para os padrões internacionais nas áreas de compreensão de Textos, Matemática e Ciências¹ [1].

A dificuldade, principalmente na compreensão de Textos e/ou Matemática, pode ser um fator relevante na aprendizagem e na evasão em alguns cursos de nível superior, fato que vem crescendo ano a ano, e ainda não há um estudo conclusivo sobre quais fatores levam a esta realidade, e o quanto cada um influencia na repetência e/ou na evasão do aluno.

Assim como no ensino fundamental e médio, também podem ser verificados índices de aproveitamento abaixo do esperado em algumas disciplinas de cursos superiores. Dentre essas disciplinas, destacam-se as de ensino de Programação em cursos relacionados à área de Computação. Estudo realizado demonstra que a área de ciências, matemática e computação é a segunda área de conhecimento com maior índice de evasão, e só perde

para a área de Serviços [2]. Este fato pode ser melhor visualizado na Tabela I.

TABELA I. CORRELAÇÃO ENTRE EVASÃO ANUAL E DEMANDA NO PROCESSO SELETIVO POR ÁREA NO ANO DE 2005

| Áreas | Áreas | No de candidatos por vaga |
|--------------------------------------|-------|---------------------------|
| Saúde e Bem-Estar Social | 19 | 3,3 |
| Agricultura e Veterinária | 13 | 4,5 |
| Engenharia, Produção e Construção | 20 | 2,5 |
| Ciências, Matemática e Computação | 28 | 2,2 |
| Ciências Sociais, Negócios e Direito | 24 | 1,8 |
| Educação | 15 | 1,6 |
| Humanidades e Artes | 25 | 2,3 |
| Serviços | 28 | 1,3 |
| Brasil | 22 | 2,1 |

Entre os quarenta e sete cursos pesquisados no período de 2001 à 2005, os cursos ligados a computação estão empatados com a área de Serviços em 1º lugar em taxa de evasão. Ainda em relação à esta pesquisa, a mesma mostrou que existe uma correlação entre a taxa de evasão e a relação candidato/vaga [2]. Nela, a área com maior índice de evasão foi a de serviços, que teve uma taxa de 28% e o menor índice de candidato vaga de 1,3%, e a área com menor taxa de evasão foi a área de Agricultura e Veterinária com 13% e teve o maior índice de candidato vaga com 4,5%. Porém, duas áreas fogem a regra, a de Educação com evasão de 15% e candidato vaga de 1,6%, e a área de ciências, Matemática e Computação com evasão de 28%, e de candidato vaga 2,2%. Fazendo uso da lógica, e para que se faça jus a correlação citada, a evasão na área de Educação deveria ser maior do que a de Ciências, Matemática e Computação, mas ocorre o contrário. Analisando superficialmente os dados apresentados, podemos inferir que na área de Ciências, Matemática e Computação existe “um algo a mais” que levam os alunos a desistir, o que só piora a situação dos cursos relacionados a esta área.

¹O PISA avalia alunos com idade de 15 anos de idade e matriculados a partir do sétimo ano de estudo.

É provável que a dificuldade de aprendizado no ensino fundamental e médio, já mencionado no início deste texto, esteja relacionada consequentemente a desistência dos alunos de computação. Porém, uma vez que um aluno entra em um curso de nível superior, por algum processo de seleção, ele não pode mais ser devolvido ao ensino médio e nem tão pouco ser desligado do curso por não atingir os níveis esperados de aprendizado em suas disciplinas, pelo menos esta é a regra que vale atualmente no Brasil. Portanto, um aluno que tenha sido selecionado para um curso de Computação e apresentar dificuldades de aprendizagem, principalmente em Matemática, interpretação de textos e raciocínio lógico, muito provavelmente fará parte de uma das estatísticas comuns aos cursos de Computação: repetência, evasão ou ambos. Como se não bastasse, ainda existem fatores que também podem influenciar no aprendizado Programação, tais como: o posicionamento da disciplina na grade dos cursos, número de alunos por turma entre outros.

Para tentar contornar esta realidade, alguns estudos estão sendo realizados a fim de mitigar as dificuldades no aprendizado e, por consequência, diminuir também a repetência e a evasão dos cursos. Estudos sobre Tutores inteligentes [3] e Ambientes virtuais de Educação [4] são exemplos sobre o que vem sendo feito para tentar melhorar esta realidade. Porém, isto não basta, tendo em vista que o processo de ensino e aprendizagem compreende aspectos cognitivos complexos e não podem ser resumidos apenas à criação de sistemas mecânicos e automatizados, que visam basicamente a uma melhor organização e disponibilização de materiais didáticos. Estudos verificaram que os alunos não aprendem no mesmo ritmo, e alguns precisarão de mais atenção do que outros. Baseado nestas observações, foram desenvolvidos trabalhos que ajudam na definição de estilos cognitivos [5]. A evolução dos estudos sobre estilos cognitivos permitiu a construção de tutores inteligentes onde o ambiente computacional define automaticamente o estilo cognitivo de cada aluno [6]. Mesmo com estes avanços alcançados nos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) *e-learning*, a eficiência no uso destas ferramentas não são suficientemente significantes, o que leva os pesquisadores a procurar outros caminhos. Com os avanços na *hardware* da tecnologia *Mobile*, projetos de uso de dispositivos móveis no auxílio de aprendizado - *m-learning*, tornaram-se viáveis [7]. Atualmente, há uma tendência a criação de sistemas híbridos, ou seja, parte funcionando em *e-learning*, e parte funcionando em *m-learning* [4].

É muito importante para o aluno de Programação passar o maior tempo possível em contato com o conteúdo ministrado em sala de aula. A programação exige um estudo muito prático e intensivo. Muitas disciplinas exigem metodologias de estudo a base de leituras e memorização de fórmulas ou procedimentos. Programar requer um método diferente de estudo que envolve muita compreensão, reflexão e treino. A única forma de aprender a programar é programando [8].

Ao analisar o exposto anteriormente é possível inferir uma hipótese de que quanto maior a possibilidade de contato do aluno com suas atividades de programação, maior a possibilidade de aprendizado do mesmo. Se esta hipótese for verdadeira, a construção de um ambiente híbrido de programação que envolva

ambiente computacional *desktop*, juntamente com dispositivos móveis (*smartphones* e *tablets*), possibilitará uma melhor integração entre o aluno e o problema de estudo, o que deve proporcionar uma significativa melhora no aprendizado.

A manutenção de taxas elevadas de evasão em cursos de Computação significa um prejuízo financeiro para as Universidades e um prejuízo incalculável para a sociedade. Fazer uso das tecnologias da informação para diminuir o impacto causado pelas disciplinas relacionadas à Programação é muito bem vindo, e pode ajudar neste processo, seja na melhora da comunicação entre aluno-aluno ou aluno-professor, seja na melhor disponibilidade de materiais e recursos para os alunos. O ensino a distância através dos AVA's já está bastante difundido no mundo inteiro. Porém, o uso de dispositivos móveis para o aprendizado (*m-learning*) ainda está iniciando, mas com um potencial extraordinário de manter a proximidade do aluno com o seu ambiente e os problemas de Programação, por exemplo; haja visto que no Brasil o uso de *smartphones* e *tablets* tem aumentado consideravelmente. Com a diminuição dos custos dos *smartphones* e *tablets* e com a melhora do *hardware* desses dispositivos, foi verificada uma preferência pelo acesso à Internet através destes, ao invés de *desktops* e *notebooks*. Celulares e *tablets* tornaram-se os aparelhos exclusivos de 11,5% dos domicílios para acesso a Internet, o que reforça a importância da inclusão destes ao processo de ensino-aprendizagem [9].

A literatura atual mostra uma tendência para os ambientes híbridos de aprendizagem, os quais possuem grande potencial a ser estudado, tendo em vista que poderão disponibilizar ao aluno o melhor dos dois ou mais mundos (*e-learning*, *m-learning*...) de forma integrada. Apesar de ainda estar no estado da arte, as tentativas de mesclar dois ou mais modelos já existem há algum tempo. No Brasil há relatos de experiência de tentar de integrar o uso de um AVA (TelEduc) à sala de aula presencial em 2008 [10]. Contudo, com o modelo híbrido em nuvem surge a possibilidade de centralização dos serviços e a este modelo computacional dar-se o nome de *cloud computing* (Computação em nuvem). De acordo com o *National Institute of Standards and Technology* (NIST), a Computação em Nuvem é um modelo para acesso conveniente, sob demanda, e de qualquer localização, a uma rede compartilhada de recursos de computação (isto é, redes, servidores, armazenamento, aplicativos e serviços) que possam ser prontamente disponibilizados e liberados com um esforço mínimo de gestão ou de interação com o provedor de serviços [11].

Assim, a criação de um ambiente onde servidores, *desktops* e dispositivos móveis possam estar integrados a um sistema direcionado para o ensino de Programação, tenderá a deixar o aluno mais integrado a disciplina, podendo o mesmo acessá-la de qualquer lugar e a qualquer momento. Em um sistema híbrido, o aluno poderá iniciar um exercício de Programação no laboratório de sua Universidade, terminá-lo com o celular ou *tablet*, submetê-lo à compilação ou execução a distância no servidor da sua Universidade e ainda receber os resultados no seu dispositivo *on-line*. Ou seja, ele poderá compilar, executar e conferir seus resultados, podendo o mesmo estar em uma fila de banco, dentro de um ônibus ou trem, ou de qualquer lugar que haja acesso a Internet, seja ele por *wi-fi*, operadores de telefonia

móvel, ou qualquer outro tipo de acesso que estiver disponível. Os alunos também poderão se comunicar de forma instantânea através de seus dispositivos móveis para compartilhar dúvidas e construir soluções de forma virtual. Sistemas instalados no(s) servidor(es) poderão analisar o perfil dos alunos e propor a cada um deles um sistema cognitivo mais adequado, entre outras muitas possibilidades de melhorias ao realizar esta fusão de AVA's, atualmente orientados ao uso de *desktop* e *notebooks*, e o *m-learning*. Portanto, desenvolver uma metodologia sustentável de ensino de linguagens de programação em nuvem, o que leva a uma prática educativa de TI Verde, fazendo uso de Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) híbrida, que seja mais eficiente e eficaz que as estratégias de ensino convencionais é o objetivo desta tese.

Na busca de soluções voltadas para formas sustentáveis de desenvolvimento e aprendizagem no ensino superior, o presente estudo propõe agregar conhecimentos da área de Ciências da Computação, quando se trata do conhecimento de Linguagens de Programação, interface homem-computador, programação para dispositivos móveis, objetos distribuídos, sistemas operacionais e engenharia de *software*; Engenharia da Computação, quando se trata do dimensionamento e especificação de *hardware* e infraestrutura de comunicação de dados; e Informática na Educação, quando se prevê o uso de objetos educacionais e construção de modelos para o ensino de Linguagens de Programação com vistas a melhoria do processo ensino aprendizagem destas linguagens, contribuindo assim para a diminuição da repetência e, conseqüentemente, da evasão nos cursos/disciplinas da área de Computação.

Realizar o estado da arte acerca das metodologias de ensino de Programação que fazem ou não uso de dispositivos móveis como recurso para o aprendizado e discuti-las é uma necessidade, bem como diagnosticar os ambientes AVA mais utilizados no ensino de Programação para os cursos a distância. Assim, pretende-se desenvolver um protótipo de ferramenta que facilite a comunicação entre usuários, a codificação, compilação e visualização de resultados de programas através de dispositivos móveis (*tablets* e *smartphones*) e também *desktops*, potencializando o aprendizado das linguagens de programação, contribuindo para a difusão da prática de Computação em nuvem, considerada uma forma de TI Verde, sendo que o novo modelo estará preparando o novo programador para práticas sustentáveis de utilização dos computadores.

Cabe destacar que a *cloud computing* reduz o consumo de energia na computação empresarial e, conseqüentemente, a emissão de CO₂, ou seja, os profissionais de computação que aprenderem utilizando o modelo proposto neste estudo provavelmente adotaram *cloud computing* em seu ambiente de trabalho, o que poderá vir a contribuir com a diminuição de gases do efeito estufa no futuro [12].

II. MATERIAIS E MÉTODOS

Para alcançar o objetivo proposto adotar-se-á um estudo descritivo de abordagem qualitativa. Em primeiro lugar será feita a pesquisa bibliográfica com autores da área de Educação, Psicologia e Informática na Educação que deem suporte teórico, tendo em vista a questão de aprendizado de jovens e adultos.

Essa pesquisa será realizada também sobre AVA's, e tendo como resultado a escolha de um destes que seja um *software* livre e aceite modificações em seu código. Ao definir este AVA, serão construídos três módulos: o primeiro trata-se de uma interface entre o AVA e dispositivos móveis (*Tablet* e *smartfone*), onde as principais funções do AVA ficarão visíveis para um aplicativo que será criado para dispositivos móveis, ou seja, tudo que poder ser feito em *desktop* também terá sua versão *mobile*. O segundo módulo, que será acoplado ao AVA, realizará a compilação, execução, depuração de erros e envio de resultados de programas a distância pelo lado do servidor. Já existem ambientes parecidos, como o URI [13], utilizados principalmente em treinamentos para competições, como a maratona de programação, e o sistema BOCA [14], adotado para gerenciar estas maratonas. O diferencial deste módulo é que, além de ser similar aos dois últimos sistemas citados, também será acoplado ao ambiente AVA e permitirá a execução de visualização de programas a distância, tanto a partir de *desktop* quanto de dispositivo móvel, como *smartfone* e *tablet*. Um terceiro módulo será um aplicativo para dispositivos móveis e que conversará com o módulo dois, criado no ambiente AVA. Este aplicativo permitirá ao aluno a comunicação entre usuários participantes e a continuidade dos estudos de programação iniciados em aula. Os programas iniciados em sala de aula, finalizados ou não, poderão ser acessados após a mesma por dispositivos móveis ou *desktop*, permitindo que o aluno possa compilar, executar, depurar erros e visualizar os resultados. Como limitação, o aplicativo para dispositivo móvel não funcionará com programas que contenham, em sua saída, elementos de interface gráfica; apenas as saídas dos programas direcionadas para a saída padrão, em modo texto, poderão ser visualizadas pelos dispositivos móveis.

Para comprovação da hipótese anunciada será aplicado um estudo comparado com quatro turmas do curso de Ciência da Computação de duas universidades públicas, a saber: Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA) e Universidade Federal de Rondônia (UNIR). A UFOPA é a única universidade federal brasileira com sede no interior da Amazônia, na cidade de Santarém, Oeste do Pará (Amazônia Oriental). Esta Universidade conta com uma *link* de 1 Gb/s (Gigabits por segundo), porém a distribuição nas suas três Unidades acadêmicas ainda é precária, o que gera muita lentidão e frequente perda do sinal. A UNIR é uma universidade localizada na cidade de Porto Velho-RO (Amazônia Ocidental), possuindo um *Link* de 3 Gb/s, com melhor distribuição e disponibilidade de sinal do que a UFOPA. Pelo fato das duas universidades terem realidades diferentes quanto ao acesso à rede, principalmente no que se refere ao desempenho da *Internet* e suas possíveis interferências nos resultados do estudo, buscar-se-á aplicar o modelo proposto em metade das turmas envolvidas e será adotado grupo controle com a outra metade. Para tal, se fará inicialmente um levantamento do nível de rendimento acadêmico dos alunos implicados no estudo experimental, bem como seus conhecimentos prévios acerca da disciplina em questão, com vistas a seleção daqueles que farão parte do monitoramento do aprendizado por meio do uso do protótipo como prova de conceito. Após um semestre de cada disciplina realizada buscar-se-á aplicar um instrumento com escala de Likert visando identificar o nível de aprendizado em relação ao

demonstrado no diagnóstico prévio. Importante frisar que a noção de TI verde estará sendo verificada como estudo e prática de computação em nuvem durante as atividades de linguagens de programação.

III. RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES PARCIAIS DO ESTUDO

Os resultados esperados se integram à tese de doutorado em andamento junto à linha de pesquisa Gestão do Conhecimento e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável do Programa de Doutorado Interdisciplinar em Sociedade, Natureza e Desenvolvimento da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA). Esta linha engloba estudos que focalizam a formação de recursos humanos e produção de conhecimentos voltados para a sustentabilidade baseada em Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) e Modelagem Computacional. Neste sentido, prever-se a construção de um ambiente computacional híbrido fazendo uso destas Tecnologias, que funcionará com *cloud computing* (Computação em nuvem), o que pode levar a uma prática educativa de TI Verde, aqui entendido como o estudo e prática relacionados à concepção, fabricação, utilização e descarte de computadores, servidores e subistemas associados (monitores, impressoras, dispositivos de armazenamento e de rede e comunicação de sistemas) eficiente e eficaz, com o mínimo ou nenhum impacto sobre o ambiente [15].

Assim, como resultados pode-se destacar os seguintes: i) apontar os principais fatores que levam aos altos índices de repetência e de evasão nas disciplinas de Programação de computadores no curso de Ciência da Computação das IFES estudadas; ii) definir um sistema de Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) integrado a um servidor de aplicações, e que atenda tanto a computadores *desktops* quanto dispositivos móveis; iii) criar um modelo de aprendizado que utilize o ambiente (AVA) adaptado e que possa mitigar o índice de repetência e evasão destas disciplinas; iv) fazer a inserção da prática de utilização de plataformas *cloud computing* para novos programadores.

Entre os benefícios que podem ser obtidos por meio de utilização da Computação em Nuvem destacam-se a redução de custos, a economia de energia e a rápida implantação. A computação em nuvem é uma forma de TI Verde [16], que envolve a preocupação com a sustentabilidade no setor tecnológico [12]. Educar futuros programadores em plataformas *cloud computing* é acelerar o uso de TI Verde nos sistemas que ainda serão criados e a possível garantia de um uso sustentável da energia consumida pelos computadores em um futuro próximo.

REFERÊNCIAS

- [1] PIZA, “Relatório Nacional PISA 2012: Resultados Brasileiros”, São Paulo, 2013. Available at: http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2014/r/relatorio_nacional_pisa_2012_resultados_brasileiros.pdf. [Acessado: 01-fev-2016].
- [2] R. L. L. E. S. Filho, P. R. Motejanos, O. Hipólito, e M. B. de C. M. Lobo, “A evasão no ensino superior brasileiro”, *Cad. Pesqui.*, vol. 37, n° 132, p. 641–659, dez. 2007.
- [3] R. M. Vicari e L. MM. Giraffa, “Fundamentos dos sistemas tutores inteligentes.” in *Sociedades artificiais: a nova fronteira da inteligência das máquinas*. Porto Alegre: Bookman. ISBN (2003): 85-363.
- [4] C. M. Tobar, J. L. G. Rosa, J. M. A. Coelho, e R. Pannain, “Uma arquitetura de ambiente colaborativo para o aprendizado de programação”, in *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, 2001, vol. 1, p. 367–376.
- [5] P. M. Mozzaquatro, “Adaptação do Mobile Learning Engine Moodle (MLE Moodle) aos Diferentes Estilos Cognitivos Utilizando Hpermidia Adaptativa”, Dissertação de Mestrado, PPGI do Centro de Tecnologia Santa Maria, UFSM, Santa Maria-RS, BRA, 2010.
- [6] A. KONZEN, P. JAQUES, e M. Axt, “Modelagem de um agente pedagógico emocional levando em consideração estratégias cognitivas e afetivas”, in *Anais do Simpósio Bras. Informática Na Educ.*, Aracaju, 2011, p. 1816-1821.
- [7] R. R. Almeida e C. A. F. de Araújo Jr, “O Uso de Dispositivos Móveis no Contexto Educativo: Análise de Teses e Dissertações Nacionais”, *Rev. Tempos E Espaço, Em Educ.*, vol. 6, p. 25–36, dez. 2013.
- [8] A. Gomes, C. Areias, J. Henriques, e A. J. Mendes, “Aprendizagem de programação de computadores: dificuldades e ferramentas de suporte”, *Rev. Port. Pedagog.*, n° 42-2, p. 161–179, 2008.
- [9] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Org., *Acesso à Internet e posse de telefone móvel celular para uso pessoal, 2011: Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2013.
- [10] T. S. A. Brasileiro e M. B. Ribeiro, “O Teleduc como recurso Tecnológico ao ensino presencial na Universidade Federal de Rondônia”. In: Nair Ferreira Gurgel do Amaral; Tania Suely Azevedo Brasileiro. (Org.). *Formação Docente e Estratégias de Integração Universidade/Escola nos Cursos de Licenciatura*. Ied. Porto Velho: EDUFRO, 2008, v. 2, p. 1124.
- [11] P. Mell e T. Grance, “The NIST definition of cloud computing”. 2011. [Online]. Available at: <http://faculty.winthrop.edu/domann/csci411/Handouts/NIST.pdf>. [Accessado: 20-jan-2016].
- [12] “Imprensa | LaSSu”, *Laboratório de Sustentabilidade*. [Online]. Available at: <http://lassu.usp.br/imprensa>. [Acessado: 26-jun-2016].
- [13] “URI Online Judge”. [Online]. Available at: <https://www.urionlinejudge.com.br/judge/en/login>. [Acessado: 26-jun-2016].
- [14] “BOCA Online Contest Administrator”. [Online]. Available at: <http://www.ime.usp.br/~cassio/boca/>. [Acessado: 26-jun-2016].
- [15] D. B. Dolci, G. L. Lunardi, A. C. Salles, e A. P. F. Alves, “Implementation of Green IT in Organizations: A Structural View”, *Rev. Adm. Empres.*, vol. 55, no 5, p. 486–497, out. 2015.
- [16] R. M. Richter, “TI Verde: Sustentabilidade por meio da Computação em Nuvem”, 2012. [Online]. Available at: <http://www.cps.sp.gov.br/pos-graduacao/workshop-de-pos-graduacao-e-pesquisa/007-workshop-2012/workshop/trabalhos/desenvgesti/ti-verde-sustentabilidade.pdf>. [Acessado: 26-jun-2016].
- [1] PIZA, “Relatório Nacional PISA 2012: Resultados Brasileiros”, São Paulo, 2013. Available at:

Um Estudo Comparativo sobre Sistemas de Recomendação para Ambientes Virtuais de Aprendizagem

Yanna L. K. F. Cruz
Departamento de Informática
Universidade Federal do Maranhão – UFMA
São Luis - Brasil
nanaketlyn@gmail.com

Kayla R. Braga
Departamento de Matemática
Universidade Federal do Maranhão – UFMA
São Luis - Brasil
kaylabrasil@hotmail.com

Elielson M. Pires
Faculdade Devry São Luis
São Luis - Brasil
epires@devrysaoluis.edu.br

Antonio Phillipi. M. Silva
Faculdade Devry São Luis
São Luis - Brasil
thillipi.ti@gmail.com

Ivo José C. Serra
Departamento de Informática
Universidade Federal do Maranhão – UFMA
São Luis - Brasil
ivocserra@gmail.com

Abstract—Recommend didactic material or users in virtual learning environments, without the use of filtering techniques, it is a complex and costly task. Such filtering techniques, in the context of the recommendation, are techniques responsible for the ordering of items to be recommended. The result of this sorting varies with the techniques and mechanisms adopted by each model of recommendation system. Thus, it is proposed in this paper is develop a qualitative evaluation of recommender systems for virtual learning environments based on criteria previously defined for this purpose. Aiming to discuss and qualify effectively models defined hitherto.

Keywords—Recommendation Systems; Information Filtering; Virtual Learning Environment

I. INTRODUÇÃO

Diversos Sistemas de Recomendação têm sido desenvolvidos com o intuito de auxiliar na recomendação de materiais didáticos ou usuários em ambientes virtuais de aprendizagem, como exemplo: o modelo Bremgartner e Netto [6], o modelo de Ferro [9], o modelo de Carlos e Azevedo [12] e o modelo de Moraes e Franco [19]. Estes sistemas utilizam inúmeras técnicas de filtragem de informação, dentre elas, podem-se citar a filtragem baseada em conteúdo [17], responsável por recomendar itens que são similares ao perfil do usuário, a filtragem colaborativa [15], que realiza a recomendação de itens através de usuários que possuem preferências em comum e a filtragem híbrida [16], que combina os pontos fortes e fracos da filtragem baseada em conteúdo e da filtragem colaborativa.

Os ambientes virtuais de aprendizagem são sistemas computacionais responsáveis por dispor de maneira organizada, ferramentas ou recursos que auxiliam no processo de aprendizagem. Esses recursos ao serem interagidos pelos usuários do sistema dão suporte à aprendizagem, seja ela à

distância ou presencial. Além disso, os ambientes virtuais de aprendizagem permitem o uso indiscriminado desses recursos, colaborando com a expansão de materiais didáticos disponibilizados a seus usuários, causando problemas, como a sobrecarga de informação, fazendo com que o usuário tenha dificuldade em encontrar um material que atenda ao seu interesse. Desta forma, há a necessidade de aplicar técnicas para construção de sistemas de recomendação em ambientes virtuais de aprendizagem.

Para este trabalho, foram abordados os mais utilizados modelos de AVA, aumentando a relevância e objetivo desta pesquisa. São: o Teleduc [20], o Aulanet [13] e o Moodle [1].

A utilização de um sistema de recomendação para ambientes virtuais de aprendizagem de maneira eficiente é um requisito fundamental para a aprendizagem. Esse sistema, por sua vez, possui várias características que necessitam de uma avaliação qualitativa de forma a explicar suas qualidades e limitações. Deste modo, é proposto neste trabalho uma avaliação sobre os mais relevantes modelos de sistema de recomendação para ambientes virtuais de aprendizagem.

Este artigo está organizado da seguinte forma. A seção II introduz os conceitos de sistema de recomendação e algumas das mais relevantes técnicas de filtragem. A seção III descreve os modelos de sistemas de recomendação para ambientes virtuais de aprendizagem comumente citados na literatura. A seção IV discute sobre a avaliação qualitativa dos modelos abordados neste trabalho. A Seção V conclui o artigo com uma discussão final sobre o tema.

II. SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO

De acordo com Torres [24], sistemas de recomendação são sistemas que recomendam itens para seus usuários, levando em consideração seus interesses. Estes itens até então faziam parte

de um enorme fluxo de dados, que em sua grande maioria, armazenados em uma base de dados e que não representam valor algum. Diante deste problema, ao realizar uma recomendação através de uma técnica adequada é possível refinar os itens a serem disponibilizados, entregando ao usuário somente aquilo que realmente lhe será útil. Todavia, o grande desafio desse tipo de sistema é realizar o correto casamento entre os itens disponibilizados e os usuários que estão recebendo a referida recomendação.

Montaner [18] descreve ainda que, este sistema utiliza uma combinação entre a modelagem das preferências do usuário [11] e um conjunto de modelos de conteúdo, que após um processo de recomendação, faz com que itens sejam apresentados aos usuários de acordo com as suas necessidades.

Um sistema de recomendação combina várias técnicas computacionais para selecionar itens personalizados com base nos interesses do usuário e conforme o contexto no qual estão inseridos. Tais técnicas podem assumir diferentes abordagens, como exemplo: a colaborativa, a baseada em conteúdo e a híbrida, que possui a característica de combinar as vantagens e limitações das abordagens anteriores como alternativa para contornar os problemas associados a estas. As próximas seções descrevem cada uma destas técnicas.

A. Filtragem Baseada em Conteúdo

A filtragem baseada em conteúdo é uma técnica utilizada para realizar a recomendação de itens que são similares ao perfil do usuário. Para isso, as preferências do usuário, frequentemente, são usadas para construir um perfil contendo indicadores de interesse sobre determinados tópicos [4].

Os sistemas de recomendação que aplicam esta forma de filtragem utilizam a técnica de indexação da frequência de termos [14]. Neste tipo de indexação, informações dos documentos e necessidades dos usuários são descritas por vetores. Estes vetores possuem uma dimensão para cada palavra existente na base de dados, cada componente do vetor corresponde a frequência que uma respectiva palavra ocorre em um documento ou na consulta do usuário. Os documentos cujos vetores possuem a maior quantidade de interseções com os vetores da consulta do usuário são considerados os mais relevantes para este usuário [7].

B. Filtragem Colaborativa

A filtragem colaborativa é uma técnica utilizada para agregar dados sobre hábitos ou preferências de usuários. Essa agregação é construída por uma determinada quantidade de usuários, que no passado avaliaram itens de seus respectivos interesses, e posteriormente, estas avaliações servirão como base para gerar a recomendação a um usuário ativo. Nessa abordagem, é essencial que o sistema armazene as informações a respeito dos itens utilizados pelos usuários. Essas informações podem ser capturadas através das avaliações, históricos de comportamento, históricos de busca, dentre outros [10].

Segundo Sampaio [21] a ideia deste tipo de filtragem é que membros de um dado grupo possam ser beneficiados pela experiência de outros usuários, antes mesmo de decidirem em consumir uma dada informação [5]. No entanto, novos itens são

adicionados regularmente nos sistemas de recomendação. E até que o item seja mensurado por um número substancial de usuários, o sistema não será capaz de recomendá-lo [3].

C. Filtragem Híbrida

Números sistemas de recomendação utilizam técnicas de filtragem híbrida para combinar métodos baseado em conteúdo e colaborativo, com o intuito de eliminar certas limitações [4].

Para Adomavicius e Tuzhilin [22], existem diferentes maneiras de combinar ambas as técnicas, como: (i) implementar métodos colaborativos e baseados em conteúdo separadamente, (ii) incorporar algumas características da abordagem baseada em conteúdo na abordagem colaborativa, (iii) incorporar algumas características da abordagem colaborativa na abordagem baseada em conteúdo, e (iv) desenvolver um modelo geral, unificado, que incorpore ambas as abordagens.

III. SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO PARA AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM

Devido ao aumento significativo de diversos usuários e materiais utilizados nos ambientes virtuais de aprendizagem houve a necessidade de criar condições adequadas que viabilizassem o uso destes. Estas condições são atribuídas pela utilização de modelos de sistemas de recomendação, como exemplo: o modelo de Bremgartner e Netto [6], o modelo de Ferro [9], o modelo de Carlos e Azevedo [12] e o modelo de Moraes e Franco [19]. Estes modelos têm por objetivo auxiliar o usuário durante o seu processo de aprendizagem, dando-o suporte para coletar, selecionar e analisar documentos relevantes à sua necessidade.

A. Modelo de Bremgartner e Netto

O modelo de Bremgartner e Netto [6] é um sistema de recomendação para ambientes virtuais de aprendizagem que tem por objetivo recomendar alunos com habilidades e competências extras. Estes alunos com capacidades extras, auxiliam outros alunos com dúvidas ou dificuldades na resolução de atividades propostas pelo professor. Em sua arquitetura é definido o uso de agentes, ontologias e o Moodle como Ambiente virtual de aprendizagem - AVA. De acordo com a Figura 1, o processo de recomendação está dividido em 5 etapas.

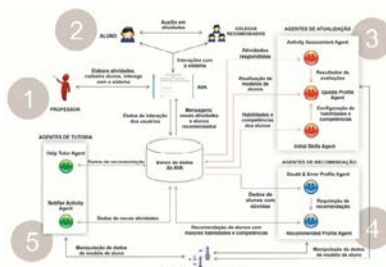


Fig. 1. Arquitetura do Modelo de Bremgartner e Netto[6]

O processo de recomendação inicia quando o professor elabora as questões no AVA, selecionando quais competências e habilidades serão utilizadas para nivelar o aluno, estes níveis de complexidade são disponibilizados em uma faixa de 0 a 10, que serão empregados para resolvê-las. O professor pode, também, selecionar os níveis de competências e habilidades iniciais dos alunos, sendo útil em casos que o professor já tem algum conhecimento de seus alunos.

Na segunda etapa, o estudante interage com o sistema, seja pelo cadastro de seus dados pessoais, pela postagem de algo no fórum ou na resolução de atividades propostas no ambiente [6].

A terceira etapa é composta pelos agentes de atualização, responsáveis por alterar os dados do modelo do aluno. Este modelo é formado por dados estáticos (dados cadastrados no início da utilização do ambiente) e dados dinâmicos (dados obtidos a partir das suas interações com o ambiente), nesta etapa são utilizados os agentes [6]: Initial Skills Agent, Activity Assessment Agent e Update Profile Agent.

Na quarta etapa, os agentes de recomendação são responsáveis pela busca de um ou mais estudantes, que possuem habilidades e competências desejáveis para tratar as dúvidas de outros alunos sobre determinados assuntos. Os agentes utilizados nesta etapa são [6]: Doubt & Error Profile Agent e Recommended Profile Agent.

Por fim, a quinta etapa é composta pelos agentes de tutoria que são responsáveis por enviar mensagens de notificação aos alunos no AVA, são tipos de mensagens de notificação: atividades para resolução, atividades pendentes fora do prazo e atividades que alunos possuem dúvidas, onde são descritos pelos agentes [6]: Notifier Activity Agent e Help Tutor Agent.

B. Modelo de Ferro

O modelo de Ferro [9] é um sistema de recomendação para AVA que tem como objetivo recomendar materiais didáticos a partir de três técnicas: técnica não personalizada, técnica de filtragem baseada em conteúdo - FBC e técnica de filtragem colaborativa - FC.



Fig. 2. Arquitetura do Modelo de Ferro [9]

Além do processo de recomendação são criados módulos com funcionalidades específicas, que proporcionam a divisão de atividades desenvolvidas pelo sistema de Ferro e que não são bem definidas pelo processo inicial. Estes módulos podem ser visualizados na arquitetura do sistema, conforme é ilustrado na Figura 2.

- O Perfil do Usuário é dado de acordo com as características e interesses dos usuários do AVA. A identificação do perfil do usuário é realizada nas seguintes formas:
 - Direta: por intermédio do preenchimento de um formulário pelo próprio usuário durante o seu cadastro.
 - Indireta: pelo monitoramento das interações do usuário com o próprio sistema, que será realizado pelos componentes Avaliador/Feedback e monitoramento de aquisições.
- O Perfil do Material Didático é obtido a partir da extração das características do material didático disponibilizado no AVA pelos professores. Essas características referem-se às áreas de conhecimento relacionadas ao conteúdo do material.
- O Perfil do Material Didático é obtido a partir da extração das características do material didático disponibilizado no AVA pelos professores. Essas características referem-se às áreas de conhecimento relacionadas ao conteúdo do material.
- A Avaliação ou Feedback é um componente pelo qual o usuário poderá avaliar as recomendações visualizadas, dando o seu feedback sobre a sugestão que lhe foi oferecida.
- O Monitoramento de Aquisição o usuário a qualquer momento tem acesso aos materiais didáticos. Com isso, o monitoramento tem a finalidade de armazenar as informações da aquisição do usuário, seja obtido pela recomendação ou não.
- O Gerador de Recomendações Híbridas tem como objetivo efetuar o cruzamento dos dados do perfil do usuário com os dados do perfil do material didático para gerar as recomendações.

C. Modelo de Carlos e Azevedo

O modelo de Carlos e Azevedo [12] é um Sistema de Recomendação que utiliza a filtragem colaborativa. Este sistema é uma extensão da ferramenta Smart Chat [12], que permite a criação de pequenos grupos baseado no contexto computacional dos usuários, bem como o auxílio em atividades colaborativas através do monitoramento do desempenho do usuário. Como forma de melhorar o Smart Chat, foi desenvolvido um novo sistema, o Smart Chat Group. Este sistema tem como objetivo testar várias composições de grupos em diferentes cenários, além de recomendar materiais didáticos para os usuários existentes em cada grupo.

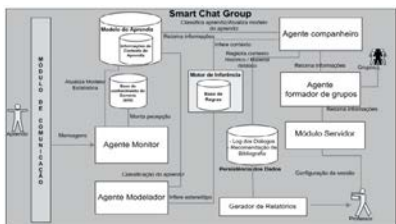


Fig. 3. Arquitetura do Modelo de Carlos e Azevedo [12]

Em sua arquitetura é definido o uso de agentes, e o AulaNet como AVA. Na Figura 3 é demonstrado uma visão geral da arquitetura do Smart Chat Group, nela são destacados os agentes utilizados para gerar a recomendação: o Agente Companheiro, o Agente Formador de Grupos, o Agente Monitor e o Agente Modelador.

O Smart Chat Group é iniciado ao ativar o Agente Monitor, este agente é o responsável por capturar e monitorar mensagens enviadas pelo recurso Chat ao ambiente virtual AulaNet. O Agente Monitor tem a responsabilidade de monitorar todas as mensagens enviadas para o chat. A cada nova mensagem, o Agente Monitor aplica uma parse sobre a mensagem com o objetivo de descobrir o contexto da mesma, verificando se a mensagem está dentro do domínio proposto pelo professor. Desta forma, o Agente Monitor monta uma percepção da mensagem [12].

Após montar a percepção, o Agente Monitor cria estatísticas para as mensagens e grava-as na base de dados do Modelo Aprendiz. Estas estatísticas serão utilizadas pelo Agente Modelador para classificar o usuário. Para cada usuário, o Agente Monitor gera as seguintes características: porcentagem de perguntas, porcentagem de respostas, porcentagem de mensagens dentro do contexto, porcentagem de mensagens fora do contexto, porcentagem de argumentos positivos, porcentagem de argumentos negativos e quantidade total de mensagens enviadas no ambiente.

Em seguida, é utilizado o Agente Modelador que é responsável por classificar cada usuário da sessão do chat em um estereótipo de acordo com as informações (estatísticas) do usuário fornecida pelo Agente Monitor. A classificação destes usuários são: tutor, contribuidor, questionador, por fora, do contra, concordador e omissor.

Posteriormente, o Agente Formador de Grupos é utilizado para recomendar e fazer a formação automática de pequenos grupos. A formação de grupos se dá basicamente a partir das informações de contexto do usuário capturado pelo Agente Monitor e classificado pelo Agente Modelador. O Agente Formador de Grupos deverá separar e agrupar os usuários pelos interesses pessoais que compõem as informações de contexto primário. O Agente Formador de Grupos utiliza parâmetros hipotéticos que julgam ter impactos positivos na formação de um grupo de aprendizagem colaborativa. Por exemplo: assunto proposto, número de usuários por grupos, número de grupos que

o usuário pode participar, percentual de usuário com habilidades no assunto, percentual de usuário com deficiências no assunto, número de mensagens no qual deverá haver a classificação do usuário e número de mensagens no qual o Agente Formador de Grupos irá efetuar a formação.

Para facilitar a formação e acompanhamento dos grupos, a Smart Chat Group cria espaços reservados para os grupos, onde os mesmos são organizados em discussões. Quando a sessão é iniciada pelo professor, a Smart Chat Group cria um número identificador para a sessão. Depois, cria uma discussão e associa essa discussão a sessão corrente. Chamada de discussão do agrupamento dos usuários no ambiente. O objetivo da construção de tipos de discussão é para facilitar a análise do desempenho dos grupos formados durante uma sessão colaborativa. Deste modo, são criados três tipos de discussões: principal, aprendizagem em par e pequenos grupos.

Por fim, o Agente Companheiro é responsável por interagir com o usuário, recomendando materiais, enviando mensagens, fornecendo feedback visual do desempenho do aprendiz durante a sessão, além de gerar relatório de desempenho. É também responsável pela captação do contexto primário do usuário, e pela inferência do contexto secundário do usuário, tais como: habilidades, deficiências, reputação e classificação histórica [12].

Outra forma de auxílio oferecida pelo Agente Companheiro é a recomendação de material didático. O professor poderá relacionar uma lista de materiais que serão recomendados para o aprendiz durante a sessão colaborativa.

D. Modelo de Moraes e Franco

O modelo de Moraes e Franco [19] é um sistema de recomendação para Ambiente virtual de aprendizagem que tem como objetivo identificar alunos com baixas interações através das suas participações no ambiente bem como seu conhecimento quanto o uso dos recursos inseridos no Moodle e TeEduc. Este modelo utiliza conceitos de técnicas de recomendação colaborativa para gerar grupo de usuários que possuem conhecimentos em comum. Além disso, este modelo foi realizado através de um estudo de observações e pesquisa empírica com abordagem quantitativa. Neste estudo, procurou-se observar e avaliar as relações existentes entre os itens inseridos no AVA Moodle e TeEduc e o perfil do usuário.

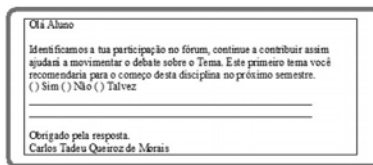


Fig. 4. Mensagem de alerta disponibilizada para o aluno [19]

Inicialmente, são cadastradas atividades para resolução através de recursos disponíveis no ambiente TeEduc e Moodle. Como forma de apoiar essas resoluções de atividades, foi construída uma ferramenta de alerta, demonstrada na Figura 4,

que permite criar formas de registrar as ações efetuadas pelos alunos, possibilitando aos docentes observar o percurso seguido pelos mesmo e assim ter uma melhor percepção das dificuldades enfrentadas e atuar em conformidade.

Para auxiliar no acompanhamento dos alunos com baixa participação nos recursos, foi disparado novamente um alerta conforme a Figura 5, provocando ao aluno seu retorno na resolução das atividades.

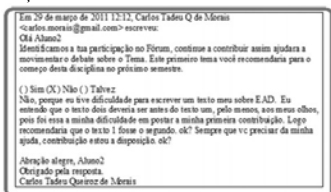


Fig. 5. Mensagem de alerta de alunos com baixa participação no ambiente [19]

IV. CONSIDERAÇÕES SOBRE OS MODELOS SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO PARA AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM

Devido a carência de estudos realizados em Sistemas de Recomendação para Ambientes Virtuais de Aprendizagem, principalmente no que diz respeito ao uso de técnicas para construção de sistemas de recomendação, surgiu a necessidade de realizar uma avaliação qualitativa, de forma a auxiliar utilizadores e pesquisadores desta área. Além disso, é descrito alguns critérios obtidos através uma análise exploratória dos modelos analisados neste trabalho.

A Tabela I apresenta o resultado de uma análise comparativa entre os modelos de sistema de recomendação para ambientes virtuais de aprendizagem explanados nesta pesquisa, levando em consideração os seguintes critérios: Técnicas de Filtragem, Tipo de Extração do Perfil, Ambientes Virtuais utilizados e Objeto Recomendado.

O modelo de Bremgartner e Netto utiliza a técnica de filtragem colaborativa na Tabela I para a recomendação de alunos com habilidades superiores aos demais. Ao utilizar este tipo de filtragem pode-se considerar um eventual problema,

TABLE I. TABELA COMPARATIVA ENTRE OS MODELOS DE SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO PARA AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM ABORDADOS

| | Bremgartner e Netto | Ferro | Carlos e Azevedo | Morais e Branco |
|-----------------------------------|------------------------|--|-----------------------------|------------------------|
| Técnica de Filtragem | Colaborativo | Não personalizado Baseado em conteúdo Colaborativo | Colaborativo | Colaborativo |
| Tipo de extração do perfil | Explícito Implícito | Explícita Implícita | Implícita | Explícita Implícita |
| Ambiente virtual utilizado | Moodle | Moodle | Aulanet | Moodle Teleduc |
| Objeto Recomendado | Alunos | Matérias Didáticas | Matérias Didáticas e Alunos | Matérias Didáticas |

Este alerta também teve como objetivo verificar as reais dificuldades apresentadas pela evasão desses alunos, acrescentando assim, na mensagem a possibilidade de o aluno informar as necessidades para a resolução das atividades no ambiente.

Em seguida, foi selecionado a partir do perfil do usuário construção de grupos heterogêneos composto por níveis de conhecimento e formação diferenciada para provocar a troca de informação entre si. Esses grupos são construídos através da técnica de recomendação colaborativa. Com o uso desta técnica é possível encontrar a similaridade de acesso no ambiente. Dessa forma, no cálculo de similaridade entre alunos é possível encontrar um conjunto de alunos mais próximos com base nos itens acessados. Nesta recomendação é identificado e comparado a partir da proposição, através da similaridade de acesso no AVA, onde, em que interesse do aluno X, é similar aos do aluno Y, os itens preferidos de acesso pelo aluno Y, podem ser recomendados ao aluno X, de acordo com seu perfil e produção de suas tarefas.

ao recomendar usuários que possuem maior conhecimento, ou seja, é essencial que os mesmos resolvam uma quantidade satisfatória de atividades sugeridas pelos professores, desta forma, as atividades resolvidas são analisadas quantitativamente e não qualitativamente, podendo sugerir usuários que nem sempre possuem a capacidade de auxiliar seus colegas. Entretanto, como aspecto positivo, este modelo, no quesito competitividade, tem o objetivo de instigar os alunos a resolverem atividades para serem recomendados a outros alunos. Apesar disso, o modelo apresenta passos bem definidos e de fácil entendimento em sua estrutura, formalizando os principais agentes responsáveis pela recomendação. Atribui também, um padrão para capturar e armazenar dados dos usuários de forma persistente. Porém, não define se os usuários potencialmente recomendados para auxiliar na resolução de atividades, realmente dispõem-se para compartilhar seus conhecimentos. Além de não definir formalmente como é identificado as necessidades desses usuários.

O modelo Ferro apresenta uma boa definição de seus passos, apresentando especificamente através de sua arquitetura cada uma de suas etapas até a geração da recomendação. Entretanto, embora exista um formalismo em todo seu processo, o modelo não define de forma efetiva como é realizada a extração e a representação através de técnicas do perfil do usuário e do material didático para gerar a recomendação. Todavia, este modelo utiliza três técnicas de filtragem, a não personalizada, a FBC e a FC, conforme apresentado na Tabela 1. O objetivo de utilizar esse conjunto de técnicas é que sejam relacionados seus respectivos pontos positivos, de tal forma que a recomendação seja mais eficiente. Além disso, a técnica não personalizada permite que qualquer material didático seja recomendado levando em consideração não apenas as preferências, mais também o grau de requisição desse material pelos demais usuários do sistema.

O modelo de Carlos e Azevedo utiliza a técnica colaborativa que possibilitam gerar grupos de usuários com capacidade de apoiar uns aos outros. Estes grupos são inicialmente avaliados e posteriormente combinados, levando em consideração seus aspectos de aprendizagem. Além destes grupos, são recomendados materiais didáticos, de acordo com a necessidade de cada grupo ou usuário independente. Um fator importante a ser tratado é que, à medida que um novo aluno é cadastrado no ambiente, não é possível nivelar completamente suas necessidades, até que o mesmo passe por uma sessão, no qual é obrigado a resolver inúmeras perguntas para ser alocado em um determinado grupo. Além disso, este modelo não define como é representado de forma satisfatória o perfil do usuário e o material didático, além de não demonstrar de maneira precisa a execução das diferentes etapas do processo de recomendação. De forma geral, apresenta somente as definições de cada agente utilizado no processo, apontando apenas alguns princípios muito vagos.

O modelo de Moraes e Franco utiliza a técnica de filtragem colaborativa para gerar grupos de usuários em turmas heterogêneas a partir de níveis de conhecimento em comum. Além disso, é recomendado materiais didáticos avaliados por usuários que no passado tinham interesse. Entretanto, um eventual problema observado neste modelo é que, caso um usuário seja ocioso (ausente) ao resolver suas atividades a análise de suas preferências será prejudicada, possibilitando que sua alocação em um grupo seja errônea, ocasionando assim recomendações para este usuário insatisfatória. O modelo de Moraes e Franco utiliza-se de duas etapas para formalizar a construção do modelo, a criação da ferramenta que envia mensagens e o modelo proposto do Sistema de Recomendação, além de apresentar como e de fato realizado a extração do perfil do usuário. Entretanto, embora exista a definição das etapas, o modelo não apresenta com clareza quais atores e recursos estão envolvidos nos AVAs utilizados.

Os modelos analisados utilizam em sua maioria o Ambiente Virtual de Aprendizagem Moodle, como é o caso do modelo

Bremgartner e Netto, do modelo de Ferro e do modelo de Moraes e Franco, conforme a Tabela 1. Este ambiente foi escolhido por trazer uma gama de recursos e acessibilidade do conteúdo apresentado aos seus utilizadores, de tal maneira a possibilitar uma maior adequação e disseminação do conteúdo à diferentes expectadores. Os modelos de Carlos e Azevedo e o modelo de Moraes e Franco utilizam como ambiente o AulaNet e TelEduc, respectivamente. De modo geral, estes modelos possuem a vantagem de uso quanto ao código livre. Esta característica, diz respeito à disponibilidade do código fonte ao público, possibilitando que qualquer pessoa possa ter acesso ao seu código fonte, devendo ele adaptá-lo ou modificá-lo às suas necessidades.

Sobre os tipos de extração do perfil do usuário adotados, os modelos de Bremgartner e Netto, Ferro e Moraes e Franco utilizam a extração implícita e explícita, visto que, neste tipo de extração é possível capturar uma maior quantidade de características do usuário. Por outro lado, somente o modelo de Carlos e Azevedo obtém o perfil do usuário por meio implícito. Com relação ao conteúdo recomendado, os modelos de Bremgartner e Netto e Carlos e Azevedo recomendam alunos com conhecimento maior que os demais. O modelo Carlos e Azevedo também recomenda materiais didáticos, assim como o modelo de Ferro e o modelo de Moraes e Franco. Este conteúdo por sua vez é responsável por facultar a aprendizagem dos alunos que utilizam os modelos analisados neste trabalho.

V. CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou uma revisão e uma avaliação de alguns modelos de sistemas de recomendação para ambientes virtuais de aprendizagem. Além disso, os procedimentos para construção de um sistema de recomendação foram definidos com um conjunto de etapas e técnicas organizadas. A definição de sistema de recomendação foi fornecida, as técnicas envolvidas no seu processo de construção foram identificadas e os ambientes mais comumente utilizados foram citados para a contextualização dos modelos analisados. Tais modelos foram classificados e explorados de acordo com suas características. Apesar do progresso na construção desses modelos, que até então, tem-se lacunas nesse campo de pesquisa, visto que, ainda não é possível definir o modelo ideal para a recomendação de materiais didáticos ou usuários em ambientes virtuais de aprendizagem. Isto é demonstrado pelas reais problemáticas encontradas, tanto na utilização das técnicas de recomendação, quanto no formalismo propostos pelos modelos abordados.

Desta forma as experiências constituídas neste trabalho poderão de forma substancial contribuir e auxiliar na construção de outros modelos que envolvam a área de sistemas de recomendação e ambientes virtuais de aprendizagem.

ACKNOWLEDGEMENT

This work is supported by CNPq, CAPES, Fapema, research funding agencies of the Brazilian government.

REFERÊNCIAS

- [1] ALVES, L., ANDBRITO, M. O ambiente moodle como apoio ao ensino presencial. In Actas do 12 Congresso Internacional da Associação Brasileira de Educação a Distância (2005).
- [2] BALABANOVIC, M., AND SHOHAM, Y. Fab: content-based collaborative recommendation. *Communications of the ACM* 40, 3 (1997), 66–72.
- [3] BARTH, F. J. Modelando o perfil do usuário para a construção de sistemas de recomendação: um estudo teórico e estado da arte. *Revista de Sistemas de Informação da FSMA*, v. 6, p.9-71, 2010.
- [4] BASU, C., HIRSH, H., COHEN, W. Recommendation as classification: Using social and content-based information in recommendation. In *Proceedings of the Fifteenth National Conference on Artificial Intelligence*, Madison, Wisconsin, MW, p.714-720, 1998.
- [5] BEZERRA, B. L. D. "Uma Solução em Filtragem de Informação para Sistemas de Recomendação Baseada em Análise de Dados Simbólicos. PhD thesis, Universidade Federal de Pernambuco, 2004.
- [6] BREMGARTNER, V., ANDNETTO, J. F. M. Auxílio personalizado a estudantes em ambientes virtuais de aprendizagem utilizando agentes e competências. In *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação* (2011), vol. 1.
- [7] CAZELLA, S. C. Aplicando a Relevância da Opinião de usuários em Sistema de recomendação para Pesquisadores. PhD thesis, Instituto de Informática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.
- [8] CLAYPOOL, M., GOKHALE, A., MIRANDA, T., MURNIKOV, P., NETES, D., AND SARTIN, M. Combining content-based and collaborative filters in an online newspaper. In *Proceedings of ACM SIGIR workshop on recommender systems* (1999), vol. 60, Citeseer.
- [9] FERRO, M. R. C., COSTA, F. P. D., PERES, A. M., MARINHO, M. F. Recomendação assistida por computador de materiais didáticos em ambientes virtuais de aprendizagem. *Informática na educação: teoria e prática*, v. 17, n. 1, 2014.
- [10] BAKER, R. S. J., ISOTANI, S., AND DECARVALHO, A. M. J. B. Mineração de dados educacionais: Oportunidades para o Brasil. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, V. 19, n. 2 (2011).
- [11] DRUMOND, L. R., LINDOSO, A. N., ANDGIRARDI, R. Infonorma: Um sistema de recomendação baseado em tecnologias da web semântica. *INFOCOMP Journal of Computer Science* 3, 4 (2006), p. 93–100.
- [12] FELIX, Z. C., AND TEDESCO, P. A. Smart chat group: Ferramenta cliente de contexto para formação de grupos. *SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO-SBIE* 19(2008).
- [13] GEROSA, M. A., FUKS, H., ANDLUCENA, C. J. P. Tecnologias de informação aplicadas à educação: construindo uma rede de aprendizagem usando o ambiente aulnet. *Informática na Educação: Teoria e prática*, V. 4, n. 2 (2001), 63–74.
- [14] HERLOCKER, J. L. Understanding and improving automated collaborative filtering systems. PhD thesis, Citeseer, 2000.
- [15] HERLOCKER, J. L., KONSTAN, J. A., TERVEEN, L. G., ANDRIEDL, J. T. Evaluating collaborative filtering recommender systems. *ACM Transactions on Information Systems (TOIS)*, V. 22, n. 1 (2004), p. 5–53.
- [16] LI, Y., LU, L., ANDXUEFENG, L. A hybrid collaborative filtering method for multiple-interests and multiple-content recommendation in e-commerce. *Expert Systems with Applications*, V. 28, n. 1 (2005), p. 67–77.
- [17] MELVILLE, P., MOONEY, R. J., AND NAGARAJAN, R. Content-boosted collaborative filtering for improved recommendations. In *AAAI/IAAI* (2002), p. 187–192.
- [18] MONTANER, M., LÓPEZ, B., ANDDE LAROSA, J. L. S. A taxonomy of recommender agents on the internet. *Artificial intelligence review*, v. 19, n. 4, p. 285–330, (2003).
- [19] MORAIS, C. T. Q., AND FRANCO, S. R. K. Estudo de caso de alertas e recomendações para educação a distância aplicado em turmas heterogêneas. *Informática na educação: teoria e prática*, v. 14, n. 2, (2011).
- [20] ROCHA, H. D., ANDMORAES, M. O ambiente teleduc para educação a distância baseada na web: Princípios, funcionalidades e perspectivas de desenvolvimento. *Educação a distância: Fundamentos e práticas*. Campinas, SP: UNICAMP/NIED (2002), p. 197–212.
- [21] SAMPAIO, I. *Aprendizagem Ativa em Sistemas de Filtragem Colaborativa*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, 2006.
- [22] SHARMA, M., MANN, S. A Survey of Recommender Systems: Approaches and Limitations. *International Journal of Innovation in Engineering and Technology*. Special Issue - ICAECE, p. 2319-1058, 2013.
- [23] SOBOROFF, J., ANDNICHOLAS, C. Combining content and collaboration in text filtering. In *Proceedings of the ICAI* (1999), vol. 99, p. 86–91.
- [24] TORRES, R. B. D. J. Combining collaborative and content-based filtering to recommend research papers, Ph.D. dissertation, Dep. Ciência da Computação., Universidade Federal do Rio Grande do Sul., Porto Alegre, RS, 2004.

Pensamiento Computacional

Proyecto TACCLE3 – Coding

Francisco José García-Peñalvo

Departamento de Informática y Automática / Instituto Universitario de Ciencias de la Educación

Grupo GRIAL

Universidad de Salamanca

fgarcia@usal.es

Resumen— Como introducción a la sesión de Pensamiento Computacional del XVIII Simposio Internacional en Informática Educativa se presenta el proyecto europeo TACCLE3 Coding, que busca introducir la programación en los estudios de preuniversitarios con especial énfasis en la edad de 4-14 años

Palabras clave—pensamiento computacional, programación en estudios pre-universitarios, TACCLE3

I. INTRODUCCIÓN

Vivimos en una sociedad con cada vez más influencia de las tecnologías y en especial del *software* [1]. La Sociedad demanda profesionales para el sector tecnológico, lo que debe suponer un cambio en la estrategia en la educación a medio/largo plazo para conseguir profesionales con las competencias demandadas o que estén en condiciones, como poco, de comprender el mundo digital en el que trabajan y se relacionan [2].

Esto está llevando a que muchos gobiernos se estén planteando introducir la alfabetización digital desde edades tempranas, haciendo un especial hincapié en que se comprenda el lenguaje digital en lugar de que los niños se conviertan en meros usuarios de programas de ordenador, para lo que se está recurriendo a incluir la programación de aplicaciones *software* [3] y a estrategias basadas en el concepto de pensamiento computacional [4].

En España la Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería Informática (CODDII) junto con la Asociación de Enseñantes Universitarios en Informática (AENUI) redactaron la declaración “Por la Inclusión de Asignaturas Específicas de Ciencia y Tecnología Informática en los Estudios Básicos de la Enseñanza Secundaria y Bachillerato” [5].

Desde la Universidad se debe ser consciente del reto que está demandando la Sociedad [6] y estar a la altura para ayudar y colaborar con los diferentes actores involucrados a incorporar de la manera más efectiva este tipo de competencias, pero con miras a que se consoliden las denominadas competencias del Siglo XXI, esto es, el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la colaboración, la comunicación y la creatividad [7-8].

Una de las iniciativas orientada a explorar cómo introducir la programación y el pensamiento computacional en la educación de niños y niñas de entre 4 y 14 años es el proyecto europeo Erasmus+ KA2 “TACCLE3 – Coding” (Ref. 2015-1-BE02-KA201-012307 - <http://www.taccle3.eu/>).

II. TACCLE3 - CODING

Este proyecto financiado en el Programa Erasmus+ quiere servir de apoyo a los docentes que quieren enseñar programación

o utilizar técnicas de pensamiento computacional a niños y niñas de unas edades en el rango de 4-14 años aproximadamente.

Los diferentes resultados derivados de este proyecto van orientados a que los docentes puedan acceder al conocimiento y a los recursos que necesiten para su actividad, que estarán accesibles en licencia *Creative Commons* en el portal web <http://www.taccle3.eu/>.

También se impartirán cursos de formación específicos tanto para profesores en ejercicio como para futuros docentes.

Se parte de la realidad europea en la que muchos de los gobiernos 3 están introduciendo la programación como material esencial de los currículos oficiales. Esto ya es una realidad en algunos países, mientras que en otros están estudiando cómo llevarlo a cabo.

Obviamente el nivel de detalle de cada currículo será diferente en cada país, o en cada comunidad autónoma como puede ser el caso español, pero existen elementos comunes en todos ellos, pudiéndose destacar la programación, las tecnologías de control y el pensamiento computacional.



Fig. 1. Página principal del proyecto TACCLE3 – Coding. Fuente: <http://www.taccle3.eu/>

En la Figura 1 se puede apreciar la página principal del proyecto. A partir de ella se puede acceder a recursos de diferente tipo organizados en las categorías (ver Figura 2):

- Utilizando lógica.
- Algoritmos.
- Crear y depurar programas.
- Controlar cosas.



Fig. 2. Categorías de los recursos disponibles

Además, los diversos recursos también están organizados por los idiomas que representan los diferentes socios del consorcio internacional de este proyecto (ver Figura 3).



Fig. 3. Idiomas en los que se pueden encontrar los recursos TACCLE3

Uno de los tipos de recursos son actividades orientadas a introducir la programación y el pensamiento computacional. En la Figura 4 se presenta una de estas actividades para explicar las sentencias condicionales utilizando fichas (el texto completo de esta actividad está disponible en <http://goo.gl/d8OT16>).

III CONCLUSIONES

Introducir el pensamiento computacional y unas bases sólida de programación está en la agenda educativa de los diferentes países. Se tiene el reto de hacerlo convenientemente para que no se confunda el objetivo y realmente influya en la adquisición de las competencias clave del Siglo XXI y no se acabe convirtiendo en elemento que, por no haberse planificado adecuadamente, se termine viendo como unos contenidos más

que compiten con la ya saturada composición de los currículos pre-universitarios.

En este sentido el proyecto TACCLE3 – Coding quiere compartir la experiencia y los recursos que de él se deriven para contribuir a hacerlo de la manera más adecuada para todos los actores involucrados.



Fig. 4. Ejemplo de una actividad TACCLE3 – Coding. Fuente: <http://goo.gl/d8OT16>

AGRADECIMIENTOS

Con la financiación del proyecto KA2 del programa europeo Erasmus+ “TACCLE 3 – Coding” (2015-1-BE02-KA201-012307).

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

REFERENCIAS

- [1] L. Manovich, *Software Takes Command*. New York, USA: Bloomsbury, 2013.
- [2] F. Michavila, J. M. Martínez, M. Martín-González, F. J. García-Peñalvo, and J. Cruz-Benito, *Barómetro de Empleabilidad y Empleo de los Universitarios en España, 2015 (Primer informe de resultados)*. Madrid: Observatorio de Empleabilidad y Empleo Universitarios, 2016.
- [3] A. Balanskat and K. Engelhardt, "Computing our future. Computer programming and coding Priorities, school curricula and initiatives across Europe," European Schoolnet, Brussels, Belgium, 2015.
- [4] J. M. Wing, "Computational Thinking," *Communications of the ACM*, vol. 49, pp. 33-35, 2006.
- [5] CODDII and AENUI, "Por la inclusión de asignaturas específicas de ciencia y tecnología informática en los estudios básicos de la enseñanza secundaria y bachillerato," *ReVisión*, vol. 7, pp. 5-7, 2014.
- [6] F. J. García-Peñalvo, "La tercera misión," *Education in the Knowledge Society*, vol. 17, pp. 7-18, 2016.
- [7] K. Ananiadou and M. Claro, "21st Century skills and competences for new millennium learners in OECD Countries," *OECD Education Working Papers*, vol. 41, 2009.
- [8] M. Binkley, O. Erstad, J. Herman, S. Raizen, M. Ripley, M. Miller-Ricci, et al., "Defining twenty-first century skills," in *Assessment and teaching of 21st century skills*, P. Griffin, B. McGaw, and E. Care, Eds., ed Netherlands: Springer, 2012, pp. 17-66.

PC-01: Introduction to Computational Thinking. Educational Technology in Primary and Secondary Education

Xabier Basogain & M.A. Olabe
Escuela Técnica Superior de
Ingeniería
The Basque Country University
(EHU)
Bilbao, Spain
xabier.basogain@ehu.es

Juan Carlos Olabe
Electrical & Computer Engineering
Christian Brothers University,
(CBU)
Memphis, TN, USA
jolabe@cbu.edu

R. Ramírez, M. del Rosario & J.
García
Dirección G. Informática Educativa
Ministerio de Educación (MINERD)
Santo Domingo, República
Dominicana
raul.ramirez@minerd.gov.do

Abstract—This article describes the design and implementation of the course Introduction to Computational Thinking (PC-01) for primary and secondary education. The course introduces the "concepts" and core "processes" of Computational Thinking using a visual programming environment. The design of the course PC-01 includes a set of multimedia content, learning tools and technologies that help teachers and students in the teaching-learning process. These tools allow the teacher the successful delivery of the course content as well as the individual/collective monitoring of students' progress in the course. Students have access to their progress throughout the course and participate in creative and collaborative tasks. This course also serves to introduce transversely educational technologies to many students of primary and secondary education. The technological environment integrates the online teaching resources and the methodological tools of the course. The course uses Scratch 2.0 as the programming environment and Moodle as the learning platform. At present the course is being implemented in public schools in the Dominican Republic.

Keywords—Computational Thinking; Learning Technologies; Scratch; Moodle Learning Platform

I. INTRODUCTION

The formal study of computational skills in primary and secondary schools has been recognized by many institutions and administrations. For example, England, beginning the academic year 2014-15, has formally included the study of computational thinking and computer programming as part of the curriculum of primary and secondary education, as described in the national curriculum England: Study of Computer Program [1].

The governments of the developed world see Computational Thinking as the cornerstone of a technological society, and the governments of the developing world see Computational Thinking as their best chance to close the gap in their education systems.

The Code.org organization [2] promotes the idea that all students should have the opportunity to learn programming. This initiative has the support of important public figures of Microsoft, Facebook and the world of technology in general.

Programming environments such as Scratch and ScratchJr, among others, play an essential role in this process. These programming environments allow the creation of programs that

could be described as games or stories, or combination of interactive stories and games. Scratch, ScratchJr and other graphic programming environments were designed specifically for the needs of development and learning of children of 5-7, and youth 8-15 years of age, respectively [3,4,5].

The VLEs (Virtual Learning Environments) offer benefits to teachers and students. Teachers encourage collaboration and communication in the classroom, and they can customize and differentiate progress in the classroom. Students also benefit from the VLEs by learning to work with their peers on projects, and developing collaborative skills and problem solving.

The VLEs also present some drawbacks including, among others, the intrinsic difficulty of the use of technology, the lack of technical and pedagogical support for the teachers, and the requirement of a formal decision and economic investment on the part of the educational institution. There are also some misconceptions regarding VLEs when they are considered as an alternative to traditional classes, or that they are exclusively a modality of online education [6].

VLEs have been deployed at all levels of education with different levels of implementation. In higher education, the implementation is extensive, while in secondary education it has been limited to providing the technological infrastructure, and in primary education, with very few exceptions, it is almost non-existing [7,8].

This environment is beginning to change as a result of several developments: a) public and private schools are discovering the educational value of this new type of learning that includes multimedia, evaluation, monitoring, and collaboration; b) from a technical point of view, there is an evolution into VLEs that are easier to use and are adapted to the needs of students, and easier to install and maintain locally or in the cloud; and c) the MOOC (Massive Open Online Courses) phenomenon [9,10] and its variations (COOC, NOOC, SPOC) have revolutionized the way we use technology in distance and blended education [11,12].

II. PC-01 COURSE

A. Design

Our research team has focused its teaching and research activities of the last decade in the area of technology and e-

learning in higher education. The team was able to analyze, experiment with, and implement systematic studies of courses offered in these platforms [13].

The team has designed and implemented the course 'PC-01: Introduction to Computational Thinking' with the following characteristics: a) immediate implementation in the school; b) simple access to the contents and tools by the teacher and students; c) basic introduction to concepts and processes in Computational Thinking; and d) efficient and sustainable use of educational technology.

The course has been developed in the learning platform "Egelapi" (<https://egelapi.ehu.eus/>), which is a VLE system based in Moodle (2.5.4). The course uses the Scratch 2.0 software as the programming language environment (online editor and Scratch 2 Offline editor).

The course includes the study of the following elements of Computational Thinking:



1. Computational thinking and expression (how to read and write in a formal language in order to solve problems).
2. Abstraction (how to communicate complex ideas simply, and logically break down problems).
3. Integration of multimedia content (text, images, sound, data, graphics).
4. Development of objects and functional blocks (objects, programs).
5. Interactive programs (events and event management).
6. Fundamental programming concepts (decisions, loops, variables, functions, sequential and parallel execution).

The course is organized into 10 sessions, each lasting two hours. The sessions are named according to the families of Scratch blocks being studied: Movement, Appearance, Sound, Pencil, Event, Control, Sensor, Operators, Data and More Blocks.


Additionally, a Session 0 (it is called Initial Session) was created to familiarize the student with the learning platform Moodle and the programming language Scratch.


Didactic Resources and Methodology


All course sessions have a common structure with the following basic elements:


-  Video: a set of 4-6 video tutorials (3-5 minutes each) in which the concepts of the session are introduced.
-  Practice: a Scratch project template to allow the student the exploration of the project presented during the video tutorial. If necessary, the video tutorial would be

revisited to achieve a complete understanding of the session.

-  Auto Test: Self-evaluation (5 minutes) by the student to determine the degree of acquired knowledge (it can be repeated as many times as necessary).

 TEC: (Task Evaluated by Colleague) Task performed by the student to solve a problem by creating a Scratch project. The projects are evaluated by fellow students using a common rubric. In English the term P2P (peer to peer) is used to identify this type of peer assessment.

-  Test: Evaluative test (5 minutes) which measures the degree of knowledge acquired by the student (2 attempts).

 Explore and Discover: Scratch project for students to expand their knowledge discovering and exploring new ways to use Scratch blocks.

The methodology of the course is based on a learner centered paradigm. This implies that the tasks of the student include: a) following a series of short video lessons, b) taking interactive quizzes, c) assessing and being assessed through testing and Peer-to-Peer (P2P) and d) participating in online forums with classmates and teachers [14].

This course emphasizes the experience of student learning. It highlights three important aspects of the design of the course: a) Multimedia content and Activity Scratch; b) Auto-test; and c) Tasks-P2P. The "concepts" and core "processes" of computational thinking that have developed in the course [15] are evaluated through the Test and P2P activities.

III. DISCUSSION

A. Educational Institution

The final structure of the course PC-01 includes a software set of resources that are easy to install in a VLE and that offer a comprehensive set of educational services in the area of Computational Thinking for primary and secondary students.

The course curriculum provides educational institutions with a specific and avant-garde proposal of "concepts" and "processes" in the area of computational thinking that can be easily introduced in primary and secondary education. The course is taught in a blended format in the computer laboratory and with the support of the school VLE system.

Currently, the course PC-01 is hosted in a virtual classroom EDUCANDO online (<http://aula.educando.edu.do/>), which is the portal under the supervision of the Department of Computer Education of the Ministry of Education of the Dominican Republic (MINERD).

B. Analytic Learning Tools for Teachers

The teacher in this course has a set of resources and services that facilitate the delivery and monitoring of an introductory course in Computational Thinking. The teacher has access to a collection of video tutorials, self-test, test and TEC covering the basic agenda of the 10 families of Scratch blocks. Before starting

the course the teacher has received training on methodology and course content.

The course includes 50 video tutorials lasting 3-6 minutes each, a bank of 120 multiple choice questions used in self-tests and tests, and a set of 10 Scratch problems - projects that the students perform and evaluate in the form of TECs.

The TECs use the activity module Workshop in Moodle, which allows the collection, peer review and assessment of student work. The programming of this module involves

completing the configuration phase, submission of projects, evaluation and grades of evaluations [16].

Teachers also find a number of integrated analytics learning tools in the VLE (Moodle) that allow them to implement collective and individual student progress assessments of "concepts" and "process" in computational thinking [17].

Figure 1 shows partially the programming of one of a TECs of the course PC-01. Figure 2 shows the record of completion and progress of course activities determined in the course settings.

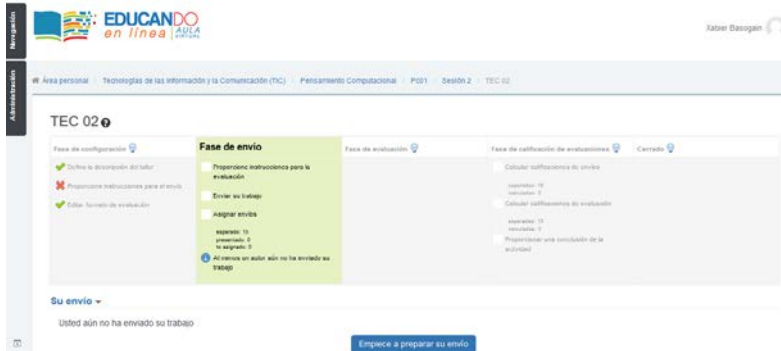


Fig. 1. Scheduling a Task of Peer to Peer Review (TEC)

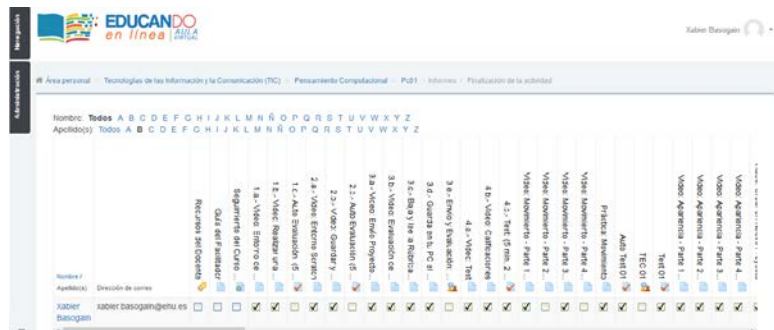


Fig. 2. Completion records of the course activities for each student

Similarly, the teacher has access to the records of total and partial scores of students. The management tools allow the grouping of tasks into different collections in order to obtain

relevant information on the completion and progress of the course.

C. Experience of the Students

This course PC-01 is characterized by the fact that the students construct their own knowledge following the pedagogical theory of constructionism. This pedagogical theory proposed by Seymour Papert [18] proposes that students build their knowledge through the construction of an 'artifact' that motivates them. For the construction of an 'artifact' the course uses the programming environment Scratch and its digital editor. Each course session has two sections, called Practice and TEC.

In the Practice section students experiment with Scratch the conceptual contents developed by the teacher in the video tutorials; in the TEC section, the students must design and build a Scratch project to solve a situation or a proposed problem. Then, they build a solution to the problem using the contents and concepts learned in the session.

One aim of the course is for students to learn the principles of a computer programming language. In this course the students use Scratch as a tool that allows them to communicate and create ideas to solve problems [19].

The implementation of a Scratch project that solves a problem requires the development of higher cognitive functions of the mind. These functions include categorization, decision making, abstraction, insight, problem solving, planning and execution.

The second part of the TEC tasks, the assessment of Scratch projects of 3-5 fellow students, according to a specific rubric, is implemented anonymously, and it promotes as well the development of higher cognitive functions. The students are required to play the role of evaluators, and in turn deepen their knowledge in order to evaluate Scratch projects created by other students.

The VLE environment of the course allows the student not only to play the role of evaluator but also to collaborate with peers giving and receiving feedback, indicating errors, solutions and possible improvements.

In addition to being exposed to other Scratch projects, these activities open for the student the opportunity to learn and be inspired by new solutions for future problems [20].

The experience of the students in this hybrid course PC-01 also allows them to become familiar with the tools and methodologies of the VLE environment. As a student of a VLE system they have experienced different aspects of this form of learning: multimedia format content, collaboration mechanisms, self-assessment and evaluation mechanisms, progress in their knowledge and grades. The course offers a badge, a prize or medal to recognize accomplishments and provide students with a reward that acknowledges their achievement on Computational Thinking [21].

In the immediate future the student will be the observer of his own knowledge through the tools and services of educational online platforms offering massive MOOC courses. Lifelong learning will require students the use of VLE environments similar to the environment experienced by the student in this course PC-01 [22].

D. First Results

The PC-01 project was implemented during a six month period. The first part included the design, implementation and fine tuning of the Learning Management Platform "Egelapi". The course was later replicated on the platform EDUCANDO online of the Ministry of Education (MINEDU). In this platform classrooms for ten schools in the area of Santo Domingo were created.

The second part of the project involved the delivery of the course in 4 schools. Previously, the teachers of the schools were trained to facilitate the course. The course is taught by the teacher to her students in person in the classroom with the support of the learning platform. The 4 schools began the course after the Easter holidays. The schools have taught the course according to their own schedules and time availability. The duration of the course varied lasted between 6 and 10 weeks. Each classroom has assigned 10 students, with an average of 8 active students.

The outcomes of the course were assessed using the portfolio of each student and the number of surpassed tests. These parameters indicate a high degree of success. Other course results were obtained from personal interviews with students and teachers, and they indicate a high degree of satisfaction on the part of the course participants (some testimonials: 'easy', 'funny', 'entertaining', 'learn more', 'create').

IV. CONCLUSIONS

In this paper we present a course on Computational Thinking for primary and secondary education. This is a course that introduces the "concepts" and "processes" of computation in a hybrid format of classroom and online education.

The area of knowledge of Computational Thinking is experiencing a significant expansion in the private and public education sectors both in the developed world and in the developing world. Students trained in Computational Thinking are significantly better prepared for the daily tasks and the professional work that awaits them in their immediate future.

The area of educational technology is also experiencing a breakthrough in new services and resources for the training of students. The MOOC phenomenon is revolutionizing the world of education and training. Many students, who for various reasons could not access education, today can have quality training and success.

In addition, educational computing offers us every day new products and educational tools that facilitate the task of teaching those materials that until now could not be included in the school curriculum.

The course PC-01 is a real example of synergy between computer science and educational technology. The course uses the educational potential of VLEs systems to form primary and secondary students in the new curriculum subject of computational thinking. The course exploits the analytical tools of learning and it allows the teacher to successfully perform the tasks of teaching, monitoring and grading the students. On their part, the students have a learning experience in a constructionist

environment of collaboration and are able to monitor and track their own progress.

The course PC-01 has been scheduled to be taught in ten public schools in Santo Domingo and its surrounding areas during the third term of the academic year 2015-16. The results of the course has been evaluated with the goal of improving it before making its deployment in public schools across the Dominican Republic.

This experience of designing and implementing an introductory course of computational thinking in primary and secondary education is a pioneer step by a university research group that closely works with a technical team of the department of educational computing at the Ministry of Education of the Dominican Republic.

The work and effort dedicated by both teams is part of the tasks of cooperation between the scientific community and the educational community for improvement of the education of our young students.

The course PC-01 is made available to any educational initiative that aims to introduce Computational Thinking in primary and secondary schools in the around the world. Educational institutions interested in implementing the PC-01 course may contact via email the authors of the article.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors would like to express their gratitude to the members of Department of Computer Education of the Ministry of Education of the Dominican Republic (MINERD) for their collaboration.

This work was supported in part by the Research Development Grants of the University Basque System (2013-15), Department of Education, Universities and Research – Basque Government, Spain.

REFERENCES

- [1] Department for Education England. "National curriculum in England: computing programmes of study - key stages 1 and 2". Ref: DFE-00171-2013. Available: <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study>
- [2] Code.org. "Anybody can learn". Available: <http://code.org>
- [3] L. P., Flannery, B. Silverman, E. R Kazakoff, M. U Bers, P.Bontá, & M. Resnick. "Designing scratchjr: Support for early childhood learning through computer programming". In Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children ACM. pp. 1-10 (2013).
- [4] M. Resnick, J. Maloney, A. Monroy-Hernández, N. Rusk, E. Eastmond, K. Brennan & Y. Kafai. "Scratch: programming for all". Communications of the ACM, 52(11), 60-67. (2009).
- [5] Sáez López J.M., González M.R. & Cano E.V., "Visual programming languages integrated across the curriculum in elementary school: A two

- year case study using "scratch" in five schools". Computers & Education (2016), doi:10.1016/j.compedu.2016.03.003.
- [6] R. Paddick, "As easy as VLE. Education Technology". http://edtechnology.co.uk/Article/as_easy_as_vle (2014)
- [7] M. Johannesen. "The role of virtual learning environments in a primary school context: An analysis of inscription of assessment practices". British Journal of Educational Technology, 44: 302-313 (2013). doi: 10.1111/j.1467-8535.2012.01296.x
- [8] Sancho Gil, J., & Padilla Petry, P. (2016). "Promoting digital competence in secondary education: are schools there? Insights from a case study". Journal Of New Approaches In Educational Research, 5(1), 57-63. doi:10.7821/naer.2016.1.157
- [9] Breslow, L., Pritchard, D. E., DeBoer, J., Stump, G. S., Ho, A. D., & Seaton, D. T. (2013). Studying learning in the worldwide classroom: Research into edX's first MOOC. Research & Practice in Assessment, 8.
- [10] Vila, R. R., Andrés, S. M., & Guerrero, C. S. (2014). "Evaluación de la calidad pedagógica de los MOOC". Profesorado: Revista de currículum y formación del profesorado, 18(1), 27-41.
- [11] Benfield, G., Roberts, G., & Francis, R. (2006). "The undergraduate experience of blended e-learning: a review of UK literature and practice". London: Higher Education Academy
- [12] Bruff, D. O., Fisher, D. H., McEwen, K. E., & Smith, B. E. (2013). "Wrapping a MOOC: Student perceptions of an experiment in blended learning". Journal of Online Learning and Teaching, 9(2), 187.
- [13] J. C. Olabe, X. Basogain, and M. A. Olabe, "Developing New Educational Frontiers through Breakthroughs in Cognitive Computation and New Dimensions in Pedagogical Technology," International Journal of Social Science and Humanity vol. 6, no. 11, pp. 813-820, 2016. doi:10.18178/ijssh.2016.V6.755
- [14] Glance, D. G., Forsey, M., y Riley, M. (2013). "The pedagogical foundations of massive open online courses". First Monday, 18 (5). <http://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/4350/3673>. doi: 10.5210/fm.v18i5.4350
- [15] College Board (2016). "AP Computer Science Principles. Course and Exam Description". <https://secure-media.collegeboard.org/digitalServices/pdf/ap/ap-computer-science-principles-course-and-exam-description.pdf>
- [16] Universidad de Alicante. "Talleres en Moodle". <http://si.ua.es/es/moodle/actividades/talleres.html>
- [17] J. Singh (2015). "Learning Analytics tools available in Moodle". <http://www.moodleworld.com/learning-analytics-tools-available-in-moodle-moodleresearch-moodleworld/>
- [18] S. Papert (1991). "Situating constructionism". In I. Harel & S. Papert (Eds.), Constructionism. 1-11. Norwood, NJ: Ablex
- [19] A. DiSessa (2000). "Changing minds: Computers, learning, and literacy". Cambridge: MIT Press.
- [20] Lu, J., & Law, N. W. Y. (2012). "Understanding collaborative learning behavior from Moodle log data". Interactive Learning Environments, 20(5), 451-466.
- [21] H. V. Seliskar (2014). "Using Badges in the Classroom to Motivate Learning". Faculty Focus. Magna Publications. <http://www.facultyfocus.com/articles/teaching-with-technology-articles/using-badges-classroom-motivate-learning/>
- [22] Attwell, G., & Hughes, J. (2010). Pedagogic approaches to using technology for learning: Literature review

Pensamento Computacional: Panorama nas Américas

Christian P. Brackmann
PPGIE/UFRGS / IFFAR
Porto Alegre, RS, Brasil
brackmann@iffarouilha.edu.br

Ana Casali
FCEIA / UNR
Rosario, SF, Argentina
acasali@fceia.unr.edu.ar

Dante Augusto Couto Barone
PPGIE / UFRGS
Porto Alegre, RS, Brasil
barone@inf.ufrgs.br

Susana Hernández
UPM
C. Madrid, Madrid
susana@fi.upm.es

Resumo — Computadores impactam em quase todos os aspectos de nossas vidas, porém, infelizmente, as escolas não conseguem acompanhar esse caminho sem volta. A simples utilização massiva de aparatos tecnológicos na sala de aula não garante a melhoria do ensino, porém pode ser o meio pelo qual os estudantes encontram alternativas para a solução de problemas complexos. O Pensamento Computacional é uma abordagem de ensino que usa diversas técnicas oriundas da Computação para a resolução desses problemas em conjunto com as novas competências do século 21 (i.e., pensamento crítico, colaboração, etc.). A adoção de noções de Computação em escolas de educação básica é uma preocupação em diversos países, onde a implantação ocorre de forma rigorosa. Reconhecidamente, cresce a ideia de que a disciplina de Computação é muito distinta das aulas de informática e que o uso de habilidades da área da Computação possui benefícios educacionais (habilidades de reflexão e solução de problemas, compreensão de que o mundo esteja impregnado com a tecnologia digital) e econômicos (alta demanda de profissionais com boa formação). Este artigo, através de extensa revisão bibliográfica, descreve um panorama internacional de países das américas no intuito de contextualizar o leitor a respeito da adoção do Pensamento Computacional em escolas da Educação Básica.

Palavras-chave—Pensamento Computacional, Educação Básica, Computação nas Escolas

I. INTRODUÇÃO

Vivemos tempos marcados pela fluidez da informação e pela valorização do conhecimento. Mais do que nunca, lidar com as informações, processá-las e transformá-las em competências para a vida, exige, a priori, o domínio de uma série de ferramentas e recursos tecnológicos, cujo acesso deve ser possível a todos, sem distinções de qualquer natureza.

Enquanto entusiastas estão cada vez mais animados devido a rapidez que a tecnologia avança, possibilitando até mesmo tornar o computador mais “inteligente” que o ser humano, muitos críticos encaram essa prospeção com terror. Em tempos atuais, o desafio que se impõe aos usuários é o de criar os seus próprios sistemas (e.g. programas, jogos) ou modificar os existentes de acordo com as suas necessidades. É neste contexto que surge a aptidão que é vista como fundamental no século XXI: o Pensamento Computacional (PC) [1]. Wing define o PC como uma atividade mental para formulação de um problema que seja possível solucioná-lo computacionalmente, ou seja, são os processos de pensamento envolvidos na formulação de um

problema e que expressam sua solução ou soluções eficazmente, de tal forma que uma máquina ou uma pessoa possa realizar.

O Pensamento Computacional utiliza quatro técnicas (também conhecido por pilares) para atingir o objetivo principal da abordagem: resolução de problemas. Todos os quatro pilares têm grande importância e são interdependentes durante o processo de formulação de soluções computacionalmente viáveis (vide Fig. 1). O PC envolve identificar um problema complexo e quebrá-lo em pedaços menores e mais fáceis de gerenciar (Pilar Decomposição). Cada um desses problemas menores pode ser analisado individualmente com maior profundidade, identificando problemas parecidos que já foram solucionados anteriormente (Pilar Reconhecimento de Padrões), focando apenas nos detalhes que são importantes, enquanto informações irrelevantes são ignoradas (Pilar Abstração). Por último, passos ou regras simples podem ser criados para resolver cada um dos subproblemas encontrados (Pilar Algoritmos). Seguindo os passos ou regras utilizadas para criar um código, é possível também ser compreendido por sistemas computacionais e, conseqüentemente, utilizado na resolução de problemas complexos, de forma eficiente [2], independentemente da área em que o estudante pretenda atuar no futuro.

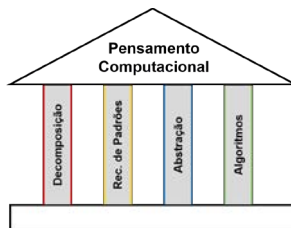


Fig. 1. Os Quatro Pilares do Pensamento Computacional

A adoção de noções de computação em escolas da Educação Básica é uma preocupação em diversos países, onde a implantação ocorre em formato de novas disciplinas na grade curricular ou de forma multi, inter ou transdisciplinar. Reconhecidamente, cresce a ideia de que a disciplina de Computação é muito distinta das aulas de Informática e que o uso de habilidades na área da Computação possui benefícios educacionais (habilidades de reflexão e solução de problemas,

compreensão de que o mundo está impregnado com a tecnologia digital) e econômicos (alta demanda de profissionais com boa formação). O Pensamento Computacional, além de ser benéfico para a sociedade, é visto por certos países como estratégico para o seu desenvolvimento e abre caminhos para conquistar novos mercados.

Este artigo está dividido em quatro capítulos, sendo o primeiro voltado para introduzir o Pensamento Computacional ao leitor, em seguida, é apresentado um panorama de adoção do PC em escolas nas américas. No terceiro capítulo são relatadas iniciativas de instituições não governamentais e por fim, são apresentadas as conclusões e trabalhos futuros.

II. PANORAMA INTERNACIONAL NAS AMÉRICAS

Em pesquisa liderada pela Microsoft [3], foi realizado um levantamento de âmbito internacional para averiguar a situação da introdução de disciplinas voltadas para ensinar como um sistema computacional funciona (não confundir com a simples utilização de sistemas). Infelizmente, não é possível fazer uma comparação homogênea entre os países, pois os sistemas educacionais diferem muito entre eles.

Outros aspectos da tecnologia digital também são importantes na educação, incluindo a alfabetização digital básica (a habilidade de usar o computador e a internet de forma confiável) e a aplicação da tecnologia como suporte a outras disciplinas ou áreas.

A. Argentina

Lançado em janeiro de 2013, a Fundação Sadosky publicou um manifesto denominado “*CC-2016: Una propuesta para refundar la enseñanza de la computación en las escuelas Argentinas*” [4], que tem como principal objetivo conscientizar a comunidade científica da importância de uma profunda mudança do ensino em nível fundamental e médio com a introdução dos princípios de Computação em sua estrutura. O documento argumenta que o ensino da Computação é essencial para grandes oportunidades proporcionadas por essas tecnologias. Além disso, a entidade adverte a necessidade de os estudantes desenvolverem habilidades e competências essenciais para a vida moderna.

Em 12 de agosto de 2015 foi emitida a resolução de número 263/15 [5] pelo Conselho Federal de Educação Argentino, movido pela necessidade estratégica de desenvolvimento econômico-social da nação, estabelecendo diversos elementos, dentre eles:

- Ensino da programação como parte do currículo ou como atividade extracurricular nas escolas durante os anos compulsórios;
- Criação da “Rede de Escolas que Programam” (REP), categorizada conforme disponibilidade de professores com formação e oferta de aulas;
- Intensificar a propagação da REP em todas as jurisdições atendidas pelo Ministério da Educação, até alcançar todas as instituições de ensino estatais, através de iniciativas de formação docente específica e durante o serviço;

- Criação do prêmio anual “Clementina”, para as produções de destaque na área de informática, e desenvolvido pelos alunos em escolas que fazem parte da REP;
- Criação do Repositório Nacional de Produções em Informática, tornando o acesso aberto a todos os demais membros da REP (escolas, classes docente e discente).

O documento foi aprovado, tendo como base as resoluções 123/10, que tratam das políticas de inclusão digital educativa, 244/15 onde são também aprovadas intensificações no uso de TICs nas escolas para melhoria nos processos de ensino e aprendizagem e o artigo 3º da Lei de Educação Nacional.

B. Chile

A introdução de recursos de tecnologias digitais na educação fundamental e média iniciou há mais de vinte anos, culminando na criação da prova SIMCE-TIC (*Sistema de Medición de la Calidad de la Educación en TICs*) que é aplicada desde 2011.

Segundo o relatório “*The Global Information Technology Report 2014*”, publicado pelo Fórum Econômico Mundial [6], o Chile lidera o ranking em uso de TICs na América Latina (posição 35 a nível mundial) e de acordo com o Banco Interamericano de Desenvolvimento, também possui uma das melhores infraestruturas escolares na América Latina. Mesmo com essas iniciativas, os estudantes chilenos estão distantes do acesso a conceitos de Computação nas escolas, especialmente os jovens que se encontram em contextos vulneráveis, onde possuem menos acesso à tecnologia.

De acordo com pesquisadores da Universidade do Chile [7], o ensino do Pensamento Computacional em escolas impactaria positivamente nas intenções de o país se tornar desenvolvido através de um plano de ação ambicioso: inserir o Pensamento Computacional em médio prazo no currículo da educação básica. Essa proposta requer grandes esforços, sendo mais evidente a formação de novos docentes e a capacitação dos docentes existentes, através de parcerias com escolas, pais e responsáveis, empresas públicas e privadas, instituições de ensino superior e o Estado.

C. Estados Unidos da América

Assinado no dia 10 de dezembro de 2015, a Lei Federal “*Every Student Succeeds Act*” (ESSA), é responsável pelas políticas públicas do país. Nesse documento são detalhadas, desde a forma como ocorrem os financiamentos, até a maneira que as escolas são avaliadas. A lei também coloca a Computação em condições de igualdade com outras disciplinas acadêmicas, tais como Matemática, Geografia, História, Inglês e Ciências. O documento não define como a implantação deve ocorrer, porém incentiva sua adoção e permite a obtenção de recursos para tal (âmbito federal e estadual). Mesmo após a assinatura da lei, de acordo com Code.Org [2] e Guzdiall [8], o país não possui ainda uma legislação específica para o ensino da Computação como obrigatória, porém existem iniciativas estaduais que permitem a concretização do ensino formal, substituindo disciplinas de Matemática, Ciências, Língua Estrangeira e outras, por Computação. Até início de 2016, 54% das escolas estadunidenses já adotaram essa equivalência de disciplinas.

Os estados participantes seguem o currículo proposto pela *Computer Science Teacher Association* (CSTA) denominado “*A Model Curriculum for K-12 Computer Science*” [9], onde realiza aconselhamentos, devidamente estruturados, no ensino da Computação nas escolas, desde o jardim de infância até o último ano do ensino médio, além de exemplificar exercícios que podem ser realizados em sala de aula.

O país teve um grande impacto a respeito da compreensão sobre Ciência da Computação a partir do lançamento do projeto Code.Org [2], atraindo a atenção dos estudantes, pais e escolas. Em recente pesquisa encomendada pelo Google e executada pela empresa Gallup [10], entre diversos dados coletados, destacam-se neste trabalho:

1) 90% dos pais querem que seus filhos tenham aulas de programação nas escolas;

2) 50% dos pais acreditam que a Ciência da Computação é intelectualmente tão importante quanto ler, escrever e fazer cálculos.

Atualmente, a proposta de lei apresentada no senado e congresso por Casey [11] e Brooks [12], respectivamente, não foi decretada até a presente data. No ano de 2015, o senador Casey entrou com novo pedido de apreciação e está desde abril aguardando continuidade.

D. Brasil

No Brasil, até o momento da elaboração deste documento, as políticas educacionais relacionadas à tecnologia estão restritas à abordagem de letramento e inclusão digital. Nenhum documento oficial menciona ensino de Fundamentos de Computação.

Em 2015 iniciou-se a construção da Base Nacional Curricular Comum (BNCC), definindo os conhecimentos essenciais, aos quais todos os estudantes brasileiros têm o direito de acesso, bem como se apropriar durante sua trajetória na Educação Básica [13]. Em pleno processo de renovação e o aprimoramento da educação básica no Brasil através da BNCC, a Sociedade Brasileira de Computação (SBC) está ativamente engajada na introdução do Pensamento Computacional nesse grande projeto nacional e de grande repercussão, através de ações com as demais sociedades e institutos, na tentativa de unir forças, propondo novas diretrizes para alinhamento dos currículos de Licenciatura em Computação e da BNCC e também na elaboração de materiais de divulgação e conscientização. A SBC redigiu um documento com diversos argumentos, propondo a inclusão do PC como parte do novo currículo ao Ministério da Educação (MEC), porém, até o momento, não houve posicionamento oficial do governo.

A versão inicial da BNCC não faz referência à área de Computação, mas apresenta Tecnologias Digitais como tema integrador. Dentro desse tema, a área de Linguagens é a que possui o maior número de referências, pois possui um eixo em Língua Portuguesa chamado Práticas Culturais das Tecnologias de Informação e Comunicação. Ou seja, ainda não há no Brasil o reconhecimento da importância dada aos conhecimentos ligados à Computação, da forma como ocorre em outros países. Nesse sentido, a Sociedade Brasileira de Computação (SBC) se articulou para solicitar modificações no teor da BNCC, visando considerar a Computação como área de conhecimento [14].

Existem também esforços da SBC no sentido de disseminar o Pensamento Computacional na Educação Básica no Brasil. Um exemplo é a Olimpíada Brasileira de Informática (OBI), ou seja, “uma competição organizada nos moldes das outras olimpíadas científicas brasileiras, como Matemática, Física e Astronomia. O objetivo da OBI é despertar nos alunos o interesse por uma ciência importante na formação básica hoje em dia (no caso, Ciência da Computação), através de uma atividade que envolve desafio, engenhosidade e uma saudável dose de competição” (olimpiada.ic.unicamp.br).

Em contrapartida, um corpo sólido de pesquisas e projetos, envolvendo o ensino de Computação na Educação Básica, é realizado no Brasil desde a década de 1980. As iniciativas são muitas e bastante diversificadas. Em meados da década de 1980, Papert [15] inicia o uso da linguagem LOGO em escolas em todo mundo. No Brasil, até o ano de 1996, muitos projetos foram realizados com programação dessa linguagem [16]. O uso de robótica educacional, que iniciou timidamente com *kits* de empresas como a *Leggo*, hoje está amplamente disseminado em muitas escolas e instituições educacionais, utilizando, inclusive, alternativas de baixo custo, envolvendo por vezes a reciclagem de componentes eletrônicos.

Diversas iniciativas de introdução ao Pensamento Computacional têm sido realizadas nos últimos anos, envolvendo pesquisadores de escolas e universidades, em diferentes níveis da educação escolar [17-20].

O tema do Pensamento Computacional tem também se tornado foco de muitos trabalhos de mestrado e doutorado, cujos resultados são geralmente divulgados em conferências como o *Workshop sobre Educação em Computação* (WEI), durante o Congresso Anual da Sociedade Brasileira de Computação (CSBC) e o Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE).

Outras iniciativas merecedoras de registro são os *CodeClubs*, organizados por voluntários para levar atividades de programação para escolas, a criação de ambientes de programação em português como Portugal [21] e iniciativas de incentivo ao ensino de programação em larga escala como o Programa ϵ , que tem cada dia alcançado mais adeptos.

III. INICIATIVAS PRIVADAS E NÃO GOVERNAMENTAIS

Quando existe alta demanda de profissionais com formação adequada no mercado, porém não existe uma vazão suficiente nas instituições de ensino, diversas iniciativas privadas e não governamentais surgem com o intuito de auxiliar essa demanda. Alguns exemplos dessas iniciativas são relatados neste capítulo.

A. Code.Org (EUA)

Lançado no ano de 2013 nos Estados Unidos da América, o *Code.Org* é uma organização sem fins lucrativos dedicada na expansão do acesso à Ciência da Computação, incluindo minorias. Tem como visão, possibilitar aos estudantes o acesso à Ciência da Computação, além de incentivá-los no sentido da importância da referida disciplina no currículo escolar, juntamente com as demais, como por exemplo, biologia, química e álgebra.

O *Code.Org* tem como principais objetivos:

- Aumentar a diversidade cultural e de gêneros na Ciência da Computação (CC);
- Inspirar estudantes;
- Criar cursos voltados para a CC;
- Levar a CC para as salas de aula;
- Formar professores;
- Mudar o currículo em distritos escolares;
- Auxiliar/sugerir na mudança de leis estaduais para inclusão da CC no currículo;
- Possibilitar que estudantes de todo o mundo tenham acesso ao material.

A ONG *Code.Org* teve uma aceitação muito grande nos EUA, chamando a atenção de grandes empresas na área de TI (Tecnologia da Informação), recebendo muito apoio das mesmas em prol da promoção de seus propósitos. Algumas das empresas parceiras são: Amazon, America Airlines, Apple, Association for Computer Machinery (ACM), Computer Science Teachers Association (CSTA), Disney, Dropbox, Facebook, GitHub, Google, Khan Academy, Microsoft, Rovio, Salesforce, Zendesk, entre outras.

Uma das iniciativas mais importantes do *Code.Org* é a “Hora do Código”. A Hora do Código é um movimento global que atinge dezenas de milhões de estudantes em mais de 180 países. Qualquer pessoa, independentemente do lugar, pode organizar um evento da Hora do Código. Tutoriais de uma hora estão disponíveis em mais de 40 idiomas. Não é exigida qualquer experiência dos participantes. Podem participar pessoas com idades entre 4 e 104 anos. No ano de 2015 foram cadastrados 191.035 eventos em todo o mundo, sendo 911 somente no Brasil. Até o ano de 2015, a iniciativa já obteve mais de 147.900.897 participantes no geral.

O principal objetivo da campanha é que essas já mencionadas dezenas de milhões de estudantes participem da Hora do Código no período pré-estabelecido pela ONG. No ano de 2015, de 7 a 13 de dezembro, foi celebrada a Semana da Educação em Ciência da Computação. A semana é determinada como foco na promoção do evento, porém, as atividades encontram-se disponíveis permanentemente no site. No Brasil, o principal parceiro da Hora do Código é o *Programae.org.br*.

B. *Programae* (Brasil)

Iniciativa brasileira fundada em 2002 pelo empresário Jorge Paulo Lemann, a Fundação Lemann é uma organização familiar, sem fins lucrativos, promotora dessa iniciativa. A Fundação Lemann desenvolve e apoia projetos inovadores em educação, pela realização de pesquisas para embasar políticas públicas no setor, oferecendo formação para profissionais da educação e aprimorando lideranças em diversas áreas. As iniciativas e ações buscam contribuir para que o Brasil apresente, até 2018, soluções inovadoras, de alta qualidade, no cotidiano da educação de 30 milhões de pessoas, na capacitação de 200 mil professores, a fim de garantir o aprendizado de todos os seus alunos e, ainda, 65 líderes promovendo e acelerando transformações sociais de alto impacto, além de um padrão digno e de grandes expectativas

do que é esperado na educação e aprendizagem de todos os alunos.

O *Programae.org.br* é um movimento parceiro do *Code.Org* e tem como prioridade aproximar a programação do cotidiano de jovens de todo o Brasil e foi criado devido a tecnologia ter um alto poder transformador. De acordo com a ONG, usá-la para a Educação pode fazer a diferença para muitas pessoas, através de um portal prático e agregador de ideias, soluções e dicas de gente experiente e inspiradora.

C. *Supergeeks.com.br* (Brasil)

Foi a primeira escola de programação e robótica para crianças a partir de sete anos e adolescentes no Brasil. As aulas baseiam-se na criação de jogos, aplicativos, robôs sistemas, empreendedorismo e língua inglesa. A ideia de abertura da escola surgiu durante o período que um casal brasileiro morava nos Estados Unidos, mais especificamente no Vale do Silício, onde notou-se que empresas e políticos estadunidenses estavam se mobilizando para ensinar Ciência da Computação para crianças e adolescentes. Hoje, a *SuperGeeks* está se expandindo por todo o Brasil, através de franquias e unidades próprias. No ano de 2016 houve a abertura de mais uma escola, sendo essa em Porto Alegre, estado do Rio Grande do Sul, totalizando 31 escolas no Brasil. A *SuperGeeks* utiliza quatro metodologias de ensino, sendo elas:

- *Game Learning*: utilização de games para promover o aprendizado de conceitos de programação e Ciência da Computação. Alguns desses games são da própria escola, outros são títulos disponíveis comercialmente;
- *Gamification*: utilização de mecanismos de jogos, como pontos, recompensas e desafios de forma lúdica, para engajar os alunos ao aprendizado. Os alunos recebem ou perdem pontuações como se estivessem em um jogo. A cada tarefa entregue, ganham-se pontos, vidas ou créditos. Se o aluno não entrega alguma tarefa ou apresentar atitudes de inquietação ou indisciplina durante as aulas, perde pontuação ou vida dentro do jogo, ou seja, utiliza os mesmos mecanismos de games dentro das salas de aula e durante o curso;
- Empreendedorismo: desde a primeira fase, os alunos aprendem a respeito do mercado de games, como projetá-los da melhor forma, quais os melhores canais de distribuição e divulgação. A partir da Fase 3, os alunos serão incentivados a criar suas próprias *startups*, sozinhos ou em grupo, e lançar seus produtos no mercado; seja ele um game, um aplicativo, uma aplicação *web*, um *hardware*, ou qualquer outro tipo de produto tecnológico. Com o passar das fases, os alunos terão contato com conceitos de *marketing*, vendas, direito, contábil, MVP (*Minimum Viable Product*), RH (Recursos Humanos), Canvas, entre outros conceitos extremamente importantes para empreendedores e futuros empresários.
- *Storytelling*: histórias inseridas em animações, livros e quadrinhos para que os alunos absorvam este conteúdo de forma mais prazerosa. As histórias de aventuras estão sendo inseridas no conteúdo. Assim, além do aluno aprender durante a aula, ou estudando pela apostila em casa, ele irá rever o conteúdo ao ler, assistir ou escutar essas histórias.

D. Desarrollando el Pensamiento Computacional (Chile)

Iniciativa do Departamento de Ciências da Computação da Universidade do Chile, busca aproximar a Computação a estudantes em idade escolar (entre 8 e 12 anos). A iniciativa consiste em uma oficina de *Scratch*, para ensinar como criar animações e jogos de maneira lúdica e interativa e de forma que possam explorar de acordo com gostos pessoais e habilidades [22].

O projeto iniciou em 2012, onde ocorreu a primeira oficina-piloto que consistiu em dois turnos durante o período escolar, porém, devido ao interesse dos estudantes e parcerias com outras instituições, as oficinas também foram ofertadas durante as férias. Atualmente, o curso tem um novo formato e tem duração de cinco dias, sendo três horas diárias durante o período da manhã e trabalha também com atividades da *Computer Science Unplugged*, além do *Scratch*.

O grupo que coordena as oficinas pretende no futuro gerar uma rede de Pensamento Computacional, vinculados a colégios de ensino básico e outras instituições de ensino superior para integrar de forma efetiva o ensino do Pensamento Computacional em escolas do Chile.

IV. CONCLUSÃO

Atualmente, vê-se grande apoio e interesse de diversas instituições (privadas e públicas) quanto à adoção do Pensamento Computacional na educação básica. Para que as pessoas possam utilizar a Computação em todo seu potencial, todos (de crianças a idosos) deveriam ter acesso aos conceitos aqui discutidos, porém é vital conscientizar os legisladores e sensibilizá-los da importância dos conceitos da Computação, devendo ser ensinados desde as escolas. É importante também deixar claro a distinção entre a Computação (físico e lógico) e a Informática (alfabetização digital) para que não seja assimilada e fixada uma má compreensão dos termos, o que é muito comum ocorrer.

É possível encontrar certos países com situações difíceis para adoção do PC na educação básica (professores sem formação, infraestrutura insuficiente, entre outros). Essas dificuldades também são encontradas em países desenvolvidos, como por exemplo a França, onde nove mil escolas ainda não têm acesso à internet, ou, ainda, os EUA, onde apenas 10% das escolas possuem um professor que poderia ministrar aulas de Computação [8]. Enquanto alguns países possuem em suas escolas praticamente um computador por aluno (e. g. Austrália e Nova Zelândia), outros se destacam pela qualidade no ensino, mesmo compartilhando um único computador com até quatro estudantes (e. g. Suécia e Portugal) [6]. Uma possível forma de trabalhar o PC, nesses casos, é através de uma abordagem desconectada ou “desplugada”, também conhecida como *unplugged* [23].

Existem estudos que tratam de sugestões de sua adoção, porém, o mais completo é o “*Computational Thinking Leadership Toolkit*” [24], onde é apresentada uma sequência de passos a serem seguidos para obter-se o esperado êxito na implantação PC nas escolas. Entre os pontos tratados, destacam-se as competências mínimas que estudantes devem possuir ao finalizar a educação básica, definição de vocabulário técnico

específico e grade com níveis de aprendizagem, ações para a formação de professores, envolvimento de docentes, pais e responsáveis, sociedade, demais instituições de ensino, indústria e autoridades, entre outros. Outro guia que realiza um estudo aprofundado sobre as etapas necessárias para adoção do PC pelas escolas é o da Fundação Sadosky [4].

Como trabalhos futuros, pretende-se avaliar de forma quantitativa a aplicação de atividades desplugadas de PC, baseadas em seus quatro pilares, direcionadas às crianças da Educação Básica (idades entre 10 e 12 anos) e possível identificação de melhoria do desenvolvimento cognitivo de alunos, de modo a ter um impacto que revele a importância inegável de incorporar o Pensamento Computacional no currículo escolar da educação básica. Em um projeto piloto e em pequena escala baseados nos testes de [25], foi possível identificar uma melhoria de desempenho de 12% em alunos do quinto ano do ensino fundamental após apenas duas intervenções. Além disso, esses alunos tiveram uma maior facilidade ao trabalhar com programação visual utilizando blocos (*Scratch*). Em edições futuras, os testes e intervenções serão aperfeiçoados e aplicados em escala maior.

Este presente artigo teve como objetivo contextualizar o trabalho de pesquisadores a respeito da situação atual do ensino do Pensamento Computacional em países da América, bem como sensibilizar a quem de direito a importância na educação básica.

REFERÊNCIAS

- [1] J. M. Wing, “Computational Thinking,” *Communications of the ACM*, vol. 49, n.º 3, p. 33, WING, Jeannette M. Computational thinking. Communications of the ACM, v. 49, n. 3, p. 33, 2006.
- [2] Code.org, “Where computer science counts.” 2015. [Online]. Available: <https://code.org/action>. [Acesso em 4 12 2015].
- [3] S. P. Jones, “Computing at School: International comparisons,” 2011. [Online]. Available: <http://www.computingschool.org.uk/index.php?id=documents>. [Acesso em 28 02 2015].
- [4] Fundación Sadosky, “CC-2016: Una propuesta para refundar la enseñanza de la computación en las escuelas Argentinas,” 2013. [Online]. Available: <http://www.fundacionsadosky.org.ar/wp-content/uploads/2014/06/cc-2016.pdf>. [Acesso em 10 11 2015].
- [5] Consejo Federal de Educación - Argentina, 12 08 2015. [Online]. Available: <http://www.me.gov.ar/consejo/resoluciones/res15/263-15.pdf>. [Acesso em 20 09 2015].
- [6] Fórum Econômico Mundial, 2014. [Online]. Available: http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalInformationTechnology_Report_2014.pdf. [Acesso em 2016].
- [7] Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, “Pensamiento Computacional Y Programación a Nivel Escolar en Chile: El Valor de Formar a Los Innovadores Tecnológicos del Futuro,” *Bits de Ciencia*, pp. 28-33, 07 2015.
- [8] M. Guzdial, “Why the U.S. is not ready for mandatory CS education,” *Communications of the ACM*, vol. 57, n.º 8, pp. 8-9, 2014.
- [9] Computer Science Teacher Association (CSTA), “K-12 Computer Science Standards - Revised 2011- The CSTA Standards Task Force,” Association for Computing Machinery, 2011.
- [10] Gallup / Google, “Searching for Computer Science: Access and Barriers in U.S. K-12 Education,” 2015. [Online]. Available: http://services.google.com/fh/files/misc/searching-for-computer-science_report.pdf. [Acesso em 10 09 2015].
- [11] R. Casey, *Computer Science Education and Jobs Act of 2013* (2013 - S. 1407), Washington D. C., 2013.
- [12] S. Brooks, H.R.2536 - 113th Congress (2013-2014): *Computer Science Education Act of 2013*, 2013.

- [13] Ministério da Educação (MEC), "BNCC. Base Nacional Curricular Comum," 2016. [Online]. Available: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. [Acesso em 20 01 2016].
- [14] Sociedade Brasileira de Computação, "Sociedade Brasileira de Computação," [Online]. Available: <http://www.sbc.org.br/>. [Acesso em 15 12 2015].
- [15] S. Papert, *Mindstorms: Children, Computers, And Powerful Ideas*, Basic Books, 1980.
- [16] J. A. Valente, *O Professor no Ambiente Logo: Formação e Atuação*. 1ª ed. Campinas.: NIED Unicamp, 1996.
- [17] T. S. Barcelos e I. F. Silveira, "Teaching Computational Thinking in initial series An analysis of the confluence among mathematics and Computer Sciences in elementary education and its implications for higher education," p. 1–8, 2012.
- [18] R. S. d. França, W. C. d. Silva e H. J. C. d. Amaral, "Despertando o interesse pela ciência da computação: Práticas na educação básica," VIII International Conference on Engineering and Computer Education, p. 282–286, 2013.
- [19] L. Ribeiro, D. J. Nunes, M. K. d. Cruz e E. d. S. Matos, "Computational Thinking: Possibilities and Challenges," 2nd Workshop-School on Theoretical Computer Science, 2013.
- [20] D. Andrade, T. Carvalho, J. Silveira, S. Cavalheiro, L. Foss, A. M. Fleischmann, M. Aguiar e R. Reiser, "Proposta de Atividades para o Desenvolvimento do Pensamento Computacional no Ensino Fundamental," II Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2013) / XIX Workshop de Informática na Escola (WEIT 2013), p. 169, 2013.
- [21] L. F. Noschang, F. Pelz, E. Jesus e A. Raabe, "Portugol Studio: Uma IDE para Iniciantes em Programação," WEI – XXII Workshop sobre Educação em Computação, 2014.
- [22] acultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, "Desarrollando el Pensamiento Computacional: Acercando La Computación a Niñas Y Niños de Chile," Bits de Ciencia, pp. 34–39, 07 2015.
- [23] T. Bell, I. H. Witten e M. Fellows, "Computer Science Unplugged," 2015. [Online]. Available: http://csunplugged.org/wp-content/uploads/2015/03/CSUnplugged_OS_2015_v3.1.pdf.
- [24] CSTA/ISTE, "Computational Thinking: Leadership toolkit," 2011. [Online]. Available: <https://csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/471.1ICTLeadershipToolkit-SP-vF.pdf>.
- [25] M. Román-González, P.-G. Juan-Carlos e C. Jiménez-Fernández, "Test de Pensamiento Computacional: diseño y psicometría general," em III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad, Madrid, España, 2015.

iProg: Experiência Pedagógica com Scratch

Ricardo Almeida
University of Coimbra
Coimbra, Portugal
ricardoalmeida090@gmail.com

Anabela Gomes
Engineering Institute of Coimbra - IPC and Centre for
Informatics and Systems – University of Coimbra
Coimbra, Portugal
anabela@isec.pt

Teresa Pessoa
University of Coimbra
Coimbra, Portugal
tpessoa@fpce.uc.pt

Maria Emília Bigotte
Engineering Institute of Coimbra - IPC
Coimbra, Portugal
ebigotte@isec.pt

Resumo — Os resultados obtidos pelos alunos do primeiro ciclo nas disciplinas de matemática e língua materna têm-se revelado preocupantes durante os últimos anos letivos. São várias as razões mencionadas para tal, porém as opiniões apontam no sentido da incapacidade dos alunos no que concerne à resolução de problemas, raciocínio lógico e atitude crítica. O Ministério da Educação propôs, em 2015/2016, em horário extra curricular a atividade de Iniciação à Programação com o intuito de promover nos alunos o desenvolvimento do pensamento computacional. Duas escolas da cidade de Coimbra optaram pela utilização do Scratch para a execução do projeto com o objetivo de promover o sucesso escolar nas disciplinas já referidas. O projeto em causa, tendo por base o currículo lectivo do 4.º ano do 1.º ciclo do Ensino Básico, pretende interligar os saberes teóricos escolares com os saberes práticos, promovendo os valores característicos do Concelho de Coimbra. A implementação do projeto resultou em diferentes aplicações (jogos computacionais) definidas pelos alunos, abrangendo o conteúdo das disciplinas mencionada, mas concretizando esses saberes com as realidades socio-culturais e ambientais do concelho de Coimbra. O seguinte estudo demonstra os resultados obtidos relativos a cinco turmas do quarto ano de acordo com a satisfação dos alunos e a monitorização e avaliação do projeto, desta iniciativa inovadora.

Palavras-Chave — Scratch; Atividade de Enriquecimento Curricular; Satisfação; Iniciação à Programação

I. INTRODUÇÃO

O fracasso na aprendizagem escolar na área da matemática e língua materna é comum para alunos do primeiro ano. Esta é uma preocupação que tem vindo a crescer ao longo dos anos [1].

Têm sido propostas diferentes soluções, de acordo com a literatura [2-5], mas a situação continua praticamente inalterável. Este é um problema que, do nosso ponto de vista, deve ser combatido precocemente. No entanto, tornou-se convencional afirmar que as crianças são, cada vez mais, “nativos digitais” devido à sua aproximação e fluência na utilização das tecnologias. Apesar desta utilização e proximidade com as tecnologias, não significa que as crianças desenvolvam autonomamente as competências necessárias para a construção de materiais e que tenham inerentes as competências do pensamento computacional. É particularmente interessante perceber que o “pensamento computacional” é importante também na aprendizagem, na resolução de problemas e no desenvolvimento de estratégias. Em muitos

países a programação computacional faz já parte do currículo de escolas do ensino básico e secundário. Desde 2014 que, no Reino Unido, faz parte do currículo obrigatório para todos os alunos do ensino básico e secundário [6-7]. Da mesma forma, também os Estados Unidos [8] e a Estónia [9] introduziram a programação computacional nos seus níveis de ensino.

Neste âmbito, os estudos efetuados [10], demonstram que o uso do *Scratch* em sala de aula possibilita a aprendizagem de conceitos básicos matemáticos de forma divertida e despertam o interesse e a motivação dos alunos para esta área de conhecimento.

Em 2015, Portugal iniciou um projeto relacionado com a introdução da programação e do pensamento computacional nas escolas. Contudo a nossa intenção na participação deste projeto não é apenas a de ensinar os alunos na área da programação, mas também, e principalmente, a de formar os alunos nas áreas inerentes e que se desenvolvem através da programação. Estamos particularmente interessados em utilizar a programação de uma perspetiva motivadora, ajudando tanto alunos como professores a aprender e a ensinar, em áreas onde os alunos apresentem maiores dificuldades de aprendizagem e maior insucesso escolar.

A ideia passa por estimular os alunos em áreas como a matemática para que desenvolvam eles próprios o gosto pela aprendizagem. Felleisen e Krishnamurthi [11] enfatizaram o conceito de “programação imaginativa”, considerando a sua importância enquanto elemento da programação, pela sua relação estreita entre a matemática e a computação.

Neste contexto, utilizámos o *Scratch*, um ambiente de programação que permite aos seus utilizadores aprenderem conceitos de programação ao mesmo tempo que desenvolvem projetos, tais como, jogos, histórias ou animações.

Este projeto, baseado no currículo escolar do 4.º ano do ensino básico, pretende interrelacionar o saber prático com o saber teórico, promovendo assim os valores educativos do Município de Coimbra. A implementação do projeto deverá resultar em diferentes aplicações, nomeadamente a construção de diferentes materiais, definidos pelos alunos, incluindo os conteúdos das suas áreas de interesse, como a matemática, a língua portuguesa e estudo do meio. A utilização destes conteúdos deve ser sempre relacionada com a realidade

sociocultural, ambiental e económica do Município de Coimbra.

II. METODOLOGIA E PROPÓSITO PEDAGÓGICO

As escolas do 1º ciclo têm sido abrangidas por várias iniciativas que visam a integração das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) no processo de ensino – aprendizagem. O Programa ‘Internet na Escola’, Internet@EB1, Escolas, Professores e Computadores Portáteis e o e-escola são alguns exemplos [12]. Estas ações, e em especial o e-escolinha e a disponibilização do computador Magalhães, permitem-nos afirmar que grande parte das escolas do 1º ciclo do ensino básico tem acesso e utilizam as Tecnologias da Informação e Comunicação. No ano letivo de 2015-2016 a Direção-Geral da Educação do Governo Português, lançou o desafio às Escolas do 1º ciclo no sentido de implementarem um projeto piloto desenvolvido no âmbito da “*Iniciação à Programação no 1.º Ciclo do Ensino Básico*” que visa a promoção e a melhoria da capacidade de resolução de problemas das crianças. A implementação do programa assentava em pressupostos que teriam de ser assumidos pelos Agrupamentos de Escolas, no que concerne a recursos humanos e computadores, podendo ser integrado na componente letiva ou como Atividade de Enriquecimento Curricular.

A. O Projeto iProg

Neste enquadramento foi desenvolvido um projeto de intervenção, que pretende estimular o pensamento computacional dos jovens, ao mesmo tempo que combate o insucesso ao nível da matemática e do português, utilizando a plataforma *Scratch*.

O projeto de Iniciação à Programação (*iProg*) integra duas escolas do 1º ciclo do ensino básico, do Agrupamento de Escolas Eugénio de Castro, do distrito de Coimbra, Portugal, que aceitaram o projeto em contexto de Atividade de Enriquecimento Curricular. Estas atividades, de oferta gratuita e de frequência facultativa, são um contributo para a formação global do aluno em áreas consideradas prioritárias, tais como a formação pessoal, social, cívica, estética, desportiva e até tecnológica. Assim, no ano letivo 2015-2016, estão neste projeto cinco turmas do 4º ano, três na Escola Básica da Solum Sul (Centro Escolar da Solum) e duas na Escola Básica da Solum. A amostra é composta por 106 participantes, sendo que 58 são do sexo masculino e 48 do sexo feminino.

O projeto *iProg* envolve, por outro lado, diferentes entidades, todas relacionadas de forma direta na atividade, constituindo uma vasta equipa multidisciplinar: o Centro de Apoio Social de Pais e Amigos da Escola (CASPAE-IPSS), responsável pela gestão e orientação da atividade; o Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC-IPC), que em colaboração com o CASPAE e através de um programa de voluntariado tem os seus alunos a colaborar diretamente na atividade de Iniciação à Programação; a Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação da Universidade de Coimbra (FPCE-UC), responsável pela planificação, monitorização e avaliação do projeto; e os professores titulares de turma do 4º ano, das escolas em questão, responsáveis por fornecerem todos os conteúdos necessários, nomeadamente fichas curriculares de português e de estudo do meio – material utilizado pelos alunos para desenvolverem projetos *Scratch*.

A finalidade da intervenção situa-se, em termos gerais, ao nível de uma melhoria geral das aprendizagens nomeadamente ao nível da matemática e do desenvolvimento da língua materna. De forma particular, pretende-se promover a literacia digital, a satisfação com as aprendizagens referidas e a integração destes saberes numa leitura crítica e reflexiva do meio e comunidade que os rodeia.

A metodologia adotada assenta na conceção e desenvolvimento de projetos, itinerário pedagógico que melhor se ajusta à concretização dos objetivos definidos, sustentado na construção de jogos, histórias e animações em *Scratch*, todos eles diferentes, possibilitando assim que haja uma grande diversidade de trabalhos. Os projetos são realizados por alunos e para alunos, desenvolvendo diversas competências, não só de programação, mas também relacionado diretamente com as suas áreas curriculares, enquanto programam, jogam e utilizam os seus projetos e os partilham com os seus colegas.

A intervenção foi concebida de acordo com um plano a ser desenvolvido em várias fases (Figura 1). No entanto foram criadas estratégias que possibilitassem a alteração da planificação das atividades tendo como principal preocupação procurar-se responder às expectativas e necessidades dos alunos e promover o sucesso escolar dos mesmos.

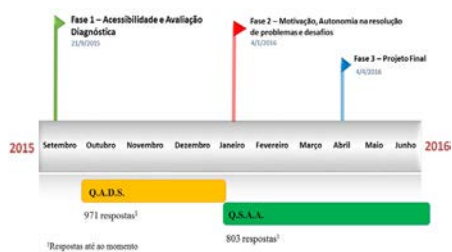


Fig. 1: Diagrama do desenvolvimento do projeto

Considerando as diversas fases do projeto, a *primeira fase – Acessibilidade e Avaliação Diagnóstica* - é referente à aprendizagem da plataforma, como deve ser utilizada, quais as suas potencialidades, o que os alunos podem ou não desenvolver, e como o podem fazer; para a equipa multidisciplinar, é uma fase de avaliação diagnóstica, percebendo quais as maiores dificuldades dos alunos, as áreas que devem ser mais trabalhadas, os projetos que gostam mais de desenvolver, onde a motivação é maior. Nos primeiros três meses do projeto, os alunos tiveram oportunidade de se ambientarem à plataforma, cada turma com uma aula de 60 minutos por semana, dando ênfase, simultaneamente, ao método expositivo e prático. Os alunos começaram por desenvolver pequenos projetos durante o 1º período que lhes permitiu adquirir competências transversais a toda a plataforma.

A *segunda fase – Motivação, Autonomia na Resolução de problemas e desafios*, constituída pelos três meses seguintes, foi uma fase de maior autonomia para os alunos, onde estes

colocaram em prática grande parte dos conceitos aprendidos, resolvendo problemas e criando projetos simples. Para a equipa, foi possível perceber se as alterações feitas surtiriam efeito e se os alunos estão mais motivados para a realização das tarefas.

Por fim, numa *terceira fase – Projeto Final*, com início no terceiro período, os alunos têm total autonomia para construir um projeto complexo, seguindo orientações previamente estabelecidas, em grupos de 2 ou 3 elementos, que devem apresentar no final do ano letivo: Nesta fase, os membros da equipa, presentes na sala de aula, funcionam como orientadores do trabalho, intervindo apenas quando solicitados pelos alunos, proporcionando desta forma uma aprendizagem autónoma e baseada na tentativa e erro. Este projeto intitulado “*Descobre Coimbra*” é um jogo educacional, inspirado nos monumentos e espaços verdes da cidade de Coimbra. Utilizaram para o efeito informação recolhida de diferentes fichas formativas, construídas pela equipa. Foram construídas 20 fichas diferentes, intercalando 10 monumentos e 10 espaços verdes da cidade de Coimbra.

B. Monitorização e Instrumentos de Avaliação

Para a avaliação e monitorização do projeto foram criados propositadamente para o efeito dois instrumentos diferentes. Um deles, que designámos de *Questionário Inicial – Questionário de Análise Diagnóstica e Swot (Q.A.D.S.)* – foi utilizado ao longo do primeiro período e da primeira fase, em 13 sessões, e preenchido por cada aluno individualmente no final de cada uma das sessões. Trata-se de um instrumento que implica respostas muito curtas e breves, com o objetivo de recolher informação sobre as dificuldades e oportunidades das tarefas, assim como da satisfação, para os alunos. As respostas dos alunos foram muito importantes para o desenvolvimento da intervenção na medida em que permitiram ajustar a metodologia e as necessárias alterações nos dois restantes períodos. O *Q.A.D.S.* é composto por quatro questões: 1. O que mais gostaste? 2. O que menos gostaste? 3. O que achaste mais difícil? 4. O que gostarias de fazer mais?

O segundo instrumento, o *Questionário de Controlo – Questionário de Satisfação e Avaliação das Atividades (Q.S.A.A.)*, foi utilizado nas restantes 20 sessões ao longo do ano letivo, e, também ele, preenchido em todas as aulas, por todos os alunos. O principal objetivo do *Q.S.A.A.* consistiu em avaliar as alterações feitas, a satisfação dos discentes e as dificuldades apresentadas em cada atividade. Trata-se de um instrumento de escolha múltipla, com respostas compreendidas entre os níveis 1 e 5, e composto por cinco questões: 1. Gostei da atividade, 2. Demonstrei interesse na atividade, 3. Soube trabalhar em grupo na atividade proposta, 4. Compreendi o que foi pedido para a atividade, 5. Não senti dificuldades na atividade.

Até à data da composição deste artigo os alunos responderam 971 vezes ao *Q.A.S.* e 803 vezes ao *Q.C.S.A.A.* O primeiro deu origem a um estudo qualitativo e os dados foram tratados através de análise de conteúdo e o segundo a um estudo quantitativo com tratamento descritivo simples.

- 1. *Questionário Inicial – Questionário de Análise Diagnóstica e Swot (Q.A.D.S.)*

Da primeira fase do projeto, de acordo com os dados obtidos, foi possível verificar que uma grande parte dos alunos gosta de

aprender conteúdos novos em todas as aulas, novos comandos e novas formas de o utilizar. As respostas relativas às questões um e dois (1. O que mais gostaste? 2. O que menos gostaste?) são praticamente idênticas, como já referido anteriormente, demonstrando que as atividades onde os alunos sentem maiores dificuldades são também aquelas que menos gostam de realizar. De acordo com a opinião dos alunos, as atividades onde apresentaram maiores dificuldades e aquelas que gostam menos de realizar dizem respeito aos conteúdos matemáticos, nomeadamente o eixo cartesiano, utilizado por exemplo no movimento de atores. Por fim, à última questão, as respostas foram muito diversificadas, tendo os alunos sentido dificuldades em diferentes atividades, principalmente as atividades iniciais, e sugerindo (última questão) atividades diferentes para o restante ano letivo. Apesar da diversidade de respostas, houve oportunidade para que a equipa repensasse as atividades previstas; de uma forma geral, os alunos preferem atividades mais interativas como é o caso dos jogos, com todas as características que os identificam.

- 2. *Questionário de Controlo – Questionário de Satisfação e Avaliação das Atividades (Q.S.A.A.)*

Os dados recolhidos referentes ao questionário inicial foram utilizados para modificar a planificação de acordo com as competências adquiridas pelos alunos e a motivação dos mesmos para diferentes projetos. Ao longo dos dois últimos períodos letivos o questionário, de escolha múltipla, contemplou 5 diferentes questões. Os dados recolhidos apresentam-se na Figura 2.

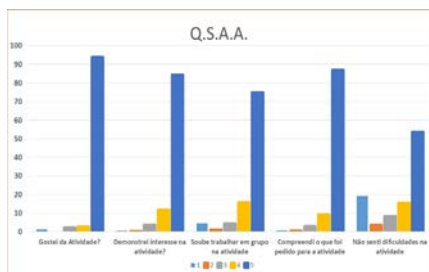


Fig. 2. Gráfico relativo aos dados do Q.S.A.A.

- Gostei da Atividade?

93,8% das respostas foram dadas com o nível 5 (gostei muito; nível máximo); 2,7% com o nível 4; 2,2% com o nível 3; 0% com o nível 2; e 1,1% com o nível 1.

Os resultados demonstram que praticamente todas as atividades foram do agrado dos alunos.

- Demonstrei interesse na atividade?

84,2% das respostas foram dadas com o nível 5; 11,6% com o nível 4; 3,5% com o nível 3; 0,2% com o nível 2; e 0,5% com o nível 1. Apesar dos alunos gostarem das atividades no geral, o interesse que demonstram é, segundo eles, ligeiramente inferior

ao gosto pela atividade.

➤ Soube trabalhar em grupo na atividade?

74,7% das respostas foram dadas com o nível 5 (trabalharam perfeitamente), mostrando que grande parte dos alunos sabe trabalhar em grupo, dividindo tarefas e colaborando na construção dos projetos; 15,6% das respostas com o nível 4; 4,4% com o nível 3; 0,9% com o nível 2; e 4,5% com o nível 1. O *Scratch* mostra-se também como uma plataforma de interação, de troca de ideias entre pares, de colaboração para ultrapassar dificuldades.

➤ Compreendi o que foi pedido para a atividade?

86,9% dos alunos responderam com o nível 5 (compreenderam perfeitamente); 9,1% com o nível 4; 2,9% com o nível 3; 0,4% com o nível 2; e 0,7% com o nível 1.

Compreenderem o objetivo da atividade é muito importante, mesmo que a sua resolução não acompanhe o mesmo nível. Permite aos alunos desenvolverem os seus projetos visualizando o resultado final.

➤ Não senti dificuldades na atividade

53,5% dos alunos responderam com o nível 5, não sentindo qualquer dificuldade na realização da tarefa; 15,5% com o nível 4; 8,2% com o nível 3; 3,6% com o nível 2; e 19,2% com o nível 1. Em sensivelmente, metade das tarefas propostas, os alunos não tiveram qualquer dificuldade na sua realização, porém, é o único item onde o nível 1 toma proporções na ordem dos 19%, demonstrando que apesar de gostarem da tarefa, de a compreenderem, ainda sentem algumas dificuldades na sua realização.

III. CONCLUSÕES

Apesar de ainda não estar concluído, o estudo levado a efeito ao longo de oito meses permite retirar algumas conclusões importantes e prevê-se que sejam confirmadas no final do ano letivo.

O *Scratch* mostrou-se acima de tudo uma plataforma facilitadora da aprendizagem por parte dos alunos. Dos dados obtidos e das observações feitas durante as atividades foi possível verificar que quando se encontram num ambiente motivador e em que os próprios utilizadores (as crianças) são os produtores de materiais, a aprendizagem surge de forma natural e objetiva.

É de referir que a equipa multidisciplinar presente em sala de aula pode ter causado alguns enviesamentos à investigação, na medida em que dos três técnicos, um deles varia de turma para turma (cinco alunos destacados pelo ISEC), alterando a forma como, principalmente ao longo da primeira fase, a informação foi transmitida aos alunos.

Não podemos também deixar de referir que sendo um projeto-piloto a informação e os estudos feitos relativamente a

esta temática no 1º ciclo são ainda muito escassos, e apesar de dificultar a tarefa, demonstra a importância de estudos mais profundos e objetivos.

Por fim, a investigação realizada pretende servir como base de partida para o próximo ano letivo, auxiliando a elaboração de uma planificação estruturada, seguindo o mesmo modelo, e pensando sempre no benefício para o aluno.

AGRADECIMENTOS

O trabalho descrito só foi possível graças à colaboração de diversas entidades, nomeadamente o Agrupamento de Escolas Eugénio de Castro, o ISEC-IPC, a FPCE-UC e o CASPAE-IPSS.

É ainda de salientar o envolvimento de todos os professores titulares de turma no projeto, o interesse e a disponibilidade demonstrados ao longo de todo o ano letivo.

Os autores agradecem a participação voluntária dos alunos do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Ricardo Pereira, Sérgio Ramos, João Oliveira, João Carvalho, João Pimenta e Carlos da Silva e a colaboração do técnico responsável pela atividade de enriquecimento curricular, Rui Ferreira.

REFERÊNCIAS

- [1] Dias, P. (2012). Comunidades de educação e inovação na sociedade digital. *Educação, Formação e Tecnologias*, 5(2), 4-10
- [2] Foresti, A., Teixeira, A.C. (2012). Proposta de um conceito de aprendizagem para a era digital. *Revista Latinoamericana de Tecnologia Educativa*, Vol11(2), 55-68. Acedida em 29 de junho de 2015, consultada em dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4164425.pdf
- [3] Papert, S. (1997). *A família em rede*. Lisboa: Relógio D'Água
- [4] Papert, S. (2005). Teaching Children Thinking. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 5 (3) (pp. 353-365).
- [5] Resnick, M., et. al. (2009). Scratch: Programming for all. *Communications of the ACM*, 60-68.
- [6] Sophie C. (2015). Computing curriculum: Digital skills versus computer science. Retrieved from <http://www.telegraph.co.uk/technology/news/10584617/Computing-curriculum-Digital-skills-versus-computer-science.html>, retrieved 2 June, 2015.
- [7] Sophie C. (2015). Teaching our children to code. Retrieved from <http://www.telegraph.co.uk/technology/news/10410036/Teaching-our-children-to-code-a-quiet-revolution.html>
- [8] Wagstaff, K. (2015). Can we fix computer science education in America? Retrieved from <http://techland.time.com/2012/07/16/can-we-fix-computer-science-education-in-america>
- [9] Olson, P. (2015). Why Estonia Has Started Teaching Its First-Graders ToCode? Retrieved from <http://www.forbes.com/sites/parmyolson/2012/09/06/why-estonia-has-started-teaching-its-first-graders-to-code>
- [10] Felleisen, M., & Krishnamurthi, S. (2009). Viewpoint Why computer science doesn't matter. *Communications of the ACM*, 52(7), 37-40.
- [11] Wangenheim C., G., Nunes, V. & Santos, G. (2014) Ensino de Computação com SCRATCH no Ensino Fundamental – Um Estudo de Caso. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 22 (3), pp. 115-125.
- [12] A. A. Carvalho, & M.T. Pessoa, "Políticas educativas TIC em Portugal", *Campus virtuales*, vol. 1, nº1, pp.93-104 , 2012.

Estimulando a Aprendizagem com Robótica Educativa. Desenvolvimento de um jogo com crianças de 5 e 6 anos de idade

Patricia Cavedini¹, Sílvia de Castro Bertagnoli²

Mestrado em Informática

¹IFRS, Colégio Marista Rosário

²IFRS

Porto Alegre, Brazil

pcavedini@gmail.com, silvia.bertagnoli@canoas.ifrs.edu.br

Karine Ribas Pereira

Colégio Marista Rosário

Porto Alegre, Brazil

karinepereira_ufrgs@hotmail.com

Abstract— This paper describes a robotic game called "The Track", which addresses the experiences that have been conducted throughout the year 2015 by a group of children to the age of 5 and 6 years in a private school of the city of Porto Alegre, Brazil, together with the teacher of the classroom and the teacher of educational technologies, and using the Robotic Kit NXT 2.0 Lego Mindstorms. Thus, the article details the creation process, which had as its central point propose challenges related to phonological awareness and mathematical language, using letters, a track and a robot as a pawn.

Keywords— *educational robotics; cognitive development; robotics game*

I. INTRODUÇÃO

A LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação no Brasil (Lei Nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996) [1] sistematiza os princípios norteadores, bem como elenca os direitos e deveres vinculados à Educação no país. Ela estrutura a Educação em dois grandes níveis escolares: (i) a Educação Superior; e (ii) a educação básica, que é composta pela educação infantil, ensino fundamental e ensino médio.

Considerando-se a Educação Básica, cenário onde este trabalho foi desenvolvido, pode-se encontrar as DCNs (Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica) e o Plano Nacional de Educação, que tem como propósito definir uma base nacional comum, para organizar, articular, desenvolver e avaliar propostas pedagógicas que devem ser usadas tanto na rede privada como na pública de ensino brasileiras.

Assim, seguindo as orientações estabelecidas pelas DCNs é necessário adotar recursos tecnológicos que incentivem o desenvolvimento intelectual, cognitivo e social das crianças. A Educação Infantil é um momento muito importante na formação de qualquer aluno, pois é quando a criança estabelece seus primeiros contatos com a escola, desenvolva sua identidade individual e coletiva, e estabelece conceitos e sentidos sobre o mundo que irão perdurar por toda a sua vida [2] e [3]. Conforme argumenta Fernández [4] essa etapa inicial de aprendizagem é de extrema importância para as crianças, pois o desenvolvimento cognitivo de crianças da educação infantil terá reflexos em todo seu processo de desejo, inteligência, corpo e organismo.

Analisando as DCNs uma das possíveis concepções pedagógicas que deve nortear a educação infantil consiste em construir "... novas formas de sociabilidade e de subjetividade comprometidas com a ludicidade ..." [2]. Observando-se o comportamento das crianças nos dias atuais é possível afirmar que elas possuem diversos "brinquedos" que as deixam extremamente "conectadas" umas com as outras. Assim, o uso da tecnologia passa a ser uma necessidade na sala de aula e define o estilo de aprendizagem dos alunos na faixa etária a partir dos 3 anos [5]. Esses alunos são curiosos e não prestam atenção nos velhos formatos de aprendizagem – o baseado no modelo linear. Para eles o ideal é ter uma resposta imediata a cada ação realizada, são ávidos por interatividade.

Nesse sentido, a abordagem pedagógica selecionada compreende a inclusão da Robótica Educacional (RE) nas práticas do cotidiano de uma sala de aula com alunos da Educação Infantil que possuem idade entre 5 a 6 anos. Estes alunos ainda não possuem a habilidade da escrita (algumas crianças já apresentam hipótese espontânea da mesma) e estão apenas começando a se apropriar de operações matemáticas. Considera-se que a RE é adequada, pois com ela a criança estabelece ligações cognitivas com objetos que já conhece, cria novos significados através das interações que realiza e a aprendizagem ocorre através da brincadeira [6] e [7], além de "garantir à criança acesso a processos de apropriação, renovação e articulação de conhecimentos e aprendizagens de diferentes linguagens" [2].

O foco deste artigo consiste em detalhar o processo de criação de um jogo – denominado "A Trilha", que teve como ponto central propor desafios vinculados à consciência fonológica e de linguagem matemática, utilizando cartas, uma trilha e um robô como peça.

Desse modo, o artigo prossegue abordando na seção II algumas considerações sobre a brincadeira e a robótica, na seção III é descrito o jogo da trilha, todos os passos envolvidos em sua construção; e, a seção final apresenta algumas conclusões.

II. A BRINCADEIRA ATRAVÉS DA ROBÓTICA

A robótica educacional, ou robótica educativa ou robótica pedagógica, consiste em incentivar a aprendizagem através da montagem de um sistema robótico. Para tanto, ao invés de usar

um modelo pronto onde o aluno apenas replica/copia são utilizadas propostas pedagógicas que incentivam o aluno a refletir de um modo contextualizado utilizando todas as habilidades prévias que possui, agregando e gerando, assim, um novo conhecimento. Além disso, a RE possibilita que o estudante possa manipular e experimentar a sua realidade, concentrando suas percepções e observações na atividade que está realizando [8].

A Robótica Educacional em parceria com as disciplinas e conteúdos curriculares auxilia o estudante a construir sua aprendizagem, sendo sujeito ativo e inovador. Proporcionando assim, elementos motivadores para uma aprendizagem mais significativa [9].

Pode-se afirmar que a robótica educacional é um instrumento que garante a vivência de diversas experiências, através da investigação, da descoberta, da construção da própria experiência e do erro/acerto. Ela pode ser usada para desenvolver inúmeras habilidades, dentre as quais se destacam [9] e [10]: (i) resolução de problemas; (ii) desenvolvimento do raciocínio lógico, (iii) promove a pesquisa científica e tecnológica; (iv) favorece o trabalho em equipe; (v) fortalece a comunicação em grupo; (vi) estabelece a integração de diversas áreas do conhecimento, entre outras. Com a RE é possível oferecer múltiplos estímulos (audição, visão e tato); permitir a resolução de problemas através da autonomia; e possibilitar que a criança analise os resultados gerados e faça inferência sobre os mesmos, como se estivesse brincando [6], [7], [8] e [11].

A inserção da Robótica Educacional na Educação Infantil possibilita colocar a fala e a atividade prática em ação para que crianças possam vivenciar o “aprender brincando”: testando suas hipóteses, criando soluções, desenvolvendo o raciocínio lógico, interagindo entre pares, adquirindo novos conhecimentos em diferentes campos de experiência, sendo sujeito do seu próprio conhecimento, estabelecendo uma sequência lógica de fatos e atividades, despertando a curiosidade, a confiança e a autoestima; em um contexto de ludicidade [11].

Segundo as DCNs para a Educação Infantil [2], a proposta curricular deve ter como eixos norteadores as brincadeiras e as interações. Nesse sentido, a próxima seção destaca o projeto “A Trilha”, que traz as experiências que foram vivenciadas durante todo o ano de 2015, por uma turma de crianças com a faixa etária de 5 e 6 anos de uma escola da rede privada do município de Porto Alegre, juntamente com a professora de sala de aula e a professora das tecnologias educacionais. Observa-se que o robô foi construído com componentes fornecidos pelo Kit NXT 2.0 Lego Mindstorms.

III. A TRILHA: TECENDO TEORIA E PRÁTICA

Segundo as DCNs, os currículos devem promover o conhecimento da própria criança e do mundo que a rodeia isso pode ser realizado através da “[...] ampliação de experiências sensoriais, expressivas, corporais que possibilitem movimentação ampla, expressão da individualidade e respeito pelos ritmos e desejos da criança”. Considerando, também, que o controle do próprio corpo deve começar desde cedo, a criança deve desenvolver a percepção de seu esquema e imagem corporal, sabendo usar pernas e braços; aprendendo a se

direcionar para a direita, esquerda, lado, em cima, embaixo; organizando sua memória e atenção; e dominando as noções de tempo.

Assim, visando abordar de forma lúdica estes aspectos foi criado o projeto “A Trilha”, que foi pensada como uma proposta que contemple todos os aspectos envolvidos no processo de aprendizagem do sujeito e que estimulasse a troca e interação com o outro e com o objeto [12].

O processo de criação do robô envolveu várias conversas e questionamentos, por parte dos professores, que formaram um grupo de discussão, e que definiu as etapas e a participação de cada criança no processo de criação do robô e, o mais importante, o que ele faria. A ideia levantada pelo grupo foi de que seria criado um robô que “auxiliasse o aprender”. Após muitas conversas e diálogos, o grupo decidiu que a forma como o robô auxiliaria no aprender seria através de um jogo que envolvesse desafios criados pelos próprios alunos.

A partir das trocas de experiências envolvendo profissionais das mais diversas áreas do conhecimento, as crianças foram instigadas a pensar, planejar, partilhar, contar, representar graficamente, manipular e reconhecer diferentes peças/partes do robô, interagir, escutar o outro, colocar sua opinião, entre tantos outros conhecimentos que foram necessários e estimulados no processo [13].

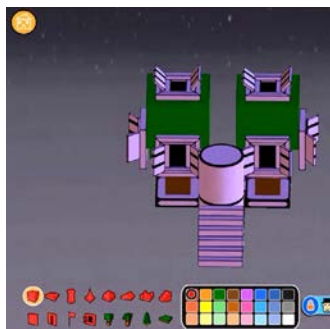


Fig. 1. A Trilha criada no Blox 3D

A construção do robô deu-se em diferentes etapas, pois foi necessário um trabalho preparatório para aplicar as ideias debatidas pelo grupo na sala de aula. Embora pareça simples, o uso da RE com crianças é instigante, e ao mesmo tempo complexo, pois envolve habilidades como planejamento, *design* da solução e trabalho em equipe. Todo o processo iniciou-se pela exploração das peças do kit Lego em sala de aula, onde, a partir de material concreto, as crianças puderam construir diferentes soluções, criando também funções e tendo que se ater a todos os detalhes. Após, iniciou-se com a exploração a partir da representação gráfica, onde as crianças foram convidadas a projetar no papel, suas ideias de máquinas e robôs. Desse modo, tendo como base os aspectos concretos e simbólicos,

oportunizou-se a exploração do aplicativo Blox 3D no iPad (Fig 1).

O aplicativo Blox 3D utiliza peças semelhantes às peças de Lego, onde os estudantes foram convidados a montar suas máquinas pensadas anteriormente, com este recurso. Esse aplicativo possibilitou a contextualização e a criação de objetos virtuais a partir da observação destes no mundo real, pelas crianças.

A utilização deste aplicativo deu origem a vários processos de criação e de levantamento de hipóteses, como, por exemplo: tamanho de peças, utilização de cores, noção de espaço e um universo diferente, como o plano 3D, atenção aos detalhes e coerência com a ideia de funcionamento da máquina (Fig. 2). Foram diversos momentos envolvidos nesta construção, ficando sob responsabilidade de todo o grande grupo a montagem do robô.



Fig. 2. A Montagem do Robô.



Fig. 3. A Trilha: robô peão.

A turma foi dividida em três grupos, cada grupo ficou responsável pela montagem de um motor. Os estudantes seguiram um manual de montagem, tendo a tarefa de escolher as peças adequadas num universo de peças diferenciadas, fazendo comparações entre elas, contando os furos e mediando os tamanhos.

O interessante nessa atividade foram os diálogos estabelecidos entre as crianças, pois elas testavam, argumentavam e chegavam a conclusões sobre a montagem de forma autônoma, estabelecendo o mínimo de dependência com o professor. O trabalho de cooperação e colaboração foi intenso, às vezes um grupo ajudava o outro, sendo que quase não houve intervenção dos professores envolvidos nas atividades.

Posteriormente, houve a divisão das tarefas em pequenos grupos: sendo que um ficou responsável pela programação e execução do robô; outro pela formulação de desafios de consciência fonológica; e outro pela formulação de desafios de linguagem matemática. Foi criado então, um jogo de trilha (Fig. 3), onde o peão era o robô e as casas em que ele parava ofereciam desafios cognitivos aos alunos.

A trilha apresentava três cores de fitas: amarela, azul e vermelha. Cada fita representava uma tarefa diferente:

- na cor amarela o jogador tinha que retirar uma carta e dizer a letra inicial que representava a imagem da carta (Fig. 4 - Esquerda);
- na cor azul o jogador retirava uma carta e tinha que dizer que palavra rimava com a imagem da carta selecionada (Fig. 4 - Direita); e, por último,
- na cor vermelha, o jogador retirava uma carta matemática, geralmente envolvia operações de soma, como esquematiza a Fig. 5. No caso da Fig. 5 cabia aos estudantes determinar quantos cachorros, quantos ursos e quantos jacarés apareciam e por último o total de animais.



Fig. 4. Exemplo de Carta Letra Inicial (à esquerda), Exemplo de Carta de Rima (à direita).



Fig. 5. Exemplo de Carta Matemática.

Com a experiência da Trilha pode-se perceber que a robótica educacional possibilita o uso combinado de diversos recursos tecnológicos, tornando a participação dos alunos mais efetiva, e incentivando a realização de atividades de forma colaborativa, onde um ajuda o outro a resolver os problemas encontrados.

A escola onde as atividades foram desenvolvidas possui um grande interesse na robótica educacional, principalmente em projetos que possuem propostas pedagógicas fundamentadas e que se constituem em projetos educacionais. O objetivo da escola com a inclusão da RE é criar um currículo que oportuniza às crianças práticas e experiências que permitam que elas desenvolvam as múltiplas inteligências que possuem.

Além disso, o uso da RE com atividades que permitem a construção e manipulação de robôs têm como foco proporcionar

ao aluno mais um ambiente de aprendizagem, onde ele possa desenvolver seu raciocínio, sua criatividade e o seu conhecimento em diferentes áreas. Onde o aluno perceba que é parte da construção de seu conhecimento, pois é sua a responsabilidade de criar o propósito do robô.

Com as diferentes experimentações já realizadas pode-se afirmar que a robótica educacional pode ser utilizada para qualificar as atividades pedagógicas que ocorrem dentro da sala de aula. No caso do jogo criado o foco não estava no robô em si (e nos recursos a ele associados), mas nos desafios cognitivos de consciência fonológica e da linguagem matemática.

Neste trabalho a RE foi utilizada apenas como um mecanismo lúdico, onde os alunos podiam apresentar e demonstrar de suas criações, bem como participar de desafios educacionais. Espera-se que o uso da RE, do incentivo à criatividade possibilite desenvolver nos alunos um espírito inovador e empreendedor.

IV. CONCLUSÕES

A proposta pedagógica inicial, para desenvolver com os alunos no ano de 2015, baseava-se em utilizar vários tipos de tecnologias, tais como: jogos, computadores, iPads, lousa digital entre outras. Mas, com o passar do tempo sugeriu-se utilizar a robótica educacional como recurso pedagógico na sala de aula. Após realizar diversas reuniões com o grupo de docentes foi apresentada a proposta à turma, que sugeriu vários elementos do robô e tornou-se autora de seu processo de aprendizagem. Unindo o interesse dos alunos por robôs e a proposta de desafios vinculados às unidades de aprendizagem, pode-se afirmar que ambos foram fundamentais para o desenvolvimento da atividade com sucesso.

Outro ponto que merece destaque é o trabalho em equipe, que foi fundamental e possibilitou o desenvolvimento, de forma articulada, de diferentes conhecimentos e de novas curiosidades.

Através desse trabalho, pode-se observar que a robótica educacional estimula várias habilidades e se inter-relaciona com diversas áreas do conhecimento, proporcionando uma aprendizagem questionadora e investigativa.

Pretende-se no ano de 2016, realizar outras experiências vinculadas à RE, onde elas serão documentadas através da gravação de vídeos e aplicação de questionários lúdico-visual que já estão sendo elaborados. Assim, espera-se que seja possível identificar os resultados e impactos das atividades

envolvendo a RE de forma mais efetiva; e que os resultados obtidos possam servir de ponto de partida para outras experimentações pedagógicas na sala de aula.

REFERÊNCIAS

- [1] Brasil, MEC. Lei de Diretrizes e Bases da Educação. 1996. Available: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm. Accessed on: Set, 14, 2015.
- [2] Brasil, MEC; CNE, CEB. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica. 2013. Available: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=15548-d-c-n-educacao-basica-nova-pdf&Itemid=30192. Accessed on: Set, 14, 2015.
- [3] M. A. C. de Moraes. "A Inserção de Crianças na Educação Infantil e Sua Relação Com as Dificuldades de Aprendizagem", Ciências e Letras, vol. 43, pp. 275-284, 2008. [Online]. Available: <http://www.fapa.com.br/cienciasletras>. Accessed on: Jun, 6, 2015.
- [4] A. Fernández. A Inteligência Aprisionada. Porto Alegre, Brazil: Artes Médicas, 1991.
- [5] M. Prensky, Aprendizagem Baseada em Jogos Digitais. São Paulo, Brazil: Editora SENAC, 2012.
- [6] A. L. A. Raabe, A. L. M. Santana, M. F. Vick-Vieira and T. A. Rosário, Brinquedos de Programar na Educação Infantil: um estudo de caso. presented at Proceedings Símposio Brasileiro de Informática na Educação, 2015.
- [7] A. L. A. Raabe, M. F. Vick-Vieira and T. A. Rosário, "Um Relatório de Experiência com o Uso do Brinquedo de Programar Bee-Bot na Educação Infantil com Crianças de 3 a 4 anos de Idade", Revista Tecnologias na Educação, vol. 7, no. 13, Dez. 2015.
- [8] F. A. B. Sánchez and A. F. Guzmán, "La Robótica Como un Recurso Para Facilitar el Aprendizaje y Desarrollo de Competencias Generales", Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información, vol. 13, no. 2, pp. 120-136, 2012. Available: http://campus.usal.es/~revistas_trabajo/index.php/revistates/article/view/9002/9247. Accessed on: Nov., 22, 2015.
- [9] R. Fornaza and C. G. Webber, "Robótica Educacional Aplicada à Aprendizagem em Física", Renote, vol. 12, no. 1, Jul., 2014.
- [10] A. F. Silva, A. Agáe and L. M. G. Gonçalves, "Utilização da Teoria de Vygotsky em Robótica Educativa", Congresso Iberoamericano de Informática Educativa, vol. 9, 2008. [Online]. Available: http://www.ufgfs.br/nice/eventos/RIBIE/2008/pdf/utilizacao_teor_vygotski_robotica.pdf. Accessed on: Set, 14, 2015.
- [11] F. Kalil, H. Hernandez, M. F. Antunez, K. Oliveira and N. Ferronato, Promovendo a robótica educacional para estudantes do ensino médio público do Brasil. presented at Proceedings of Conferência Internacional sobre Informática na Educação, vol. 9, no. 739, 2013.
- [12] I. C. Palangana, Desenvolvimento e Aprendizagem em Piaget e Vigotsky: a relevância do social. São Paulo, Brazil: Summus, 2015.
- [13] S. R. Zilli, "A Robótica Educacional no Ensino Fundamental: Perspectivas e Práticas", M. S. Thesis, Engenharia de Produção, UFSC, Santa Catarina, Brazil, 2004.

5phero Kids. Una aplicación educativa para alumnos de Educación Infantil

Jordi Ruiz Calvo

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática.
ETSINF. Universitat Politècnica de València
jorruic1@inf.upv.es

Sandra López Fernández

Facultad Ciencias Sociales y Humanísticas
Universitat Jaume I
sandra.lf.uji@gmail.com

Marina Murillo-Arcila

Instituto Universitario de Matemática Pura y Aplicada
ETSINF. Universitat Politècnica de València
mamuar1@posgrado.upv.es

J. Alberto Conejero

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática
Instituto Universitario de Matemática Pura y Aplicada
Universitat Politècnica de València
aconejero@mat.upv.es

Jose-Luis Poza-Lujan

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática (ETSINF)
Departamento de Informática de Computadores (DISCA)
Universitat Politècnica de València
jopolu@disca.upv.es

Resumen—El avance tecnológico hace necesario la incorporación de las nuevas tecnologías en la enseñanza desde etapas cada vez más tempranas. En el artículo se propone una aplicación para teléfonos móviles llamada 5phero Kids para ser usada por niños del segundo ciclo de Educación Infantil y destinada al aprendizaje de conceptos básicos. La aplicación facilita la interacción con una bola robótica con capacidad autónoma de movimiento y de interacción con el usuario (Sphero). La aplicación propuesta consta de tres módulos en los que se trabajan diversos conceptos contemplados en el currículo de Educación infantil como son la introducción a la

adición/sustracción combinada con psicomotricidad gruesa (módulo de matemáticas), los colores, la introducción a la lectura-escritura combinados con psicomotricidad fina (módulo de colores) y por último, las formas geométricas a partir tanto de la psicomotricidad fina como de la gruesa. Sus ventajas han sido puestas de manifiesto a partir de un análisis comparativo con diversas aplicaciones educativas.

Palabras clave—android; bot; psicomotricidad fina; psicomotricidad gruesa, educación infantil; matemáticas; formas; colores; lectoescritura

I. INTRODUCCION

En pleno siglo XXI, resulta evidente que el avance tecnológico, y la incorporación de las tecnologías en la sociedad, ha cambiado el día a día de la mayor parte de la población. Esta incorporación de la tecnología en nuestro ámbito social viene precedida de un aumento tecnológico en otras áreas, fundamentalmente en el mundo laboral, pero también en el ámbito familiar así como en el educativo.

En este último caso, la mayor novedad es la irrupción de las pizarras digitales en el aula lo que ha abierto la posibilidad a nuevas actividades que permiten una interacción mucho más temprana del niño con el contenido, sin tener que esperar a que adquiera un dominio más que razonable de la psicomotricidad fina, para poder escribir con la pizarra [1]. En este sentido la interacción del niño se realiza de manera directa con la abstracción del objeto del contenido, usualmente de manera táctil, bien pulsando o arrastrando. Esta interacción no se limita al ámbito educativo, sino que en el entorno familiar la interacción del niño con tabletas y dispositivos móviles, bien

para ver vídeos o para interactuar con aplicaciones muy básicas se realiza desde muy corta edad.

Al margen de este tipo de dispositivos, donde la tecnología dominante se desarrolla en un plano de dos dimensiones, los niños, desde muy pequeños, están acostumbrados a interactuar con juguetes electrónicos. Entre dichos juguetes electrónicos, prevalecen aquellos que permiten ser teledirigidos como coches o incluso drones, lo que proporciona un espacio de juego de tres dimensiones. Sin embargo, no es habitual la inclusión en el ámbito educativo de dispositivos que puedan ser controlados a distancia por teléfonos móviles o tabletas [2]. El uso de un dispositivo de este estilo no se ve limitado al aula de Educación Infantil sino también en el entorno familiar.

Además, la necesidad de interactuar a través de una tableta o Smartphone, que suelen ser dispositivos que son propios de adultos, unido a que su precio hacen que su uso no sea promovido desde las aulas. Más aún cuando algunas de las aplicaciones educativas diseñadas al efecto pueden ser vistas, en primera instancia, como un elemento puramente de ocio sofisticado.

La palabra *bot* se emplea como abreviatura de la palabra *robot*. Se entiende como *bot* un programa o hardware diseñado para interactuar con otros programas, servicios o personas y que tiene entidad propia o cierta inteligencia propia [3]. Un ejemplo de *bot*, desde el punto de vista de elemento hardware, es el dispositivo Sphero [4] que es el empleado en el sistema presentado (Fig. 1).



Fig. 1. Dispositivo Sphero 2.0 (en la imagen, sin retroiluminación)

Generalmente los *bots* son sencillos de manejar a través de un mando a distancia, y recientemente también por medio de un dispositivo móvil. Los *bots* ofrecen muchas posibilidades de interacción. Además se puede presentar como ocio más allá del aprendizaje, puesto que el usuario (en este caso, el alumno de educación infantil) siempre verá el *bot* como un juguete.

En esta comunicación se muestra una aplicación desarrollada con el objetivo de interactuar con el *bot*, de manera que se trabajan varios objetivos de conocimiento asociados al currículo de matemáticas de Educación Infantil, como son la adición/sustracción, el reconocimiento de formas geométricas y colores, el desarrollo de la concepción espacial y la introducción a la lectura-escritura.

En la sección II de marco teórico, se presentan los fundamentos pedagógicos y el entorno curricular de aplicación del sistema presentado. En la sección III se revisan los trabajos relacionados que cubren el objetivo del sistema presentado. En la sección IV se presentan las características del sistema desarrollado. En la sección V se analizan las ventajas e inconvenientes del sistema y, finalmente, en la sección V se presentan las conclusiones del artículo.

II. MARCO TEÓRICO

A. Fundamentos pedagógicos

Dentro del marco de la Educación Infantil, una de las teorías psicológico-evolutivas más influyentes en la actualidad es la que desarrolló Jean Piaget (1981) a lo largo del siglo XX. Esta teoría, basada principalmente en la división del desarrollo cognitivo en distintos periodos, es una de las bases de la corriente educativa conocida como "Teoría constructivista del aprendizaje" [5]. Piaget parte de la división del pensamiento en 2 tipos distintos: *pensamiento físico* y *pensamiento lógico-matemático*. El pensamiento físico es "el conocimiento de los objetos de una realidad externa, así como de sus propiedades físicas". Dentro de estas propiedades se encuentran, por ejemplo, el color, la forma o el peso de los objetos. El pensamiento lógico-matemático consiste en "la coordinación de las relaciones existentes entre objetos y acciones". Este tipo de pensamiento, se puede favorecer a través de la experiencia en el aula, tanto con

los distintos objetos y eventos del entorno como mediante las relaciones sociales con compañeros y maestros.

Basándose en la separación del pensamiento, Piaget enuncia la que es la base de toda su teoría epistemológica: "la *división del desarrollo cognitivo en distintos periodos, que a su vez están divididos en sub-estadios*". Estos estadios son: el sensorio-motor (que comprende el periodo de 0 a 2 años), el pre-operacional (de 2 a 6 años), el estadio de las operaciones concretas (desde los 6 a los 12 años), y el estadio de las operaciones formales (12 años en adelante).

Por lo general, el uso de la tecnología se incrementa en la medida en que se avanza en el desarrollo cognitivo, no siendo habitual el uso de la misma en los primeros estadios [6]. La aplicación propuesta en esta comunicación está destinada a alumnos que se encuentran en el estadio pre-operacional. Al ser uno de los primeros estadios, el desarrollo resulta muy innovador. Para entender la aplicación parece conveniente detallar los sub-periodos del estadio pre-operacional:

- Periodo simbólico (2-4 años). La característica principal de este periodo es la aparición de la función simbólica o semiótica del pensamiento, permitiendo al niño conocer y procesar ideas, conceptos, principios y reglas con un cierto grado de abstracción. Respecto al aspecto lógico - matemático, en el que se centra el presente artículo, es en este periodo cuando el niño establece los primeros preconceptos matemáticos ligados a la acción y a la manipulación directa, siendo incapaz de realizar abstracciones en este ámbito.
- Periodo del pensamiento intuitivo (4-6 años). Durante este periodo, el lenguaje gana importancia frente a las imágenes mentales, cobrando una especial importancia el uso de este. Por otra parte, también se inician la mayoría de las operaciones lógico-matemáticas, por lo que se produce una mayor capacidad para clasificar los objetos en diferentes categorías, en función de características físicas como color, forma o tamaño.

B. Entorno curricular de aplicación

Además de la teoría de Piaget, empleada como marco teórico para el desarrollo de la aplicación, es conveniente presentar el entorno de aplicación concreto. En el caso presentado en el artículo, el entorno se centra en el aspecto curricular de la Educación Infantil Española, que se encuentra regulado por el Real Decreto 1630/06 [7] y sucesivos decretos autonómicos [8] y [9]. Estos decretos conforman un marco legislativo que concreta los objetivos didácticos que se exigen en la etapa de Educación Infantil. En el segundo ciclo de Educación Infantil (3-6 años) se definen los objetivos a conseguir por alumnos al finalizar este periodo. De entre dichos objetivos, cabe destacar los siguientes que se encuentran estrechamente ligados a los conceptos a adquirir a los cuales contribuiremos a través de la aplicación presentada:

1. Las propiedades y relaciones de objetos y colecciones: color, forma, tamaño, grosor, textura, semejanzas y diferencias, pertenencia y no pertenencia.

2. El gusto por explorar objetos y por actividades que impliquen poner en práctica conocimientos sobre las relaciones entre objetos.
3. El número cardinal y ordinal.
4. La resolución de problemas que impliquen la aplicación de sencillas operaciones.
5. El conocimiento de formas geométricas planas y de cuerpos geométricos. La adquisición de nociones básicas de orientación y situación en el espacio.

III. TRABAJOS RELACIONADOS

A. Herramientas tradicionales

Históricamente, la enseñanza se ha valido de la tecnología existente en cada momento para incorporarla en el proceso de aprendizaje. Es posible alcanzar un objetivo, por ejemplo aprender a contar el resultado de una suma, tanto por medio de la acumulación de piedras, como empleando modernas tabletas digitales.

Uno de los materiales más extendidos son los bloques lógicos [10] Estos bloques consisten en 48 piezas, generalmente de madera, de distintos tamaños, colores, formas y grosores. Mediante distintas actividades de combinación y ordenado, estos bloques permiten trabajar conceptos como la adición y sustracción, los colores o las formas geométricas. Un material similar, aunque menos extendido, son las tarjetas lógicas. En las tarjetas hay dibujados colores, siluetas de formas geométricas, muñecos grandes y pequeños, objetos gruesos y delgados, en resumen, representaciones de objetos reales con los que poder realizar actividades similares a las que se realizan con los bloques lógicos. Un ejemplo de combinación de tarjetas y bloques es el tangram chino [11] compuesto por 7 piezas de plástico o madera de diferentes colores y tamaños: cinco triángulos, un cuadrado y un romboide. La dinámica consiste en intentar formar objetos similares a los reales con la totalidad de las piezas, lo cual ayuda al alumno a situar las formas geométricas en su entorno, a la vez que le enseña a contar, adiconar (al situar piezas en el objeto) y a sustraer (al comprobar que quedan menos piezas).

Por otro lado, el uso del ábaco como herramienta para la introducción a la adición y a la sustracción sigue siendo un pilar básico en el proceso de aprendizaje de estos conceptos. Pese a su antigüedad, su facilidad de comprensión y su lenguaje visual hacen de él un elemento indispensable en la enseñanza de las matemáticas las aulas de infantil [12]. Uno de los métodos que más popularidad han alcanzado es el Aloha que hace un uso intensivo del ábaco para el desarrollo del cálculo mental ágil [13].

B. Herramientas tecnológicas

Las herramientas mostradas en la sub-sección anterior son de gran utilidad, y actualidad, y pueden ser complementadas con las recientes herramientas que emplean las tecnologías actuales. Algunos trabajos [14] y [15] han analizado las ventajas pedagógicas de incorporar las Tecnologías de la Información y las comunicaciones (TIC) en la enseñanza. Por lo general, la incorporación de las TIC se queda en la inclusión en el aula de un ordenador o de una pizarra digital. Sin embargo parece evidente que la introducción de las TIC en las aulas no puede limitarse solo al uso de estas dos herramientas, y es por ello que

han surgido distintos programas educativos [16] y [17] que actualmente pueden complementar y aproximar de forma eficiente las nuevas tecnologías a los alumnos, véase también [1].

Por todo lo anterior, para el desarrollo de la aplicación, se ha revisado previamente una gran cantidad de aplicaciones y sistemas similares empleados para enseñar y aprender los objetivos didácticos presentados en la sección anterior. Esta revisión ha permitido a los autores determinar las características generales del sistema a desarrollar. A continuación se muestran las cuatro más representativas, a modo de ejemplo de aplicación de tecnología en el aprendizaje.

Kids Shapes & Colors Preschool [18] es una aplicación en Android, para móviles o tabletas digitales, dirigida a niños de entre 3 y 5 años que trabaja con las formas geométricas y los colores. La aplicación está dividida en diversos juegos básicos (Fig. 2). El juego que trabaja las formas geométricas, permite situarlas en entornos y con formas que el niño pueda reconocer. Por ejemplo, la pantalla muestra un dibujo de una casa y el usuario debe arrastrar el cuadrado hacia el edificio, el triángulo hacia el techo y el círculo hacia el sol.



Fig. 2. Juegos básicos de la aplicación "Kids Shapes & color Preschool"

Bee-Bot [19] es uno de los pocos *bots* educativos que se orientan al periodo de la Educación Infantil. Se trata de una *bot* con forma de abeja (Fig. 3) que funciona de manera autónoma y mediante unos sencillos botones de dirección, el usuario puede realizar distintas secuencias de movimiento que la abeja realizará al pulsar un botón. En concreto, Bee-Bot incluye tapetes para trabajar el inicio a la lectura-escritura (por ejemplo, programando una secuencia que pare en cada letra de una palabra) y el concepto de cantidad. En [20] se analiza el uso de estas *bots* para trabajar diversas competencias en primaria y se analiza cómo la introducción de las nuevas tecnologías y los lenguajes de programación motivan a los alumnos/as.



Fig. 3. Aspecto del Bot "Bee-Bot"

LEGO Education WeDo [21] es una herramienta diseñada por la conocida marca LEGO que permite a los usuarios construir un *bot* (Fig. 4) a la vez que aprenden y desarrollan su imaginación. Pese a estar orientada para usuarios de 7 años o más, es una herramienta versátil que puede ser adaptada y usada por niños de menor edad. En [22] se analiza cómo las herramientas LEGO ayudan a potenciar la creatividad de los alumnos y además analizan las ventajas de fomentar la cooperación entre las escuelas y establecimientos tecnológicos con el fin de familiarizar al alumnado con los avances tecnológicos.



Fig. 4. Un *bot* realizado con piezas de LEGO WeDo

Sphero ColorGrab es una de las más empleadas para el dispositivo Sphero (Fig. 1) es una aplicación desarrollada por los mismos creadores del *bot*, Orbotix, que trabaja fundamentalmente los colores y los reflejos. El funcionamiento del juego es sencillo e intuitivo. Por turnos, la pantalla se ilumina de un color mostrando el nombre de dicho color. En ese momento, la Sphero empieza a cambiar de color y el usuario deberá tocarla justo cuando esté iluminada con el color indicado en la pantalla. La aplicación permite seleccionar el nivel de dificultad deseado, reduciendo o aumentando tanto la variedad de colores como la velocidad a la que los alterna el dispositivo. Esto, unido al hecho de que no es necesario que el usuario lea el nombre el color (puesto que la pantalla se ilumina), hace que la aplicación pueda ser usada desde incluso antes de los 4 años en adelante pese a que no está específicamente diseñada para la etapa de Educación Infantil.



Fig. 5. Sphero con la aplicación Sphero ColorGrab.

C. Síntesis de características

Analizando las aplicaciones educativas ya existentes y descritas se puede observar una clara tendencia a trabajar la psicomotricidad fina (pantallas de dispositivos móviles, botones en *bots* o piezas de LEGO) y una ausencia en el trabajo de la psicomotricidad gruesa. Esto se debe a que las aplicaciones que cuentan con un dispositivo externo se fundamentan básicamente en la interacción entre la aplicación y el dispositivo, dejando a

un lado la posibilidad de que sea el usuario el que interactúe directamente con el *bot*. Además, también resalta de manera importante el poco trabajo de la concepción espacial que se realiza en los sistemas analizados. En [23] se destacan las ventajas del uso de *bots* en la etapa de educación infantil para el desarrollo de la concepción espacial y la psicomotricidad. Por ello, resulta especialmente importante la elección del dispositivo Sphero como dispositivo de apoyo dada su robustez y resistencia, en lo que a características mecánicas se refiere, por lo que es muy adecuado para la psicomotricidad gruesa. Por lo que respecta a las áreas de conocimiento trabajadas se observa que las aplicaciones abordan un número muy limitado de áreas de conocimiento [24]. Por tanto, resulta prioritario desarrollar una aplicación que trabaje el máximo número de áreas del conocimiento posibles, sea de manera conjunta o de manera separada. Por último, se puede observar pocas aplicaciones dirigidas a niños de 5 años. Consecuentemente, estos aspectos serán los que se tengan en cuenta para el diseño de la aplicación.

IV. APLICACIÓN SPHERO KIDS

Para diseñar la aplicación se han tenido en cuenta diversos aspectos. En primer lugar se han identificado los grupos de usuarios a considerar de cara al desarrollo de la misma, entendiendo por usuario a todas aquellas personas que van a interactuar con la aplicación. Se ha realizado una división de éstos en dos grupos diferentes: los usuarios objetivo, evidentemente los alumnos de Educación Infantil, y aquellos que proveerán la aplicación a los usuarios directos, generalmente docentes de Educación Infantil, pero también pueden ser familiares.

Otro aspecto importante consiste en describir de manera precisa las funcionalidades y restricciones de la aplicación. En el caso de 5sphero kids, el sistema tiene como objetivo el desarrollo por parte del usuario de las áreas del conocimiento relacionadas con la matemática, las habilidades de lectura-escritura, la geometría, la psicomotricidad, los colores y la concepción espacial. La aplicación consta de tres módulos en los que se trabajaran concretamente los siguientes conceptos:

1. Operaciones matemáticas primitivas: introducción a la adición y sustracción a través de la psicomotricidad gruesa.
2. Aprendizaje de colores: introducción a la lectura-escritura a través de los colores basándose en la psicomotricidad fina.
3. Reconocimiento de las formas geométricas básicas: introducción a la lectura-escritura y aprendizaje de formas por medio tanto de la psicomotricidad fina como de la psicomotricidad gruesa.

A continuación, como aportación principal de la comunicación se presenta cómo la aplicación desarrollada trabaja los conceptos anteriores.

A. Operaciones matemáticas

El módulo de realización y aprendizaje de operaciones matemáticas consiste en un juego en el que el usuario debe resolver operaciones matemáticas de adición o sustracción sencillas mediante el uso del dispositivo Sphero. La aplicación

muestra adición o una sustracción de dos números entre el 1 y el 9 cuyo resultado, en la modalidad inicial, debe ser siempre un número comprendido entre 0 y 10. El usuario coge la bola y la sacude. Al sacudirla, si el número de parpadeos es igual al resultado de la operación, se muestra una pantalla verde en la aplicación y el *bot* Sphero se ilumina indicando que se ha acertado y el resultado de la operación. Si por el contrario el número de parpadeos es distinto al resultado de la operación, se muestra una pantalla roja indicando que se ha fallado y el resultado correcto de la operación, cambiando el dispositivo Sphero a color rojo.

B. Aprendizaje de colores

Esta actividad es una versión del tradicional juego "el ahorcado" en el que el usuario debe adivinar el nombre del color con el que está iluminado el dispositivo Sphero. La aplicación selecciona aleatoriamente un color y el dispositivo Sphero se ilumina del mismo color. En la pantalla (Fig. 6) se muestran todas las letras del vocabulario y tantos caracteres "_" como letras tengan el nombre del color. También se muestran 5 dibujos, es configurable, que representan los posibles errores que el usuario puede cometer. El usuario va seleccionando letras. Si la letra está en el nombre, pasa a mostrarse en el lugar correspondiente y en caso contrario se elimina una vida. Si se aciertan todas las letras del nombre, se muestra una pantalla verde indicando que se ha acertado y el nombre del color elegido. Si se acaban las vidas, se muestra una pantalla roja indicando que se ha fallado y el nombre del color elegido.



Fig. 6. Pantalla, en modo horizontal, de la modalidad de juego de aprendizaje de colores.

C. Reconocimiento de formas geométricas

Este módulo, consta de un juego de preguntas y respuestas en el que el usuario debe reconocer una determinada forma geométrica trazada por el dispositivo Sphero. Cabe destacar que las palabras, en el caso de niños menores de cuatro años (dependiendo de en qué edad se han desarrollado las habilidades lectoras), deben ser leídas por el asistente. En pantalla (Fig. 7) se muestra dicha forma geométrica y se pregunta por su número de lados, o de caras, según sea una figura en 2D o en 3D. El usuario debe golpear o sacudir el dispositivo Sphero el número de veces correspondiente a la respuesta. En pantalla se muestra un contador con la cantidad de veces que la Sphero ha sido golpeada. Si la opción seleccionada es la correcta (después de un *time-out* para la detección de la detención de la secuencia de golpes), se muestra una pantalla verde indicando que se ha acertado y el número de lados o caras de la forma seleccionada. Por el contrario, si la opción seleccionada no es la correcta, se

muestra una pantalla roja indicando que se ha fallado y el número de lados o caras de la forma seleccionada.



Fig. 7. Pantalla, en modo horizontal, de la modalidad de juego de aprendizaje de formas geométricas.

V. DISCUSIÓN

El sistema presentado ofrece las mismas ventajas para el aprendizaje que los *bots* similares. Sin embargo, a partir de la exposición de características de Sphero y la experimentación con algunos profesionales docentes, se han determinado, a través de la entrevista con los primeros usuarios, algunas ventajas con respecto a otros sistemas:

- El uso de las tres dimensiones por medio del *bot* Sphero permite un mayor rango de manipulación lo que ofrece una versatilidad mayor en las actividades.
- Al no precisar una psicomotricidad fina, que puede no estar completamente desarrollada en las etapas en que se comienzan a aprender las matemáticas, motiva a los alumnos que no disponen de madurez suficiente en psicomotricidad fina.
- La no asociación con un objeto determinado (animal, generalmente), que si se da en la mayor parte de *bots*, evita la personalización del aprendizaje en el *bot*, siendo el niño quien es el protagonista de su propio aprendizaje.
- El soporte de una aplicación móvil, permite disponer de diferentes niveles de aprendizaje con el mismo objeto.
- Algunos inconvenientes que se han detectado se centran principalmente en la necesidad de tener contacto directo con el *bot*. Esto último es un problema cuando son muchos los niños que trabajan con el mismo, ya que implica la necesidad de que el resto no pueda observar los movimientos si no está cerca del *bot*. Esto no suele ser un problema si los movimientos se hacen elevando el *bot* por encima de la cabeza para que así pueda ser contemplado por todos.

VI. CONCLUSIONES

En el artículo se ha presentado un sistema compuesto de un *bot* (Sphero) y una aplicación móvil de control del mismo. Los fines docentes del mismo se han centrado en la enseñanza de los conceptos pre-matemáticos para niños de edad pre-escolar.

Dentro de las posibilidades didácticas que ofrece la interacción con el dispositivo Sphero, los conceptos educativos trabajados en la aplicación representan un subconjunto de entre

las posibilidades que se pueden trabajar con *bots*. Existen, además, muchas otras áreas del conocimiento que no se han analizado en este trabajo como el lenguaje o la música. En la legislación citada, se determinan aquellos aspectos que se deben trabajar en el segundo periodo de Educación Infantil.

Entre otros aspectos, se está desarrollando el descubrimiento de la longitud como unidad básica de medida ya que es posible trabajarlo en estrecha relación con la concepción espacial, por ejemplo, haciendo que el dispositivo Sphero recorra una distancia de un metro y a partir de esa medida solicitar al usuario que repita esa distancia. Es posible, además, la inclusión de retos como medir el doble o la mitad de distancia con la mayor precisión posible. Otros conceptos a trabajar son los sistemas numéricos como ser el sistema sexagesimal, la construcción de series numéricas o la agrupación de objetos en colecciones.

Actualmente se están desarrollando diversos niveles de dificultad. Para ello, en un nivel más sencillo se están añadiendo algunas ayudas a la hora de realizar las actividades. Por ejemplo, en el caso de la actividad “Matemáticas” se han añadido dos conjuntos de objetos que representen cada número de la operación de manera que el usuario solo tuviera que contarlos, haciendo más sencilla su interpretación. También, como sugerencia de psicopedagogos, se están incluyendo comodines en la actividad “Colores”. Por último, la principal dirección de avance de la aplicación es la realización de estudios a través de la realización de prácticas con alumnos de Educación Infantil para así poder determinar los aspectos más favorables al aprendizaje de las matemáticas por medio de la interacción con dispositivos electrónicos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática (ETSINF) y al Departamento de Informática de Sistemas y Computadores (DISCA) de la Universitat Politècnica de València (UPV) el soporte a la publicación del presente trabajo. Así mismo se desea agradecer a los profesores y educadores que, de forma desinteresada, han prestado su tiempo para probar los prototipos y mejorar el sistema presentado.

REFERENCIAS

- [1] Couse, L. J., & Chen, D. W. (2010). A tablet computer for young children? Exploring its viability for early childhood education. *Journal of Research on Technology in Education*, 43(1), 75-96.
- [2] Haugland, S. W. (2000). What Role Should Technology Play in Young Children's Learning? Part 2. Early Childhood Classrooms in the 21st Century: Using Computers to Maximize Learning. *Young children*, 55(1), 12-18.
- [3] Vetter, M. (2002). Quality aspects of bots. In *Software quality and software testing in internet times* (pp. 165-184). Springer Berlin Heidelberg.
- [4] ORBOTIX. Sphero <http://www.sphero.com/sphero>. Último acceso, 8 de mayo de 2016.
- [5] Piaget, J. (1981). La teoría de Piaget. *Infancia y Aprendizaje*, 4(sup2), 13-54.
- [6] Haugland, S. W. (2000). What Role Should Technology Play in Young Children's Learning? Part 2. Early Childhood Classrooms in the 21st Century: Using Computers to Maximize Learning. *Young children*, 55(1), 12-18.
- [7] Ministerio de Educación y Ciencia. Real decreto 1630/2006. Boletín Oficial del Estado, 4:474, 2006
- [8] Conselleria de Ecuación (2008) Decreto 37/2008. Diari Oficial de la Comunitat Valenciana, 5734:55003, 2008.
- [9] Conselleria de Ecuación (2008) Decreto 38/2008. Diari Oficial de la Comunitat Valenciana, 5734:55018.
- [10] Dienes, Z. P. (1997). Propuestas para una renovación de la enseñanza de las matemáticas a nivel elemental (Vol. 3). *Fund. Infancia y Aprendizaje*.
- [11] Bohning, G., & Althouse, J. K. (1997). Using tangrams to teach geometry to young children. *Early childhood education journal*, 24(4), 239-242.
- [12] Vasuki, K. (2013). Informe: Impacto del aprendizaje de aritmética mental con ábaco en las habilidades cognitivas de los niños. ALOHA Mental Arithmetic.
- [13] Feeney, S. (1980). “A” Is for Aloha. University of Hawaii Press.
- [14] Ibañez, J. S. (2004). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 1(1), 3
- [15] Moreira, M. A. (2010). El proceso de integración y uso pedagógico de las TIC en los centros educativos. Un estudio de casos. The process of integration and the pedagogical use of ICT in schools. *Revista de educación*, 352, 77-97.
- [16] EDUKATIVE. (2016). <http://www.edukative.es/> Último acceso, 8 de mayo de 2016.
- [17] ESCUELA DE CIENCIA. (2016). <http://www.escueladeciencia.com/> Último acceso, 8 de mayo de 2016.
- [18] KIDS & SHAPES, COLORS PRESCHOOL (2016) <http://apk-dl.com/kids-shapes-colors-preschool/> Último acceso 8 de mayo de 2016.
- [19] Janka, P. (2008). Using a programmable toy at preschool age: why and how. *Proc. SIMPAR*, 112-121.
- [20] Satrustegui, E. (2014). Aportación de los robots programables Bee-Bot en primaria, Tesis 2014.
- [21] LEGO WeDo 2.0 (2016) <https://education.lego.com> Último acceso 8 de mayo de 2016.
- [22] Lau, K. W., Tan, H. K., Erwin, B. T., & Petrovic, P. (1999, November). Creative learning in school with LEGO (R) programmable robotics products. In *Frontiers in Education Conference, 1999. FIE'99. 29th Annual (Vol. 2, pp. 12D4-26)*. IEEE.
- [23] Alimisis, D., Moro, M., Arlegui, J., Pina, A., Frangou, S., & Papanikolaou, K. (2007, August). Robotics & constructivism in education: The TERECoP project. In *EuroLogo (Vol. 40, pp. 19-24)*.
- [24] Fernández, R., & von Lucken, C. (2015, October). Using the Kinect sensor with open source tools for the development of educational games for kids in pre-school age. In *Computing Conference (CLEI), 2015 Latin American (pp. 1-12)*. IEEE.

Enseñanza de la Informática

Experiencia docente en Ampliación y Estructura de Computadores

Gregorio Bemabé

Departamento de Ingeniería y Tecnología de
Computadores Universidad de Murcia. España

Email: gbernabe@dittec.um.es

Resumen—En este trabajo se describe el curso de Ampliación y Estructura de Computadores que se imparte en el Grado de Ingeniería Informática de la Universidad de Murcia. Se trata de una asignatura de seis créditos ECTS en los que el alumno dispone de 150 horas para asistir a las clases teóricas y a las sesiones de prácticas, realizar su trabajo personal y llevar a cabo la evaluación correspondiente. En el artículo se analiza la metodología de enseñanza, la temporización, la coordinación, la evaluación de la asignatura y los resultados obtenidos por los alumnos durante distintos cursos académicos.

Palabras clave—Experiencia docente; Ampliación y Estructura de Computadores; Arquitectura de Computadores; Ingeniería Informática; Metodología de enseñanza; Evaluación y resultados

I. INTRODUCCIÓN

La asignatura Ampliación y Estructura de Computadores forma parte del módulo Común del Grado en Ingeniería en Informática ofertado por la Universidad de Murcia [4]. La titulación toma como referente el Libro Blanco del Título de Grado en Ingeniería Informática [1], sobre el cual existe un amplio consenso entre las 56 universidades participantes y el documento publicado en el BOE de 4 de agosto de 2009 [12] sobre recomendaciones de competencias académicas, y que constituye el documento de competencias base sobre el que se ha elaborado la titulación. Dicha asignatura se imparte en el primer cuatrimestre del segundo curso de la titulación y consta de seis créditos ECTS. Algunos ejemplos similares se pueden encontrar en la Universidad de Granada [13], la Universidad de Almería [2] o la Universidad Politécnica de Cataluña [3].

La asignatura profundiza en los aspectos estudiados en la asignatura cuatrimestral (2º cuatrimestre) de primer curso “Estructura y Tecnología de Computadores” y representa un acercamiento del alumno al diseño de arquitecturas de altas prestaciones, estudiando los parámetros de diseño que más influyen en las prestaciones de una arquitectura moderna y evaluando diversas técnicas que permitirán aumentar el rendimiento tanto de la CPU (por ejemplo, técnicas de segmentación del procesador y planificación estática de instrucciones), así como del sistema de memoria de un computador. El objetivo general de esta asignatura es presentar un enfoque moderno e integrador de los niveles de estudio del computador, bajo el denominador común de las prestaciones, repasando diversas técnicas modernas de diseño de arquitecturas de alto rendimiento.

Las competencias, que el alumno será capaz de obtener al final de la asignatura, se encuentran recogidos en la guía docente [5] de la asignatura:

- Analizar el funcionamiento de un computador sencillo y escribir programas simples en su lenguaje máquina.
- Enlazar programas escritos en ensamblador con programas escritos en un lenguaje de alto nivel, y traducir de forma razonablemente eficiente código escrito en un lenguaje de alto nivel a ensamblador.
- Conocer, evaluar y comparar diversas arquitecturas, tanto aquellas que explotan el paralelismo a nivel de instrucción presente en una aplicación como las basadas en la explotación del paralelismo a nivel de hilo.
- Conocer el concepto de jerarquía de memoria, los distintos tipos de almacenamiento que la conforman y los principios de funcionamiento del subsistema de entrada/salida.
- Evaluar y comparar el rendimiento de diferentes variantes de un pequeño programa al ejecutarse sobre un computador con una configuración determinada.

La perspectiva que la asignatura introduce permite poner de manifiesto la importancia asociada al conocimiento de las características de la arquitectura del computador para mejorar sus prestaciones, justificando su presencia obligatoria en el segundo curso del Grado en Ingeniería Informática.

El temario de teoría, tal y como se especifica en la guía docente de la asignatura [5], incluye los siguientes contenidos:

- Tema 1. Análisis de prestaciones en arquitectura de computadores.
- Tema 2. Procesador segmentado.
- Tema 3. Segmentación avanzada y predicción de saltos.
- Tema 4. Planificación estática de instrucciones.
- Tema 5. Sistema de memoria de altas prestaciones.

Las distintas prácticas tratan de desarrollar y aplicar los conocimientos adquiridos en la parte teórica de la asignatura:

- Práctica 1. Medidas y evaluación del rendimiento en arquitectura.
- Práctica 2. Unidad de instrucciones segmentada.
- Práctica 3. Planificación de instrucciones en computadores segmentados.

- Práctica 4. Evaluación de prestaciones de la memoria cache.

Se debe realizar un esfuerzo de coordinación para que los contenidos teóricos y prácticos se impartan en el orden adecuado.

La Sección 2 resume los principales objetivos de las distintas asignaturas relacionadas con la Arquitectura de Computadores dentro de la titulación de Grado en Ingeniería Informática impartido por la Universidad de Murcia. A continuación, la Sección 3 explica la metodología de enseñanza, así como la temporización y coordinación necesaria para impartir la asignatura Ampliación y Estructura de Computadores. En la Sección 4 se describe la forma de evaluar la asignatura mientras que la Sección 5 analiza los resultados de la evaluación durante varios cursos académicos. Finalmente, la Sección 6 establece las conclusiones principales del presente artículo.

II. EL CONTEXTO DE LA ASIGNATURA

La Arquitectura de Computadores constituye uno de los pilares de la Ingeniería Informática, por lo que es importante explicar los principales objetivos de las distintas asignaturas relacionadas con dicha materia para comprender como se han determinado los contenidos de la asignatura Ampliación y Estructura de Computadores.

En el primer cuatrimestre de primer curso, la asignatura de formación básica Fundamentos de Computadores [9], de seis créditos ECTS, introduce al alumno en la organización y los principios de funcionamiento de un ordenador personal. Para ello, se realiza una primera aproximación a los temas básicos de representación de la información, los sistemas digitales, la arquitectura general de un computador (modelo de Von Neumann), los sistemas operativos, el proceso de generación de código máquina desde especificaciones en lenguajes de alto nivel (jerarquía de traducción) y las redes de computadores e Internet. A continuación, en el segundo cuatrimestre de primer curso, la asignatura Estructura y Tecnología de Computadores [8], perteneciente a la formación básica y con seis créditos ECTS, continúa los contenidos introducidos en Fundamentos de Computadores y supone la introducción a la Arquitectura de Computadores. Por lo tanto, se desarrolla al alumno el conocimiento de la estructura de un computador según el modelo von Neumann. A lo largo del curso, se muestra la funcionalidad de cada uno de los componentes principales de un computador: unidad central de proceso, memoria, entrada/salida y conexiones. En el primer cuatrimestre del tercer curso de la titulación se imparte la asignatura Arquitectura y Organización de Computadores [6] como obligatoria y teniendo asignados seis créditos ECTS. Dicha asignatura tiene como objetivo general mostrar a los alumnos los diferentes modelos de arquitectura existentes y que hacen uso del paralelismo a distintos niveles para aumentar el rendimiento, haciendo énfasis en el modelo de especial multiprocesador en un único chip (single-chip multiprocessor) adoptado reciente por la mayoría de fabricantes de microprocesadores. De esta forma, la asignatura aborda el estudio de los aspectos relacionados con la arquitectura de cada uno de los núcleos de ejecución, los cuales explotan el paralelismo a nivel de instrucción (ILP) para mejorar su rendimiento, así como los problemas que se plantean para

poder usar de manera eficiente varios de estos núcleos, más concretamente la organización de la jerarquía de memoria y la sincronización y comunicación entre los mismos.

Finalmente, en el cuarto curso de la titulación se imparten las asignaturas optativas de seis créditos ECTS:

- Arquitecturas Multimedia y de Propósito Específico [7].
- Programación de Arquitecturas Multinúcleo [10].

La primera asignatura describe la arquitectura y el funcionamiento de arquitecturas diseñadas específicamente para el procesamiento de aplicaciones multimedia, mientras que la segunda hace especial énfasis en los aspectos prácticos de uso, programación y evaluación del rendimiento de los procesadores multinúcleo.

III. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

En esta sección se describe la metodología de enseñanza, la temporización y la coordinación a realizar entre los distintos contenidos teóricos y prácticos en función de los conceptos de aprendizaje a desarrollar. Las clases teóricas se realizan en un aula con una capacidad de 120 personas en sesiones de 2 horas, mientras que las prácticas se llevan a cabo en un laboratorio con 20 ordenadores en sesiones de 1 hora y 40 minutos. En la Tabla I se puede observar la planificación establecida y la coordinación necesaria entre los temas de teoría y las distintas prácticas para impartir la asignatura en un cuatrimestre de 15 semanas. Se trata de una asignatura obligatoria para todos los estudiantes del grado que tiene asignados seis créditos ECTS, de los cuales 60 horas se han destinado a las clases teóricas y prácticas, y 90 horas para actividades y trabajo no presencial de los alumnos.

TABLA I: PLANIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA AMPLIACIÓN Y ESTRUCTURA DE COMPUTADORES EN UN CUATRIMESTRE (15 SEMANAS)

| Sema | Teoría | Práctic |
|------|--------|---------|
| 1 | Tema | |
| 2 | Tema | Práctic |
| 3 | Tema | Práctic |
| 4 | Tema | |
| 5 | Tema | Práctic |
| 6 | Tema | Práctic |
| 7 | Tema | Práctic |
| 8 | Tema | |
| 9 | Tema | Práctic |
| 10 | Tema | Práctic |
| 11 | Contr | Práctic |
| 12 | Tema | |
| 13 | Tema | Práctic |
| 14 | Tema | Práctic |
| 15 | Tema | Práctic |

En todos y cada uno de los temas de teoría, y como parte importante para la motivación y seguimiento del alumno de la asignatura [14][16], el profesor propondrá una actividad a realizar de forma individual o en equipo como un problema del boletín de ejercicios del tema correspondiente, la participación activa en clase mediante resolución de cuestiones, analizar un determinado programa en ensamblador del DLX, etc. Dicha actividad será entregada por el alumno y corregida por el

profesor para tener una buena retroalimentación entre ambas partes.

A. Tema 1. Análisis de prestaciones en arquitectura de computadores

El primer tema analiza la definición de rendimiento, las métricas populares como el Tiempo de ejecución, MIPS o MFLOPS y la Ley de Amdahl. Se muestra al alumno como comparar resultados a través de la obtención de varias medidas y la comparativa entre programas. Finalmente, se presentan los distintos Programas de prueba (benchmarks) disponibles. Estos conceptos se presentan en el aula haciendo uso de una metodología expositiva con lecciones magistrales participativas y medios audiovisuales durante 2 horas. Intercalados con las explicaciones teóricas se resuelven problemas relacionados con la materia guiados por el profesor de forma individual y grupal durante otras 2 horas.

Una vez explicados los conceptos teóricos del tema 1, se comienza a impartir la práctica 1 durante 2 sesiones de prácticas. Los alumnos disponen de un boletín guiado y de las explicaciones del profesor en el laboratorio de prácticas para que el alumno se familiarice con las fórmulas de cálculo del tiempo de ejecución, entienda el concepto de CPI y cómo calcularlo, y tome conciencia de que una mejora en una parte de un sistema no siempre consigue mejorar el rendimiento global. Además, se verá cómo calcular diversas medidas resumen del rendimiento en función de la métrica empleada. Los alumnos, agrupados en equipos de dos componentes y sin la presencia del profesor, dispondrán de una tercera sesión de prácticas para terminar de resolver y preparar la memoria explicativa a entregar con la resolución de la práctica.

B. Tema 2. Procesador segmentado

El segundo tema introduce el concepto de segmentación, describe la segmentación para la ejecución de instrucciones mediante un camino de datos y control segmentado, muestra los distintos riesgos de la segmentación (estructurales, de datos y de control), y concluye con la explicación sobre las excepciones y su implementación. Los conceptos teóricos son explicados por el profesor mediante lecciones magistrales durante 4 horas, a las que se añaden, de forma intercalada, otras 2 horas de resolución de problemas.

En cuanto el alumno ha recibido la explicación de los conceptos relacionados con la segmentación, durante 3 sesiones de prácticas se lleva a cabo el boletín guiado de la práctica 2 en la que, en primer lugar, se utiliza un simulador del computador DLX segmentado para asentar los conocimientos relacionados con el camino de datos y control segmentado. Posteriormente, se analiza la influencia de los riesgos de control y datos en las prestaciones de la unidad de instrucción segmentada mediante el análisis de varios programas en ensamblador y finalmente, el alumno analiza la relación entre un programa escrito en un lenguaje de alto nivel y su traducción a lenguaje máquina. De nuevo, los distintos grupos de dos alumnos dispondrán de una

sesión de prácticas adicional para finalizar la resolución de la práctica.

C. Tema 3. Segmentación avanzada y predicción de saltos

El tema 3 introduce el concepto de adelantamiento para mitigar los riesgos de datos. De igual forma, se explica la predicción de saltos estática y dinámica para mitigar los riesgos de control. También, se aborda la segmentación del procesador DLX para punto flotante y se presentan las principales ideas de los cauces con terminación fuera de orden. Por la complejidad de los distintos conceptos, se presentan numerosos ejemplos reales y secuencias en lenguaje ensamblador DLX durante 6 horas de explicaciones magistrales. La resolución guiada de problemas durante 2 horas refuerza al alumno para detectar y mitigar riesgos de datos y control en distintas secuencias o programas reales en ensamblador DLX.

D. Tema 4. Planificación estática de instrucciones

En el cuarto tema se explican y se realizan ejercicios durante 2 horas para explotar el paralelismo a nivel de instrucción (ILP) y llevar a cabo planificación estática en tiempo de compilación mediante el análisis de bucles o dependencias.

La práctica 3 muestra al alumno como el rendimiento obtenido por una determinada arquitectura segmentada depende en gran medida de la calidad del código ejecutado, y cómo se puede optimizar el rendimiento de una arquitectura dada modificando adecuadamente el software que la utiliza. El boletín guiado de esta práctica se realiza durante 3 sesiones de prácticas, más una cuarta sesión sin la presencia del profesor, para terminar de resolver la práctica por parte de los grupos de dos alumnos. El alumno tiene que optimizar varios programas en lenguaje ensamblador DLX, teniendo en cuenta los distintos conceptos explicados en los temas 3 y 4.

E. Tema 5. Sistema de memoria de altas prestaciones

El último tema de la asignatura realiza una introducción a los sistemas de memoria incluyendo la memoria virtual y las técnicas de traducción rápida de direcciones virtuales. A continuación, el profesor muestra el diseño de una jerarquía de caches de alto rendimiento y analiza mediante varias alternativas como reducir la tasa de fallos, la penalización por fallo y el tiempo de acierto en caches. Las 6 horas de clases magistrales y 2 horas de resolución guiada de problemas se completan con la explicación de distintas organizaciones de la memoria principal.

En la práctica 4, a través de una herramienta de simulación software de jerarquías de memorias cache, se muestra al alumno durante 3 sesiones de prácticas, la forma de analizar el rendimiento de un determinado diseño, así como la comprobación del rendimiento obtenido por dicho diseño tiene una dependencia importante del tipo de aplicación ejecutada, y cómo se puede optimizar el rendimiento de una jerarquía dada modificando adecuadamente el software que la utiliza. Los alumnos tendrán que analizar y optimizar un determinado

algoritmo mediante distintas técnicas para reducir la tasa de fallos, la penalización por fallos y el tiempo de acierto en caches.

IV. EVALUACIÓN

La evaluación de la asignatura se realiza en dos partes, teoría y prácticas, que se califican de forma independiente. La calificación de la parte de teoría determinará el 70 % de la nota final y la de prácticas el 30 %. Es necesario superar ambas partes para poder aprobar la asignatura. Aunque la asignatura es presencial y la asistencia es obligatoria, ésta no se tiene en cuenta a la hora de calificar la asignatura. Sin embargo es responsabilidad del alumno asistir a las clases de teoría, seminarios, tutorías y clases de prácticas.

La nota final de la asignatura se obtiene haciendo la media ponderada de la parte de teoría y la de prácticas, una vez que estén aprobadas ambas partes de forma independiente. La asignatura se considerará aprobada cuando la nota final obtenida sea igual o superior a 5.

A. Evaluación de la parte de teoría

La evaluación de la parte de teoría se realizará mediante un examen final teórico-práctico que constará de dos partes: una parte tipo test y una parte de problemas. La parte tipo test supone el 50 % de la nota del examen de teoría y será necesario obtener al menos 1.67 puntos (de los 5).

TABLA II: BONIFICACIÓN A LA NOTA DE TEORÍA SEGÚN LA NOTA DEL CONTROL

| Nota del control | Bonificación |
|------------------|--------------|
| [4-5] | 0.25 |
| [5-7] | 0.50 |
| [7-9] | 0.75 |
| [9-10] | 1.00 |

Además del examen final, se realizará un control en la semana 11 del cuatrimestre. Este control es opcional y no eliminatorio, y su finalidad principal es ofrecerle al alumno la oportunidad de enfrentarse a una prueba similar al examen final de teoría. La nota obtenida en este control dará lugar a una bonificación para sumar a la nota final del examen de teoría, según se puede observar en la Tabla II.

Las diversas actividades que el profesor organizará a lo largo del curso (realización de ejercicios, participación activa en clase, asistencia a clase, seminarios y tutorías y otras), podrán suponer 0.5 puntos adicionales a la nota final del examen de teoría. La bonificación máxima que un alumno puede obtener entre el examen de control y las diferentes actividades mencionadas anteriormente es de 1 punto.

La parte de teoría se considerará aprobada si la nota del examen más la posible bonificación es mayor o igual a 5.

B. Evaluación de la parte de prácticas

La evaluación de la parte prácticas se hará mediante la entrega de los cuatro boletines de prácticas, descritos en la Sección III, y la realización de una entrevista de prácticas de los dos miembros del grupo de prácticas con el profesor de la asignatura. Será imprescindible haber entregado todos los boletines en el

plazo establecido y presentarse a la entrevista de prácticas para aprobar la parte de prácticas.

La nota final de prácticas será la media ponderada de las notas individuales de los boletines, cuyos pesos son, respectivamente: 10 %, 20 %, 30 % y 40 %.

V. RESULTADOS

En la Figura 1, se puede observar la Tasa de éxito y la Tasa de rendimiento de los alumnos durante las convocatorias de febrero desde el año 2012 hasta el 2016. Para cada convocatoria, aparecen los resultados de ambas tasas sin tener en cuenta la bonificación adicional de la parte teórica (representado por el año de la convocatoria, por ejemplo 2014), que puede ser como máximo 1 punto, y teniendo en cuenta dicha bonificación adicional en la parte de teoría (que aparece en el gráfico como el año de la convocatoria acompañado de un guion y 1P, por ejemplo 2015 – 1P).

Tal y como se puede ver en la Figura 1, tanto la Tasa de éxito como la Tasa de rendimiento aumentan considerablemente al tener en cuenta la bonificación adicional de la parte teórica. Por ejemplo, en el año 2013 la Tasa de éxito aumenta un 35% mientras que la Tasa de Rendimiento aumenta un 14%. De forma similar, en el año 2016 las Tasas de éxito y rendimiento aumentan un 34% y un 22%, respectivamente. Dicha tendencia pone de manifiesto que la consecución de la bonificación en la parte teórica motiva al alumno y fomenta que participe activamente en la asignatura.

En la Figura 2, se presenta la Tasa de éxito de los alumnos durante la segunda convocatoria de la asignatura, que se realiza en el mes de junio, desde el año 2012 hasta el 2015, y la tercera convocatoria de la asignatura, que se realizó en septiembre durante los años 2012 y 2013. Como se puede observar, aunque en una menor medida, se vuelve a repetir la tendencia descrita en la convocatoria de febrero, en la cual la Tasa de éxito aumenta al tener en cuenta la bonificación de la parte de teoría. Con respecto a la convocatoria de junio, el incremento de la Tasa de éxito es menor que en el resto de las convocatorias, llegando a ser nula en los años 2013 y 2015, mientras que aumenta en un 11 % y un 6 % en los años 2012 y 2014, respectivamente. La tercera convocatoria alcanza valores similares a la de febrero, como por ejemplo en septiembre de 2012 donde la Tasa de éxito se incrementa en un 18 %, mientras que en julio de 2014 aumenta un 20 %. Sin embargo, no se producen cambios significativos o importantes al anticipar la tercera convocatoria al mes de julio.

En la Tabla III, se muestra la Tasa de rendimiento para la asignatura Ampliación y Estructura de Computadores y la media de la titulación Grado en Ingeniería Informática para tres cursos académicos [11]. Los datos ponen de manifiesto que los resultados de la asignatura están muy cercanos al comportamiento del resto de las asignaturas de la titulación durante el curso 2011-2012, pero que a partir de ese momento hay una tendencia en la que se obtienen un mejor desempeño de la asignatura con respecto a la media de la titulación. Estos resultados determinan que tanto el trabajo de los profesores de la asignatura como el de los alumnos están mejorando a lo largo del tiempo consiguiendo unas mejores tasas de rendimiento.

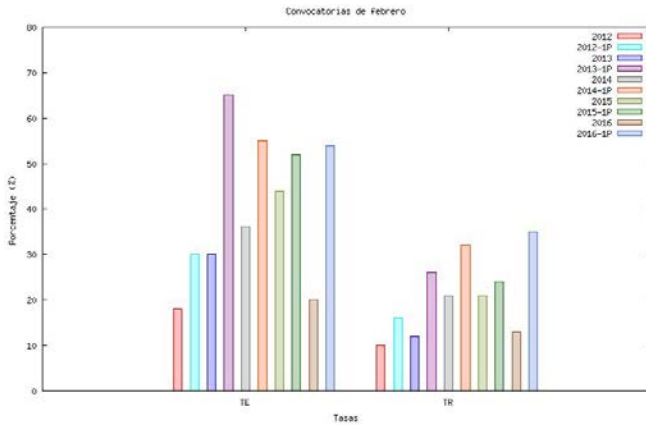


Fig. 1: Tasa de éxito (TE) y Tasa de rendimiento (TR) de los alumnos en las convocatorias de febrero

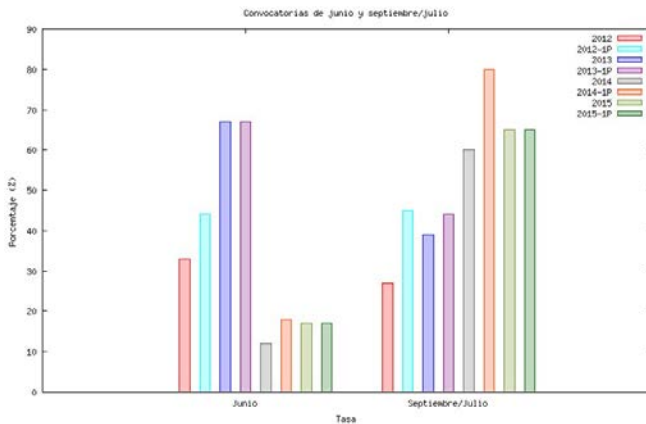


Fig. 2. Tasa de éxito de los alumnos en las convocatorias de junio y septiembre/julio

Tabla III: Tasa de rendimiento (TR) de la asignatura Ampliación y Estructura de Computadores (AEC) y media de la titulación Grado en Ingeniería Informática (II)

| Curso | TR-Asignatura AEC | TR-Media Titulación II |
|-----------|-------------------|------------------------|
| 2011-2012 | 31,15 % | 32,26 % |
| 2012-2013 | 50,00 % | 41,14 % |
| 2013-2014 | 51,79 % | 45,33 % |

VI. CONCLUSIONES

En este trabajo se han descrito los contenidos teóricos y prácticos de la asignatura Ampliación y Estructura de Computadores de segundo curso del Grado en Ingeniería Informática impartido por la Universidad de Murcia, así como las competencias que adquiere el alumno al superar la asignatura. Dichos contenidos vienen determinados por la

Gregorio Bernabé. *Experiencia docente en Ampliación y Estructura de Computadores*

pertenencia a la materia Arquitectura de Computadores, por lo que se han descrito los principales objetivos de las asignaturas relacionadas con dicha materia que se imparten en la titulación.

La metodología de enseñanza, así como la temporización y la coordinación de los diferentes temas de teoría y prácticas a realizar constituyen un aspecto clave para conseguir unos buenos resultados de aprendizaje. Una vez establecidos los criterios de evaluación, se han analizado los resultados obtenidos por los alumnos durante varios cursos académicos. Dichos resultados han puesto de manifiesto unas buenas tasas de rendimiento, similares o superiores a los de la media de la titulación, y que la realización de diferentes actividades como un problema a resolver en cada uno de los temas de teoría, un control para enfrentarse a una situación similar al examen final o el análisis de un programa en ensamblador del DLX, mediante las cuales el alumno puede conseguir una bonificación adicional, máxima de un punto en la nota de teoría, influyen, de forma determinante, en el incremento de las Tasas de éxito y de rendimiento en las distintas convocatorias y a lo largo de distintos cursos académicos.

Como trabajo futuro y con el objetivo de mejorar los resultados obtenidos, se van a implantar en la asignatura algunas líneas de actuación de innovación docentes como desarrollo de controles virtuales de cada uno de los temas de la asignatura para evaluar los conocimientos e indicar a los alumnos aquellas partes en las que deben afianzar y mejorar sus conocimientos, incorporación de video-tutoriales de algunos conceptos clave de la asignatura para que el alumno refuerce o termine de comprender conocimientos importantes de la materia, incorporación de video-tutoriales de algunos problemas resueltos para mejorar la comprensión, en los que el alumno sea capaz de resolver problemas similares o de mayor complejidad, y programación de varias sesiones siguiendo la metodología Flipped Classroom [15], durante las cuales los alumnos resolverán ejercicios y actividades (similares a las propuestas en los exámenes), en grupos de 3 o 4 alumnos.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO) del gobierno Español y fondos FEDER de la Comisión Europea con el proyecto TIN2015-66972-C5-3-R.

REFERENCIAS

- [1] Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA). Libro Blanco del Título de Grado en Ingeniería Informática. http://www.aneca.es/media/150388/libroblancojun05_informatica.pdf, 2005.
- [2] Universidad de Almería. Guía docente de la asignatura Arquitectura de Computadores. <https://portafirma.ual.es/pfirma/downloadReport/file?dDocument=JCpL9573Er&idRequest=DkU1wE1yJO>, 2016.
- [3] Universidad Politécnica de Barcelona. Guía docente de la asignatura Arquitectura de Computadores. <http://www.fib.upc.edu/es/estudiar-engineeria-informatica/assignatures.html?assign=AC#tabs-1>, 2016.
- [4] Universidad de Murcia. Título de Grado en Ingeniería Informática. http://www.um.es/informatica/index.php?pagina=grado_ii_2011_-_descripcion_del_titulo, 2009.
- [5] Universidad de Murcia. Guía docente de la asignatura Ampliación y Estructura de Computadores. https://aulavirtual.um.es/umugdocente-tool/guiahtml/1889_2015_G_E, 2016.
- [6] Universidad de Murcia. Guía docente de la asignatura Arquitectura y Organización de Computadores. https://aulavirtual.um.es/umugdocente-tool/guiahtml/1909_2015_G_E, 2016.
- [7] Universidad de Murcia. Guía docente de la asignatura Arquitecturas Multimedia y de Propósito Específico. https://aulavirtual.um.es/umugdocente-tool/guiahtml/1927_2015_G_E, 2016.
- [8] Universidad de Murcia. Guía docente de la asignatura Estructura y Tecnología de Computadores. https://aulavirtual.um.es/umugdocente-tool/guiahtml/1893_2015_G_E, 2016.
- [9] Universidad de Murcia. Guía docente de la asignatura Fundamentos de Computadores. https://aulavirtual.um.es/umugdocente-tool/guiahtml/1889_2015_G_E, 2016.
- [10] Universidad de Murcia. Guía docente de la asignatura Programación de Arquitecturas Multimediale. https://aulavirtual.um.es/umugdocente-tool/guiahtml/3870_2015_G_E, 2016.
- [11] Universidad de Murcia. Resultados académicos. <http://www.um.es/web/unica/contento/titulaciones/resultados-formacion/resultados-academicos>, 2016.
- [12] España. Resolución de 8 de junio de 2009, de la Secretaría General de Universidades, por la que se da publicidad al Acuerdo del Consejo de Universidades, por el que se establecen recomendaciones para la propuesta por las universidades de memorias de solicitud de títulos oficiales en los ámbitos de la Ingeniería Informática, Ingeniería Técnica Informática e Ingeniería Química. BOE, num. 187, 4 de agosto de 2009. <https://www.boe.es/boe/dias/2009/08/04/pdfs/BOE-A-2009-12977.pdf>, 2009.
- [13] Julio Ortega y Mancia Anguita. Enseñanza y aprendizaje de Ingeniería de Computadores. *Revista de Experiencias Docentes en Ingeniería de Computadores*, (2):13–26, 2012. <http://hdl.handle.net/10481/20528>.
- [14] Julio Ortega, Mancia Anguita, Miguel Damas y Jesús González. Enseñanza y aprendizaje de Ingeniería de Computadores. *Revista de Experiencias Docentes en Ingeniería de Computadores*, (3):3–22, Mayo 2013. <http://hdl.handle.net/10481/26351>.
- [15] Alfredo Prieto, David Díaz, Jorge Monserrat y Eduardo Reyes. Experiencias de aplicación de estrategias de gamificación a entornos de aprendizaje universitario. *ReVision*, 7(2), 2014.
- [16] Ana T. Torres-Ayala and Geoffrey L. Herman. Motivating learners: A primer for engineering teaching assistants. In *2012 ASEE Annual Conference*, San Antonio, Texas, June 2012. ASEE Conferences. <https://peer.asee.org/21706>.

Un Estudio sobre las Preferencias de los Alumnos en el Diseño Gráfico de Visualizaciones de Algoritmos

J. Ángel Velázquez-Iturbide

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática
Universidad Rey Juan Carlos
28933 Móstoles, Madrid, España
angel.velazquez@urjc.es

Celeste Pizarro-Romero

Escuela Superior de CC Experimentales y Tecnología
Universidad Rey Juan Carlos
28933 Móstoles, Madrid, España
celestepizarro@urjc.es

Resumen— Aunque el foco principal de la investigación en visualización de algoritmos han sido los aspectos pedagógicos, también conviene estudiar las características gráficas deseables. En esta comunicación se presenta una evaluación realizada con alumnos sobre la conveniencia de incluir algunos elementos gráficos (etiquetas, flechas y sombreado) en la visualización de un algoritmo iterativo. Los alumnos debían realizar dos tareas: contestar a un cuestionario de opinión y explicar gráficamente la ejecución del algoritmo. Los resultados muestran una preferencia por las flechas frente a etiquetas o sombreado. Sin embargo, el análisis de los dibujos muestra un mayor uso de las etiquetas y una mayor intención de mostrar cambios en los valores de las variables que de resaltar. Algunos resultados podrían ser generalizables, como el uso de etiquetas de identificadores.

Palabras clave—algorithm visualization; graphic design; students' preferences

I. INTRODUCCIÓN

El campo de la visualización para la enseñanza de la programación y los algoritmos ya cuenta con unos 30 años de intensa actividad, sin incluir algunas iniciativas anteriores [1]. En los años 80 y la primera mitad de los 90, la investigación se centró en el desarrollo de sistemas de visualización, el aumento de su expresividad y en facilitar su generación. A mediados de los años 90, el foco de la investigación se desplazó a la eficacia educativa de las visualizaciones. Se concluyó que la eficacia está relacionada principalmente con el uso educativo que se haga de las visualizaciones [2]. Basado en esta conclusión, un grupo de trabajo del congreso ITiCSE 2002 propuso una taxonomía de niveles de implicación de los alumnos con las visualizaciones que suele tomarse como referencia [3].

Una consecuencia del desplazamiento de los aspectos técnicos a los pedagógicos es que se ha dedicado menos atención a estudiar las características deseables de las visualizaciones en sí (por supuesto, con salvedades [4]). Contrasta con la década anterior, en que se experimentó con su estructura (animación, múltiples vistas, mantenimiento de eventos pasados, etc.) y formato (color, 3D, sonido, etc.) [5].

En esta comunicación se presenta un estudio doble realizado con alumnos sobre la conveniencia de incluir algunos elementos gráficos en las visualizaciones. Por un lado, se pidió su opinión (de forma indirecta) sobre la conveniencia de incluir varios

Este trabajo se ha financiado con el proyecto de investigación TIN2015-66731-C2-1-R del Ministerio de Economía y Competitividad, S2013/ICE-2715 de la Comunidad Autónoma de Madrid, y 30VCP/IGI15 de la Universidad Rey Juan Carlos.

elementos gráficos y textuales: identificadores, flechas, y sombreado y delimitadores. Por otro lado, se pidió que desarrollaran dibujos a mano y se analizó el uso de estos elementos.

La estructura de la comunicación es la siguiente. En la sección siguiente se hace un repaso de trabajos realizados en el ámbito de la visualización de algoritmos sobre la importancia de las características gráficas. En la sección 3 se presenta el contexto educativo y la planificación de la sesión de evaluación. En la sección 4 se presentan los resultados del estudio. Terminamos con secciones de debate y conclusiones.

II. ELEMENTOS GRÁFICOS DE LAS VISUALIZACIONES DE ALGORITMOS

La taxonomía de Price, Baecker y Small [6] incluye 6 categorías principales que caracterizan a los sistemas de visualización de software. La categoría C (“forma”) identifica las características de las visualizaciones presentadas. A su vez, esta categoría incluye varias subcategorías, entre las que C.2.1 (“vocabulario gráfico”) agrupa los elementos gráficos.

Según Bertin [7], un vocabulario gráfico está formado principalmente por “marcas” (puntos, líneas o formas) con una posición en el espacio. Cada marca tiene seis propiedades retinales independientes: color, tamaño, forma, nivel de gris, orientación y textura.

El elemento gráfico que más se ha estudiado es el color. Mark Brown recomienda, en su experiencia, usar el color [8] con cinco fines: codificar el estado de las estructuras de datos, resaltar la actividad, coordinar vistas múltiples, resaltar patrones y hacer visible la historia. (Este último fin ha sido interpretado por algunos autores mediante la representación del orden temporal de ejecución [9].) También comenta algunas “técnicas básicas”, entre las cuales se incluye resaltar mediante un cambio de forma o de color.

Diversos investigadores han estudiado las figuras construidas por los propios alumnos. Sin embargo, sus objetivos han sido muy variados. Así, Douglas *et al.* [10] descubrieron que las visualizaciones desarrolladas por los alumnos con materiales de oficina eran muy diferentes entre sí y de las visualizaciones generadas por los sistemas de visualización. Este estudio fue la base para desarrollar sistemas de visualización de “baja fidelidad” pero que soportan de forma más adecuada el proceso de diseño y aprendizaje. Otros autores, como Ford [11] o Sajaniemi *et al.* [12] han analizado las figuras dibujadas por

alumnos como forma de identificar malas concepciones en su aprendizaje de la programación. Hübscher-Younger y Narayanan realizaron varios estudios [13] donde las visualizaciones creadas por los alumnos eran puntuadas por sus compañeros y se relacionaban sus puntuaciones con el uso de distintos medios, su contenido metafórico y su similitud con otras explicaciones.

Sin embargo, estos estudios de las visualizaciones desarrolladas por los alumnos no se centraban en sus características gráficas. Los únicos estudios que conocemos, centrados en dichas características, son los de Andrea Lawrence [14]. Entre otros hallazgos, destacan la conveniencia de etiquetar los elementos gráficos con sus valores y, para cada paso de una animación, no resaltar el cambio de estado mediante un cambio de color sino mediante otros efectos (como pestañeo, sombreado o cambio del estilo de una línea). No obstante, no siempre estas preferencias se tradujeron en una mejora estadísticamente significativa del aprendizaje.

Nuestro objetivo no es diseñar las visualizaciones de forma que sean más eficaces educativamente porque, como han determinado numerosos estudios, esto depende principalmente de su uso educativo [2] y de la implicación de los alumnos [3]. Pretendemos indagar en las características gráficas preferidas por los alumnos (opinión subjetiva) y las usadas realmente por ellos (uso objetivo). Los resultados del estudio podrán, en el futuro, integrarse en un sistema de visualización y podremos comprobar su efecto en la satisfacción de los alumnos.

En un estudio anterior analizamos las características de las figuras contenidas en una selección de prestigiosos libros de texto de algoritmos [15]. Sin embargo, el análisis se centró en aspectos más generales, como el tipo de representación gráfica.

III. DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO

Presentamos sucesivamente el contexto educativo del estudio, el protocolo seguido y los métodos de análisis.

A. Contexto Educativo

El estudio se realizó en la asignatura obligatoria "Diseño y Análisis de Algoritmos", de segundo curso del Grado en Ingeniería Informática. Participaron alumnos de los dos grupos presenciales de los campus de Móstoles y Vicalvaro.

B. Protocolo

Los alumnos recibieron 10 hojas en papel escritas a una cara. Las dos hojas primeras contenían una descripción escrita del algoritmo de ordenación rápida (*quicksort*), una implementación en Java y dos preguntas:

1. Dado el vector {4,2,8,7,3,1,5,6} de tamaño 8, se suministraba una secuencia de estados que ilustraba el comportamiento de la operación de partición. Se daban 7 versiones de la misma secuencia de estados con diferencias en sus características gráficas. Se pedía evaluar en una escala de Likert de 1 a 5 la utilidad de cada versión para la comprensión del algoritmo.
2. Dado otro vector de tamaño 8, {6,2,1,3,5,7,8,4}, se pedía que dibujaran una secuencia de figuras que explicara el comportamiento del algoritmo.

Las versiones variaban en varios elementos gráficos:

- Etiquetas. Son los identificadores de las variables usadas en el algoritmo.
- Sombreado. El uso de sombreado y delimitadores (barras verticales gruesas) permite diferenciar las dos partes en las que el algoritmo parte el vector.
- Flechas. Algunas flechas permiten conocer la posición del vector señalada por un índice; otras indican un intercambio del contenido de dos celdas del vector.

Las 7 versiones de la secuencia de estados diferían en el uso de estas características gráficas:

- Versión E: Sólo contiene etiquetas.
- Versión F: Sólo contiene flechas.
- Versión S: Sólo contiene sombreado.
- Versión EF: Contiene etiquetas y flechas.
- Versión ES: Contiene etiquetas y sombreado.
- Versión FS: Contiene flechas y sombreado.
- Versión EFS: Contiene las tres características gráficas.

La Figura 1 muestra las versiones EFS, E, F y S. Es fácil imaginar el contenido de las otras tres versiones.

C. Métodos de Análisis

Las dos preguntas se analizaron de forma distinta. Las respuestas a la pregunta primera eran valores de una escala de Likert, por lo que se analizaron estadísticamente. Sin embargo, las respuestas de la segunda pregunta tenían formato libre, al ser dibujos. Por tanto, se analizaron con métodos cualitativos. Se analizó el contenido gráfico de los dibujos, no si los alumnos comprendían el algoritmo. Cuando un alumno presentaba un dibujo tachado, sólo se analizó si no había ningún dibujo sin tachar.

Se realizaron cuatro iteraciones:

1. Iteración exploratoria. Se comenzó identificando en los dibujos de los alumnos los mismos tres elementos que diferenciaban las visualizaciones de la primera pregunta (E, F y S). Sin embargo, pronto se hizo evidente que esta forma de catalogar no era adecuada: cada característica comprendía varios elementos que no siempre usaban los alumnos. Se decidió cambiar el criterio de catalogación antes de acabar la iteración.
2. Segunda iteración. Se tomó como criterio de catalogación la intención del alumno y se analizaron de nuevo los dibujos.
3. Tercera y cuarta iteraciones. Se completaron y refinaron las categorías de intención y se revisó la completitud y corrección del análisis.

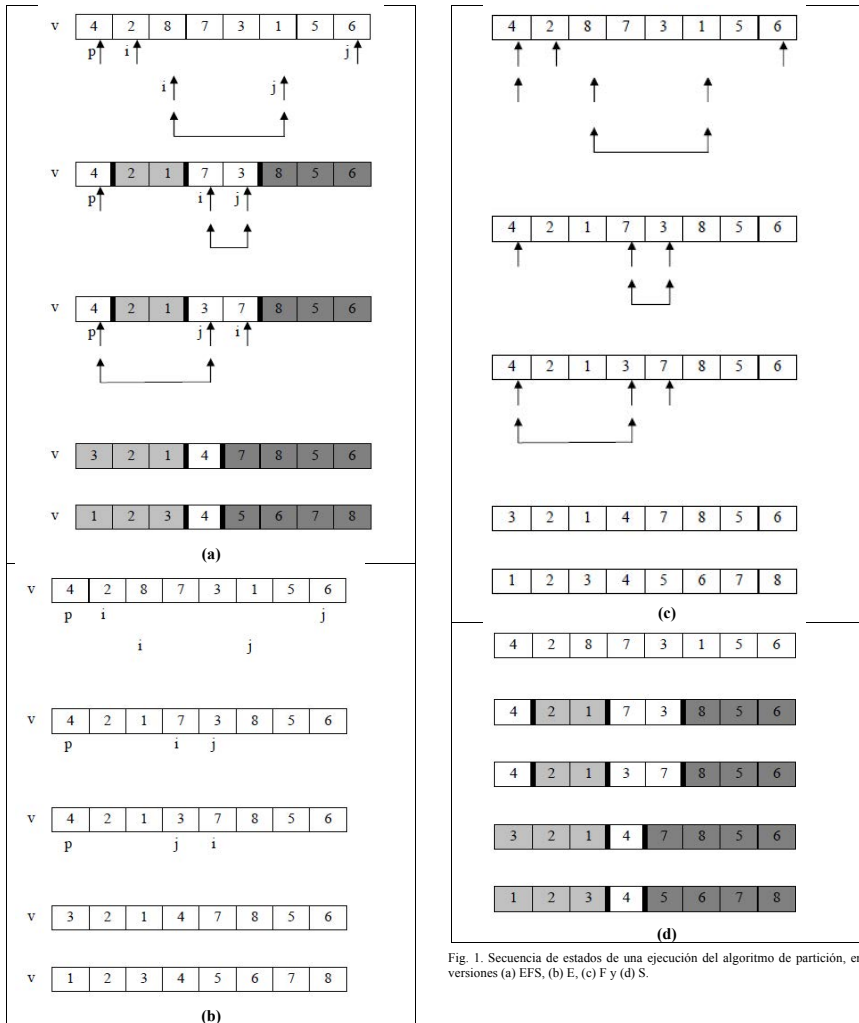


Fig. 1. Secuencia de estados de una ejecución del algoritmo de partición, en versiones (a) EFS, (b) E, (c) F y (d) S.

Supusimos que los alumnos dibujarían, al menos, una secuencia de estados de vectores, normalmente dispuestos cada uno debajo del anterior. El estado del vector se representa como una secuencia horizontal de valores, quizá enmarcados en cuadrados. El resto de elementos gráficos pueden incluirse en alguna de las siguientes categorías de intención:

- Etiquetar. Se marca algún elemento gráfico con un identificador de variable, con la intención de que se comprenda mejor la visualización del algoritmo.
- Señalar una celda. El valor de un índice no se representa numéricamente (como los contenidos del vector) sino gráficamente, colocando debajo de la celda una flecha (que la señala) o su etiqueta.
- Resaltar elemento. Se llama la atención sobre una celda. Puede hacerse con una flecha, un recuadro, "sacando" la celda fuera del array u otras formas.
- Resaltar grupo (agrupar). La intención es análoga a la de la categoría anterior, pero agrupando una o varias celdas del array en un subarray, normalmente porque cumplen alguna propiedad (p.ej. ser menores que el pivote). Pueden agruparse mediante sombreado, enmarcado, coloreado o llaves, o separarse mediante delimitadores.
- Mover. Se muestra el cambio de valor de diversas variables mediante varias clases de flechas.

IV. RESULTADOS

Se recogieron un total de 82 cuestionarios, 67 del grupo de Móstoles y 15 del grupo de Vicálvaro. Veamos primero los resultados de la primera pregunta y después los de la segunda.

A. Resultados de la Primera Pregunta

Se realizó un contraste de hipótesis, mediante el estadístico Chi-cuadrado, para determinar si las dos variables categóricas (la versión, variable nominal, y su valoración, variable ordinal) son independientes. El estadístico compara las frecuencias de valores obtenidas y esperadas. Si los datos son independientes, la probabilidad asociada a este estadístico serán altos, superiores a 0'05. Los resultados se muestran en la Tabla I.

Tabla I. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DEL GRUPO CONTROL

| | Valor | gl | Sig. asintótica (bilateral) |
|------------------------------|----------------------|----|-----------------------------|
| Chi-cuadrado de Pearson | 270,707 ^a | 24 | ,000 |
| Razón de verosimilitudes | 282,043 | 24 | ,000 |
| Asociación lineal por lineal | 184,579 | 1 | ,000 |
| N de casos válidos | 468 | | |

^a 0 casillas (0,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 6,21

Puede observarse que la probabilidad asociada al estadístico Chi-cuadrado es 0'00, lo que denota dependencia entre las variables. Por tanto, basándonos en la muestra objeto de estudio, las características gráficas presentadas tienen relación con las preferencias de los alumnos.

Las medias de las puntuaciones obtenidas por las distintas versiones varían mucho (véase Tabla II).

Tabla II. MEDIAS DE ACEPTACIÓN DE CADA VERSIÓN

| E | S | F | ES | EF | FS | EFS |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 2,14 | 2,14 | 2,99 | 3,30 | 3,33 | 3,88 | 4,12 |

Veamos con detalle la dependencia entre características gráficas y preferencias. Los resultados se muestran en formato de tabla de contingencia (Tabla III) y de diagrama (Fig. 2).

Tabla III. TABLA DE CONTINGENCIA VERSIÓN GRÁFICA - UTILIDAD

| Versión | Utilidad | | | | |
|---------|-------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|
| | Nada útil | Poco útil | Neutra | Algo útil | Totalmente útil |
| E | 17 25,8% | 29 43,9% | 18 27,3% | 2 3,0% | 0 0,0% |
| S | 22 32,8% | 27 40,3% | 12 17,9% | 6 9,0% | 0 0,0% |
| F | 3 4,5% | 15 22,4% | 31 46,3% | 15 22,4% | 3 4,5% |
| ES | 0 0,0% | 16 24,2% | 19 28,8% | 28 42,4% | 3 4,5% |
| EF | 0 0,0% | 14 20,9% | 22 32,8% | 22 32,8% | 9 13,4% |
| FS | 0 0,0% | 3 4,5% | 16 23,9% | 35 52,2% | 13 19,4% |
| EFS | 2 2,9% | 4 5,9% | 5 7,4% | 27 39,7% | 30 44,1% |
| Total | 44 9,4% | 108 23,1% | 123 26,3% | 135 28,8% | 58 12,4% |

Como era de prever, el método preferido por la mayoría de los alumnos es la versión EFS. Casi la mitad de los alumnos (44.1%) la han calificado de "totalmente útil", siendo casi un 84% los que la han calificado de "algo útil" al menos.

La versión FS es la siguiente favorita del alumnado, aunque ahora el porcentaje que la considera "totalmente útil" es mucho menor (19'4%), concentrándose la mayoría de las respuestas en "algo útil" (52'2%) y "neutra" (23'9%).

Estas respuestas se repiten en forma mayoritaria con la versión EF, aunque el porcentaje de "neutra" y "algo útil" es equitativo, con un 32'8%. En el caso de la versión ES, es mayor el porcentaje de alumnado que la considera "algo útil" (42'4%), aunque el porcentaje que la considera "totalmente útil" disminuye al 4'5%.

La versión F es la que recibe una opinión de los alumnos más neutra: el mayor porcentaje se concentra en la respuesta "neutra", mientras que hay el mismo número de personas que la consideran "poco útil" o "algo útil" (22'4%), así como "nada útil" o "totalmente útil" (4'5%).

Por último, las versiones E y S son las que obtienen peores puntuaciones. En el caso de la versión E, casi un 70% la considera "nada o poco útil". En el caso de la versión S, este porcentaje aumenta hasta el 73'1%, presentándose como la técnica menos aceptada de las estudiadas. Aun así, cabe destacar que, siendo la versión peor aceptada por los alumnos, su aceptación aumenta considerablemente en combinación con la característica F (dando lugar a la versión FS, que es más aceptada que la versión EF).

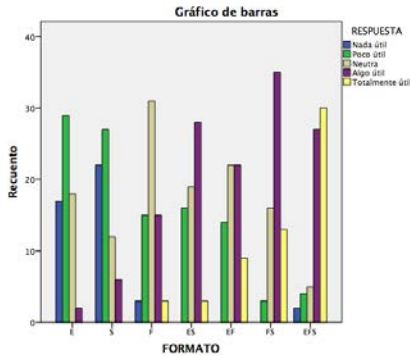


Fig. 2. Diagrama de contingencia versión gráfica - utilidad

B. Resultados de la Segunda Pregunta

Veamos el uso de los distintos elementos identificados, en orden decreciente de frecuencia.

El elemento de programación más representado visualmente fue el valor de los índices. Ningún alumno escribió su valor con números y casi todos lo representaron visualmente (96'3%, todos menos 3, véase la Tabla IV). Dos son los recursos gráficos más usados para representar el valor de un índice: bien escribir su identificador bien dibujar una flecha, en ambos casos inmediatamente debajo de la celda correspondiente. Una gran mayoría (68'3%) prefieren usar ambos recursos, aunque es ligeramente mayor el porcentaje de quienes usan etiquetas (86'6%) que flechas (78'1%).

TABLA IV. REPRESENTACIÓN DE VALORES DE ÍNDICES (N=82)

| Representación | # | % |
|---------------------|----|-------|
| Ninguna | 3 | 3,7% |
| Flechas | 8 | 9,8% |
| Flechas y etiquetas | 56 | 68,3% |
| Etiquetas | 15 | 18,3% |

Otro elemento gráfico usado abundantemente son las etiquetas, es decir, los identificadores de variables (véase Tabla V). Como hemos visto, la mayoría de los alumnos (86'6%) usaron etiquetas para representar el valor de las variables de índice. Sin embargo, varió bastante el conjunto de variables etiquetadas. Los que etiquetaron una sola variable, eligieron el pivote *p*, mientras que los que etiquetaron dos variables, eligieron los índices *i* y *j*. No obstante, la mayoría de los alumnos etiquetaron las tres variables locales (65'9%). Por último, un 8'5% de alumnos consideraron que debía etiquetarse el vector *v* junto a las tres variables.

Otro aspecto representado por muchos alumnos (69'5%) ha sido el cambio de valores de las variables (véase Tabla VI). A veces se representaba el intercambio del contenido de dos celdas

y otras, el incremento o decremento del valor de un índice. Para el primer objetivo, usaban preferiblemente una flecha doble (61%) o dos flechas entre dos celdas pero en sentido contrario. El segundo objetivo se representaba mediante una flecha sencilla en el sentido de la variación del índice (de la celda señalada inicialmente a la siguiente). Seis alumnos (7'3%) representaron ambas clases de flechas.

TABLA V. USO DE ETIQUETAS (N=82)

| Nº variables etiquetadas | # | % |
|--------------------------|----|-------|
| 0 | 11 | 13,4% |
| 1 | 8 | 9,8% |
| 2 | 2 | 2,4% |
| 3 | 54 | 65,9% |
| 4 | 7 | 8,5% |

TABLA VI. REPRESENTACIÓN DEL CAMBIO DE VALOR DE VARIABLES (N=82)

| Representación | # | % |
|---------------------------------|----|-------|
| Ninguna | 25 | 30,5% |
| Flecha doble | 50 | 61% |
| Dos flechas con sentido inverso | 4 | 4,9% |
| Flecha sencilla | 9 | 11% |

Encontramos dos intenciones distintas al resaltar elementos gráficos. Lo más frecuente (42'7% del total) es resaltar partes del vector, normalmente el pivote, el subvector izquierdo o el derecho. Hay varias formas de resaltado no excluyentes (véase la Tabla VII). Lo más frecuente es el uso de un delimitador de los distintos subarrays, seguido del enmarcado en trazo grueso, el sombreado y las llaves. Menos frecuente es el coloreado y la separación de los subarrays mediante espacio en blanco.

TABLA VIII. ELEMENTOS DE RESALTADO DE PARTES DEL VECTOR (N=35)

| Representación | # | % |
|-------------------|----|-------|
| Delimitador | 19 | 54,3% |
| Enmarcado | 12 | 34,3% |
| Sombreado | 12 | 34,3% |
| Llaves | 6 | 17,1% |
| Coloreado | 2 | 5,7% |
| Separar subarrays | 2 | 5,7% |

Por otro lado, es menos frecuente resaltar celdas con un papel destacado en un momento dado, como el pivote o dos celdas a intercambiar. Así han operado 13 alumnos (15'85%). Principalmente rodean el contenido de las celdas con círculos, enmarcan las celdas, y en tres casos sueltos usan colores, las marcan con asteriscos o las redibujan debajo del vector.

V. DEBATE

En esta sección analizamos los resultados obtenidos.

A. Resultados

Si analizamos los resultados estadísticos, comprobamos que el factor más apreciado por los alumnos fueron las flechas. Hemos incluido bajo el término "flechas" la representación visual de dos elementos distintos: el valor de un índice y la operación de intercambio del valor contenido en dos celdas. Dan menos importancia al sombreado y el etiquetado.

Sin embargo, al analizar los dibujos, el elemento gráfico más usado fueron las etiquetas, a poca distancia de las flechas (86'6% vs. 78'1%). El elemento más etiquetado fue el pivote, aunque su

valor no variaba durante la ejecución del algoritmo. Esta persistencia probablemente se deba a su papel clave en el algoritmo. Las siguientes variables más etiquetadas fueron los índices de control del recorrido del vector. La variable menos etiquetada fue el vector, la estructura de datos a manipular.

Otro efecto buscado por los alumnos fue hacer explícito el intercambio de valores entre celdas (69'5%). A continuación, encontramos el resaltado de partes del vector (42'7%), para lo cual utilizaron un variado repertorio de recursos gráficos (delimitadores, sombreado, coloreado, enmarcado, etc.). Los efectos menos dibujados fueron resaltar algunas celdas en pasos clave del algoritmo (15'85%) y mostrar los cambios de valor de los índices (11%).

B. Coherencia de los Resultados

Los resultados obtenidos con ambas preguntas no son completamente coherentes. Han considerado más útiles las flechas pero han utilizado más las etiquetas. No son recursos excluyentes, sino que suelen ir combinados. Los alumnos dan prioridad a etiquetar las variables más importantes para el algoritmo y los índices (frente a la estructura de datos).

Hay algunos recursos gráficos que se han usado poco, probablemente por la dificultad de dibujarlos en papel. Es el caso del sombreado o el coloreado como forma de resaltar, el resaltado de celdas clave en instantes dados o la variación del valor de índices. Obsérvese que, si se hicieran por ordenador, los dos últimos efectos estarían ligados a una animación.

C. Generalización de los Resultados

El estudio se refiere al algoritmo de partición utilizado por la ordenación rápida. Se trata de un algoritmo iterativo, definido sobre un vector, donde juegan papeles importantes los índices de recorrido del vector, su partición y el intercambio de contenidos entre celdas. Por tanto, es difícil generalizar los resultados obtenidos a algoritmos con otras características.

De todas formas, algunos resultados quizá podrían generalizarse. El más destacado es la importancia de etiquetar variables, sobre todo las más importantes para el problema a resolver. También es importante resaltar los cambios de estado mediante animación o mediante cambios en las propiedades gráficas de los elementos (p.ej. enmarcado o sombreado). Es necesario hacer otros estudios para confirmar estas tendencias.

Algunos resultados son coherentes con los obtenidos por otros autores. Se comparte con Lawrence [14] la importancia de las etiquetas, con la salvedad de que Lawrence se refiere a valores numéricos de elementos y nosotros a identificadores de variables. También se coincide con Brown y Hershberger [8] en la importancia de codificar los cambios de estado de las estructuras de datos y de resaltar la actividad.

VI. CONCLUSIONES

Se ha presentado un estudio realizado con alumnos sobre la conveniencia de incluir algunos elementos gráficos en la visualización de un algoritmo iterativo. El estudio contenía una parte de opinión subjetiva y otra de análisis de dibujos realizados por los alumnos. Los resultados muestran una preferencia

subjetiva por las flechas frente a las etiquetas o el sombreado. Sin embargo, el análisis de los dibujos muestra un mayor uso de las etiquetas y una mayor intención de mostrar cambios en los valores de las variables que de resaltar (como sombreado). Algunos resultados pueden ser generalizables, como el uso de etiquetas de identificadores. Sin embargo, es necesario realizar estudios adicionales para confirmarlo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración de Natalia Esteban Sánchez y Belén Sáenz Rubio en la sesión de evaluación.

REFERENCIAS

- [1] R. Baecker, y B. Price, "The early history of software visualization," en *Software Visualization*, J. Stasko et al., Eds. Cambridge, MA: MIT Press, 1998, pp. 29-34.
- [2] C.D. Hundhausen, S.A. Douglas, y J.T. Stasko, "A metastudy of algorithm visualization effectiveness," *Journal of Visual Languages and Computing*, vol. 13, no. 3, pp. 259-290, 2002.
- [3] T. Naps, G. Roessling, V. Almström, W. Dann, R. Fleischer, C. Hundhausen, A. Korhonen, L. Malmi, M. McNally, S. Rodger, y J.Á. Velázquez-Iturbide, "Exploring the role of visualization and engagement in computer science education," *SIGCSE Bulletin*, vol. 35, no. 2, pp. 131-152, junio 2003.
- [4] J.Á. Velázquez-Iturbide, D. Redondo-Martín, C. Pareja-Flores y J. Urquiza-Fuentes, "An instructor's guide to design web-based algorithm animations," en *Advances in Web-Based Learning - ICWL 2007*, H. Leung, F. Li, R. Lau y Q. Li, Eds. Springer-Verlag, LNCS 4823, 2008, pp. 440-451.
- [5] J. Stasko, J. Domingue, M.H. Brown, y B.A. Price, *Software Visualization*, Eds. Cambridge, MA: MIT Press, 1998.
- [6] B. Price, R. Baecker, e I. Small, "An introduction to software visualization," en *Software Visualization*, J. Stasko et al., Eds. Cambridge, MA: MIT Press, 1998, pp. 3-27.
- [7] J. Bertin, *Semiology of Graphics*, Madison, WI: University of Wisconsin Press, 1983.
- [8] M.H. Brown, y J. Hershberger, "Fundamental techniques for algorithm animation displays," en *Software Visualization*, J. Stasko et al., Eds. Cambridge, MA: MIT Press, 1998, pp. 81-101.
- [9] J.Á. Velázquez-Iturbide, O. Dehdi, N. Esteban-Sánchez, y C. Pizarro, "GreedEX: A visualization tool for experimentation and discovery learning of greedy algorithms," *IEEE Transactions on Learning Technologies*, vol. 6, no. 2, pp. 130-143, abril-junio 2013.
- [10] S.A. Douglas, D. McKeown, C.D. Hundhausen, "Exploring human visualization of computer algorithms," en *Proc. 1996 Graphics Interface Conference*, Toronto, Canadá, 1996, pp. 9-16.
- [11] L. Ford, "How programmers visualize programs," en *Empirical Studies of Programmers: Fifth Workshop*, Englewood: Lawrence Erlbaum, 1993, pp. 224.
- [12] J. Sajaniemi, M. Kuittinen, y T. Tikansalo, "A study of the development of students' visualizations of program state during an elementary object-oriented programming course," *ACM Journal on Educational Resources in Computing*, vol. 7, no. 4, artículo 3, enero 2008.
- [13] T. Hübscher-Younger, y N.H. Narayanan, "Dancing hamsters and marble statues: Characterizing student visualizations of algorithms," en *Proc. 2003 ACM Symposium on Software Visualization*, pp. 95-104.
- [14] A.W. Lawrence, *Empirical Studies of the Value of Algorithm Animation in Algorithm Understanding*, tesis doctoral, Georgia Institute of Technology, 1993.
- [15] J.Á. Velázquez-Iturbide, "Using textbook illustrations to extract design principles for algorithm visualizations," en *Handbook of Human Centric Visualization*, W. Huang, Ed. New York: Springer Science+Business Media, 2013, pp. 227-249.

Incorporación de robots educativos y entornos de programación visuales en asignaturas de programación

Felipe I. Anfurrutia, Ainhoa Álvarez, Mikel Larrañaga, Juan-Miguel López-Gil
Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad del País Vasco UPV/EHU,
C/ Nieves Cano 12, 01006, Vitoria-Gasteiz, España.
{felipe.anfurrutia, ainhoa.alvarez, mikel.larranaga, juanmiguel.lopez}@ehu.es

Resumen—Las asignaturas introductorias a la programación presentan muchos retos, tanto para los estudiantes que las cursan como para los profesores que las imparten. Diversos autores plantean la incorporación de robots educativos o entornos visuales de programación como medio para facilitar su aprendizaje. En este artículo se presentan tres experiencias realizadas utilizando este tipo de herramientas en combinación con el ciclo de aprendizaje de Kolb. Las experiencias se han realizado en las asignaturas de programación del primer curso del Grado en Ingeniería en Informática de Gestión y Sistemas de Información en la Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz.

Palabras clave—Software educativo; experiencia uso; programación

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas en la docencia de las asignaturas introductorias a la programación es el elevado grado de heterogeneidad que presentan los estudiantes en cuanto al conocimiento previo de las competencias abordadas en dichas asignaturas [1]. Este hecho dificulta que los profesores puedan diseñar métodos de aprendizaje adecuados para todo el conjunto de los estudiantes [2]. Además, las asignaturas de programación son habitualmente impartidas utilizando lenguajes de programación de propósito general, que pueden resultar muy complejos para estudiantes novatos sin conocimientos previos de la materia [1], [3]. Algunos lenguajes de programación tienen una curva de aprendizaje muy alta mientras que otros, incluso para los programas más sencillos, requieren escribir una cantidad de código que resulta complicada de entender y abordar para el alumnado novato. En general, los estudiantes tienen que hacer frente a la vez tanto a la construcción de los algoritmos como a las reglas sintácticas de los lenguajes de programación empleados.

En la bibliografía se abordan dos formas principales para intentar paliar los problemas que los estudiantes novatos se encuentran en las asignaturas de programación [4]. Por una parte, se han empleado entornos visuales para el aprendizaje de la programación. Este tipo de entornos abstraen a los estudiantes de las complejidades de los lenguajes de programación empleados permitiendo que se centren en la comprensión de los conceptos fundamentales antes de comenzar a programar [5]. Por otra parte, se plantea el uso de dispositivos físicos que permiten una aproximación en la que los estudiantes pueden interactuar con sus programas en el mundo real [6].

Los autores de este artículo han explorado ambas aproximaciones en los últimos años. Sin embargo, el mero hecho de introducir estos elementos en una asignatura no implica mejoras [7], por lo que su implantación se ha realizado en combinación con el ciclo de aprendizaje de Kolb [8] en distinto grado. Estas exploraciones se han realizado durante 5 cursos académicos en las dos asignaturas de programación que se imparten en el primer curso del Grado en Ingeniería en Informática de Gestión y Sistemas de Información en la Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz: Programación Básica (PB), durante el primer cuatrimestre, y Programación Modular y Orientación a Objetos (PMYO) en el segundo.

El resto del artículo se organiza de la siguiente manera. En primer lugar, se describe el diseño general de las experiencias concretas realizadas. A continuación se presentan los resultados obtenidos a partir de los estudios realizados sobre dichas experiencias. Posteriormente, se detallan un conjunto de aspectos derivados de los estudios realizados que conviene considerar al emplear cualquiera de las opciones presentadas. Finalmente, se presentan las conclusiones del trabajo.

II. DISEÑO GENERAL DE LAS EXPERIENCIAS

Los autores del artículo han llevado a cabo diversas experiencias en los últimos años tanto con robots educativos como con entornos visuales. En ambos casos se realizó un estudio de los entornos y dispositivos disponibles así como de los trabajos reportados para seleccionar los más adecuados atendiendo a las características concretas de las asignaturas y a la mejora pedagógica propuesta [3], [9], [10].

El mero hecho de incluir nuevas herramientas no implica mejoras, cualquier implantación se debe diseñar cuidadosamente [7]. En las experiencias que se presentan en este artículo, se ha aplicado el ciclo de aprendizaje de Kolb [8] en diferente medida. Esta metodología conlleva cuatro etapas (ver Figura 1) en las cuales los estudiantes deben involucrarse para poder adquirir el conocimiento. En primer lugar, deben realizar una actividad concreta. Después, deben reflexionar sobre la experiencia, para poder luego conceptualizar la teoría que permite explicar las observaciones realizadas. Finalmente, deben aplicar la teoría en situaciones nuevas.

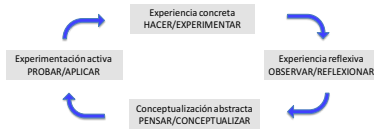


Fig. 3. Ciclo de aprendizaje de Kolb

Para determinar el efecto del uso de las nuevas herramientas en el aprendizaje y en la percepción de los actores involucrados, se han realizado estudios cualitativos y cuantitativos en cada una de las experiencias. La información recabada se ha obtenido mediante cuestionarios que los estudiantes debían rellenar y en los que valoraban las herramientas y el uso de las mismas en el aprendizaje de los diferentes conceptos relacionados con las asignaturas. Así mismo, en alguno de los casos se han realizado diversas experiencias para determinar si el uso de dichas herramientas tiene efecto en los resultados o calificaciones.

III. EXPERIENCIAS REALIZADAS

A continuación se describe para cada una de las experiencias realizadas, la herramienta utilizada y la manera en la que se ha aplicado el ciclo de aprendizaje de Kolb.

A. Experiencia 1

El objetivo de esta primera experiencia era intentar dar respuesta a uno de los principales problemas que presentan los estudiantes del primer curso: la definición de algoritmos. El objetivo era mejorar las habilidades en la resolución de problemas de los estudiantes e introducir los conceptos asociados al diseño. Estos temas se tratan en las primeras clases de la asignatura.

En esta experiencia, se decidió utilizar robots educativos, concretamente los robots educativos Lego MINDSTORM®. Para programarlos se optó por el entorno de desarrollo visual NXT-G, para que los estudiantes comprendieran y exploraran los distintos tipos de bloques y su semántica, para posteriormente abordarlos con una notación algorítmica y un lenguaje de programación concreto. Estos robots educativos se utilizaron en la asignatura de PB durante tres cursos académicos con 100 estudiantes [10], [11].

B. Experiencia 2

Tras los dos años de utilización de los robots educativos en PB, se decidió extender la aplicación del ciclo de Kolb a toda la asignatura. Sin embargo, algunos autores han documentado experiencias negativas con su uso cuando se utilizan durante todo el curso. Generalmente los estudiantes tienen acceso limitado a ellos fuera del horario lectivo y esta limitación de acceso produce que su impacto se vea interrumpido [12].

Por esta razón se desestimó la utilización de los robots para esta segunda experiencia y se optó por el entorno visual de programación Scratch (<https://scratch.mit.edu/>). Aunque en principio está orientado a una audiencia más joven, se ha utilizado para la enseñanza de la programación en centros educativos e incluso en universidades [13]. Scratch se ha utilizado en la asignatura de PB durante los dos últimos cursos

académicos, ya que permite abordar los principales aspectos de la programación (secuencia de instrucciones, instrucciones condicionales, etc.), aislando al estudiante de los aspectos sintácticos que presentan los lenguajes de programación. En esta experiencia participaron aproximadamente 110 estudiantes. Las sesiones en las que se ha utilizado Scratch se organizaron de la siguiente manera:

1. Se utiliza Scratch para presentar, mediante un ejercicio, un concepto (p.ej., sentencias condicionales)
2. El estudiante resuelve un ejercicio similar al anteriormente presentado utilizando Scratch
3. El estudiante representa el ejercicio del punto anterior utilizando notación algorítmica
4. El estudiante implementa el ejercicio utilizando un lenguaje (Java) y entorno de desarrollo (Eclipse)

C. Experiencia 3

La tercera experiencia se implantó en la asignatura de Programación Modular y Orientación a Objetos (PMYO). Para cuando llegan a esta asignatura, los estudiantes ya poseen las nociones básicas de algorítmica y el objetivo principal de la experiencia era ayudarles a comprender los conceptos relacionados con la orientación a objetos. De nuevo, se optó por entornos de programación visuales ya que permiten que, para cada tema, la fase de “Experiencia concreta” se pueda primero abordar de forma gráfica e intuitiva y que, después, los profesores pueden guiar a los estudiantes en la fase de conceptualización abstracta.

Para esta asignatura se optó por BlueJ (<http://bluej.org>) y Greenfoot (<http://greenfoot.org>), dos entornos visuales de desarrollo integrados diseñados con fines educativos [14], [15]. Ambos entornos están orientados al aprendizaje de los conceptos de la Programación Orientada a Objetos (POO). Para ello, proporcionan herramientas visuales tales como el diagrama de clases UML para la representación de los objetos. Además, desde su perspectiva visual, permiten por un lado crear objetos e interactuar con ellos (mediante paso de mensajes) sin escribir una línea de código. Permiten también analizar el estado y comportamiento de los objetos.

Ambos entornos de programación visual se han utilizado de forma continuada en la asignatura de PMYO durante 5 cursos académicos con 340 estudiantes. Por sus características, de las 15 semanas que consta la asignatura, se utilizó BlueJ durante la primera mitad del cuatrimestre para introducir los conceptos de clase y objeto, mientras que en la segunda mitad se empleó Greenfoot para trabajar los mecanismos de herencia y polimorfismo. Además, la última herramienta también es utilizada en la realización de un proyecto por el alumnado fuera del horario lectivo.

Además, al final de cada laboratorio los estudiantes debían contestar un cuestionario de tipo test relacionado con el enunciado y los conceptos trabajados en el laboratorio, lo que permitía integrar las herramientas utilizadas en la evaluación.

IV. RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS SOBRE LAS EXPERIENCIAS

A continuación se resaltan los resultados más destacados de cada una de las experiencias implementadas.

A. Experiencia 1

Del análisis de los cuestionarios se deduce que tanto el interés de los estudiantes como su motivación se incrementaron gracias al uso de los robots. En cuanto a la conciencia del aprendizaje, fundamental en los procesos educativos, los estudiantes percibieron que los robots les ayudaban a comprender mejor los conceptos abordados en la asignatura. Estas observaciones fueron refrendadas por los profesores de la asignatura, que también detectaron un aumento en la motivación de los estudiantes, así como una mejora de la atmósfera de clase. Para los profesores, fue muy estimulante ver como algunos estudiantes grababan y difundían los videos de los robots ejecutando algunas de las tareas. A pesar de todos estos efectos positivos, la mejora en las calificaciones de los estudiantes no fue estadísticamente significativa.

En estas experiencias también se observaron algunos aspectos negativos. Por un lado, dado que el uso de los robots se realizó en las clases iniciales y que su uso no se evaluaba posteriormente hizo que, a pesar de ser conscientes de su efecto positivo, algunos estudiantes solicitaran la utilización de entornos de desarrollo de ámbito general como Eclipse desde el principio. Estos resultados concuerdan con los de [16], que describen que los estudiantes prefieren prescindir de aquellas actividades que no tienen impacto directo en la calificación. Por otro lado, también se observaron dificultades inherentes al uso de dispositivos físicos: factores relacionados al movimiento de los robots y aspectos relacionados con las condiciones lumínicas del aula. Las diferencias en la fricción de las superficies o la carga de las baterías afectaban al movimiento de los robots, mientras que las diferencias de las condiciones lumínicas, incluso dentro de la misma aula, afectaban al reconocimiento de los colores, esenciales para la realización de determinadas tareas.

B. Experiencia 2

Se observó que, a medida que se avanzaba en el curso, los estudiantes exploraban y experimentaban con el entorno Scratch, probando alternativas sobre los ejercicios propuestos, e incluso tratando de realizar actividades adicionales. Además, en el apartado de evaluación se integraron preguntas asociadas a Scratch (comprensión de los bloques, reconocimiento de errores o soluciones adecuadas), lo que conllevó que se integrara mejor con la asignatura y los estudiantes fueran menos reticentes a utilizarlo.

Sin embargo, dado que Scratch se diseñó para un público más joven, algunos estudiantes lo percibieron demasiado infantil para su uso en el grado.

C. Experiencia 3

Los estudios realizados en la Experiencia 3 indican que los estudiantes consideran que las herramientas utilizadas son de ayuda para el aprendizaje. Además, los estudiantes han indicado en las encuestas realizadas que no dejarían de utilizarlos. Sin

embargo, cabe destacar las diferencias observadas en función del género de los estudiantes en el resultado de las encuestas. Las respuestas de las mujeres son notablemente más negativas que las de los hombres en este aspecto.

También se han analizado los resultados académicos de los estudiantes en la asignatura. Con la incorporación de estos nuevos entornos como apoyo al ciclo de aprendizaje de Kolb, el porcentaje de estudiantes presentados al examen final ha subido de porcentajes que rondaban un 40% a una tasa superior al 60%. Además, de este alumnado presentado, el porcentaje de aprobados ha pasado de un 45% a valores cercanos al 70%.

Sin embargo, los resultados en cuanto a la motivación, en general, no cumplen las expectativas del profesorado involucrado. De hecho, resultan peores que los que se han obtenido previamente con robots físicos en la asignatura de Programación Básica [4], [10]. En este apartado se observó una elevada tasa de indecisos, especialmente en el caso de BlueJ, en el que alcanzó un 52%.

V. DISCUSIÓN

A partir de los resultados de las experiencias, planteamos un conjunto de consideraciones a tener en cuenta a la hora de implantar experiencias similares en asignaturas de programación.

A. Estudiantes: género y conocimiento previo

En las experiencias ha quedado claramente reflejado que existen diferencias en los resultados atendiendo a ciertas características de los estudiantes, su género y el conocimiento previo en programación que tienen.

Aunque los resultados obtenidos son, en general, positivos, se han detectado grandes diferencias en los resultados atendiendo al género de los estudiantes. Estas diferencias plantean la necesidad de ampliar el estudio antes de continuar con nuevas implantaciones.

Los estudios realizados se deben ampliar para analizar por ejemplo si el problema son los entornos de desarrollo seleccionados o las temáticas de los tipos de ejercicios realizados. Ampliar esta parte del estudio permitiría adaptar adecuadamente los resultados positivos que se han obtenido en las experiencias presentadas.

Un problema latente y que debe ser tratado adecuadamente es la diferencia de conocimiento previo que tienen los estudiantes. En las respuestas a las encuestas se han detectado diferencias notorias respecto a la motivación y a la aceptación de las herramientas utilizadas atendiendo al conocimiento previo de los estudiantes.

Una posibilidad para dar respuesta a esta problemática puede ser utilizar diferentes entornos de programación para las diferentes categorías de estudiantes. Incluso conforme los estudiantes van avanzando se les puede ir cambiando el entorno de programación, dado que no existe un entorno adecuado para cualquier situación [3]. Para el caso de los robots LEGO se podrían utilizar entornos visuales gráficos sencillos como

Enchanting (<http://enchanting.robotclub.ab.ca>) o NXT-G con aquellos que no tienen conocimiento previo, mientras que con los estudiantes que sí tengan conocimientos previos empezar directamente con librerías especializadas como LeJOS (<http://www.lejos.org>).

B. Selección de herramientas de apoyo

Se han detectado ciertas dificultades inherentes a la utilización de dispositivos físicos. Sin embargo, no se deben descartar automáticamente ya que se ha observado una motivación mayor que con los entornos no físicos. Esto plantea la necesidad de que los ejercicios deben diseñarse teniendo estos factores contextuales en cuenta [11].

Por otro lado, los entornos visuales permiten abstraerse fácilmente de los detalles reales y centrarse en la implementación de la lógica de la aplicación.

Además, dado que no hay ningún entorno que sirva para todo, parece interesante combinar diferentes herramientas. En relación a la integración entre los dispositivos físicos y los entornos de desarrollo, generalmente no suele haber problemas; los primeros ofrecen librerías para reutilizar la funcionalidad, mientras que los segundos permiten ser extendidos. Sin embargo, cabe reseñar la falta de integración de la funcionalidad de despliegue desde el entorno de desarrollo del proyecto al dispositivo físico. Para ello, se requiere de compiladores del lenguaje utilizado por el programador al lenguaje ensamblado utilizado por el dispositivo. En este aspecto, la librería LeJOS ofrece dicha funcionalidad para Eclipse.

C. Integración en la asignatura

Para que el ciclo de Kolb se aplique correctamente, es fundamental formular preguntas al final de los ejercicios para que los estudiantes observen, reflexionen y encuentren respuestas a los problemas planteados. Los entornos de desarrollo visual facilitan la realización de dichas tareas.

Por otro lado, también resulta adecuado integrar mejor los entornos de programación visual y/o dispositivos físicos en el proceso de evaluación de la asignatura, o bien relacionarlos con otras asignaturas de la rama de programación para dar una perspectiva global. Por ello, se plantea también que sería interesante utilizar la misma herramienta con metodología similar en PB y posteriormente en PMYO. Esto podría hacer que los estudiantes tuvieran una mejor visión de los mismos al estar más contextualizados en el grado.

VI. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

Las experiencias realizadas sugieren que una adecuada combinación del uso de entornos visuales junto con robots físicos podría mejorar la motivación de los estudiantes en PMYO. Sin embargo, el alto grado de heterogeneidad en los conocimientos previos del alumnado de primer curso afecta a la aplicación de mejoras como las descritas, sobre todo en PB. Por lo tanto, el uso de este tipo de herramientas requiere ajustar el

tipo de entornos de aprendizaje de la programación empleados a los conocimientos previos del alumnado, así como gestionar adecuadamente el número de entornos a utilizar en una misma asignatura o cuatrimestre, sobre todo si son nuevos para el alumnado.

Por otro lado, una adecuada integración de nuevas herramientas en la asignatura requiere que estas formen parte del sistema de evaluación. De esta manera se puede conseguir una mayor aceptación y motivación por parte del alumnado. El hecho de que la evaluación sea continuada resulta también positivo en este sentido.

Actualmente estamos trabajando en la implantación de una nueva combinación de robots educativos y entornos visuales en la asignatura de PMYO.

REFERENCIAS

- [1] A. Gomes y A. J. Mendes, «Learning to program—difficulties and solutions», in International Conference on Engineering Education—ICEE, Coimbra, Portugal, 2007, vol. 2007.
- [2] D. C. Leonard, *Learning theories*, A. Z. Westport, Conn.: Oryx Press, 2002.
- [3] A. J. Hirst, J. Johnson, M. Petre, B. A. Price, y M. Richards, «What is the best programming environment/language for teaching robotics using Lego Mindstorms?», *Artif. Life Robot*, vol. 7, n.º 3, pp. 124-131, 2003.
- [4] C.-C. Wu, I.-C. Tseng, y S.-L. Huang, «Visualization of Program Behaviors: Physical Robots Versus Robot Simulators», en *Informatics Education - Supporting Computational Thinking*, R. T. Mittermeir y M. M. Syslo, Eds. Springer Berlin Heidelberg, 2008, pp. 53-62.
- [5] A. Wilson y D. C. Moffat, «Evaluating Scratch to introduce younger schoolchildren to programming», *Proc. 22nd Annu. Psychol. Program. Interest Group Univ. Carlos III Madr. Leganés Spain*, 2010.
- [6] D. O'Sullivan y T. Igoe, *Physical Computing: Sensing and Controlling the Physical World with Computers*, 1st edition, Thomson, 2004.
- [7] M. Sartatzemi, V. Dagdilelis, y K. Kagani, «Teaching Introductory Programming Concepts with Lego Mindstorms in Greek High Schools: A Two-Year Experience», en *Service Robot Applications*, InTech, 2008.
- [8] D. A. Kolb, *Experiential learning: experience as the source of learning and development*, Prentice-Hall, 1984.
- [9] S. Georgantaki y S. Retalis, «Using educational tools for teaching object oriented design and programming», *J. Inf. Technol. Impact*, vol. 7, n.º 2, pp. 111-130, 2007.
- [10] A. Álvarez y M. Larrañaga, «Experiences Incorporating Lego Mindstorms Robots in the Basic Programming Syllabus: Lessons Learned», *J. Intell. Robot. Syst.*, vol. 81, n.º 1, pp. 117-129, ene. 2016.
- [11] A. Álvarez y M. Larrañaga, «Using LEGO Mindstorms to Engage Students on Algorithm Design», en *Frontiers in Education (FIE)*, 2013, pp. 1346-1351.
- [12] B. S. Fagin y L. Merkle, «Quantitative Analysis of the Effects of Robots on Introductory Computer Science Education», *J. Educ. Resour. Comput. JERIC*, vol. 2, n.º 4, dic. 2002.
- [13] J. Maloney, M. Resnick, N. Rusk, B. Silverman, y E. Eastmond, «The Scratch Programming Language and Environments», *ACM Trans. Comput. Educ.*, vol. 10, n.º 4, pp. 1-15, nov. 2010.
- [14] D. J. Barnes y M. Kölling, *Objects first with Java: a practical introduction using BlueJ*, Boston: Pearson, 2012.
- [15] M. Kölling, «The Greenfoot Programming Environment», *ACM Trans. Comput. Educ.*, vol. 10, n.º 4, pp. 1-21, nov. 2010.
- [16] K. Orton-Johnson, «'I'm stuck to the path I'm afraid': exploring student non-use of blended learning», *Br. J. Educ. Technol.*, vol. 40, n.º 5, pp. 837-847, 2009.

Un Estudio sobre la Influencia de la Visualización de Algoritmos en la Motivación de los Alumnos

J. Ángel Velázquez-Iturbide, Isidoro Hernán-Losada, Maximiliano Paredes-Velasco

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática
Universidad Rey Juan Carlos
28933 Móstoles, Madrid, España
{angel.velazquez, isidoro.hernan, maximiliano.paredes}@urjc.es

Resumen—Son numerosos las evaluaciones realizadas sobre el impacto educativo de las visualizaciones de algoritmos. Otro efecto frecuentemente señalado es el incremento de la motivación de los alumnos, pero no existen evaluaciones rigurosas del mismo. En esta comunicación presentamos una evaluación de la motivación mediante un experimento controlado. La evaluación se realizó durante una sesión de prácticas, en la que los alumnos debían transformar un algoritmo con recursividad múltiple y redundante en algoritmos equivalentes pero eficientes. El grupo experimental utilizó el sistema SRec de visualización de la recursividad, mientras que el grupo de control tenía libertad para usar cualquier otra herramienta de programación. Los resultados muestran que el grupo de control no experimentó variación en su motivación, mientras que los alumnos del grupo experimental vieron aumentada de forma estadísticamente significativa sus motivaciones intrínseca y extrínseca vía regulación identificada, justo las motivaciones más cercanas a la autodeterminación a realizar la actividad.

Palabras clave—program visualization; SRec system; motivation

I. INTRODUCCIÓN

Según un dicho popular, “una imagen vale más que mil palabras”. Siguiendo con esta intuición, la visualización de algoritmos ha sido una de las líneas de investigación más activas en enseñanza de la programación en las últimas décadas [1][2]. Sin embargo, sería más adecuado decir que “una imagen vale más que mil palabras, a veces” [3]. Efectivamente, no hay ningún medio técnico ni método didáctico que sea el mejor en cualquier circunstancia y la visualización no es una excepción. Entre otras cuestiones a tener en cuenta, el alumno debe aprender el significado de la representación gráfica, que no debe darse por supuesto [4]. Otro factor importante para su éxito educativo es el tipo de actividad docente y la implicación del alumno con las visualizaciones para la realización de dicha actividad [2]. En consecuencia, encontramos que algunas experiencias docentes con visualizaciones no han producido mejores resultados que experiencias tradicionales [2].

Para valorar la bondad de cualquier método didáctico o material docente, en primer lugar debemos definir el criterio de evaluación. En concreto, la mayor parte de los autores de sistemas de visualización citan el incremento en la motivación de los alumnos como uno de los efectos esperables, aunque

siempre supeditado a una mejora en el aprendizaje. Paradójicamente, no hemos encontrado ningún estudio riguroso sobre el efecto de sistemas de visualización en la motivación de los alumnos. En todo caso, basan este efecto motivacional en la evidencia anecdótica de que lo han observado. La presente comunicación es un primer paso para avanzar en su estudio riguroso.

La estructura de la comunicación es la siguiente. En la sección II se hace un repaso de trabajos de evaluación de visualizaciones, con énfasis en la motivación. En la sección III se presentan el sistema de visualización SRec y la teoría de la autodeterminación, como base del análisis motivacional que realizamos en la sección IV. Terminamos con la sección de conclusiones.

II. EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE VISUALIZACIÓN

Existen varias revisiones de evaluaciones de visualizaciones de algoritmos, siendo probablemente John Stasko y Christopher Hundhausen los autores que más esfuerzo han dedicado a sistematizar la evaluación de las visualizaciones de algoritmos mediante métodos propios de las ciencias sociales. Es bien conocido su metaestudio sobre la eficacia educativa de las visualizaciones [2]. El metaestudio define la eficacia en términos de conocimiento (conceptual o procedimental) y analiza evaluaciones realizadas mediante experimentos controlados.

En una revisión posterior [7], Stasko y Hundhausen amplían su análisis de eficacia a otros métodos de evaluación (estudios observacionales, cuestionarios y encuestas, estudios de campo etnográficos, y estudios de usabilidad). Los objetivos de estos estudios son más variados, siendo los más cercanos a nuestro interés las evaluaciones que usan cuestionarios y encuestas como datos primarios. En estos casos, se recogen “preferencias u opiniones”, es decir, datos subjetivos. Un ejemplo de esta clase de estudios son los realizados por el propio Stasko mediante el desarrollo de visualizaciones de algoritmos por los alumnos [8]. Tras realizar la tarea, debían valorar varias preguntas usando una escala de Likert de 1 a 5. Los alumnos dieron respuestas muy positivas (por encima de 4) sobre la utilidad de las animaciones como experiencia educativa, su utilidad para comprender los algoritmos, si les resultaron divertidas y si fueron fáciles de crear.

Obsérvese que estos estudios se centran en la eficacia de las visualizaciones (lo mismo se aprecia en otras revisiones posteriores [9][10]). Sin embargo, son numerosas las publicaciones que comentan un efecto emocional: a los alumnos

Este trabajo se ha financiado con los proyectos de investigación TIN2015-66731-C2-1-R del Ministerio de Economía y Competitividad, S2013/ICE-2715 de la Comunidad Autónoma de Madrid, y 30VCPGI15 de la Universidad Rey Juan Carlos.

les han gustado las visualizaciones y su uso aumentó su motivación. La evidencia que suele aportarse es anecdótica. Por ejemplo, en una revisión de sistemas educativos para algoritmos de optimización, se recogían 7 sistemas de visualización [11]. De los cinco sistemas que aportaban alguna clase de evaluación, los 5 aportaban evidencias anecdóticas, 3 evaluaciones de eficiencia educativa y 1 de usabilidad. El inconveniente de estas evidencias es que son subjetivas y, por tanto, no pueden aceptarse sus resultados con seguridad.

Por tanto, es deseable tener resultados objetivos sobre la motivación de los alumnos. Existen algunos estudios sobre cuestiones relacionadas. Ebel y Ben-Ari han estudiado el efecto de las visualizaciones en la atención de los alumnos [12] y Ben-Bassat y Ben-Ari [13], las razones de la aceptación o no de los sistemas de visualizaciones por los profesores. Sin embargo, no hemos encontrado estudios que analicen específicamente los efectos sobre la motivación de los alumnos.

III. ANTECEDENTES

En esta sección presentamos los antecedentes de nuestro trabajo, primero el sistema de visualización SRec y después la teoría de la autodeterminación.

A. Sistema SRec

SRec es un sistema de visualización de programas que permite visualizar procesos recursivos codificados en Java [14]. La herramienta ayuda al alumno a comprender y analizar el comportamiento de los programas recursivos. El sistema proporciona varias representaciones gráficas: rastros ("trazas"), la pila de control y, sobre todo, árboles de recursión. Normalmente, el usuario interactúa con SRec realizando repetidamente las siguientes operaciones: cargar un fichero – seleccionar un método – lanzar una ejecución del método – interactuar con las visualizaciones generadas.

Un elemento clave de SRec para tareas de comprensión de o análisis es la interacción con las visualizaciones [15]. La interacción más sencilla es la animación (manual) de la ejecución de un algoritmo, que muestra cómo varía el algoritmo

según avanza la ejecución (hacia adelante o hacia atrás). SRec también proporciona otras formas de interactuar con una visualización: cambiar las propiedades gráficas de sus componentes visuales, filtrar los datos a mostrar, ajustar el zoom, cambiar el orden relativo de los datos, navegar por la visualización (si es grande), buscar apariciones de un dato y dar datos estadísticos sobre el contenido de la visualización.

SRec también proporciona varias facilidades educativas, como exportar una visualización a un fichero gráfico (las visualizaciones incluidas en esta comunicación se han obtenido usando esta función).

Vamos a mostrar el uso de SRec para la tarea asignada a los alumnos en la evaluación que presentamos (optimizar un algoritmo recursivo múltiple). El proceso se presenta de forma esquemática, aunque puede usarse una metodología precisa [16].

Se partía del siguiente algoritmo recursivo:

```
public static int f (int x, int y) {
    if (x==0)
        return y;
    else if (y==0)
        return x;
    else
        return f(x,y-1) + f(x-1,y) + f(x-1,y-1);
}
```

El primer paso consiste en generar algún árbol de recursión de tamaño mediano. En este árbol, buscamos nodos iguales (sin considerar los casos básicos). Si se encuentran, significa que el algoritmo es redundante, es decir, hay subproblemas que se ejecutan múltiples veces, de manera innecesaria.

La Fig. 1 muestra el árbol de recursión correspondiente a la llamada $f(2,3)$. Cada nodo representa una llamada recursiva, con los valores de los parámetros en la mitad superior y el resultado en la mitad inferior. Puede comprobarse que consta de 37 nodos. Dado que solamente existen $3 \cdot 4 = 12$ subproblemas para esta llamada, algunos subproblemas se repiten. En la figura, se han resaltado las apariciones de $f(1,2)$.

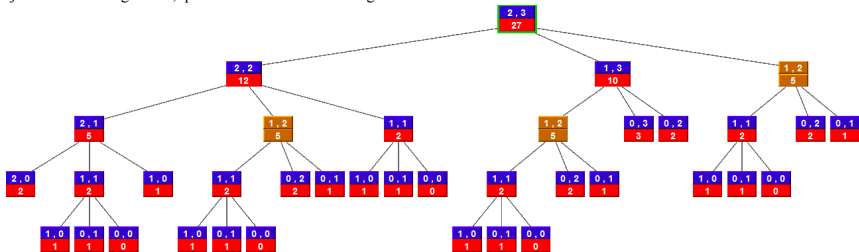


Fig. 1. Árbol de recursión generado por la llamada $f(2,3)$, resaltando las apariciones de la llamada $f(1,2)$.

A continuación, se unen los nodos iguales, preservando los arcos entre nodos. Como consecuencia, el árbol de recursión se convierte en una representación gráfica más adecuada para

identificar el patrón de dependencia entre llamadas recursivas: un grafo de dependencia.

La Fig. 2 muestra el grafo de dependencia correspondiente al árbol de la Fig. 1. Obsérvese que esta vez sólo aparecen 12 nodos.

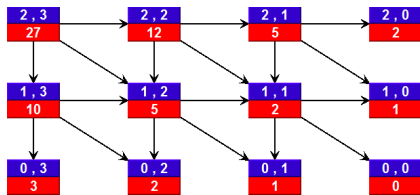


Fig. 2. Grafo de dependencia correspondiente al árbol de recursión de $f(2,3)$.

El grafo de dependencia permite deducir dos propiedades de un algoritmo eficiente para f . En primer lugar, muestra que sólo necesitamos una tabla con 12 celdas para almacenar los valores de todos los subproblemas. De forma más general, se necesita una tabla de $(x+1) \cdot (y+1)$ celdas para cualquier llamada $f(x,y)$. La primera vez que se calcule el valor de un subproblema, se almacenará en su celda correspondiente; las veces sucesivas que se necesite dicho valor, ya no se volverá a calcular sino que su valor se consultará en la tabla.

La Fig. 3 muestra cómo queda asignada cada llamada recursiva a una celda de la tabla si los valores de los índices crecen de arriba abajo o de izquierda a derecha.

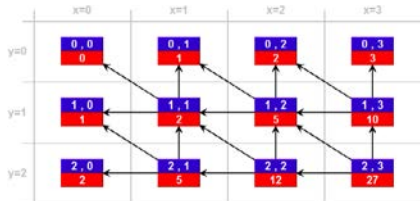


Fig. 3. Tabla que permite almacenar los valores de las llamadas de $f(2,3)$ y que muestra las dependencias entre llamadas.

En segundo lugar, podemos determinar un orden de cómputo de los subproblemas que respete las dependencias entre llamadas. En este caso, hay varios órdenes de cómputo válidos. Por concreción, elegimos ir calculándolos por filas de abajo a arriba y, dentro de cada fila, de derecha a izquierda.

Una vez tomadas estas dos decisiones de diseño, es relativamente fácil codificar un algoritmo iterativo que utilice la tabla y que calcule los subproblemas en el orden de cómputo seleccionado. El algoritmo quedaría:

```
public static int f2 (int x, int y) {
    int[][] tabla = new int[x+1][y+1];
    for (int i=0; i<=x; i++)
        tabla[i][0] = i;
```

```
    for (int j=0; j<=y; j++)
        tabla[0][j] = j;
    for (int i=1; i<=x; i++)
        for (int j=1; j<=y; j++)
            tabla[i][j] = tabla[i][j-1]
                + tabla[i-1][j]
                + tabla[i-1][j-1];
    return tabla[x][y];
}
```

B. Motivación

La motivación es un elemento clave en la educación [17] ya que hace que el alumno se involucre en el aprendizaje, en sus actividades y construya mejor un conocimiento. Como consecuencia, los alumnos motivados suelen alcanzar un mayor nivel cognitivo que los alumnos no motivados.

La motivación se puede explicar desde diferentes perspectivas, siendo una de ellas la teoría de la autodeterminación [18]. La autodeterminación expresa el grado de motivación y determinación de un individuo. La autodeterminación se basa en la motivación intrínseca (manifestación de la tendencia humana al aprendizaje y la creatividad) y en la autorregulación (relacionada con la forma en que asumimos valores sociales y contingencias externas y progresivamente los transformamos en valores personales y de automotivación).

Hay varios tipos de motivación, que presentamos desde el nivel más alto al más bajo de autodeterminación:

1. Motivación intrínseca. Es la de mayor grado de autodeterminación y se refiere a tener un comportamiento sólo por el placer de realizarlo.
2. Motivación extrínseca vía regulación identificada. Expresa menor autodeterminación y sucede cuando se realiza un comportamiento porque se cree que ello es importante para alcanzar los objetivos.
3. Motivación extrínseca vía regulación externa. Se tiene un comportamiento para obtener una recompensa o evitar un castigo.
4. Desmotivación. El sujeto no percibe las relaciones que hay entre su comportamiento y sus consecuencias.

Los diferentes tipos de motivación tienen diferentes consecuencias. Los tipos de motivación con un alto grado de autodeterminación están muy relacionados con sensaciones positivas como el bienestar o la satisfacción. Sin embargo, los tipos de motivaciones con un bajo nivel de autodeterminación en la realización de tareas están relacionadas con situaciones negativas, como estados depresivos.

Guay, Vallerant y Blanchard [19] desarrollaron la escala *Situational Motivation Scale* (SIMS) para evaluar la motivación ante una situación o actividad concreta (no necesariamente educativa). Esta escala está formada por 16 ítems que evalúan las 4 dimensiones de la motivación antes mencionadas. La escala SIMS se ha validado en contextos educativos [19], concluyendo que es adecuada para medir diversos tipos de motivación, con unos niveles de consistencia interna satisfactorios de las subescalas para cada dimensión de motivación. Por tanto,

constituye un instrumento adecuado para evaluar la motivación situacional en ambientes educativos.

Posteriormente, Martín-Albo, Núñez y Navarro [20] propusieron la "Escala de Motivación Situacional" (EMSI), traduciendo la escala SIMS al español. Estos autores analizaron las propiedades psicométricas de la escala EMSI en un contexto educativo universitario y concluyeron que la escala es adecuada para evaluar las cuatro dimensiones de la motivación de la teoría de la autodeterminación en ambientes educativos. La escala EMSI permite construir cuestionarios que plantean a los alumnos la pregunta "¿Por qué estás haciendo esta actividad o tarea en este momento?" y se les proporcionan 16 posibles respuestas en forma de ítems. Para cada ítem, tienen que valorar su grado de acuerdo mediante una puntuación en una escala de Likert de 1 a 7 (1 totalmente en desacuerdo, 7 totalmente de acuerdo). Además, propusieron eliminar los ítems 10 y 11 de las subescalas de regulación identificada y regulación externa respectivamente con el objetivo de mejorar la consistencia interna de estas subescalas. Por tanto, la escala EMSI finalmente consta de 14 ítems: 4 ítems para medir la motivación intrínseca (p.ej., "Porque disfruto con esta actividad"), 3 ítems para la regulación extrínseca identificada (p.ej., "Lo he hecho por mi propio bien"), 3 ítems para la regulación extrínseca externa (p.ej., "Porque se supone que lo tenía que hacer") y 4 ítems para la desmotivación (p.ej., "No lo sé, no veo qué me aporta esta actividad").

IV. EVALUACIÓN

Presentamos sucesivamente el contexto educativo, el protocolo de evaluación seguido y los resultados.

A. Contexto Educativo

La evaluación se realizó en noviembre de 2015, en la asignatura optativa "Algoritmos Avanzados", de cuarto curso del Grado en Ingeniería Informática. Participaron alumnos del grupo presencial del campus de Móstoles.

La asignatura se organiza alrededor de varias técnicas de diseño de algoritmos, algunas nuevas para los alumnos y otras ya conocidas, que se tratan en más profundidad: algoritmos voraces, vuelta atrás, ramificación y poda, programación dinámica y algoritmos probabilistas.

El sistema SRec se utiliza principalmente con la técnica de programación dinámica [16]. Dada la alta complejidad de esta técnica de diseño de algoritmos, se ha partido en dos capítulos: en un primer capítulo se estudia la eliminación de la recursividad múltiple redundante y posteriormente se estudia la propia técnica de programación dinámica. En un primer paso, se diseñan algoritmos con recursividad múltiple y redundante, que hay que eliminar mediante la técnica de tabulación, estudiada en el capítulo anterior de la asignatura.

La evaluación que presentamos se realizó en el capítulo de eliminación de la recursividad múltiple redundante.

B. Protocolo

Los alumnos habían recibido dos sesiones teóricas dedicadas al análisis y eliminación de la redundancia en algoritmos recursivos y una sesión teórica de introducción a la

programación dinámica. La evaluación se realizó durante la sesión de laboratorio de la práctica 4, cuyo objetivo era la eliminación de la recursividad redundante presente en una función dada (incluida en la sección III.A). La sesión tenía una duración de dos horas. La práctica era de realización individual. No se esperaba que los alumnos pudieran acabar la práctica durante la sesión, por lo que tenían un plazo de una semana, al cabo del cual debían entregar un informe según un índice dado.

Los alumnos se dividieron en dos grupos homogéneos según las notas de las prácticas anteriores (grupo experimental y grupo de control), diferenciados por que el grupo experimental usó SRec mientras que el grupo de control podía usar cualquier otro medio. Cada grupo estaba en un aula informática distinta.

Veamos la organización de la sesión. Primero se les explicó que la participación en las evaluaciones era voluntaria y que el objetivo era mejorar la docencia de la asignatura. Ningún alumno rehusó participar. Después, se les explicó en qué consistía la práctica y contestaron a la pregunta "¿Por qué crees que debes realizar esta práctica de eliminación de la recursividad múltiple redundante?" incluida en el pretest de motivación (basado en la escala EMSI). A continuación, accedieron al material disponible en el campus virtual y realizaron lo que pudieron de la práctica. Al final de la sesión, contestaron a la pregunta "Teniendo en cuenta lo que has hecho en la sesión, ¿por qué crees que debes realizar esta práctica de eliminación de la recursividad múltiple redundante?" incluida en el posttest de motivación (al grupo experimental se le añadió la coletilla "con SRec").

Antes de abandonar el laboratorio, debían entregar en un informe (parcial) el resultado de su trabajo, bien subiendo un fichero al campus virtual bien entregándolo en papel. Los alumnos del grupo de control entregaron este informe de diversas formas pero todos los del grupo experimental lo entregaron en formato electrónico, usando las figuras generadas y exportadas por SRec.

Hubo algunas diferencias de protocolo entre los grupos:

1. Grupo experimental. Al comienzo de la sesión, el profesor hizo una presentación rápida de SRec. Los alumnos del grupo tenían disponible SRec en el campus virtual, junto al enunciado de la práctica. Al final de la sesión, debían rellenar un cuestionario de usabilidad [21].
2. Grupo de control. Al final de la sesión, el profesor hizo la misma presentación rápida de SRec que en el grupo experimental, de forma que ambos grupos tuvieran los mismos medios para completar la práctica en el plazo de una semana.

Asistieron a la sesión 19 alumnos del grupo experimental y 17 del grupo de control. Todos realizaron el pretest pero en el posttest hubo una baja en el grupo de control y cuatro en el grupo experimental por problemas con los ordenadores.

C. Resultados

Los resultados obtenidos se muestran agrupados por las cuatro dimensiones de la motivación, abreviando la motivación intrínseca con MI, la motivación extrínseca vía regulación

identificada con MEI, la motivación extrínseca vía regulación externa con MEE y la desmotivación con DM.

El cuestionario EMSI del pretest presentado al grupo de control fue contestado por 17 alumnos (véase Tabla I). En el pretest todas las respuestas fueron válidas, pero en el posttest hubo un alumno que contestó de forma no sincera (dio la misma puntuación en todas las preguntas), por lo que se eliminaron sus respuestas. Por tanto, tenemos 16 cuestionarios válidos. En el grupo experimental se recogieron 19 cuestionarios previos a la realización a la actividad y únicamente 15 posteriores a la actividad (véase Tabla II).

TABLA I. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DEL GRUPO DE CONTROL

| Dimensiones | Pretest (n=17) | | | | Postest (n=16) | | | |
|--------------|----------------|-------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|
| | MI | MEI | MEE | DM | MI | MEI | MEE | DM |
| Media | 4,75 | 5,65 | 5,06 | 2,66 | 4,59 | 5,13 | 4,73 | 2,64 |
| Mediana | 5,00 | 5,67 | 5,00 | 2,25 | 4,75 | 5,00 | 5,00 | 2,25 |
| Varianza | 1,31 | 0,84 | 2,35 | 1,54 | 0,74 | 1,51 | 1,57 | 1,67 |
| Desv. típica | 1,15 | 0,92 | 1,53 | 1,24 | 0,86 | 1,23 | 1,25 | 1,29 |
| Curiosis | 2,67 | 3,73 | -0,78 | -1,19 | -0,92 | -0,69 | 0,63 | -0,80 |
| Asimetría | -0,84 | -1,32 | -0,46 | 0,21 | -0,08 | -0,40 | -0,54 | 0,56 |

TABLA II. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DEL GRUPO EXPERIMENTAL

| Dimensiones | Pretest (n=19) | | | | Postest (n=15) | | | |
|--------------|----------------|-------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|
| | MI | MEI | MEE | DM | MI | MEI | MEE | DM |
| Media | 4,05 | 4,51 | 4,28 | 2,76 | 4,95 | 5,19 | 4,67 | 2,47 |
| Mediana | 4,00 | 4,59 | 5,33 | 2,75 | 5,00 | 5,22 | 4,67 | 2,25 |
| Varianza | 0,59 | 0,61 | 0,86 | 1,17 | 1,22 | 0,89 | 3,57 | 1,28 |
| Desv. típica | 0,77 | 0,78 | 0,92 | 1,08 | 1,10 | 0,94 | 1,89 | 1,13 |
| Curiosis | -0,07 | -0,11 | -0,76 | -0,53 | 3,37 | 4,12 | -1,47 | -0,98 |
| Asimetría | 0,19 | -0,44 | -0,22 | 0,31 | -0,96 | -0,92 | -0,21 | 0,38 |

Se puede observar en la Tabla I que las medias del grupo de control en el pretest y en el postest apenas tienen variación en todas las dimensiones de la motivación. Respecto al grupo experimental se puede ver en la Tabla II que las medias de la motivación intrínseca (MI) y de la motivación extrínseca vía regulación identificada (MEI) -las de mayor grado de autodeterminación- y la de motivación extrínseca vía regulación externa (MEE) aumentan mientras que la de desmotivación (DM) disminuye.

Para comprobar si las variaciones en las medias son estadísticamente significativas usando un intervalo de confianza de 95%, se procedió a realizar las pruebas de normalidad. Ya que la comparación se va a realizar entre las medias del pretest y del postest, se analiza la normalidad de dichas muestras usando el método de Shaphiro-Wilk. Se han obtenido los resultados presentados en la Tabla III.

TABLA III. PRUEBAS DE NORMALIDAD SHAPIRO-WILK

| Grupo | MI | MEI | MEE | DM |
|--------------|------|------|------|------|
| Control | 0,31 | 0,01 | 0,07 | 0,03 |
| Experimental | 0,93 | 0,28 | 0,58 | 0,10 |

Los p-valores obtenidos garantizan la normalidad de todos los grupos de datos recogidos en los pre- y postests, excepto en el grupo de control y motivación extrínseca vía regulación identificada ($p=0,01$) y desmotivación ($p=0,03$). A estos dos grupos se les aplicaron pruebas no paramétricas (test de Wilcoxon) para el contraste de medias, mientras que a los demás se les pueden aplicar pruebas paramétricas (t de Student). Los resultados obtenidos para el contraste de medias se muestran en la Tabla IV.

TABLA IV. CONTRASTE DE MEDIAS ENTRE PRE- Y POSTEST (P-VALOR)

| Grupo | MI | MEI | MEE | DM |
|--------------|------|-------|------|-------|
| Control | 0,66 | 0,22* | 0,51 | 0,97* |
| Experimental | 0,01 | 0,03 | 0,47 | 0,44 |

* Prueba no paramétrica de Wilcoxon

Los contrastes de medias realizados arrojan un p-valor mayor que 0,05 salvo en el grupo experimental en las dimensiones de motivación intrínseca (la de mayor grado de autodeterminación) y la de motivación extrínseca regulada vía regulación identificada (la categoría siguiente en la escala de autodeterminación).

Interpretando estos datos, vemos que el uso de SRec aumenta de forma significativa la motivación intrínseca que está relacionada con el placer y la satisfacción de realizar la actividad en cuestión. También aumenta la motivación extrínseca vía regulación identificada. Recordemos que este tipo de motivación se refiere a una amplia variedad de comportamientos donde los objetivos de la acción van más allá de los inherentes a la propia actividad. En concreto, este tipo de motivación está relacionada con un comportamiento que se valora y percibe que ha sido escogido por uno mismo. Sin embargo, la motivación es aún extrínseca porque la actividad no se lleva a cabo por sí mismo, sino como un medio para alcanzar un objetivo.

D. Evidencia Adicional

Tenemos evidencia adicional de la motivación de los alumnos que usaron SRec gracias a dos entregas adicionales.

La primera es el cuestionario de usabilidad contestado por los alumnos del grupo experimental durante la misma sesión de laboratorio [21]. El cuestionario contenía preguntas cerradas y abiertas. Las primeras debían responderse sobre una escala Likert de 1 a 5 (1 totalmente en desacuerdo, 5 totalmente de acuerdo). Algunas preguntas cerradas contenían juicios generales sobre SRec, mientras que otras se referían a elementos específicos de SRec. La Tabla V muestra los resultados obtenidos sobre características generales de SRec.

TABLA V. RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS GENERALES SOBRE SREC

| Pregunta | Media |
|---|-------------|
| Fácil de usar | 4'77 |
| En conjunto te ha gustado SRec | 4'46 |
| Utilidad para comprender el comportamiento del algoritmo recursivo | 4'46 |
| Utilidad para analizar la redundancia del algoritmo recursivo | 4'31 |
| Utilidad para diseñar una tabla adecuada para eliminar su redundancia | 4'08 |
| Calidad general | 4'08 |
| Total de respuestas | 4'36 |

Puede observarse que los alumnos puntúan todas las características por encima de 4. La más alta es facilidad de uso, seguida de satisfacción y utilidad. En las preguntas abiertas se preguntó por aspectos positivos de SRec. Cinco alumnos señalaron su utilidad y 3, su facilidad de uso. A la vista de estos resultados, no resulta sorprendente que la motivación del grupo experimental por la práctica haya aumentado con el uso de SRec.

Estos resultados vuelven a repetirse en el informe final entregado por los alumnos al cabo de una semana. Se esperaba que todos los alumnos usaran SRec para la elaboración de este informe. Se recogieron 45 informes. El número de informes es más alto que el de asistentes a la sesión de laboratorio porque la asistencia no era obligatoria. El último punto del informe a entregar son comentarios abiertos sobre cualquier aspecto de su experiencia con la práctica, sea positivo, neutro o negativo. Incluyeron comentarios sobre SRec el 84,5% de los alumnos.

Vuelven a repetirse los resultados anteriores, con la mayor parte de estas respuestas resaltando la utilidad de SRec (74,5% de los comentarios) y su facilidad de uso (12,8%). Como final anecdótico, incluimos un comentario elogioso de SRec por parte de un alumno (no incluimos más por falta de espacio):

“Respecto a SRec, me parece un programa increíblemente útil, poder ver la recursividad con los datos de entrada y de salida iteración a iteración. Además la capacidad de crear árboles, tablas, grafos y poder exportarlos como imagen o gif, es de gran utilidad. (...) Lo más atractivo de la práctica en mi opinión ha sido sin duda poder ver todo con SRec.”

V. CONCLUSIONES

Hemos realizado una evaluación controlada de la motivación de los alumnos por el uso del sistema SRec durante una sesión de laboratorio. Los resultados muestran un aumento estadísticamente significativo de la motivación intrínseca y de la extrínseca vía identificación regulada de los alumnos que usaron SRec. Estos resultados son coherentes con otras evidencias recogidas en la misma experiencia y corroboran la intuición extendida sobre el efecto motivacional de las visualizaciones mediante un método validado. Actualmente estamos realizando otra evaluación sobre el efecto motivacional en el periodo más largo de un mes.

REFERENCIAS

- [1] S. Fincher, y M. Petre, “The field and the endeavor,” en *Computer Science Education Research*, S. Fincher, and M. Petre, Eds. London: RoutledgeFalmer, 2004, pp. 1-81.
- [2] R. Lister, “The naughties in CSEd research: A retrospective,” *Inroads*, vol. 1, no. 1 pp. 22-24, marzo 2010.
- [3] J. Larkin, y H. Simon, “Why a diagram is (sometimes) worth 1000 words,” *Cognitive Science*, vol. 11, no. 1, pp. 65-99, 1987.
- [4] M. Petre, “Why looking isn’t always seeing: Readership skills and graphical programming,” *Communications of the ACM*, vol. 38, no. 6, pp. 33-44, junio 1995.
- [5] T. Naps, G. Roessing, V. Almstrum, W. Dann, R. Fleischer, C. Hundhausen, A. Korhonen, L. Malmi, M. McNally, S. Rodger, y J.Á.

Velázquez-Iturbide, “Exploring the role of visualization and engagement in computer science education,” *SIGCSE Bulletin*, vol. 35, no. 2, pp. 131-152, junio 2003.

- [6] C.D. Hundhausen, S.A. Douglas, y J.T. Stasko, “A metastudy of algorithm visualization effectiveness,” *Journal of Visual Languages and Computing*, vol. 13, no. 3, pp. 259-290, 2002.
- [7] J.T. Stasko, y C.D. Hundhausen, “Algorithm visualization,” en *Computer Science Education Research*, S. Fincher, and M. Petre, Eds. London: RoutledgeFalmer, 2004, pp. 199-228.
- [8] J.T. Stasko, “Using student-built animations as learning aids,” en *Proceedings of the 28th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education*, SIGCSE 1997, ACM, San José, California, 1997, pp. 25-29.
- [9] C.D. Hundhausen, “Evaluating visualization environments: Cognitive, social, and cultural perspectives,” en *Handbook of Human Centric Visualization*, W. Huang, Ed. Springer+Business Media, 2013, pp. 115-145.
- [10] J. Urquiza-Fuentes, y J.Á. Velázquez-Iturbide, “A survey of successful evaluations of program visualization and algorithm animation systems,” *ACM Transactions on Computing Education*, vol. 9, no. 2, artículo 9, junio 2009.
- [11] J.Á. Velázquez-Iturbide, O. Debdí, y M. Paredes-Velasco, “A review of teaching and learning through practice of optimization algorithms in Innovative Teaching Strategies and New Learning Paradigms in Computer Programming R. Queirós, Ed. IGI Global, 2015 pp. 65-87.
- [12] G. Ebel, y M. Ben-Ari, “Affective effects of program visualization,” en *Proceedings of the Second International Computing Education Research Workshop, ICER 2006*, ACM, Canterbury, Inglaterra, 2006, pp. 1-5.
- [13] R. Ben-Bassat Levy, y M. Ben-Ari, “We work so hard and they don’t use it: Acceptance of software tools by teachers,” en *Proceedings of the 12th Annual SIGCSE Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, ITICSE 2007, ACM, Dundee, Escocia, pp. 246-250.
- [14] J.Á. Velázquez-Iturbide, A. Pérez-Carrasco, y J. Urquiza-Fuentes, “SRec: An animation system of recursion for algorithm courses,” en *Proceedings of the 13th Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, ITICSE 2008, ACM, Madrid, pp. 225-229.
- [15] J.Á. Velázquez-Iturbide, y A. Pérez-Carrasco, “InfoVis interaction techniques in animation of recursive programs,” *Algorithms*, vol. 3, no. 1, pp. 76-91, marzo 2010.
- [16] J.Á. Velázquez-Iturbide, y A. Pérez-Carrasco, “Systematic development of dynamic programming algorithms assisted by interactive visualization,” en *Proceedings of the 21th Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, ITICSE 2016, ACM, Arequipa, Perú, aceptado.
- [17] P. Pintrich, “Motivation and classroom learning,” en *Handbook of Psychology: Educational Psychology*, vol. 7, W. Reynolds y G. Miller, Eds. John Wiley & Sons, 2003, pp. 103-122.
- [18] E.L. Deci y R.M. Ryan, *Intrinsic Motivation and Self-determination in Human Behavior*. New York: Plenum, 1985.
- [19] F. Guay, R.J. Vallerand y C. Blanchard, “On the assessment of situational intrinsic and extrinsic motivation: The Situational Motivation Scale (SIMS),” *Motivation and Emotion*, vol. 24, pp. 175-213, 2000.
- [20] J. Martín-Albo, J.L. Núñez y J.G. Navarro, “Validation of the Spanish version of the Situational Motivation Scale (EMSIS) in the educational context,” *The Spanish Journal of Psychology*, vol. 12, no. 2, pp. 799-807, 2009.
- [21] J.Á. Velázquez-Iturbide, “Evaluaciones sexta y séptima de usabilidad de SRec,” *Serie de Informes Técnicos DLS11-URJC*, no. 2015-04, Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos I, Universidad Rey Juan Carlos, 2015.

Integración de los métodos CBL y CBI para su aplicación en la gestión de recursos académicos cooperativos

Ángel Fidalgo Blanco
Dept. Ingeniería Geológica y Minera
Universidad Politécnica de Madrid
Madrid, España
angel.fidalgo@upm.es

María Luisa Sein-Echaluce
Lacleta
Dept. Matemática Aplicada
Universidad de Zaragoza
Zaragoza, España
mlsein@unizar.es

Francisco José García-Peñalvo
Dept. Informática y Automática
Universidad de Salamanca
Salamanca, España
fgarcia@usal.es

Resumen—El Aprendizaje Basado en Retos surge para situar a los aprendices ante la toma de decisiones, tener cercanía con la realidad y desarrollar soluciones útiles a una comunidad. Este método se aplica tanto en el sector industrial como en los ámbitos educativos. El principal problema reside en que los retos implican conocimiento multidisciplinar, la eficacia de los resultados no se ve de forma inmediata y se suelen realizar fuera de las asignaturas de los planes de estudio. Este trabajo adapta la metodología de Aprendizaje Basado en Retos a una asignatura reglada e integra los dos métodos exitosos *Challenge Based Learning* y *Challenge Based Instruction*. Se proponen dos tipos de retos: un reto específico del entorno académico y un reto común que se basa en el manejo de un sistema de gestión de conocimiento de probada eficacia. Se genera un sistema sostenible que permite encontrar soluciones más eficaces a los retos así como mejorar el propio proceso de aprendizaje.

Palabras clave — Aprendizaje basado en retos; trabajo cooperativo; sistema de gestión del conocimiento; aprendizaje activo

I. INTRODUCCIÓN

La formulación de retos para la búsqueda de soluciones se inició en la Academia Nacional de Ingeniería [1], que reunió a un grupo de expertos para identificar los grandes retos a solucionar en el siguiente siglo. Se identificaron 14 grandes retos agrupados en cuatro áreas: sostenibilidad de la vida en la tierra, protección contra amenazas, promoción de una vida saludable y vivir y aprender con alegría. La primera característica de los retos es que son globales, afectan a todo el mundo y sus soluciones requieren trabajo multidisciplinar.

Esta idea ha sido tomada por diversos gobiernos para definir sus planes de mejora. De esa forma el Programa Estatal Español de Investigación, Desarrollo e Innovación (2013-2016) se orientó a la consecución de retos, entendidos como los problemas de la sociedad cuya solución se busca mediante el desarrollo de actividades de investigación científica y técnica fundamental [2].

La aplicación en la formación de este enfoque se denomina Aprendizaje Basado en Retos (ABR) y tiene su origen en dos casos concretos: Apple y el Centro de Investigación en Ingeniería VaNTH ERC.

La empresa Apple [3] llevó a cabo en 2008 el proyecto denominado *Apple Classrooms of Tomorrow-Today*. En dicho proyecto se aplicó un método en el que el alumnado trabajaba en equipo, no solo entre los compañeros, sino también con profesorado y externos especialistas en el área de ámbito del trabajo [4]. Apple denominó a este método *Challenge Based Learning* (CBL).

El instituto VaNTH ERC, formado por las universidades de Vanderbilt, Northwestern, Texas, Hardwar y MIT, implementó un método denominado *Challenge Based Instruction* (CBI). Este método tiene como marco de referencia la idea de *HPL (How People Learn)* que integra aprendizaje centrado en el estudiante, en el conocimiento, en la evaluación y en la comunidad [5] y el diseño instruccional *STAR (Software Technology Action Reflection) Legacy Cycle*. Dicho ciclo se basa en el trabajo colaborativo de los estudiantes para la resolución de un problema a través de las fases: reto, generación de ideas, aportación de visiones, investigar, probar la destreza y publicar la solución [6].

La idea del ABR se basa en abordar el aprendizaje a partir de un tema genérico y plantear una serie de retos, relacionados con ese tema, que el alumnado debe alcanzar. Dichos retos conllevan el aporte de soluciones concretas de las que se pueda beneficiar la sociedad o una parte de ella. Para ello el alumnado dispone de herramientas tecnológicas, recursos (internos y externos a la asignatura) y, por supuesto, de expertos que les ayudan en el proceso (el profesorado) [7].

Así pues, el ABR se inspira en la búsqueda de soluciones a grandes desafíos globales y originados en contextos externos a la formación. Sin embargo, su proceso de aprendizaje y su forma de implementación toma sus principios de modelos de aprendizaje activo, como el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje vivencial [3]. Por todo ello, se puede afirmar que el ABR integra elementos de investigación, de interdisciplinariedad y de aprendizaje orientado al alumnado. Esto hace que en el ABR se construya un entorno de aprendizaje activo [8] donde:

- El alumnado debe investigar problemas con varias soluciones, desarrollar el proceso y elegir el camino óptimo [9].

- El alumnado se involucra en problemas basados en la vida real [9] y de interés mundial [4][10].
- El alumnado debe identificar las cuestiones esenciales e identificar el conocimiento que puede utilizar [11].
- El profesorado debe cumplir los roles de: experto, colaborador de aprendizaje, facilitador de información y de nuevos modelos de pensamiento [3]. Esto propicia la participación, con el profesorado, de personas con los perfiles adecuados.

Entre numerosos estudios el informe Edutrends [3] realiza una recopilación de beneficios del ABR, que se incluyen a continuación, y en los que el alumnado:

- Logra una comprensión más profunda de los temas, aprende a diagnosticar y definir problemas antes de proponer soluciones, así como a desarrollar su creatividad.
- Se involucra, tanto en la definición del problema que se aborda, como en el proceso empleado para resolverlo.
- Se sensibiliza ante una situación dada, desarrolla procesos de investigación, logra crear modelos y materializarlos y trabaja colaborativa y multidisciplinariamente.
- Se acerca a la realidad de su comunidad y establece relaciones con gente especializada que contribuye a su crecimiento profesional.
- Fortalece la conexión entre lo que aprenden en la escuela y lo que percibe del mundo que le rodea.
- Desarrolla habilidades de comunicación de alto nivel, a través del uso de herramientas sociales y técnicas de producción de medios, para crear y compartir las soluciones que ha desarrollado.

Sin embargo, en los escasos estudios que existen sobre la aplicación del método ABR en asignaturas concretas, se encuentran un conjunto de limitaciones importantes:

- Los proyectos globales se suelen alejar de los contenidos concretos de la asignatura [8].
- Las evaluaciones tradicionales suponen una barrera, ya que el alumnado se centra más en el examen que en el aprendizaje en sí mismo [12].
- La mayor parte de las experiencias de ABR se encuentran en la periferia del plan de estudios por tanto es difícil asociarlo a una asignatura concreta. Se suelen realizar en asignaturas específicamente diseñadas para enseñar el ABR, o en proyectos fin de Master [13].
- La reacción de los estudiantes ante este enfoque es desconocida, ya que no hay indicadores para su evaluación [14].
- La participación de personas con distintos roles, además del docente, provoca dificultades para que el alumnado se adapte a los diferentes enfoques [8].
- Los resultados de los proyectos globales se suelen obtener una vez el curso académico ha finalizado.

El presente trabajo propone la integración de los modelos CBL y CBI de tal forma que se pueda aplicar un ABR al contexto específico de una asignatura, con un alcance local y en el entorno del alumnado. Así pues el objetivo de este trabajo de investigación es comprobar si el alumnado es capaz de identificar retos en su entorno, encontrar e implementar una solución a los mismos y compartir su propia experiencia para mejorar el propio aprendizaje basado en retos.

Para ello se plantea que el alumnado se debe enfrentar a un doble reto, un reto específico (basado en CBL) y un reto común (basado en CBI).

El reto específico es elegido por el propio alumnado y se basa en una adaptación del modelo CBL, para que dicho método se pueda aplicar en cualquier asignatura de ingeniería en la universidad.

El reto común se ha diseñado con dos objetivos: manejar una tecnología informática de forma cooperativa (sistema de gestión de conocimiento) y utilizar dicha tecnología para mejorar el propio aprendizaje basado en retos. Se basa en el método *STAR Legacy Cycle*.

En la sección II se expone el modelo propuesto y las fases de aplicación. La sección III describe el contexto de aplicación. Se continúa con la exposición de los resultados parciales en la sección IV, para finalizar con las conclusiones en la sección V.

II. MODELO TEÓRICO

Los modelos CBL y CBI surgen en contextos académicos distintos. CBL surge en el ámbito educativo no universitario y CBI en el universitario. Como se puede ver en la Figura 1, ambos modelos son equivalentes. La diferencia radica en que, mientras el modelo CBL es secuencial y tiene un principio y un final, el modelo CBI se basa en una espiral continua. El modelo CBL consta de tres fases: la fase preparatoria, donde se plantea el trabajo a realizar (Fase 1), la fase de desarrollo y validación (Fase 2) y la fase de publicación (Fase 3) [4] [5].

Así mismo, cada fase consta de unos pasos cuya ejecución hacen posible la consecución de cada fase. Así pues, la fase 1 se compone de la idea general (F1.1), la pregunta esencial que se quiere responder (F1.2) y el planteamiento del reto (F1.3). La fase 2 de desarrollo y resolución consta de: preguntas guías, actividades guías y recursos guías útiles para el desarrollo (F2.1), la solución que se propone (F2.2), la implementación de la misma (F2.3), la evaluación de dicha solución (F2.4), y su validación (F2.5). Por último, la publicación de la implementación realizada (F3.1) y la publicación que incluye la reflexión (F3.2).

En el modelo CBL, la fase 3 de publicación marca el final del trabajo y, sin embargo, en el modelo CBI la última fase de publicación (F3) enlaza con la fase preparatoria (F1), ahora ya con un planteamiento mejorado del reto y un nuevo ciclo de desarrollo y publicación.

El reto específico (del CBL) se refiere a problemas que precisan soluciones en el ámbito académico y/o de aprendizaje del alumnado. Por tanto, este reto está dirigido a la comunidad formada por el alumnado de la asignatura, el alumnado futuro

(que cursará esa asignatura) y el alumnado pasado (ex-alumnos de esa asignatura). Los retos específicos pueden llevarse a cabo de forma independiente al desarrollo del reto común que se explica a continuación.

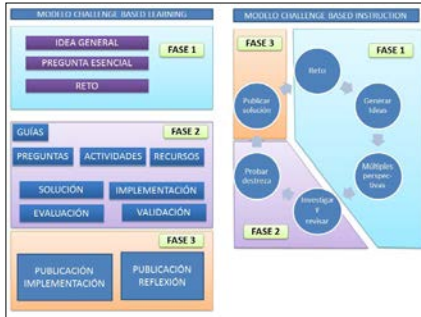


Fig. 1. Equivalencia de los modelos CBL y CBI

El reto común, del CBI, se podría denominar un meta-reto (ya que trabaja con los resultados de los demás retos y se utiliza para facilitar la realización de nuevos retos) y consiste en conseguir

una mejora del propio aprendizaje basado en retos. Se utiliza la experiencia del propio alumnado para mejorar un proceso de aprendizaje. Este meta-reto lo utiliza el método CBI y está basado en la utilización del sistema de gestión de conocimiento (SGC) denominado BRACO (Buscador de Recursos de Aprendizaje Cooperativos) [15]. La principal característica de este SGC es que es capaz de buscar a través de expresiones lógicas de etiquetas. Está búsqueda facilita el que los alumnos encuentren recursos en función de sus necesidades de aprendizaje particulares [16]. Esas mismas etiquetas son las que utiliza el alumnado para identificar, clasificar y organizar el conocimiento que ha adquirido en el ABR.

El modelo propuesto se expone a continuación dividido en tres apartados: Modificación del modelo CBL, integración de los modelos CBL y CBI y definición de las fases para la aplicación del modelo propuesto.

A. Modificación del modelo CBL

En primer lugar se adaptan los objetivos, de cada paso del modelo CBL, para transformar un reto global en un reto específico, aplicable en el periodo académico de la asignatura, dentro de la misma y que aporte soluciones en el contexto del propio alumnado. La Tabla I muestra la adaptación en cada paso del modelo CBL.

En la adaptación se incluye un paso más, dentro de la fase 3 de publicación (la F3.3), que se basa en la publicación del proceso seguido por el alumnado en las fases 1 y 2.

TABLA I. MODIFICACIÓN DEL MODELO CBL

| PASOS | CBL | MODELO PROPUESTO |
|--|---|--|
| F1.1-IDEA GENERAL | Global. Público objetivo: el mundo. | Específico. Público objetivo: el alumnado |
| F1.2-PREGUNTA ESENCIAL | Interés del alumnado y necesidad de la comunidad | Interés del alumnado y necesidad en su vida cotidiana académica y de aprendizaje |
| F1.3-RETO | Implica una solución que genera una acción concreta y significativa | Implica una solución que genera una acción concreta y significativa |
| F2.1-PREGUNTAS GUÍAS, ACTIVIDADES GUÍAS Y RECURSOS GUÍAS | Generado por el alumnado. Necesario para el desarrollo | Generado por el alumnado de forma cooperativa. Necesario para el desarrollo |
| F2.2-SOLUCIÓN | Factible para ser implementada en la comunidad | Servicio o producto útil para la comunidad. |
| F2.3-IMPLEMENTACIÓN | El alumnado prueban la eficacia de la implementación en un ambiente auténtico | El alumnado prueba la eficacia en su entorno. |
| F2.4-EVALUACIÓN | Evaluación del proceso y del producto | Evaluación del alumnado (individuo), proceso y producto. |
| F2.5-VALIDACIÓN | El alumnado juzga el éxito de la solución | El alumnado valida la solución en base a utilidad real y conocimiento aportado |
| F3.1-PUBLICACIÓN IMPLEMENTACIÓN | Para comunicar su solución con el mundo | Producto o servicio real on-line y con acceso público. |
| F3.2-PUBLICACIÓN REFLEXIÓN | Reflexión del aprendizaje | Reflexión sobre el proceso de realización del aprendizaje. Se realiza en video y se comparte de forma pública y on-line. |
| F3.3- PUBLICACIÓN DEL PROCESO (FASES INTERMEDIAS) | | Se aportan resultados de las distintas fases del método CBL (Fases 1 y 2) |

B. Integración de los modelos CBL y CBI

La Figura 2 muestra la integración de los métodos CBL y CBI y se basa en utilizar las características más significativas de ambos. Por un lado el método CBL aporta una secuenciación

muy precisa de los pasos que el alumnado debe realizar. El punto débil de este método es que plantea la realización de un reto único, no tiene en cuenta la experiencia de las soluciones realizadas anteriormente. El método CBI se basa en una espiral

donde cada ciclo mejora el anterior (mejora continua). Por tanto, la idea es que la fase 3 (Publicación) se realice en un SGC para reutilizar la experiencia del alumnado que ha realizado durante el ABR (a las publicaciones definidas en el método CBI se añade la publicación de ejemplos del proceso). Los recursos generados en la fase 3 son incluidos por el alumnado en el SGC. Posteriormente, durante una nueva convocatoria de ABR, el alumnado puede utilizar los recursos del SGC que le proveerá de soluciones a retos, ejemplos de los distintos pasos del proceso y reflexiones para la ayuda a la toma de decisiones, pensamiento crítico y enfoque del trabajo.

C. Aplicación del modelo propuesto

El modelo propuesto en este trabajo se basa en la realización de las siguientes etapas:

1. Etapa 1

1.a Presentación del método ABR propuesto: se explica el contexto al que se dirige y se muestran resultados de cursos anteriores en cada uno de los tipos de ámbitos de aplicación.

1.b Formación de equipos de trabajos.

1.c Elaboración de idea general, preguntas esenciales (utilidad y necesidad) y definición del reto.

1.d Acceso libre al SGC para que puedan acceder a soluciones alcanzadas en cursos anteriores para retos similares.

2. Etapa 2

2.a Desarrollo del trabajo en equipo: mapa de responsabilidades, cronograma y normativa.

2.b Acceso al SGC para ver ejemplos de las fases. Pueden utilizar ejemplos de cualquier reto.

3. Etapa 3

3.a Ejecución del trabajo: realizando investigación, trabajando con agentes externos y manejando tecnología (*wikis*, almacenamiento *on-line*, sistemas *e-learning* y edición y publicación de vídeos).

3.b Acceso libre al SGC para ver ejemplos de como se ha organizado la ejecución del trabajo.

4. Etapa 4

4.a Finalización del servicio o producto, habitualmente en un *wiki*, *blog*, red social o página web.

4.b Organización de la documentación empleada.

4.c Elaboración de vídeos.

5. Etapa 5.

5.a Clasificación de los recursos generados en el ABR

5.b Introducción de los recursos y su clasificación en el SGC.

De forma paralela a las etapas, el profesorado realiza pruebas de evaluación formativa y sumativa y mensualmente se realizan reuniones con todo el alumnado de la asignatura para compartir experiencias. Estas reuniones se realizan en clase y dentro del horario oficial asignado a la asignatura por el centro educativo.

III. CONTEXTO DE APLICACIÓN

El trabajo de investigación se desarrollan en la asignatura "Informática y Programación" del grado de "Ingeniería de la Energía" de la Universidad Politécnica de Madrid. La asignatura se imparte en el segundo semestre del curso 2015-2016. Hay un total de 183 matriculados y participan en la experiencia 169 alumnos, que forman 28 equipos de trabajo con una media de 6 alumnos por equipo.

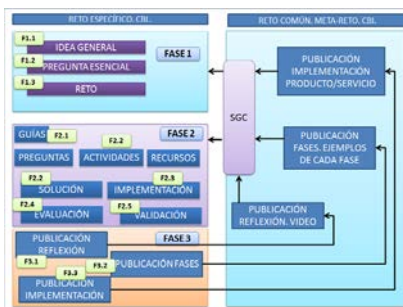


Fig. 2. Integración método CBL + CBI

Cada equipo elige un reto en una de estas cuatro áreas: vida académica, aprendizaje, salidas profesionales y conocimiento del grado. El objetivo del reto es mejorar la asignatura o el contexto universitario donde se encuentra incluida.

La asignatura tiene una duración de 60 horas, de las cuales se dedican al ABR 5 sesiones presenciales de 2 horas cada una. En la primera sesión se explica el método ABR y se forman los equipos de trabajo (Etapa 1.a y Etapa 1.b). En la segunda sesión se explican las características de los retos, la formulación de preguntas y definición del reto. Así mismo se muestra y se enseña a manejar el SGC (Etapa 1.c y Etapa 1.d). En la tercera sesión se realiza evaluación formativa y cooperativa (entre todos los equipos) del resultado de la Etapa 1.c y Etapa 1.d. Se explican también los procesos a realizar en la Etapa 2.a y Etapa 2.b. En la cuarta sesión se realiza evaluación formativa de los resultados de la Etapa 2.a y Etapa 2.b y se explican los procesos correspondientes a la Etapa 3.a y Etapa 4.a, Etapa 4.b y Etapa 4.c. En la quinta sesión se realiza evaluación formativa de la solución aportadas al reto.

Durante la semana siguiente, de forma *on-line* [17] y fuera del horario académico, el alumnado clasifica, incluye y organiza en el SGC la publicación de todo el conocimiento acumulado durante el ABR: ejemplos de cada fase, resultado final obtenido y reflexión sobre el proceso. Así mismo el resultado final se publica en *wikis*, *blog*, redes sociales y páginas web.

Una semana después de la última sesión, el profesorado realiza una evaluación sumativa que tiene en cuenta la implicación individual, el proceso realizado y los resultados. Esta evaluación se realiza siguiendo las pautas del método CTMTC [18, 19] de trabajo en equipo, ayudado por un sistema

de *Learning Analytics* que permite realizar el seguimiento individual de los miembros de cada equipo [20].

La integración de los métodos CBI y CBL para que se pueda aplicar el ABR en el contexto de una asignatura tiene por objeto comprobar que se rompen las limitaciones del ABR en cuanto a su globalidad. Para ello se debe comprobar si el alumnado es capaz de plantear un reto asociado a su contexto e implementar una solución eficaz del mismo. Así como compartir recursos para mejorar el propio aprendizaje basado en retos.

IV. RESULTADOS

En esta sección se presentan resultados finales del trabajo de investigación. En la Tabla II se muestra el progreso y alcance del reto. 24 equipos han conseguido implementar una solución real al reto (16 de ellos de forma notable). Los equipos que no han conseguido implementar una solución eficaz al reto son 4 y se debe a que no han realizado de forma correcta la elaboración de los recursos guías, debido a la mala gestión del trabajo en equipo y por consiguiente la solución y la implementación del reto. Así mismo, hay 6 e l equipos (los 4 suspensos y 2 de los aprobados) que no han reflexionado del sobre la validación de la solución obtenida.

Otros resultados cuantitativos obtenidos se refieren el número de interacciones estudiante-estudiante realizadas en los foros del sistema *e-learning* empleado (Moodle) (ver Tabla III).

Así mismo se considera un resultado, referente al proceso, el número de equipos que han establecido contacto con otras instituciones o personal fuera del contexto de la asignatura. Los 6 equipos que no han superado la solución no incluyeron la experiencia de otras personas en su trabajo.

Respecto al número de recursos de aprendizaje del método ABR propuesto en este trabajo se han obtenido 127 recursos correspondientes a las fases 1 y 2. Lo que hace una media de 5 recursos por equipo de trabajo.

Finalmente se describen las notas finales obtenidas por los distintos equipos de trabajo (tabla IV).

TABLA II. EVALUACIÓN DEL PROGRESO

| Paso evaluado | Número de equipos que la han realizado |
|------------------------|--|
| Idea general | 28 |
| Pregunta esencial | 28 |
| Reto | 28 |
| Recursos guías | 24 |
| Solución | 24 |
| Implementación | 24 |
| Validación y reflexión | 22 |

TABLA III. MENSAJES TOTALES Y POR USUARIO

| Mensajes totales | Usuarios | Mensajes/usuarios |
|------------------|----------|-------------------|
| 4684 | 169 | 27,71 |

TABLA IV. NOTAS FINALES OBTENIDAS

| Calificación | Nº de grupos |
|---------------|--------------|
| Suspenseo | 4 |
| Aprobado | 8 |
| Notable | 12 |
| Sobresaliente | 4 |

V. CONCLUSIONES

Con los datos obtenidos se ha demostrado que el ABR se puede aplicar en el contexto del entorno académico del alumnado. Un 100% de los equipos logra identificar un reto asociado a su entorno y un 85,71 % de los equipos consiguió aportar una solución real al reto, de los cuales el 66,66 % aportó una solución notable.

Otro de los resultados obtenidos es la eficacia del método ABR para fomentar el trabajo cooperativo. Los resultados de aprendizaje muestran que los componentes de cada equipo comparten información y colaboran en la puesta en común, a través de los foros de debate asociados a cada etapa. La media de 27,71 mensajes por persona a través de los foros lo demuestran, así como los 5 recursos de media que cada equipo de trabajo comparte tanto con sus compañeros como con la sociedad. En este sentido se confirman las conclusiones de Johnson et al. [9] donde define que se tiende a desarrollar habilidades de comunicación a través de herramientas sociales. Por tanto, la adaptación realizada en este trabajo de investigación mantiene todas las ventajas y beneficios del ABR aplicado a retos globales.

Otro aspecto importante del ABR es el acercamiento a la realidad. Han sido 24 grupos los que han establecido contacto con usuarios distintos de los de su clase. Esta característica es un aspecto positivo ya expresado en el informe del Instituto Tecnológico de Monterrey [3].

Las líneas futuras de trabajo se agrupan en dos líneas: la investigación sobre el efecto de la cooperación del alumnado con personas externas a su asignatura y en la validación del método propuesto.

Los trabajos que mejor puntuación han obtenido han implementado la solución teniendo en cuenta la experiencia de otras personas ajenas a su curso, sin embargo los que han suspendido no habían incluido la experiencia de otras personas. Por tanto se debe realizar una investigación sobre la relevancia de incluir personas externas al equipo para alcanzar una solución realista.

Se debe continuar trabajando en la validación del método ABR aquí propuesto, en los próximos cursos ya que el alumnado futuro tendrá a su disposición los recursos generados por sus propios compañeros.

AGRADECIMIENTOS

Al Gobierno de Aragón y Fondo Social Europeo, a la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León por su apoyo y al Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial

(CDTI). Finalmente, los autores deseamos agradecer a los patrocinadores de nuestros respectivos equipos de investigación el apoyo recibido (LITI, <http://www.liti.es>; GRIAL, <http://grial.usal.es>; y GIDTIC, <http://gidtic.com>).

REFERENCIAS

- [1] National Academy of Engineering (2008). *14 Grand Challenges for Engineering* [Online]. Disponible en <http://www.engineeringchallenges.org/8996.aspx>.
- [2] Ministerio de Economía y Competitividad (2016). *Resolución de convocatoria de ayudas a proyectos de I+D+I incluidos en el Programa Estatal de Investigación, Desarrollo e Innovación Orientada a los Retos de la Sociedad* [Documento PDF]. Disponible en http://www.idi.mineco.gob.es/stfls/MICINN/Ayudas/PE_2013_2016/P_E_IDI_Orientada_a_los_Retos_de_la_Sociedad/FICHEROS/Proyectos_I_D_Retos_2016/Convocatoria_proyectos_de_IDI_Retos_2016.pdf.
- [3] Tecnológico de Monterrey (2015). *Reporte Edu Trends "Aprendizaje basado en retos"* [Documento PDF]. Disponible en <https://goo.gl/dA3ux8>.
- [4] Apple (2011). *Challenge Based Learning. Take Action and make a difference* [Documento PDF]. Disponible en http://www.challengebasedlearning.org/public/admin/docs/CBL_Paper_October_2011.pdf.
- [5] Bransford, J.D, Brown, A.L, y Cocking R.R "How people learn: Brain, mind, experience and school" en National Academy press. Washington, DC. 2000.
- [6] Cordray, D.S, Harris, T.R y Klein S. "A Research Synthesis of the Effectiveness, Replicability and Generality of the VaNTH Challenge-based Instructional Modules in Bioengineering". *Journal of Engineering Education*, Vol 98 n 4 pp335-348. 2009
- [7] Cordray, D. S., Harris, T. R., y Klein, S. A., "Research Synthesis of the Effectiveness, Replicability, and Generality of the VaNTH Challenge-based Instructional Modules in Bioengineering," en *Journal of Engineering Education*, vol. 98 no. 4, pp 335-348, 2009.
- [8] Whitney Brooke Gaskins, Jeffrey Johnson, Cathy Maltbie y Anant Kukreti, "Changing the Learning Environment in the College of Engineering and Applied Science Using Challenge Based Learning," *International Journal of Engineering Pedagogy*, vol. 5, no. 1, pp 33-41, 2015.
- [9] Johnson, L. F., Smith, R. S., Smythe, J. T. y Varon, R. K., "Challenge-Based Learning: An Approach for Our Time," The New Media Consortium, Austin, Texas, 2009.
- [10] Educause (2012, Jan) *Seven Things You Should Know About Challenge Based Learning* [Documento PDF]. Disponible en <http://www.ieee.org/documents/ieececationref.pdf>
- [11] Rillero, P. y Padget, H., "Supporting Deep Conceptual Learning," en *T.H.E. Journal*, vol. 39, no. 9., pp 37-40, Nov 2012 [Online]. Disponible en <http://online.qmag.com/TJ1112#pg37&mode1>
- [12] Savery, J. & Duffy, T., "Problem based learning: An instructional model and its constructivist framework," en *Constructivist learning environments: Case studies in instructional design*, B. Wilson, Ed. Englewood Cliffs, New Jersey: Educational technology publications, Inc., 1996, pp 134 – 147.
- [13] Malmqvist, J., Rådberg, K.K., y Lundqvist, U., "Comparative Analysis of Challenge-Based Learning Experiences," en *Proceedings of the 11th International CDO Conference*, Chengdu, Sichuan, P.R. China, 2015. Disponible en http://rick.sellens.ca/CDO2015/final/14/14_Paper.pdf.
- [14] Marin, C., Hargis, J. y Cavanaugh, C., "iPAD LEARNING ECOSYSTEM: Developing Challenge-Based Learning using Design Thinking," en *Turkish Online Journal of Distance Education*, vol. 14, no. 2, April 2013.
- [15] Á. Fidalgo-Blanco, M. L. Sein-Echaluce Lacleta, F. J. García-Peñalvo, and J. Pinilla-Martínez, "BRACO: Buscador de Recursos Académicos Colaborativos," en *La Sociedad del Aprendizaje. Actas del III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad. CINAC 2015 (14-16 de Octubre de 2015, Madrid, España)*, Á. Fidalgo Blanco, M. L. Sein-Echaluce Lacleta, and F. J. García-Peñalvo, Eds., ed Madrid, Spain: Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid, 2015, pp. 469-474.
- [16] Sein-Echaluce, M, Fidalgo, A, y García-Peñalvo, FJ "A Knowledge Management System to Classify Social Educational Resources" en : *international journal of engineering education*, Vol 32, n 2, pp 1024, 1035, 2016.
- [17] F. J. García-Peñalvo and A. M. Seoane-Pardo, "Una revisión actualizada del concepto de eLearning. Décimo Aniversario," *Education in the Knowledge Society*, vol. 16, pp. 119-144, 2015.
- [18] Á. Fidalgo-Blanco, D. Leris, M. L. Sein-Echaluce, and F. J. García-Peñalvo, "Indicadores para el seguimiento y evaluación de la competencia de trabajo en equipo a través del método CTMTC," en *Actas del II Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad, CINAC 2013*, Á. Fidalgo Blanco and M. L. Sein-Echaluce Lacleta, Eds., ed Madrid, España: Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid, 2013, pp. 280-285.
- [19] Fidalgo, A, Leris, D, Sein-Echaluce, M y García-Peñalvo, F.J. "Monitoring Indicators for CTMTC: Comprehensive Training Model of the Teamwork Competence" en *International Journal of Engineering Education*, vol 31, n 3. Pp 829-838, 2015.
- [20] Fidalgo, A, Leris, D, Sein-Echaluce, M, García-Peñalvo, FJ y Conde M.A. "Using Learning Analytics to improve teamwork assessment", *Computers in Human Behavior*, Vol 47, pp 149-156, junio 2015.

Análíticas del Aprendizaje

A virtual laboratory for multiagent systems: Joining efficacy, learning analytics and student satisfaction

Luis Castillo

Dpt. Computer Science and Artificial Intelligence
University of Granada
18071 Granada, SPAIN
l.castillo@decsai.ugr.es

Abstract— This study introduces a distributed virtual laboratory for a multiagent programming course which has been very satisfactorily adopted by students, with a success rate of nearly 80%. It also aims at capturing the daily activity of students, providing the basis for data-driven assessment. Finally, it also allows for using process mining technologies to unveil successful and failed behaviors of students enabling the teacher for an early detection and intervention to improve their learning experience¹.

Keywords—Learning analytics, data-driven assessment, multiagent systems

I. INTRODUCTION

The use of virtual and remote laboratories to provide an enhanced learning experience for students is gaining interest in multiple disciplines as new communication technologies are widely adopted [5][6]. Their detailed implementation depends on the subject being taught [10] like computers networks, robotics, electronics but also psychology, biology, physics or chemistry. But they share also many common features [10] like enforcing privacy, scheduled access or support for reporting and assessment. This paper presents the distinguishing features, the results obtained and the main conclusions drawn after three academic courses of the setup of a virtual laboratory for multiagent systems programming in “Agent-based development”, a 4th-year course of the degree of Computer Engineering at the University of Granada (Spain). There have been many implementations of virtual laboratories based on multiagent technology [16], but they mostly use agents as a vehicle to implement the infrastructure, not as a learning goal by itself. This paper focuses on mastering the technology and to foster a sound adoption of high-quality multiagent programming skills in distributed environments and it provides as a solid base to overcome the most important drawbacks of regular laboratories (explained in the next section). In addition to this, the implementation of a virtual laboratory grants students the access to the laboratory 24 hours a day, 7 days a week, so that they have more opportunities to improve their work. However, given that the virtual laboratory records all the interactions between the implemented agents, it ended up providing an extensive set of logged data which reflects how students have faced the practice work, day by day, and, therefore, providing a solid background for the use of several learning analytics [5]. This huge amount of information is not always easy to interpret [15], but this paper focuses on both data-driven assessment and the discovery of true patterns of successful and failed behaviors,

an analysis that has shown a great potential for behavior change among the students [13][14].

II. DESIGN OF THE VIRTUAL LABORATORY

The course “Agent-based development” is strongly structured between theory and practice classrooms. Theory is devoted to general multiagent models, regardless of the programming language used to develop them, and it ranges from agents introduction, autonomy, communication and agent’s societies. Practice laboratory is focused on implementing the theoretical models in Java programming language on top of Magentix 2 Agent Platform [4] on a variety of problems. Practice laboratory is organized in teams of 5-6 students to promote collaborative development and transverse competencies [1]. The main drawbacks found when students develop multiagent systems by themselves in a regular laboratory could be summarized as follows.

- Agents are situated entities, that is, their behavior depends on their environment, very often partly controllable. When student teams are left alone, the implementation of the access to and modification of the environment, the perception of agents and the interaction with other agents are full of programming shortcuts and tricks and therefore not fully satisfactory from a high-quality learning point of view. For instance, they tend to implement the environment as a shared memory object, something that is not forbidden in object-oriented programming, but it is not very recommendable in agent-based programming since every agent might execute in a different platform with different memory arrangements and accesses. It is preferable to communicate agents via message passing instead of sharing memory.
- The dialogue and message passing between agents follow strict protocols (e.g. the contract-net standard protocol designed by FIPA, the Foundation for Intelligent and Physical Agents [7]) which need to be adhered to. When implemented by the same team, these protocols could be partly ignored, but relying on external agents to validate the communication protocol requires a carefully crafted implementation of message passing.

Perhaps the most distinguishing feature of this virtual laboratory is that it has been designed to overcome these difficulties and to foster higher quality programming skills.

¹ Partly funded by TIN2015-71618-R (MINECO/FEDER)

Roughly speaking, this virtual laboratory consists of a server which runs a multiagent system who controls several virtual worlds and the students must connect to the server, with their own multiagent system, in order to solve several problems in these virtual worlds, by interacting with the agents in the server under a strict communication protocol (see Fig. 3).

A. The problem

The server contains several virtual worlds. Every virtual world is a square matrix that represents open spaces (in color white), obstacles (in black) and goals (in red) as it is shown in Fig. 1. Students' agents must enter into one of these virtual worlds, perceive their local surroundings, navigate through the open spaces (by using some exploratory heuristic), avoid obstacles and try to reach the goal.

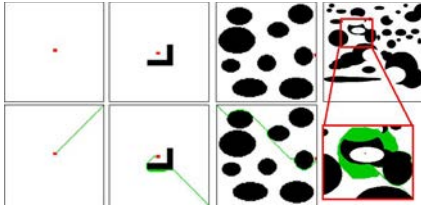


Fig. 1. Some of the virtual worlds to be solved by the students (upper pictures). Agents implemented by the students must log into one of these worlds and try to reach the goal (red-colored cells) by navigating the world and avoiding the obstacles (black-colored cells). Some of the worlds are not solvable because the goal is not reachable in order to force students' agents to reason about unsolvability. Possible successful trajectories (lower pictures) are depicted in green.

Agents' perception of the environment is critical for solving these worlds. In this virtual laboratory, students can configure which of the following sensors are plugged into their agents (any combination of them):

- A GPS which tells the agents its coordinates (x,y) in the virtual world.
- A Battery sensor. Every agent is fed with a battery, with a limited capacity, and its charge decreases as long as the agent executes a movement. The charge of the battery should never be completely depleted.
- A Radar sensor which informs the agent about the type of cells that surrounds the agent in a 5x5 local perception (see Fig.2.b).
- A Scanner sensor which acts as a *goal detector* and tells the agent the distance to the goal measured from each of the 5x5 surrounding cells (see Fig. 2.c).

Based on their perception, every agent may decide to execute one of the following actions in their environment by implementing any heuristic or search procedure.

- LOGIN. Enter into any of the virtual worlds.
- MOVE. Move the agent to one of the 8 adjacent cells and expends a certain amount of battery. If the destination cell

is an obstacle, or the agent runs out of battery, the agent crashes and it is logged out of the virtual world.

- REFUEL. The agent fully recharges its battery. Agents are allowed to recharge their battery as many times as they wish.

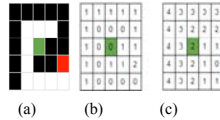


Fig. 2. An agent (the green cell in the middle of each figure) has a local perception of their environment: only the 5x5 surrounding cells (a) may be perceived. The Radar (b) shows the 5x5 cells that surrounds the agent and informs whether it is an empty cell (value 0), an obstacle (value 1) or a goal (value 2). The Scanner (c) shows the distance from every surrounding cell towards the goal

The access to the virtual world and the environment of the agents is completely controlled and managed by the agents in the server. Thus, every agent implemented by students must follow the next steps, under a continuous *sense-think-act* loop:

- 1) Connect to the server. This is implemented through the regular Magentix 2 API and it is described in the next section.
- 2) Log agent(s) into a virtual world. There are two versions for each world, either with a single agent or multiple agents, all of them searching for the same goal. In the latter, agents must coordinate to avoid exploring twice the same area or to avoid crashing with each other.
- 3) Perceive the environment. Students should implement one of the following perception models.
 - a) Synchronous perception. The agent receives a message from the server for each sensor attached to the agent, indicating the reading of that sensor, just after the execution of any action of the agent. It requires a subtle management of the incoming messages of the agent so that no reading could be lost nor to desynchronize movements and perceptions.
 - b) Asynchronous model. The agent decides when to read the sensors by sending a message to the server with a request. The requesting agent will receive a response message with all the readings at that time. It is easy to manage but some readings might be lost if the requesting agent does not react fast enough.
- 4) Decide next action. Common choices of the students are reactive agents with memory, greedy algorithms or A* search.
- 5) Execute the desired action. Agents in the server receive a request from one of the students' agents, they simulate the execution of the action in the virtual world and inform back the agent of the result obtained.

III. SETTING EVERYTHING UP

The setup of this distributed virtual laboratory obeys the architecture depicted in Fig. 3. The base hardware is a dedicated

server intel Xeon running Ubuntu Linux with a VPN access restricted only to computers from inside of the campus of the University of Granada (despite of which the server received about 100 daily refused connections to *ssh* coming from unknown IPs). The multiagent platform is Magentix 2 [4] with a Java-based message broker [9]. This allows the server to open a virtual host for each team of students with an additional privacy reinforcement: every group must provide a username, a password and a virtual host when connecting to the server and every virtual host runs a different, hermetic, multiagent system to control the virtual worlds. That means that each virtual host and their associated multiagent controllers act independently of each other, avoiding name conflicts between agents and avoiding messages leaks from one group to another so that every group of students has a completely independent and safe area to effectively carry out their laboratory work.

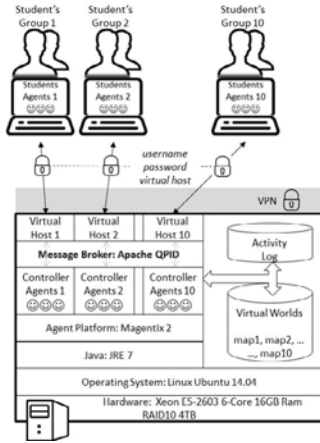


Fig. 3. Architecture of the virtual laboratory for distributed multiagent systems. It is supported by a Xeon server with a double security barrier. Students's groups must both connect through the University's VPN, and provide an additional username and password to connect to their own multiagent system. All multiagent systems in the server log all the transactions and have access to several virtual worlds

Students are allowed to connect to their associated controller multiagent system and interact with them to solve all virtual worlds as commented in Section II. Students' teams also have full control of their associated controller agents in their virtual host. Should any of these associated controller agent crash, students, by themselves, are allowed to reboot the controller multiagent system, so that teams are completely independent and don't need to rely on the teacher to interact, log into and play with any virtual world. Therefore, a 24x7 availability of the virtual laboratory is completely granted and the server is online all the time during the development of the course, since the last three academic years.

In addition to this, each controller multiagent system in the server logs all the activity and message exchange with the students' multiagent system (including sensor readings and agents' trajectories as in 0). Every transaction is stored as a JSON string [8] and it contains a timestamp, the agents involved in the transaction and the body of the message passed (also a JSON string) as it is shown in Fig. 8.

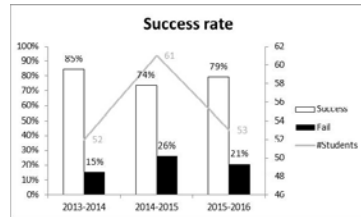
IV. RESULTS

Before entering into the detailed results of this distributed virtual laboratory, it is worth saying that, in order to provide further efficacy and autonomy of the teams of students and to promote additional transverse competencies, the whole practice work follows a SCRUM agile methodology [1] and it has provided excellent performance results during the past three years from a software engineering point of view.

This architecture allows the virtual laboratory to be an effective means from the point of view of the learning experience, due to the following reasons.

- It fosters the adoption of best multiagent programming practices among students since, in order to solve the virtual worlds, student's multiagent systems must interact with an already implemented multiagent system in the server, who controls the environment and its perception, simulate the execution of the actions in the environment, avoid the use of shared memory and enforce the adherence to strict agents communication protocols.
- It provides a safe environment with a double security barrier.
- It allows the autonomous development of the practice work for each team, avoiding interferences with other teams and does not require the presence of the teacher to reboot their virtual server in the exceptional case of crash of the controller multiagent system.

Indeed, the academic grades obtained by students in the "Agent-Based Development" course during the last three years have been very good, as it is shown in Fig. 4, with an average of 79% of success. The global satisfaction and engagement measured in official questionnaires based on Likert scale are also outstanding (shown in Fig. 5) reaching 4.86 out of 5 in the



last year.

Fig. 4 Final academic result of the whole course (theory and practice) during the last three years showing a very good success rate of 79% in average

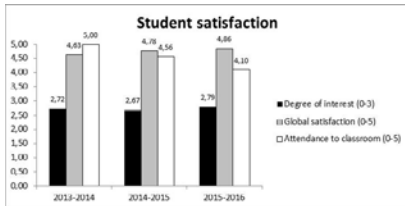


Fig. 5 Students satisfaction and engagement gathered by an official personal and anonymous survey among students

Furthermore, the logs registered by the controller multiagent systems in the server also unveil information of great value from a learning analytics point of view. Just to give an idea of the size of these logs, only in the third year, 2.2GB of transactions have been logged in disk [17], what amounts for more than 11.5 million transactions, with more than 4500 work sessions opened (login requests into a virtual world).

A. Data driven assessment

This section refers to the support to the evaluation of students based on valuable information extracted from the massive log of transactions like that summarized in Fig. 8. This log of transactions constitutes a footprint of students performance at any time during the course, since the server of the virtual laboratory is running non-stop, and there are several measures that could provide additional insight for the evaluation of students' performance [5] like the following items.

- Single team measures. Indicators of the performance of a single team.
 - Number of trials. Number of work sessions opened in the same world until the world has been solved for the first time.
 - Time elapsed from the first access to the world to its first solution.
 - Absolute time elapsed to the first solution of a world since the beginning of the course.
 - Number of different solutions found for the same problem. Each solution might have a different length (number of movements until the goal is reached).
- Collective measures. Competitive indicators of the performance among different teams.
 - Quickest team: the one with the lowest time elapsed or lowest number of trials.
 - Early bird: team with the lowest absolute time elapsed.
 - Most efficient team: the one with the lowest solution length.
 - Most sound team: the one with the highest number of worlds solved.

These values, which are obtained from the logged transactions in real time, provide valuable insight for evaluating the performance of each team, making visible the invisible and showing a real measure of the progress of every team as a key component of the final grades. The experience during the last three years shows that this information is extremely valuable for teachers but, since it is obtained in real time, it may be used purposely. Indeed, the key performance indicators of the progress of every team are made public every two weeks to all the teams so that all teams are aware of the progress of the remaining teams, what produces some expected changes in the behavior of the teams to improve their performance by self regulation [5][13].

B. Discovering patterns of success and failure

Logged transactions are very valuable from the student's evaluation point of view, but they are a very rich source of information for other purposes too. It also provides a footprint on how students have solved every world, step by step, and a sort of record of the strategy followed by each team to try to solve all the worlds. The use of process mining techniques [11] might unveil these hidden strategies and see it as the process followed by students until they reached the goal. In order to do that, raw data logs must be filtered to adapt to the simple CSV format required by a free process mining tool like Disco [2]. This filtering leaves out administrative logs and focuses particularly on the interactions among the students' agents and the server's agents and, more specifically, on the requests to perform an action which come from the students' agents. Thus, starting from a raw log like that shown in Fig. 8 of about 11.5 millions of transactions, the filtered log, like that shown in Fig. 9, reduces to a little more than 1.6 million records, filtering out useless transactions from the point of view of this investigation. This last figure shows the five more relevant items of information extracted from the raw record:

- 1) The Case ID. It is extracted from a random key generated at the beginning of each LOGIN operation (see Fig. 8) and it univocally distinguishes every work session of the students.
- 2) The Agent. It is the name of the team of students.
- 3) Timestamp. The date and time record of the transaction.
- 4) The field Activity refers to the action requested by students to be executed in the virtual world. There are regular actions allowed by the server like LOGIN, MOVE, REFUEL (as explained in Section II.A) plus an additional SUCCESS activity. This activity informs that the corresponding world has been solved and it is automatically detected when the students' agents are notified of a reading of the Radar which shows that the agent is located over a goal cell of the world (please refer to Fig. 2 for details about agent's perceptions).
- 5) The field Resource refers to the virtual world in which the transaction took place. There are 10 different maps named from "map1" (the leftmost empty map in Fig. 1) to "map10" (the rightmost unsolvable map is map9).

Our experience in process mining problems indicates that having a massive and clean record of activity, like that shown in Fig. 9, is not enough for obtaining good results with any process miner. The reason is that out of the 1.6 million of clean

transactions there are many mistaken cases which should be filtered out too, not to affect to the final result, that is:

- There are incomplete records due to an unexpected interruption of the case:
 - Agents which have crashed into an obstacle.
 - The Java implementation of any of the students' agents freezes and stops sending messages to the server.
 - Students decided to interrupt their agents by hand while they debug their agents.
 - Students' agents do not follow the strict protocol of communication and, therefore, they are logged out of the server, stopping the case.
 - Agents in the server receive an unreadable message (usually due to empty messages or bad JSON formatting) what causes the sender agent to be logged out of the server.
- There is just one world which never ends with SUCCESS (rightmost world in Fig. 1 which cannot be solved because it is a dead end).
- There are failed LOGIN actions into inexistent worlds or requests to execute an unknown action.
- There are synchronization problems within students' agents which do not detect on time that they have reached the goal (see Fig. 6). An early detection of this problem would warn the students of the committed mistake in order to repair it.

Once these incorrect cases are detected and filtered out, DISCO process miner can be used to detect hidden, but useful, behaviors of the students, taking into account that each team might have implemented different exploratory techniques to solve each world. The most important findings of DISCO are the following ones.

| Case | Agent | Timestamp | Activity | Resource |
|----------|----------|---------------------|----------|----------|
| zsr2f57z | Achernar | 19/11/2015_12:36:03 | MOVE | map1 |
| zsr2f57z | Achernar | 19/11/2015_12:36:03 | SUCCESS | map1 |
| zsr2f57z | Achernar | 19/11/2015_12:36:03 | MOVE | map1 |
| zsr2f57z | Achernar | 19/11/2015_12:36:03 | SUCCESS | map1 |
| zsr2f57z | Achernar | 19/11/2015_12:36:04 | MOVE | map1 |
| zsr2f57z | Achernar | 19/11/2015_12:36:04 | SUCCESS | map1 |

Fig. 6. Synchronization problem between perceptions of the agent and its requested activities which illustrates a deviated behavior of agents that are not aware of having reached the goal and continue moving unnecessarily

The most frequent process mined at the beginning of the course is shown in Fig. 7. It means that the most common activity requested to the server is LOGIN into map1. Even many groups only execute that action and then close the session immediately after. This is because, at the beginning, almost none of the groups have implemented any exploratory heuristic yet and just log into the simplest world (map1) to test the communication and the JSON encoding of the messages. Soon after that, they start moving in map1 until they solve it. Some groups recharge the battery at the beginning but others don't because it is not needed to solve this tiny world. There are some synchronization problems to solve yet (like unnecessary

transitions from SUCCESS back to MOVE) as explained above. Then they move into map2 (second map from the left in Fig. 1) and just start moving like in map1 but do not solve it yet (since it requires a more complex exploratory heuristic with obstacle avoidance).

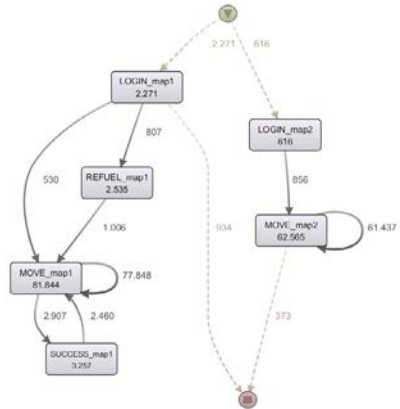


Fig. 7. General process mined at the beginning of the course. Boxes are logged activities and arcs are transitions from one activity to another. Numbers close to arcs and boxes indicate the frequency that this transition has been recorded. The start and end of sessions is marked with circles at the top and bottom of the process

These results would seem quite obvious but they are not. If one segments the data logged depending on the final grade of students one might find interesting differences. For example, the process mined taking into account only the data coming from the team with the highest grade (honor) shows a sort of systematic behavior: first solve map1, then solve map2 then directly move to the most difficult one (map9). On the opposite side, the process mined for the team with the lowest grade shows that they solve the easiest world (map1) and then they successively wander into other worlds without any success, giving up the search very soon. These mined processes unveil the different progress of teams, but they also highlight the differences among teams' performance. These differences might be used for the teacher to help students to perform better based on the segmentation of the data logged.

V. CONCLUSIONS

This study has shown a learning experience consisting of a distributed virtual laboratory that fosters the acquisition of high quality skills and habits in multiagent programming. The grades obtained by students and their satisfaction are very high, as shown by anonymous surveys, since the experience was setup, three years ago. In addition to this, it has shown to be an excellent platform for capturing the daily activity of students in order to use standard process mining tools. These tools unveil hidden behaviors of students, which could be used to improve

their learning experience. In the future, these mined processes could also be used to feed an automatic virtual assistant which could guide students on how to succeed in the laboratory work by understanding what they have done and what there is left to do. But, instead of basing these suggestions in standard learning routes created by the teacher [3] these suggestions would be based on what their laboratory companions are really doing or did to succeed.

REFERENCES

- [1] L. Castillo, "The use of SCRUM for laboratory sessions monitoring and evaluation in a university course. Enforcing transverse competencies", SIE 2014.
- [2] DISCO Process miner. <https://fluxicon.com/disco/>
- [3] L. Castillo, L. Morales, A. González-Ferrer, J. Fdez-Olivares, D. Borrajo, E. Onaindia. Automatic generation of temporal planning domains for e-learning problems. Journal of Scheduling (2010), vol. 13, n. 4, p. 347-362.
- [4] J. M. Such, A. Garcia-Fornes, A. Espinosa and J. Bellver. Magentix 2: A privacy-enhancing Agent Platform. Engineering Applications of Artificial Intelligence (2013) vol. 26, n.1, p. 96-109. <http://www.gt-ia.upv.es/sma/tools/magentix2/index.php>
- [5] New Media Consortium. NMC Horizon Report > 2014 Higher Education Edition. 2014
- [6] B. Balaramalithara, P. C. Woods. Virtual Laboratories in Engineering Education: The Simulation Lab and Remote Lab. Comput Appl Eng Educ 17:108, p118, 2009.
- [7] FIPA, Contract Net Interaction Protocol Specification. <http://www.fipa.org/specs/fipa00029/SC00029H.pdf>. 2002.
- [8] JavaScript Object Notation JSON, <https://en.wikipedia.org/wiki/JSON>, 2016.
- [9] Apache Foundation. QPID Broker. <https://qpid.apache.org/>
- [10] S.Rigby, M. Dark. Designing a Flexible, Multipurpose Remote Lab for the IT Curriculum. SIGITE 2006, p. 161-164.
- [11] W. van der Aalst. Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes. Springer, 2011.
- [12] Z. Nedjc, J. Machotkd, A. Najhlsk. Remote Laboratories Versus Virtual And Real Laboratories. ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. 2003.
- [13] P. Long, G. Siemens. Penetrating the fog: analytics in learning and education. EDUCAUSE. Sept-Oct 2011, p. 31-40.
- [14] K. Verbert, E. Duval, J. Klerkx, S. Govaerts, J.L. Santos. Learning Analytics Dashboard Applications. American Behavioral Scientist (2013), p. 1-10.
- [15] G. Siemens. Learning Analytics 2011: Reflections. <http://www.clearspace.org/blog/2011/03/11/learning-analytics-2011-reflections/>
- [16] Norman, T. J., & Jennings, N. R. (2002). Constructing a virtual training laboratory using intelligent agents. International Journal of Continuing Engineering Education and Life Long Learning, 12(1-4), 201-213.
- [17] L. Castillo. Takeaways of this paper. Java source code of server agents, raw and filtered logs. <http://decsai.ugr.es/~lcv/SIE2016>

```

{"date": "19/11/2015_12:42:27",
 "value": {"agent": "Achernar", "key": "r2bc7snv", "content": {"status": "Subscribing radar sensing to AgenteDirectorPSP"}}}
{"date": "19/11/2015_12:42:27", "value": {"agent": "Achernar", "key": "r2bc7snv", "content": {"status": "Waiting for action"}}}
{"date": "19/11/2015_12:42:27", "value": {"agent": "Achernar_satellite", "key": "r2bc7snv", "content": {"status": "Sending ACLM",
 "receiver": "AgenteDirectorPSP", "body": {"radar": [1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,0,0,2,1,1,0,0,0,1,1,0,0,0,1,1]}}}
{"date": "19/11/2015_12:42:27",
 "value": {"agent": "Achernar_satellite", "key": "r2bc7snv", "content": {"status": "Waiting for message"}}}
{"date": "19/11/2015_12:42:41",
 "value": {"agent": "Achernar", "key": "r2bc7snv", "content": {"status": "Received ACLM", "sender": "AgenteRobotPSP",
 "body": {"command": "moveSW", "key": "r2bc7snv"}}}}
{"date": "19/11/2015_12:42:41", "value": {"agent": "Achernar", "key": "r2bc7snv", "content": {"status": "OK moveSW"}}}

```

Fig. 8. Sample log of activity (raw format in JSON). Every transaction has a timestamp, the controller agent that records the transaction, and the remaining parameters like internal states, messages received and sent, perceptions, requests to execute an action, etc. In this case all the records shown belong to the same work session identified as "key": "r2bc7snv". It may also be seen that during this work session there is a Radar reading that contains a value '2' just in the center of the reading of the sensor indicating that the corresponding agent has just reached the goal and therefore, the problem has been solved. Only in the third year of the course, this raw record of transactions stores 2.2GB of data, that amounts for more than 11.5 millions of transactions

| Case, | Agent, | Timestamp, | Activity, | Resource |
|-----------|-----------|----------------------|-----------|----------|
| v170xpay, | Achernar, | 16/10/2015_10:33:00, | LOGIN, | map1 |
| v170xpay, | Achernar, | 16/10/2015_10:33:00, | MOVE, | map1 |
| 9sgmyxl1, | Achernar, | 19/11/2015_12:49:01, | MOVE, | map1 |
| 9sgmyxl1, | Achernar, | 19/11/2015_12:49:01, | SUCCESS, | map1 |

Fig. 9. Sample log of activity (clean format for Disco process miner [2]). The cleaning of a raw record like that shown in Fig. 8 throws a total of more than 1.6 millions of clean records

Las Fuentes del *Learning Analytics*. Más allá de las Plataformas de Aprendizaje

Félix Buendía García

Departamento de Informática de Sistemas y Computadores
Universitat Politècnica de València
Valencia
fbuendia@disca.upv.es

José Vte. Benlloch Dualde

Departamento de Informática de Sistemas y Computadores
Universitat Politècnica de València
Valencia
jbenlloc@disca.upv.es

Resumen—Resulta innegable el interés creciente que durante los últimos años está teniendo el fenómeno del *Learning Analytics*. Gran parte de la atención se ha centrado en las llamadas plataformas de aprendizaje que proporcionan un enorme flujo de información sobre la actividad del estudiante. Sin embargo, y como otros autores también comentan, hay que señalar que una buena parte de dicha actividad se produce fuera de tales plataformas. Este trabajo pretende presentar una serie de indicaciones para seleccionar y combinar diversas fuentes de información para incrementar el impacto y utilidad del *Learning Analytics*. Dichas indicaciones se han aplicado a un conjunto de experiencias en dos asignaturas del Grado de Ing. Informática.

Palabras clave—*learning analytics*; fuentes de información; plataformas de aprendizaje

I. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años se observa un interés creciente por el fenómeno del *Learning Analytics* (*LA*) considerado como “la medición, recopilación, análisis y presentación de datos sobre los alumnos y sus contextos, con el fin de entender y optimizar el aprendizaje y los entornos en los que se produce” [1]. Resulta innegable la utilidad de recopilar, almacenar y procesar toda clase de datos procedentes de la actividad docente tanto de alumnos como de los propios instructores. También se aprecia una elevada proporción de datos procedentes de las denominadas plataformas de aprendizaje léase *LMS* (del inglés *Learning Management System*) o *VLE* (*Virtual Learning Environment*). Sin embargo, es evidente que buena parte de la actividad académica se produce fuera del ámbito de dichas plataformas. Este trabajo presenta diversas experiencias orientadas al *LA* donde se combina la información obtenida de plataformas tradicionales de aprendizaje con otras fuentes que complementan esta. En particular, se alude a la necesidad de encontrar herramientas específicas para recopilar datos de actividad en el contexto de una determinada disciplina o entorno de aprendizaje. Este proceso de recopilación de información requiere de algún tipo de indicaciones que faciliten la selección de estas fuentes a partir de las características de la disciplina o entorno considerado.

El resto del trabajo se estructura de la siguiente manera. Una primera sección se dedica a revisar algunas propuestas relacionadas con el uso de fuentes de información que van más allá de los datos extraídos de una plataforma tradicional. A continuación se proponen indicaciones para orientar dicha búsqueda de fuentes de información según una serie de parámetros junto con la selección de herramientas para la

obtención de datos. La tercera sección ofrece dos ejemplos de experiencias de *LA* basadas en tales indicaciones y la interpretación de los resultados obtenidos. Finalmente, se muestran las conclusiones y posibles trabajos futuros.

II. ESTADO DEL ARTE

Desde que el informe Horizon Report 2011 [2] identificó el *Learning Analytics* como una de las tendencias predominantes en el proceso de enseñanza/aprendizaje, se han sucedido toda una serie de propuestas para modelar, representar o caracterizar la información utilizada para este fin. De acuerdo con Long and Siemens [1] cualquier acción o evento en el mundo digital es capaz de dejar una huella. En este sentido diversas instituciones como el departamento de educación en EEUU [3] o la UNESCO [4] han elaborado informes sobre el impacto de dichas “huellas” y el potencial que ello supone para mejorar los procedimientos académicos. Hay que reconocer la importancia de las plataformas tipo *LMS* a la hora de reconocer o recopilar dicho impacto [5] pero también se puede recurrir a fuentes alternativas.

Autores como Pardo & Delgado-Kloos [6] ya señalaban que había *LA* más allá del envoltorio de las clásicas plataformas de aprendizaje y que los estudiantes empezaban a confiar menos en la interacción con los *LMS* y utilizar otras herramientas de acceso libre para su actividad. Los trabajos de Simsek et al. [7] o Gómez-Aguilar et al. [8] se alinean en esta dirección y proponen el uso de entornos como redes sociales para recoger y analizar información relativa al aprendizaje del alumno. Kitto et al [9] plantearon el proyecto “*Enabling connected learning via open source analytics in the wild: Learning Analytics beyond the LMS*” cuyo objetivo es evaluar la participación de los estudiantes en actividades que tienen lugar en plataformas tales como Youtube, Facebook, Google Drive, Twitter, etc. Para ello, proponen crear un conjunto de herramientas denominadas *Connected Learning Analytics* (*CLA*) con las que extraer información sobre su actividad. Otra posibilidad consiste en utilizar los mensajes enviados mediante tecnologías móviles para realizar una evaluación docente [10]. Tabuena et al. [11] también apuestan por esta línea y proponen la utilización de aplicaciones móviles como fuentes de *LA* en un contexto de auto-aprendizaje.

III. PROPUESTA

El presente trabajo pretende aportar una visión descriptiva sobre experiencias de análisis de información académica procedente de plataformas de aprendizaje combinada con el de fuentes externas adaptadas a las peculiaridades y necesidades de

un contexto o disciplina específica de aprendizaje y el entorno donde este se produce. Una interesante clasificación de contextos de aprendizaje donde se ha aplicado *LA* es la presentada por Papamitsiou & Economides [12] a partir de una revisión sistemática de trabajos en esta temática. La Tabla I muestra algunos de estos contextos junto con ejemplos de plataformas y tipos de recursos asociados a los mismos. Por ejemplo, aquellos basados en el uso de plataformas tipo *LMS*, redes sociales o aplicaciones Web en general.

Tabla I. - CONTEXTOS DE APRENDIZAJE

| Tipo | Ejemplos de recursos |
|----------------------|---|
| Aula tecnológica | Uso de proyectores, pizarras/tabletas digitales |
| Entornos controlados | VLEs/LMSs |
| Recursos en abierto | MOOCs, OERs |
| Aprendizaje social | Redes sociales, Foros de discusión, Comunidades virtuales |
| Entornos Web | Compartición de archivos, mensajería, blogs, wikis |
| Entornos Móviles | geolocalización, realidad aumentada |

En este sentido, la principal aportación de este trabajo consiste en proporcionar un conjunto de indicaciones para detectar las fuentes que se encuentren disponibles o aquellas más adecuadas en función de la finalidad analítica perseguida. Para ello, es importante analizar las características de las disciplinas que puedan ser objeto de *LA* dadas las diferencias en la actividad académica dentro de las mismas. Por ejemplo, asignaturas de Humanidades o Ciencias Sociales requerirán mecanismos de analítica diferentes respecto a otras en campos de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. En las primeras predominan actividades que utilizan básicamente formatos documentales (texto) para representar el trabajo académico realizado por el alumno pero también se pueden encontrar tareas de lectura/comprensión que utilicen diversos elementos multimedia (p.e. un audio o video en aprendizaje de idiomas). Mientras, en disciplinas de ciencias o tecnológicas la amplia gama de experimentos o herramientas que pueden utilizarse en las mismas, dispara el número de potenciales fuentes de trabajo académico.

Esta disparidad y diversidad de posibles actividades en estos ámbitos obliga a simplificar su tratamiento. Un aspecto clave consiste en revisar el origen de los datos que han sido utilizados para registrar y medir las acciones del alumno. La Tabla II muestra diversas categorías o tipos de origen de datos junto con ejemplos de los mismos. No se pretende disponer de una recopilación exhaustiva de dichas fuentes pero al menos se trata de indicar algunas de las más representativas. Por ejemplo, diferenciar los datos que pueden derivarse de una actividad comunicativa respecto al resultado de una encuesta.

Tabla II. - ORIGEN DE DATOS

| Tipo | Descripción |
|--------------------------|---|
| Tareas académicas | Entrega de trabajos, presentaciones |
| Comunicación/interacción | E. mail, contribuciones foros, participación en redes sociales. |
| Cuestionarios | Entrevistas/encuestas/ votaciones /test de evaluación objetiva |
| Accesos a contenidos | Materiales didácticos, Archivos de temas, recursos multimedia |
| Actividad de campo | Laboratorios, elementos de instrumentación, dispositivos de geolocalización |
| Paneles de información | Uso de herramientas como <i>Google Analytics</i> |
| Gestión documental | Herramientas como <i>Dropbox, Google Drive</i> |

Una vez se determina la disponibilidad de datos a partir de su origen, estos se podrán recopilar y almacenar en algún formato que permita su posterior procesamiento e interpretación. La analítica final debería contemplar la posibilidad de “cruzar” información procedente de varios orígenes de datos. La propuesta formulada no incorpora ninguna herramienta concreta de analítica sino que se centra en detectar y seleccionar las fuentes que pueden ser más útiles en una determinada disciplina y contexto de aprendizaje. A continuación, se hace referencia a diversas plataformas y aplicaciones utilizadas para poner en práctica esta propuesta. En primer lugar, se muestra el potencial de una plataforma de aprendizaje como *Polyformat* [13] para generar informes de accesos a la misma. La Fig. 1 muestra una imagen con algunos de los apartados para su generación

Fig. 1 Generación de informes en *Polyformat*

En este caso se pueden seleccionar parámetros como el tipo de elementos sobre los que recopilar los accesos realizados (p.e. recursos o materiales de aprendizaje), el ámbito de estos (p.e. archivos o directorios seleccionados), el periodo de tiempo considerado, qué usuarios intervienen o los datos a recopilar (p.e. el usuario y la fecha en que realizó cierto acceso) que la Fig. 1 muestra en parte.

Como ejemplos de fuentes alternativas se han seleccionado dos herramientas de corte muy diferente pero que pueden aportar información valiosa para comprender o analizar la actividad académica de los alumnos. Por un lado, se presenta el uso de una aplicación móvil (app) denominada *Socrative* muy popular en los ámbitos docentes para realizar cuestionarios a los alumnos de forma rápida. La Fig. 2 muestra un par de imágenes, la de la izquierda que representa una pregunta asociada a un ejemplo de circuito y la imagen derecha con las respuestas a la misma.



Fig. 2. Ejemplo de uso de la app *Socrative*

A partir del uso de la app *Socrative* se puede extraer un conjunto de datos tal como se observa en la Fig. 3 que representa un informe con las respuestas de cada uno de los alumnos o las estadísticas globales.

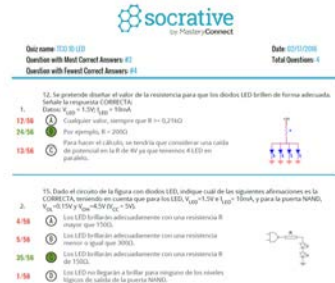


Fig. 3. Ejemplo de informe de la app *Socrative*

Por otra parte, se presenta el uso del conocido entorno *Google Drive* orientado a la gestión compartida de documentos. La Fig. 4 muestra una imagen típica de la interfaz de trabajo de Drive donde se observa a la izquierda la organización de documentos mientras que en la parte derecha aparecen una columna de datos sobre la actividad en dichos documentos. Este conjunto de datos se denominan *Activity Stream* y resulta muy útil para recopilar el trabajo realizado por los alumnos tales como modificación de documentos (textos, hojas de cálculo, imágenes...), la consulta de los mismos o el mantenimiento de sus versiones.

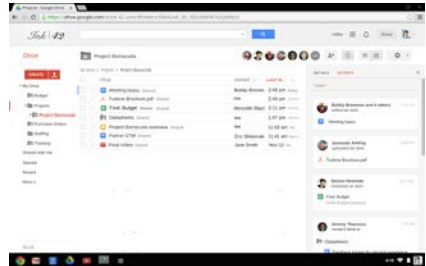


Fig. 4. Ejemplo de uso de *Google Drive*

Para realizar una recopilación sistemática de los datos proporcionados por el *Activity Stream* se puede recurrir a las cuentas *Google Apps Education* y, a través de su interfaz de administración, generar un informe o auditoría sobre la actividad del usuario en el entorno Drive. La Fig. 5 muestra un ejemplo de imagen para la elaboración de este tipo de informes que permiten establecer "filtros" (ver parte derecha imagen) para seleccionar tipos de eventos sobre los documentos o usuarios que han intervenido en los mismos.

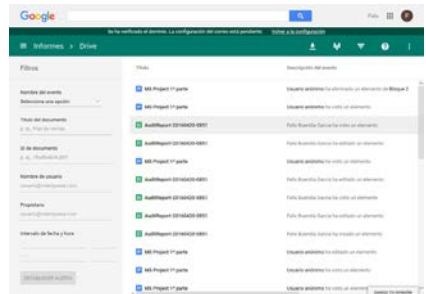


Fig. 5. Elaboración de informes sobre *Google Drive*

Seguidamente, para mostrar una aplicación práctica de la propuesta y el uso de las fuentes de información escogidas se presentan dos ejemplos de experiencias. Dichas experiencias se han centrado en dos asignaturas pertenecientes al grado de

Ingeniería Informática ambas de carácter obligatorio pero con perfiles muy diferentes. En el primer caso se trata de la asignatura *Tecnología de Computadores (TCO)* que se imparte en primer curso con contenidos eminentemente tecnológicos. El segundo caso a estudiar consiste en la asignatura *Gestión de Proyectos (GPR)* situada en tercer curso de la titulación y que propone un enfoque multidisciplinar donde se combinan aspectos propios de la Ingeniería del Software con cuestiones generales sobre la gestión, control y supervisión de proyectos informáticos.

IV. RESULTADOS

Los resultados de las experiencias analizadas se han estructurado en dos apartados correspondientes a las asignaturas objeto de estudio.

A. Caso TCO

Tecnología de Computadores (TCO) es una asignatura troncal de segundo cuatrimestre del grado en Ingeniería Informática y, como otras asignaturas de primer curso con las que está relacionada (Fundamentos Físicos de la Informática), contribuye a dotar al futuro ingeniero de una base científica y tecnológica. Su programa ha sido elaborado de acuerdo a las recomendaciones del currículum de ACM/IEEE, así como a las del correspondiente libro blanco de ANECA. Se centra en el ámbito de la Electrónica, habitual en muchas otras ingenierías, y más concretamente en los dispositivos semiconductores y las familias lógicas. El número de alumnos suele ser elevado, alrededor de 500 alumnos, organizados en 10 grupos de aula y 19 de laboratorio, participando en su docencia 10 profesores, lo que supone una coordinación compleja. Todos los grupos utilizan unos materiales didácticos comunes que incluyen, para cada tema, unas transparencias comentadas que resumen los contenidos (teoría), y un boletín de ejercicios y problemas, con ejemplos resueltos. Adicionalmente, cada profesor puede incorporar materiales propios adaptados a las características de su grupo. Aunque los profesores tienen libertad para gestionar sus grupos, se promueve el uso de metodologías activas que faciliten la participación de los alumnos en las sesiones de aula y, en definitiva, la mejora del rendimiento académico, en línea con lo apuntado en un estudio reciente de Freeman et al. [14]. Se trata pues, de capturar trazas de la actividad del alumno, tanto dentro como fuera del aula, para así poder proporcionar la correspondiente realimentación.

La primera información que se puede obtener acerca del seguimiento de un tema por parte de los estudiantes es el número de accesos que, durante un periodo de tiempo, hacen a los materiales didácticos elaborados. Para ello, tal y como se explicó en la sección anterior, se hará uso de la generación de informes desde *Poliformat*. Estos informes pueden proporcionar información del grupo o individualizada. La Fig. 6 muestra el número de accesos de uno de los grupos de la asignatura a los recursos correspondientes al tema 1, durante la primera semana de impartición del mismo. Se observa un número de accesos bastante irregular durante la primera parte y mucho más sostenido hacia el final de la semana.

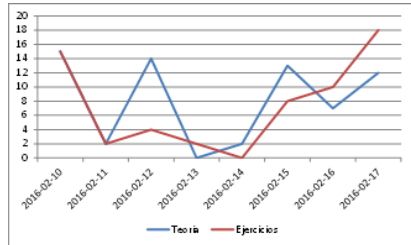


Fig. 6. Número de accesos a los materiales del tema 1

En las sesiones de aula, el profesor del grupo referido hace uso regularmente de la herramienta *Socrative* para recabar información sobre los logros de aprendizaje alcanzados por sus alumnos. En general, se trata de cuestiones teóricas o ejercicios breves que se preparan a partir del cuaderno de ejercicios propuestos en la asignatura. Suelen ser cuestionarios que incluyen entre 3 y 5 preguntas bien de tipo test, verdadero/falso o respuesta corta, al que acceden los estudiantes a través de todo tipo de dispositivos: teléfonos móviles, tabletas o portátiles.

Una vez terminado el cuestionario, la propia herramienta proporciona informes muy completos con las respuestas de cada uno de los alumnos, sus puntuaciones, así como estadísticas globales de las calificaciones del grupo o de los resultados por cuestión. En particular, la Fig. 7 se corresponde con la hoja de cálculo que recoge todas las respuestas enviadas por los alumnos, aunque se han eliminado las filas con los nombres para respetar el anonimato.



Fig. 7. Informe generado por Socrative a un cuestionario del tema 1

Los resultados del informe muestran unos resultados que oscilan aproximadamente entre el 40 y el 70% de acierto para las tres primeras cuestiones, pero inferior al 20% para la última pregunta, relacionada con el cálculo de la intensidad que circula por el LED. Dado que este aspecto tiene que ver con conocimientos de asignaturas previas y no se había abordado en el tema, el profesor puede entonces plantear las correspondientes estrategias correctoras: repaso del concepto, materiales adicionales, más ejemplos de ejercicios resueltos, etc. Además, es recomendable que, en posteriores cuestionarios, se aborde de nuevo este aspecto para comprobar que ha habido una mejora en el grupo.

B. Caso GPR

La asignatura *GPR (Gestión de Proyectos)* plantea un enfoque multidisciplinar dentro de una titulación de tipo ingenieril (como corresponde a un Grado de Informática) con una serie de características peculiares. En primer lugar, está impartida por varios departamentos relacionados con la Dirección de Empresas, Estadística e Investigación Operativa, Sistemas Informáticos y Computación o Arquitectura de Computadores. Ello ha requerido una distribución de contenidos y actividades cuyo seguimiento puede ser realizado desde varios puntos de vista. Por otro lado, se considera que la asignatura tiene unos contenidos teóricos bien definidos a partir de instituciones como el *PMI® (Project Management Institute)* que establece las recomendaciones para planear, ejecutar, controlar o supervisar un proyecto. Sin embargo, las actividades de tipo práctico que pueden llevarse a cabo son muy variadas y pueden abarcar múltiples herramientas y entornos tanto de tipo informático como documental. Una de las primeras tareas a realizar consiste en la redacción de la *Declaración de Alcance* de un proyecto o la elaboración de su *Estimación de Coste* temporal. La Fig. 8 muestra parte del contenido de un documento almacenado en la plataforma *Google Drive* que puede servir de ejemplo para que los alumnos elaboren de forma colaborativa su propia versión y que esta quede registrada a partir de las diversas aportaciones.

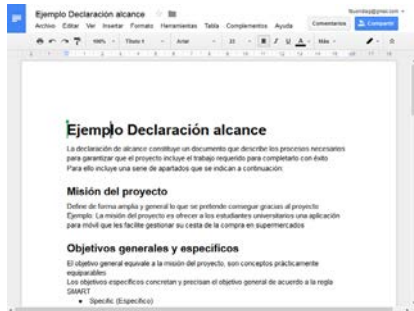


Fig. 8. Modelo de documento de *Declaración de Alcance*

Aparte de dicho ejemplo de documento, los alumnos de la asignatura disponen de una serie de recursos adicionales en la plataforma institucional (*LMS*) denominada *Poliformat* que se utiliza como repositorio principal para los documentos de apoyo a las actividades prácticas (boletines o guías de práctica, plantillas, presentaciones...). El propio *Poliformat* permite generar una serie de informes “personalizados” sobre el acceso a un rango de archivos relacionados con estos recursos o documentos de apoyo que proporcionan una valiosa información sobre la estadísticas de accesos a dichos recursos. La Fig. 9 muestra un diagrama de barras con la distribución del porcentaje de accesos a un grupo de archivos vinculados con la *Declaración de Alcance*. En dicha figura se observa una distribución decreciente de dicho porcentaje de accesos conforme aumenta el rango analizado.

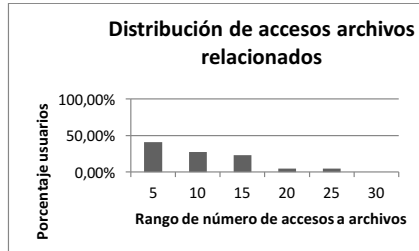


Fig. 9. Estadística de Acceso a archivos

A continuación, se analizan las acciones realizadas en la plataforma *Google Drive* que tal como se ha comentado previamente es la utilizada por los alumnos para la edición colaborativa de los documentos que se les solicita. La Fig. 10 muestra otro diagrama de barras con la frecuencia, en este caso de modificaciones realizadas sobre el documento de *Alcance* solicitado. También se observa una mayor concentración de estas en los rangos de frecuencia más bajos aunque en este caso se percibe una mayor actividad a la hora de editar los documentos de trabajo. Por ejemplo, más de un 40% de alumnos han realizado entre 5 y 10 acciones de edición.

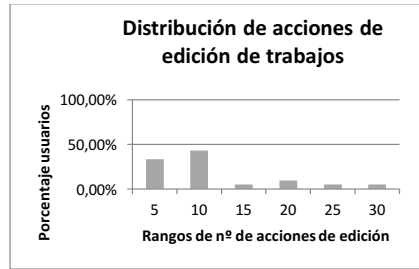


Fig. 10. Estadística de edición de documento

Finalmente, se ha realizado una comparación entre los datos obtenidos en ambas plataformas (*Poliformat* y *Drive*) y aunque no se puede establecer una correlación estricta, sí que se aprecia un cierto vínculo entre las frecuencias analizadas. La Fig. 11 muestra la comparativa realizada donde se detecta que hay una menor variación entre el porcentaje de accesos a archivos y las acciones de edición, precisamente en los rangos más bajos (p.e. entre 0 y 5 accesos). Sin embargo, en los siguientes rangos se observa una mayor disparidad en los porcentajes de alumnos que realizan estos tipos de operaciones. Ello se puede interpretar en el sentido que un trabajo de edición más intenso del alumno no tiene porqué corresponderse con una actividad de investigación o de búsqueda sobre material que le pueda servir de soporte para tal edición.

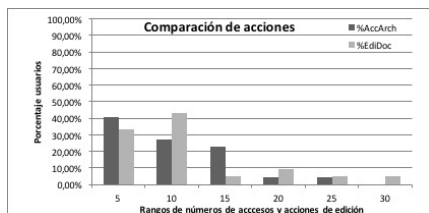


Fig. 11. Estadística comparada entre accesos de archivos y edición de trabajos.

V. CONCLUSIONES

El presente trabajo ha planteado la diversidad de fuentes de información que intervienen en el *Learning Analytics* y la necesidad de disponer de algún tipo de guía para su selección y uso. Se ha puesto de manifiesto la importancia de las llamadas plataformas de aprendizaje como elemento clave dada su implantación en los más variados ámbitos educativos pero también que existen otros entornos y herramientas que aportan una información muy valiosa para fines analíticos. Para apoyar el uso combinado de dichas fuentes se han propuesto una serie de indicaciones que tengan en cuenta el contexto o ámbito de aprendizaje junto con la disponibilidad de datos acorde a la actividad académica que se realice. En este sentido, se han presentado dos ejemplos de casos de estudio en temáticas muy diferentes que revelan las posibilidades de complementar el uso de una plataforma institucional con otras herramientas tales como apps de encuestas o entornos de gestión documental. Como parte de los trabajos futuros se pretende avanzar en la sistematización de las indicaciones que puedan ofrecerse en la selección y uso de fuentes para el *Learning Analytics* de manera que pueda formularse una guía lo más formal posible para tal fin. Asimismo, se trata de elaborar una aplicación Web que proporcione un soporte informático a la mencionada guía.

AGRADECIMIENTOS

This work has been developed with the support of Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática (ETSINF) at UPV.

REFERENCIAS

- [1] P. Long and G. Siemens, "Penetrating the Fog: Analytics in Learning and Education," *EDUCAUSE Review*, 46(5), 2011.
- [2] L. Johnson, R. Smith, H. Willis, A. Levine, and K. Haywood, "The 2011 Horizon Report". Austin, Texas: The New Media Consortium, 2011.
- [3] U.S. Department of Education, Office of Educational Technology, "Enhancing Teaching and Learning Through Educational Data Mining and *Learning Analytics*: An Issue Brief", Washington, D.C., 2012.
- [4] S. Buckingham, "*Learning Analytics* Policy Brief" UNESCO, 2012.
- [5] L. P. Macfadyen and S. Dawson, "Mining LMS data to develop an "early warning system" for educators: A proof of concept", *Computers & Education*, 54(2), pp. 588-599, February 2010.
- [6] A. Pardo and C. Delgado Kloos, "Stepping out of the box: towards analytics outside the learning management system". In Proceedings of the 1st International Conference on Learning Analytics and Knowledge (*LAK '11*). ACM, New York, NY, USA, pp. 163-167, 2011.
- [7] D. Simsek, S. Buckingham, A. De Liddo, R. Ferguson, and Á. Sándor, "Visual Analytics of Academic Writing, Demo" In Proceedings of the 4th International *Learning Analytics* and Knowledge (*LAK '14*) Conference, Indianapolis, IN, USA, pp. 265-266, 2014.
- [8] D.A. Gómez Aguilar, F.J. García-Peñalvo and R. Therón, "Analítica visual en eLearning", *El Profesional de la Información*, 23 (3), pp. 233-242, 2014.
- [9] K. Kitto, S. Cross, Z. Waters, and M. Lupton, "Learning analytics beyond the LMS : the Connected *Learning Analytics* toolkit". In Proceedings of the 5th International *Learning Analytics* and Knowledge (*LAK '15*) Conference, ACM, Poughkeepsie, New York, USA, 2015.
- [10] C-K. Leong, Y-H Lee, and W-K. Mak, "Mining sentiments in SMS texts for teaching evaluation". *Expert Systems with Applications*, 39(3), pp. 2584-2589, 2012.
- [11] B. Tabuenca, M. Kalz, H. Drachslar and M. Specht, "Time will tell: The role of mobile learning analytics in self-regulated learning". *Computers & Education*, 89, pp. 53-74, 2015.
- [12] Z. Papamitsiou and A. Economides, "*Learning Analytics* and Educational Data Mining in Practice: A Systematic Literature Review of Empirical Evidence". *Educational Technology & Society*, 17 (4), 49-64, 2014.
- [13] F. Buendía, and A. Hervás, "Evaluating an E-learning experience based on the Sakai environment". Proceedings of the Third International Conference of Web Information Systems and Technologies, pp.352-357, 2007.
- [14] S. Freeman, S. L. Eddy, M. McDonough, M. K. Smith, N. Okoroafor, H. Jordt and M. Wenderoth, "Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics", Proceedings of the National Academy of Sciences. PNAS'14, 111 (23), pp. 8410-8415, 2014.

Analyzing the Negative Effects of Motivating e-Learning Tools in Archeology Teaching

M. A. Molinero-Polo, C. Hernández, D. M. Méndez-Rodríguez
Universidad de La Laguna
Calle Molinos de Agua, s/n, 38207 San Cristóbal de La Laguna, Santa Cruz de Tenerife, Spain

S. Pérez-Ruiz, A. Acebo, F. Jurado, P. Rodríguez, S. Atrio, G. M. Sacha
Universidad Autónoma de Madrid
Campus de Cantoblanco, 28049 Madrid, Spain

Abstract—In this article we study the negative effects of applying motivating e-Learning tools as a method to increase students' engagement through their learning process. In particular, we demonstrate that increasing students' motivation can have a negative effect on students' efficiency if they engage with the applications in a wrong way. In our carried out experience, we have used a virtual reconstruction of the TT 209 archeological site in Luxor. This application allows students to move inside and outside the site and get some information on the different activities that were done along the field work. We have found that students tend to use the application just as a game. This fact decreases students' efficiency since they do not pay enough attention to the learning activities inside the system. To avoid this effect, we propose to use gamification strategies such as rewards to redirect students' attention to the learning process.

Keywords—Virtual Reality, Egyptology, Motivation, Learning Tools, Engagement

I. INTRODUCTION

The use of computers as an alternative to traditional teaching techniques is much extended nowadays. Institutions are making great efforts applying e-Learning strategies to improve the quality and visibility of their courses [1,2]. Among the advantages found in the use of computers in education, one of the most relevant is the increasing of students' motivation. Students perceive the use of computers as a much more pleasant activity than just attending lectures. Many techniques and procedures have been developed recently in order to increase students' motivation by using computers. One of the most popular techniques is the use of gamification mechanisms, supported by the idea that computer-games are fun and introducing game-like features into e-Learning activities makes them more attractive [3,4].

The use of gamification as a potentially motivating e-learning tool is a hot topic nowadays and several studies [EDUCON] have focused, for example, on the dependence of the gamification benefits with the learner profile [5,6]. The influence of the learner's age has been also found as a factor that may have a strong influence in the positive influence of gamification, being the effect stronger in middle school participants than in adults [7,8]. Finally, another study found a clear difference between effectiveness and engagement in the use of gamification techniques, where effectiveness decreased as engagement increased [9]. It is clear that using computers in learning is a powerful technique that can have a huge impact in

teaching and, therefore, must be treated carefully to avoid any potential negative effect.

The intrinsic nature of the different subjects under study is another key factor to motivate the development of e-Learning tools. There are some disciplines that can be easily presented in the classroom from an experimental point of view. It is easy to see a scientist showing some chemical reactions to a group of students, or a work group when students represent a Lope de Vega's comedy. However, those practices are much more difficult in other disciplines such as Archeology. The logistical problem of organizing trips for students to a real archeological site makes this activity a very restricted one, which can be carried out only in very specific time windows due to the inherited restrictions of the archaeological activities. This fact is even worse when we focus on Egyptology. This branch of archaeological studies and its specific techniques and characteristics are mainly developed in Egypt itself, where the logistical problems of possible visits highly increase. Fortunately, the extremely fast development of new technologies opens a new scenario where virtual worlds and multimedia resources can be used as a potential alternative to real visits to archaeological sites where access can be restricted by any reason.

In previous works we presented a virtual reconstruction of an archaeological site in Egypt (TT 209, Figure 1) [10], to recreate in a very immersive way the specific archaeological techniques used in Egyptology.



Fig. 1. TT 209 picture taken during the fourth season of field work on July 2015

In that work we made use of virtual visits as a tool to improve students' motivation and attention. That tool was used as a virtual substitution of the real experience of being present at the site during the excavation process, which is not always possible in this discipline. The tool has been developed for young students and it is adequate for anyone who can read and use computers correctly. If it is not the case, the application can still be used as additional teaching material, being used by the teacher directly. In this case, questions and videos are shown to the whole class instead of individually [10].

In the present article we will explore the positive and negative effects of using e-Learning tools in Archeology. We will demonstrate that a lower performance can be found when using motivating tools. Additionally, we will show that using gamification techniques can be useful to avoid this negative effect.

II. VIRTUAL RECONSTRUCTION OF THE TT209 SITE

The experiments related to the virtual reconstruction of the TT209 site involved three stages, as shown in Figure 2 [10]: Data acquisition; virtual visit tool implementation and pilot experience. These three stages are described in detail later.

TT 209 is located in Luxor, in its western necropolis, a worldwide known historical site. The Archaeological Mission of the University of La Laguna has developed four seasons of field work that have excavated the courtyard, the first of the underground chambers, and a mudbrick building of large dimensions on the surface. Through the inscriptions found, it has been possible to identify the name (Nisemro or Ashemro), the titles and the ethnic group of the tomb's proprietor. They have also allowed deducing the chronology of the monument, built at the beginning of the Twenty-fifth Dynasty, a period when Egypt was ruled by a royal family of Nubian origin. The interest of the site is that it is later to the best known phase of the Theban necropolis, the New Kingdom, and, therefore, informs of the cultural transformations in the post-empire Egypt. The architectural and decorative innovations can be seen as tests and adaptations of existing models to resolve the needs of Nubian elites to display prestige goods through a constructive and ritual policy. These novelties are the basis for the later development of Egyptian funerary architecture of the Late Period.

The first stage in the development of the virtual reconstruction of the TT 209 site was the data acquisition in the site. This task was performed by a team of computer scientist during the 2015 campaign, which extended from June to August. The subject under study was the Archaeological methodology instead of the history of the site itself. For this reason, the multimedia material obtained in this stage focused on the team instead of the tomb. The multimedia material needed for the reconstruction is related to the tomb dimensions and materials. Pictures and measures of both the interior and exterior of the site were taken, as well as accurate measurements of the dimensions already taken by the Archaeologists in previous campaigns. Several videos and pictures were additionally taken to include other complementary information in the application, such as questions about the tools used for different members of the expedition or the specific relevant activities that were developed.

The selected engine for the virtual visit was Unity 5.2.2. The 3D object set, including the whole volume of both the interior and exterior of the tomb, was developed by Blender 2.69. Some images from the final version of the application are shown in figure 2. Since this application has been described before [10], only a brief description is given here.

Two ways of interaction with the application are possible. In the first one, students can watch a set of videos about the different activities that can be done at the site when arriving to certain places. For example, in the video related to the photographer, he is preparing a photogrammetry system and, at the same time, explaining some details about his work in the audio. After the video ends, students can answer some questions about video contents. Second interactive activities are accessed through several red spheres that can be found in different places of the virtual world. These spheres are triggers of questions that are not directly related to the videos of the expedition members and are used to improve students' knowledge by reasoning.

Although the TT209 Virtual Visit can be used by students on diverse levels [10], only students with ability to read and use the application independently will be analyzed here.

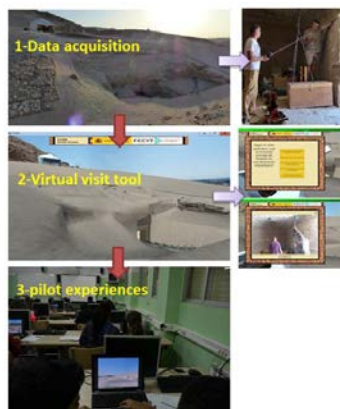


Fig. 2. Stages followed to complete the experiment related to the virtual visit of TT209 in education organizations. Red arrows indicate the path followed from one stage to another. Grey arrows show some examples of the activities done in different stages

The strategy that we propose for students with good reading and computer skills starts with an oral presentation in which the main characteristics of the excavation and related jobs are shown.

In the initial talk only a brief explanation about the virtual visit is done, given that this kind of students will be using the application later autonomously. After the initial talk, a first exercise is proposed to the students (Practice 1 in Figure 3). This exercise is placed here as a control point and will measure the

different students' performance before and after using the application. Then, students start using the application, being free to access to the learning material in the application, acquiring a better and wider sight of the Archeological excavation processes.

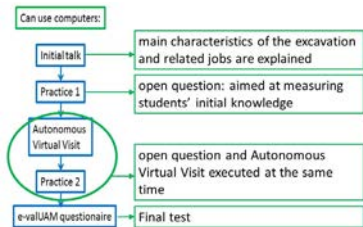


Fig. 3. Methodology proposed for students with correct reading skills and an efficient use of computers

A second exercise (practice 2), with a similar format than the previous one, is presented and developed by students when using the application. The format suggested here must be similar to Practice 1 in order to avoid experimental errors. We proposed the development of Practice 2 at this moment because students could be answering Practice 2 right after taking information from the application, and even watching videos again, for example, if needed. Last step in this methodology is an e-valUAM test [11] where all the questions asked by the application are asked again to the students. This tests works as a control point that measures the knowledge acquired during the process. This test is done right after students finish using the application.

III. PILOT EXPERIENCE

The pilot experience was divided in two phases. The first one involved 4 education centers in Comunidad de Madrid. In IES1 and IES2, 101 and 106 students (around 12 years old) were included in the experience respectively. The two other organizations, CEIP1 and CEIP2, are public institutions in which we have worked with 44 and 40 students respectively from fifth and sixth courses of primary education (around 10 and 11 years old respectively).

In order to analyze students' answers, we divided their answer into three categories: a) empty answers or text that is not related to the activity at all, b) answers that are relatively correct and, finally, c) answers that, in general terms, are complete and correct. The former second category is the wider one, since many different answers with many different contents could be included there. Although that category could be divided into some subcategories, we decided to keep only one to reduce the influence of our subjective interpretation of the students' answers. Regarding the third category, it is worth noting that our open questions do not have a single and concrete correct answer, thus we included in this category all the answers that were correctly discussed.

In Figure 4 we show the results obtained by the students in the four previously mentioned institutions, ordered by the amount of low, medium and high level answers. As we can see, students perform worse when using the virtual visit application than just after the initial talk. That is a very interesting and intriguing fact, since the initial talk was performed always before the virtual visit and the contents were the same. Even if the virtual visit had no effect at all, results should remain the same. The only difference between both activities is the format and methodology of the activity, thus it is there where we should look for the origin of this paradoxical effect.

To analyze the reasons why students' performance decreases when using the application, we developed a second pilot experience in another education center, namely CEIP3, with students aged around 12. In this new experience, we divided students into two groups of 26 and 28 students,

For students in the first group we followed the protocol described previously, aiming at comparing the new results with the former ones. That is the reason why results obtained from this group are directly compared to those from figure 4. For the second group, a similar scenario took place, but including a reward if they finished Practice 2 correctly. Results from this new experience, with and without rewards, are shown in Figure 5.

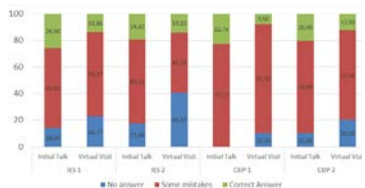


Fig. 4. Percentage of students that answered to the exercises right after the Initial Talk (Practice 1) and during the virtual visit (Practice 2) for the 4 education organizations

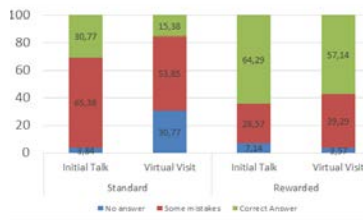


Fig. 5. Percentage of different answers from students when they are included in a group with our standard procedure and when we included a reward depending on their answers

In that figure, we can see that no rewarded students obtained similar results than the previously analyzed ones. These results are reasonable, since the only difference among them is the institution they belong to: students' age and protocol were the

same. Again, those students performed worse while visiting the virtual site. Moreover, the number of students that did not give any answer at all increased significantly. On the other hand, students that answered correctly after the initial talk doubled those who did it after the virtual visit.

With respect to the kind of used rewards, they were related to allowing students to use the virtual visit as a ludic tool or to use any other game from their personal computers. This reward was directly related to their performance and students only had access to it right after they got a good evaluation by the teachers. Depending on their performance, teachers decided what kind of benefits students would get, being those proportional to students' performance. The performance of the group that worked under those rewarding conditions did not suffer the strong decreasing the other group did, as we can see in figure 5. For example, we found out, for the first time, that the amount of empty answers decreased. Although the number of correct answers also decreased, this reduction is smaller, and highly compensated by the higher amount of students that were included in the intermediate category.

Finally, let us analyze the increasing in their knowledge due to the use of the virtual visit by measuring the correct answers from e-valUAM test, i.e. the last phase of the experience described in figure 3. Thus, to measure the influence of the virtual visit in the learning process, we extended the experience to different scenarios, where the questionnaire was answered before and after using the virtual visit tool. We found an average score of 7.05 in the e-valUAM questionnaire from students who used the virtual visit before answering, and an average score of 6.51 from groups who answered the questionnaire before using the application. In this preliminary result we find an increasing in students' knowledge right after using the application. It is worth noting that, in this case, students did not have the opportunity to use the application at the same time. This fact reveals again that the performance reduction only happens when students use the application at the same time, being demonstrated that the virtual visit application is a distraction, most likely due to the high motivation of students to use it as a ludic activity.

IV. CONCLUSIONS

We have presented a virtual visit of an Archeological site in Egypt as well as a methodology to use it as an e-learning tool. The methodology showed that the expectation and use of the application can affect students' performance when developing other activities that can be perceived as being less interesting. To avoid this effect, we propose to use the virtual visit in an independent session in order to avoid any possible distraction, or to apply gamification mechanics such as rewards.

We found in this study that the use of the virtual visit is a very exciting activity for the students, which make them forget the initial learning goals of the application. That result was obtained by measuring students' different performance between "practice 1" (right after the initial talk) and "practice 2" (being done in the computer laboratory at the same time than the virtual visit). In general, answers from the first exercise were longer and

included a higher amount of significant information. This is a very important result since it demonstrates that the interest of the students in the virtual visit can be an obstacle for their performance in other tasks.

As future work, we plan to analyze the texts obtained in both Practice 1 and Practice 2 by emotion detection procedures [13] in order to measure students' motivation in both scenarios.

ACKNOWLEDGEMENT

This work has been partially supported by the projects TIN2013-44586-R, TIN2014-52129-R, TIN2014-56494-C4-4-P, FCT-14-8677 and S2013/ICE-2715. GMS appreciates the support of the Spanish "Ramón y Cajal" program. The authors also wish to express their gratitude to the students who have participated in this experience during the 2015-2016 course.

REFERENCES

- [1] Wu J. P., Tsai R. J., Chen C. C. and Wu Y. C. (2006). An integrative model to predict the continuance use of electronic learning systems: hints for teaching. *International Journal on E-learning*, vol. 5(2), pp. 287-302.
- [2] Molins-Ruano P., Borrego-Gallardo F., Sevilla C., Jurado F., Rodríguez P., Sacha G. M. (2014). Constructing Quality Test with e-valUAM. *IEEE Xplore Proceedings of Computers in Education (SIEE)*, International Symposium on pp. 195-200.
- [3] McGonigal J. (2011) *Reality is broken: Why games make us better and how they can change the world*. New York, NY: Penguin.
- [4] Ziehermann G. and Linder J. (2001) *Game-based marketing: Inspire customer loyalty through rewards, challenges and contests*. Hoboken, NJ: Wiley.
- [5] Mozelius P., Collin J. and Olsson M., (2015) Visualisation and gamification of e-Learning - Attitudes among course participants. *Proceedings of International Conference on e-Learning*, Nassau.
- [6] Serio A. D., Ibáñez M. B. and Kloos C. D. (2013) Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers & Education*, vol. 68, pp. 586-596.
- [7] Attali Y. and Arieli-Attali M., (2015) Gamification in assessment: Do points affect test performance?. *Computers & Education*, vol 83, pp. 57-63.
- [8] Shaffer D. W., (2006) *How computer games help children learn*. New York NY: Palgrave Macmillan.
- [9] Jackson G. T., Dempsey K. B. and McNamara D. S., *Game-based practice in a reading strategy tutoring system: Showdown in iSTART-ME*. (2012) In H. Reinders (Ed.), *Digital games in language learning and teaching*, pp. 115-138, Basinstoke, England: Palgrave, McMillan.
- [10] Molinero-Polo M. A., Hernández C., Méndez-Rodríguez D. M., Naranjo T., Díaz Y., Pérez-Ruiz S., Acebo A., Molins-Ruano P., Jurado F., Rodríguez P., Atrio S. and Sacha G. M. (2016) Bringing Egyptology to the Classroom: Virtual Reconstruction of the TT 209 Site. *IEEE Xplore Proceedings of the International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV'16)* 306-310
- [11] Molins-ruano P., González-sacristán C., Díez F., Rodríguez P. and Sacha G. M. (2015) An Adaptive Model for Computer-Assisted Assessment in Programming Skills. *International Journal of Engineering Education*, vol. 31, pp. 764-770.
- [12] Molinero-Polo M. A., Pérez-Ruiz S., Acebo A. and Sacha G.M. (2016) Análisis del potencial motivador y docente del uso de las nuevas tecnologías en el aula. Interacción entre el aumento de la motivación y el aprendizaje. Invited article in "Cambios metodológicos: nuevas formas en la enseñanza" de la revista OGE (Organización y Gestión Educativa) from fórum europeo de administradores de la educación. Accepted 2016.
- [13] Molins-Ruano P., Sevilla C., Santini S., Haya P. A., Rodríguez P. and Sacha G. M. (2014) Designing videogames to improve students' motivation," *Computers in Human Behavior*, vol. 31 pp. 571-579.

Um instrumento para avaliação da aprendizagem em educação online a partir da análise de conteúdo

Maurício Vieira Dias Júnior
Programa de Pós-Graduação em Educação
Universidade Federal de Alagoas
Maceió, Brasil
mauriciodias.junior@gmail.com

Luis Paulo Leopoldo Mercado
Programa de Pós-Graduação em Educação
Universidade Federal de Alagoas
Maceió, Brasil
luispaulomercado@gmail.com

Abstract—From the beginning, the online education became evident the need for new ways of performing the process of teaching and learning, as in the special case of its evaluation, according to Rocha [18] "suffer interference from their singularities". [5], [9], [12] and [20] also express concern with this peculiarity of online assessment. [4] motivated the creation of tools able to meet increasingly, this demand. With that emerge up new strategies, with the inclusion of new instruments to absorb the evaluation process referred to in this context. Among them, there is the content analysis technique created by [3], which provides an interpretation of quantitative and qualitative interfaces (for example a forum) interactions arising by students through computer tools that incorporate these techniques. The purpose of this article was to conduct a literature review on the relationship between the use of context analysis to evaluation in online education, followed by the application of a real forum in Tropes software in order to prove or disprove the help of these instruments in the evaluation in online education.

Palavras-chave—avaliação online; análise de conteúdo; educação online; Tropes; Fórum

I. INTRODUÇÃO

Faz-se necessária uma reflexão, por parte dos professores, no que se refere às novas tendências sobre a avaliação, sendo esta um apoio para múltiplos instrumentos capazes de obter informações para aprendizagem. Há inclusive a visão de um professor "que está com" o aluno proporcionando a aprendizagem, em detrimento do professor "ensinante", sendo este um mero transmissor de informações [5].

Independentemente do contexto presencial ou online, [13] desperta a importância da avaliação no processo de ensino-aprendizagem, com o seu objetivo na prática educativa. Esta avaliação, sendo dinâmica e construtiva, se faz pelo suporte ao professor, apoiando-o na condução do aluno em sua aprendizagem. Para que isso seja possível, o avaliador (professor) precisará assumir a figura de um pesquisador, comprometido com o ato de investigar.

Em comparação com a avaliação da educação presencial, "a discussão da avaliação na educação a distância (EaD), que já é corrente no ensino presencial, ganha uma nova força na educação online, aparecendo tanto como uma barreira no processo ensino-aprendizagem, assim como um promotor de reflexão das práticas deste processo" [5].

Estes instrumentos precisam contemplar a diversidade dos estudantes no tocante a suas aptidões para a execução de um

processo avaliativo, com o cuidado de oferecer o máximo de equidade entre os mesmos, pois determinadas práticas podem favorecer apenas a certos estudantes. As tecnologias da informação e comunicação (TIC) podem interferir no modo como o professor ministra e prepara sua aula, em como se comunica com a turma e avalia o processo de aprendizagem dos alunos [5] [8].

Os instrumentos de avaliação, referem-se aqui aos instrumentos que possibilitam a coleta de dados para a avaliação. Importante destacar esta diferenciação, pois esta confusão poderá ter um tom negativo para a prática docente, já que o que interessa são os dados coletados por estes instrumentos e não os instrumentos como conclusão do ato de avaliar [13].

Aliado a isso, [8] alerta a complexidade da avaliação, no tocante a necessidade de existir um planejamento para definição das formas de coleta, análise e síntese das informações, a fim suscitar indicativos relevantes para o professor e os alunos, na prática do ensino e do aprendizado respectivamente.

Este estudo identifica e relaciona a técnica de análise de conteúdo, referenciada aqui como um instrumento potencial na avaliação, para corroborar e ao mesmo tempo agregar forças com as diversas formas de avaliação da aprendizagem no contexto online.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A. Avaliação da Aprendizagem em Educação Online

Atualmente, é indiscutível que a educação online já está consolidada na educação contemporânea com a presença de seus ambientes virtuais de aprendizagem (AVA) e das TIC, sendo suporte para aulas presenciais ou para sala virtual de disciplinas semipresenciais ou a distância. Também é indiscutível que os métodos avaliativos em EaD sejam sempre revistos e aperfeiçoados, sendo uma preocupação constante em inúmeros estudos sobre esta temática [9]. Portanto, é preciso pensar formas mais pertinentes de avaliação para este contexto, haja vista, que se trata de uma forma peculiar de educação, comparadas com as avaliações presenciais [5].

Na EaD é preciso mudança de comportamento para avaliar "a avaliação neste cenário deixa de ser um termômetro para aferir o grau de conhecimento do aluno e passa a ser um instrumento para modificação de práticas, redefinição de estratégias de aprendizados, re-planejamento de metas e objetivos, além de ser, também, um instrumento de inclusão, e não mais classificatório, restritivo e, muitas vezes, punitivo" [9].

A avaliação ou processo avaliativo na EaD se faz necessário considerar as suas interferências de suas particularidades de um ambiente virtual de aprendizagem, como exemplo, a falta da presença física do professor entre outras. [18] Com isso, diante das diversificações das práticas dos professores neste contexto, os pesquisadores desta modalidade de ensino, buscam categorizar estas práticas em três modelos, a seguir: 1) *baseado nos artefatos da internet* – também chamado de aprendizagem online, sem presença física do professor; 2) *misto* – sendo opcional as presenças do professor e do aluno; e 3) *semipresencial* – exige presença física do professor e do aluno, tendo possibilidade de momentos a distância, utilizando um AVA.

Diante destas modalidades possíveis encontradas em cursos de EaD, [8] ao discutir os desafios do planejamento de avaliação em ambientes online, destaca que é preciso estruturar uma metodologia de avaliação para cada um destes modelos de EaD utilizado, para que o fazer pedagógico e a aprendizagem dos alunos possam efetivamente serem cumpridos. Isso se dá porque cada um deste modelos ditam regras diferentes, como exemplo: número de alunos, a formação de professores para atuarem nestes ambientes, a equipe de apoio, a inclusão dos alunos na tecnologia entre outros, são fatores que afetam diretamente os procedimentos avaliativos.

O professor que admite trabalhar na EaD, mesmo tendo a referência e a prática da educação presencial, já incorporada a sua realidade, ele se arrisca em um novo cenário, altamente dependente das TIC sendo repleto de desafios, além dos já conhecidos pelo presencial [12].

Ainda em comparação com o modelo tradicional de avaliação (presencial), a avaliação online requer rupturas com o modelo tradicional, o professor terá que buscar por novas posturas, novas estratégias de engajamento neste contexto e precisa redimensionar suas práticas de avaliar a aprendizagem e a sua própria atuação [20].

No geral, os cursos oferecidos na modalidade EaD, adotam abordagens tradicionais, tendo maior peso nas provas finais presenciais, influenciadas pelo tecnicismo, mesmo sendo autodenominados construtivistas. Fica difícil promover uma avaliação reflexiva, crítica e emancipatória, em um processo de ensino passivo e repetitivo, estas atitudes são incompatíveis com a navegação em ambientes virtuais de aprendizagem, sendo formal ou não [21].

Por isso, se faz necessário o desenvolvimento de ferramentas específicas para proporcionar o mapeamento das interações que se emergem no contexto destes ambientes virtuais, sendo capazes de acompanhar frequência e produção individual do aluno, contemplando o processo de avaliação da aprendizagem. Enfatizando esta diferenciação [4]. [20] relata que há uma particularidade muito própria na sala de aula em um ambiente digital online, sendo muito diferente da sala de aula baseada na pedagogia da transmissão.

A avaliação da aprendizagem deve ser realizada de forma contínua, sendo um componente intrínseco da aprendizagem, sempre encarada como um recurso educativo, oferecendo condições favoráveis para que o estudante aprenda, e não apenas

para julgar o aprendizado do aluno. Nesta forma de avaliar ininterruptamente, sendo possível regulação contínua e dinâmica do ensino-aprendizagem, têm-se no AVA espaços de formatos diferentes para o desenvolvimento de integração e interação de professores e alunos, sendo estes: fóruns, diários, blogs, wiki, portfólios, glossários, atividades autoavaliativas entre outros [15] [8].

Dentre as três modalidades clássicas de avaliação, adotadas tanto no presencial quanto na EaD, que são: a diagnóstica, a somativa e a formativa, [9] evidencia o formativo como o mais significativo e o mais utilizado para a EaD, prevalecendo o apoio na construção do conhecimento do aluno, durante toda a sua trajetória. Esta modalidade formativa é também classificada como participativa, auto-avaliativa, avaliativa interpares, motivadora, processual entre outras, sendo uma avaliação processual, contínua e online, permitindo um olhar individualizado ou coletivo para o seu devido acompanhamento no AVA.

As modalidades de avaliação (diagnóstica, somativa e formativa) em conjunto são definidas como avaliação em movimento que possibilitam “uma articulação entre o real e o possível, entre os objetivos previstos e os alcançados, e que deve considerar o contexto atual, que é multidisciplinar, hipertextual e multimidiático” [8].

Estudos da área que apresentam os modelos e tipos de avaliação, indicam que estes são baseados no construtivismo. Independentemente do modelo ou tipo, na avaliação da aprendizagem na educação online deve prevalecer a divulgação dos critérios, conforme justificado na fase organizativa-procedimental, definida por [2] ao aluno, de como será feita sua execução, diminuindo assim, o “poder” do avaliador, tornando o processo avaliativo natural [8].

B. Técnica de Análise de Conteúdo

A análise de conteúdo de um texto das mensagens constitui-se em uma importante referência no âmbito avaliativo, sendo possível a verificação profunda da pertinência do texto em relação ao objeto de conhecimento. Estudos revelam, a partir do mapeamento dos conteúdos em interações no AVA, a categorização de quatro dimensões dos constituintes do sujeito nesses ambientes, são eles: cognitiva, tecnológica, social e afetiva [4].

O diálogo que é trabalhado na análise de conteúdo é a essência para a negociação comunicativa em busca do conhecimento: emerge a necessidade de se pensar em um referencial que possa contribuir com a cultura da avaliação da aprendizagem na educação on-line pautada em pressupostos da negociação comunicativa, que coloca o diálogo como essência em busca do entendimento e acordos coletivos e, principalmente, no feedback processual para melhoria de processos em prol da construção do conhecimento e para a gestão do processo [10].

Pode-se compreender que o uso dos AVA para efetivar o processo de avaliação na educação online, constitui-se num instrumento de socialização. Neste espaço de socialização (com discussão e interação), o diálogo configura-se em um dos princípios do “paradigma comunicacional” enfatizados na

educação online, com discurso argumentativo e estratégias de negociação, acordos, pactuações e aprimoramento avaliativo [10]. [16] afirma que a avaliação é concebida através de "um instrumento de comunicação que facilita a construção dos conhecimentos na aula".

Aos termos "paradigma comunicacional" e "instrumento de comunicação", soma-se a história da análise de conteúdo, que "é essencialmente referencial as diligências que nos Estados Unidos marcaram o desenvolvimento de um instrumento de análise das comunicações; é seguir passo a passo o crescimento quantitativo e a diversificação qualitativa dos estudos empíricos apoiados na utilização de uma das técnicas classificadas sob a designação genérica de análise de conteúdo; é observar a posteriori os aperfeiçoamentos materiais e as aplicações abusivas de uma prática que funciona há mais de meio século" [3].

A análise de conteúdo consiste em "um conjunto de instrumentos metodológicos cada vez mais sutis em constante aperfeiçoamento, que se aplicam a 'discursos' (conteúdos e continentes) extremamente diversificados" [3]. Nesta técnica, tem-se a interpretação do conteúdo controlada, sendo criteriosamente deduzida através da inferência.

Esta interpretação hermenêutica, por ser controlada, se torna válida por conta de processos técnicos bem definidos que servem de suporte para uma análise criteriosa. Nesta técnica, pode-se valer de abordagens tanto quantitativas como qualitativas, esta que se fundamenta na presença (ou ausência) de termos característicos possíveis de denotar inferências e aquela baseada na frequência (repetição) de certos fragmentos que dão características ao conteúdo de um texto [3].

A técnica de análise de conteúdo é hoje, um instrumento bastante relevante na apuração dos conteúdos gerados na educação online, tornando-se um dos instrumentos mais relevantes no auxílio da avaliação da aprendizagem [21].

C. Instrumentos para avaliação

Há vários AVA colaborativos de aprendizagem, contendo instrumentos capazes de efetivar a avaliação do aluno, pode-se citar: TelEduc, Cyberg, Carnegie Mellon University, WebCt, TopClass, ClassNet, AulaNet, Smart Hyperlearning Meter System, HotPotatoes, Question Mark, AvalWeb, Moodle, Autor, entre outros, sendo a maioria destes, imbuídos não só de melhorar os instrumentos já existentes, mas também de superar as formas tradicionais de avaliação. A grande maioria destes ambientes busca ampliar e aperfeiçoar seus recursos de interatividade e comunicacionais, a fim de contemplarem uma avaliação integral de uma forma construtiva, considerando amplamente os aspectos qualitativos [9].

Os primeiros instrumentos capazes de avaliar em AVA foram: o *Learning Environment Inventory* (LEI), o *Classroom Environment Scale* (CES), o *My Class Inventory* (MCI) e o *Class Activities Questionnaire* (CAQ) [1]. Os AVA, em sua maioria "disponibilizam recursos e serviços que permitem coletar informações sobre as necessidades e características dos

alunos, sobre o processo de aprendizagem dos mesmos como um todo, e também individualmente. Cabe aos professores propor diferentes atividades de avaliação com criatividade, inovando nos procedimentos de acordo com a turma, os objetivos pedagógicos, os prazos, a finalidade daquela avaliação". [8]

Os AVA dispõem tanto internamente quanto externamente, uns com mais e outros com menos precisão, instrumentos para avaliação da aprendizagem, como exemplo: testes online, sistema de rastreamento e análise de textos, registros de informações geradas pelos chats, registros de informações em fóruns, testes personalizados entre outros.

Entre os instrumentos externos ao AVA para o apoio a avaliação, tem-se o software Tropes (<http://www.semantic-knowledge.com/download.htm>), criado em 1994, pela *Semantic Knowledge*. O Tropes é um software livre, para mineração de dados capaz de ser aplicado em grandes volumes de textos, contando com recursos de sumarização e classificação da análise sintático-semântica, garantindo pertinência e qualidade na análise do texto [17].

Para que a indexação automática de um software seja feita de forma satisfatória, é preciso que ele seja capaz de analisar um texto considerando os critérios sintáticos e semânticos. Na Fig. 1, observa-se uma árvore sintagmática, contendo sintagmas de nome, de adjetivo, de verbo, de preposição e de advérbio. Essas expressões conferem regras que inferem relação de dependência, estabelecendo um grau de subordinação para os outros sintagmas [6].

No exemplo da Fig. 1, o software precisa identificar um núcleo, já que *Christiano* e *vitória* são núcleos dos sintagmas nominais, diante das funções sintáticas é definido que *Christiano* é sujeito e *vitória* é objeto indireto.

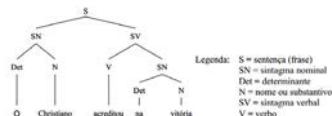


Fig. 1. Árvore Sintagmática [6]

O software Tropes conta com um gestor ontológico de linguagem natural, conforme visualizado na Fig. 2, contendo sumarização, classificação semântica, análise qualitativa e descoberta do conhecimento, compoando um gerenciador de Thesaurus¹ inteligente, baseado em redes semânticas e tecnologias de análise de texto em linguagem natural, apoiados com várias classificações prontas para uso [19].

O software Tropes foi projetado para ajudar a enfrentar os grandes volumes de textos existentes, principalmente na web. Além da versão em inglês, o francês e o espanhol, conta também com outros idiomas, inclusive o português [19]. As suas principais características são: aceleração da leitura, análise profunda e objetiva, extração de informações relevantes entre outros, incorporado com tecnologia de análise de texto,

¹ "O thesaurus é um instrumento que reúne termos escolhidos a partir de uma estrutura conceitual previamente estabelecida e destinados à indexação e à

recuperação de documentos e informações num determinado campo do saber." [7].

utilizando dicionário com centenas de milhares de classificação semântica e técnicas de análise confiáveis resultados de anos de pesquisa científica, destaca-se por ser um software livre (sem custos financeiros) e de fácil utilização.



Fig. 2. Componentes do Gestor Ontológico do Tropes [19]

III. METODOLOGIA

Este estudo foi desenvolvido seguindo as seguintes etapas de execução: levantamento bibliográfico – reflexão sobre os temas avaliação da aprendizagem em educação online, técnica de análise de Conteúdo e instrumentos para avaliação em documentos científicos que relacionassem seus contributos; identificar um software que incorporasse a técnica de análise de conteúdo a fim de tornar-se um instrumento para auxiliar a avaliação da aprendizagem de um fórum de discussão no AVA – foi encontrado e aplicado o software Tropes no Fórum 1 da disciplina de doutorado intitulada “Avaliação da aprendizagem no contexto da educação presencial e a distância”, contando com a participação/interação de um professor e seis alunos, exposto no AVA – Moodle, ao longo de um semestre no ano letivo de 2015.2, contendo assuntos pertinentes as dúvidas dos alunos no tocante principal sobre avaliação da aprendizagem; após a execução das etapas anteriores, foram relatados os resultados e as discussões provenientes da aplicabilidade do software Tropes no Fórum 1 da disciplina, elucidando as suas principais relações com os temas fundamentados, gerando suas contribuições a pesquisa abordada.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As ideias apenas surgem a partir da participação em redes de conversação, sendo que as palavras não são pacotes (representações), mas sim, nós de coordenações consensuais de ação e detêm sentidos ou significados nas condutas e emoções. Para que isso seja possível, as tecnologias tem papel ativo nas configurações destas redes de conversação [14].

Na discussão virtual assíncrona, a exemplo do fórum e das listas de discussão, a avaliação é altamente reveladora no tocante aos níveis de aprendizagem, pois os estudantes tem a oportunidade de ler as respostas dos colegas, por conseguinte, elaborando uma resposta mais preparada para respondê-la, contendo muito mais conteúdo [11].

Em um estudo com o uso das redes de computadores (internet), para emergir redes de conversações em instituições, pelo uso das TIC [14], foi feita análise, através de uma lista de discussão, sobre uma produção escrita por professores e estudantes.

Nesta análise, foram identificadas frequência de apreciações avaliativas, tendo sido formuladas a partir da própria conversação entre os participantes. A partir deste momento, conseguiu-se categorizar e descrever minuciosamente, quatro tipos de analisadores: 1) *avaliação do processo de aprendizagem quanto aos aspectos teóricos*: questionamentos dos conceitos e posição das pessoas frente aos mesmos; 2) *avaliação do processo de aprendizagem quanto a contextos mais amplos*: reflexões das pessoas sobre suas experiências profissionais, pessoais, reflexões futuras etc; 3) *avaliação quanto ao uso do acoplamento tecnológico*: referências ao próprio acoplamento tecnológico; 4) *avaliação quanto à interação entre participantes no grupo* [14].

A fim de garantir as apreciações avaliativas, contidas no estudo de [14], este estudo terá como base para definir se a aplicação do software Tropes no Fórum 1 da disciplina de “Avaliação da aprendizagem no contexto da educação presencial e a distância”, do 2º semestre de 2015 no AVA – Moodle, contemplará as quatro categorias definidas pela autora, como “regras” de subsídios avaliativos.

O fórum foi iniciado em 14 de janeiro de 2016 e sua última mensagem foi posta em 19 de abril de 2016. Ele contou com 40 postagens, tendo como atividade principal: “pesquisar na rede artigos sobre avaliação da aprendizagem, elaborar um mapa conceitual, disponibilizar no fórum e expor seu comentário sobre os artigos pesquisados”.

A partir de agora foi aberto e utilizado o Tropes na versão especial 7.2.3 em Português. Importante destacar, que não houve nenhum tipo de conversão e/ou modificação manual, apenas o arquivo foi salvo no editor de texto, na extensão .txt, e aberto normalmente no software Tropes.

Serão apresentadas as telas do software, permitindo fazer as devidas referências relacionadas as categorias de [14]:

1) *avaliação do processo de aprendizagem quanto aos aspectos teóricos*: questionamentos dos conceitos e posição das pessoas frente aos mesmos;



Fig. 3. Tela do Tropes, com o gráfico estrela - sintagma-verbo avaliar

Verifica-se na Fig. 3 que os excertos (2) retirados no fórum, sobre o verbo avaliar, refletiram quantitativamente em 14 ocorrências (1) e graficamente a filtragem foi revelada, qualitativamente, pelo tipo estrelas (3).

Ficaram aqui evidenciadas e contempladas as características desta categoria que expressam a aprendizagem a partir dos aspectos teóricos. Apenas, como exemplo, no verbo “avaliar”

resultando em 14 ocorrências no fórum, foi revelada às posições, inclusive conceituando segundo [13], [20] (2) e questionamentos dos alunos como exemplo: "Então, como avaliar uma turma de 30-40 estudantes que pensam de maneiras diferentes...?" (2).

2) avaliação do processo de aprendizagem quanto a contextos mais amplos: reflexões das pessoas sobre suas experiências profissionais, pessoais, reflexões futuras etc;



Fig. 4. Tela do Tropes, com o gráfico esferas - sintagma-nome_humana

Verifica-se na Fig. 4, que os excertos (2) retirados no fórum, sobre a referência vida humana, refletiram quantitativamente em 270 ocorrências (1) e graficamente a filtragem foi revelada, qualitativamente, pelo tipo esferas (3).

Ficaram aqui evidenciadas e contempladas as características desta categoria que expressam a aprendizagem a partir dos contextos mais amplos: pessoais, profissionais e reflexões futuras. Como exemplo, na referência "aprendizagem" resultando em 270 ocorrências no fórum, foram reveladas reflexões futuras e pessoais pelo ambiente pelos alunos, pode-se citar a mensagem "Torna-se necessário repensarmos o atual modelo que temos nas práticas avaliativas e buscarmos sua superação" e pelas relações das palavras política, meio-ambiente, urbanismo contido no gráfico (2).

3) avaliação quanto ao uso do acoplamento tecnológico: referências ao próprio acoplamento tecnológico;



Fig. 5. Tela do Tropes, com o gráfico atores - sintagma-nome aprendizagem

Verifica-se na Fig. 5, que os excertos (2) retirados no fórum, sobre a referência aprendizagem, refletiram quantitativamente em 57 ocorrências (1) e graficamente a filtragem foi revelada, qualitativamente, pelo tipo atores (3). Foram evidenciadas e contempladas as características desta categoria que expressam a aprendizagem quanto ao uso do acoplamento tecnológico que os

alunos estão envolvidos. Como exemplo, na referência "aprendizagem" resultando em 57 ocorrências no fórum, foi revelado os questionamentos sobre o uso das TIC no AVA pelos alunos, pode-se citar as mensagens: "Testando a ferramenta" e "Pessoal, estou tendo dificuldades em redimensionar a figura para as dimensões exigidas no Moodle (500kb)" (2).

4) avaliação quanto à interação entre participantes no grupo



Fig. 6. Tela do Tropes com gráfico repartição - interação dos participantes

Verifica-se na Fig. 6, os excertos (2) retirados no fórum, sobre a interação dos participantes. Ficaram aqui evidenciadas e contempladas as características desta categoria que expressam a aprendizagem quanto à interação entre os alunos, através dos verbos factíveis, que representaram 72,4% (1) de todos os verbos no fórum, com 406 aparições. Como exemplo, foi revelado as interações entre os participantes, pode-se citar a mensagem: "Apresentem suas dúvidas em relação ao mapa conceitual que criei" (2).

Foi possível trabalhar com o software Tropes, no qual se revelou, mesmo não tendo utilizado todos os seus recursos, um instrumento capaz de auxiliar na avaliação da aprendizagem em um fórum de discussão. Rapidamente é possível extrair informações sobre uma quantidade muito grande de texto.

Foi possível demonstrar que através do acoplamento das TIC nos ambientes tecnológicos, há uma fertilidade e ampliação de questionamentos, proporcionando exercício constante de autoria no coletivo. Essa rede se incrementa e atualiza no conversar e no emocionar de uma ecologia cognitiva acoplada às tecnologias sendo transmitidas por um modo institucional de operação.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mesmo sendo implementada através instrumentos que possibilitam, de forma automática, a coleta de dados para avaliação, a avaliação em EaD precisa ser reflexiva, crítica e emancipatória, só assim, é possível a obtenção da qualidade, da conscientização e do comprometimento da avaliação [1]. Por isso esse instrumento é apenas um auxiliar ao professor que com a função de pesquisador/investigador busca subsídios para cumpri-la com a missão de avaliar a aprendizagem do aluno em uma educação online.

Ficaram evidenciadas também neste estudo, que se fazem necessárias novas propostas para avaliação na educação online. Pois, apesar de que se tenham muitas ferramentas para este fim e que estas prometam superar as formas tradicionais de

avaliação, porém, além de serem em sua grande maioria pagas e complexas, se detêm apenas na análise de dados de forma quantitativa.

Também ficou explícito que o tipo de avaliação mais recorrente e utilizada, para a educação online, é a formativa, tendo como principal base de fundamentação pedagógica o construtivismo. Notadamente esse instrumento é de caráter avaliativo processual conforme foi abordado ao longo da fundamentação teórica, sendo a avaliação mais recorrente pelos AVA. Fica evidenciado, mesmo tendo aplicado apenas 40 mensagens, que o software apresenta muita facilidade e clareza no objetivo de fornecer subsídios para avaliar.

Nestes ambientes são oferecidos meios capazes de emergir avaliações das habilidades metacognitivas, assim como, das estratégias de aprendizagem e do histórico das mudanças ocasionadas pelo desempenho dos estudantes durante o curso. É possível também identificar dois aspectos significativos da avaliação de cursos online, a primeira é a avaliação da aprendizagem e a segunda é a avaliação do desempenho dos participantes [11].

Os instrumentos para avaliar necessitam, através de um planejamento capaz de conduzir estrategicamente e de forma diferenciada a trajetória do aluno em uma educação online, segundo seu modelo de curso (semipresencial, mistos entre outros), contemplar as aptidões particulares de cada estudante no tocante a sua execução em um processo avaliativo, tendo o professor a missão de definir instrumentos com mais isonomia entre todos os participantes, sem privilegiar uns e outros não, já que em um AVA, encontram-se várias e diferentes ferramentas para esta execução.

Por fim, os instrumentos de avaliação precisam ser considerados não como instrumentos finalizadores do ato de avaliar, conforme considera [13], mas sim, instrumentos que possibilitam a coleta de dados para uma avaliação, cada vez mais, dinâmica, integral e em movimento.

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa contou com o apoio da cooperação técnica FAPEAL/CAPEL.

REFERÊNCIAS

- [1] AMARAL, M. A.; ASSIS, K. K.; BARROS, G. C. (2009). Avaliação na EaD: contextualizando uma experiência do uso de instrumentos com vistas à aprendizagem. In: IX Congresso Nacional de Educação - Educere, Curitiba, 2009. Anais... Curitiba: Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2009, p. 4477-4488.
- [2] ARREDONDO, S. C. (2002). Didáctica de la evaluación. Hacia una nueva cultura de la evaluación educativa. In: Compromisos de la evaluación educativa. Madrid: Pearson Education, S. A, 2002. p. 1-33.
- [3] BARDIN, L. (2011). Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70, 2011.
- [4] BEHAR, P. A. (2009). Modelos pedagógicos em educação a distância. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- [5] BITENCOURT, B. M.; SEVERO, M. B.; GALLON, S. Avaliação da aprendizagem no ensino superior: desafios e potencialidades na educação a distância. Revista Eletrônica de Educação, v. 7, n. 2, p. 211-226, 2013.
- [6] BORGES, G. S.; MACULAN, B. C.; LIMA, G. A. (2008). Indexação automática e semântica: estudo da análise do conteúdo de teses e dissertações. Revista Informação & Sociedade: Estudos, João Pessoa, v. 18, n. 2, p. 181-193, mai/ago. 2008.
- [7] BRASIL. (2011). Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. O que é Thesaurus? Brasília, 2011. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/o-que-e-o-thesaurus>. Acesso em: 02 maio 2016.
- [8] CAMPOS, M. B. (2010). Os desafios do planejamento e da prática de avaliação em ambientes on-line. In: GRILLO, M. C.; GESSINGER, R. M. (orgs.). Porque falar ainda em avaliação? Porto Alegre: EDIPUCRS, 2010, p. 51-61.
- [9] POLAK, Y. N. (2009). A avaliação do aprendiz em EAD. In: LITTO, F. M.; FORMIGA, M. (orgs.). Educação a distância: o estado da arte. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2009, p. 153-160.
- [10] GARCIA, R. P. (2013). Avaliação da aprendizagem na educação a distância na perspectiva comunicacional. Cruz das Almas: Editora UFRB, 2013.
- [11] LAGUARDIA, J.; PORTELA, M. C.; VASCONCELLOS, M. M. (2007). Avaliação em ambientes virtuais de aprendizagem. Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 33, n. 3, p. 513-530, set./dez., 2007.
- [12] LAPA, A.; PRETTO, N. L. (2010). Educação a distância e precarização do trabalho docente. Em Aberto, Brasília, v.23, n. 84, p. 79-97, nov. 2010.
- [13] LUCKESI, C. C. (2011). Avaliação da aprendizagem componente do ato pedagógico. São Paulo: Cortez, 2011.
- [14] MARASCHIN, C. (2010). A autoria como um modo de viver no conversar. In: VALENTINI, C. B.; SOARES, E. M. (orgs.). Aprendizagem em ambientes virtuais: compartilhando ideias e construindo cenários. Caxias do Sul: Educas, 2010, p. 108-125.
- [15] MIRANDA, G. S. (2015). Tecnologia, interação e interatividade: desafios para o docente em ambientes virtuais de aprendizagem. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade do Vale do Sapucaí, 2015.
- [16] QUINQUER, D. (2003). Modelos e enfoques sobre avaliação: o modelo comunicativo. In: BALLESTER, M. et al. Avaliação como apoio à aprendizagem. Porto Alegre: Artmed, 2003. p. 15-22.
- [17] RIOS, F. L.; JANISSEK-MUNIZ, R. (2014). Uma proposta de relação de requisitos funcionais para um software de apoio ao processo de inteligência. Revista Read, Porto Alegre, v. 78, n. 2, p. 425-460, mai/ago. 2014.
- [18] ROCHA, E. F. (2014). Avaliação na EaD: estamos preparados para avaliar? ABED. 2014. Disponível em: <http://www.abed.org.br/arquivos/Avaliacao_na_EaD_Emliton_Rocha.pdf>. Acesso em 04 abr. 2015.
- [19] SEMANTIC KNOWLEDGE: TROPES. (2016). Disponível em: <http://www.semantic-knowledge.com/tropes.htm?>. Acesso em: 01 maio 2016.
- [20] SILVA, M. (2006). O fundamento comunicacional da avaliação da aprendizagem na sala de aula online In: SANTOS, E. (Orgs.), Avaliação da aprendizagem em educação online. São Paulo: Edições Loyola, 2006.
- [21] SILVA, A. C.; LEITE, L. S.; SILVA, C. M. (2009). Avaliação da aprendizagem em ambientes virtuais: é possível inovar? Revista Meta: Avaliação, Rio de Janeiro, v. 1, n. 2, p. 237-248, mai/ago. 2009.

“Fale bem” ou “reclame” de seu professor: uma contribuição da Mineração de Dados Educacionais nas avaliações das práticas docentes

Fábio de Paula Santos
IFSP/CPS/Mackenzie
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
Salto-SP, Brazil
fabio.santos@ifsp.edu.br

Carla Pineda Lechugo
Faculdade de Tecnologia de Itu
CPS-Centro Paula Souza
Itu-SP, Brazil
carlalechugo@gmail.com

Ismar Frango Silveira/Mackenzie
Universidade Presbiteriana Mackenzie
Mackenzie
São Paulo, Brazil
ismarfrango@gmail.com

Abstract—This paper is part of doctoral thesis that aims to propose a model and your posterior application of data mining techniques in a set of students answers collected during a Teacher Evaluation. Therefore, the authors propose an Institutional Teaching Evaluation model that applies, among others, the Sentiment Analysis to identify which teaching practices are positive or negative from the perspective of students from Higher Education Institution. Differently than the current Institutional Evaluation models, that starting from their evaluators' assumptions, this model allows the answers about best pedagogical practices are discovered by Educational Data Mining, looking to find new categories of analysis in the discourse of these students and contribute to becomes more effective the Teachers Evaluation and promote reflections about teaching practices.

Keywords—Sentiment Analysis; Educational Data Mining; Institutional Evaluation

I. INTRODUÇÃO

Este artigo tem por objetivo propor um modelo, para posterior aplicação, usando técnicas de mineração de dados para analisar as respostas dos alunos obtidas durante uma Avaliação Institucional Docente. O modelo proposto procura facilitar o reconhecimento das categorias que emergiram dos discursos dos alunos com relação a percepção destes sobre a atuação dos professores do Ensino Superior de Tecnologia. A utilização deste modelo contribuirá para que a análise dos dados resultantes de uma Avaliação Institucional Docente se torne mais rápida, e principalmente capaz de provocar uma reflexão imediata sobre as práticas docentes em vigor. Para tanto, os autores propõem um modelo de Avaliação Institucional Docente que aplica, entre outras, a Análise de Sentimentos para identificar quais práticas pedagógicas são positivas ou negativas sob a ótica dos alunos. Diferentemente dos atuais modelos de Avaliação Institucional Docente, que partem de pressupostos de seus avaliadores, este modelo permite que as respostas sobre boas práticas sejam descobertas pelos algoritmos de mineração de dados, além de

mudar a ótica desta Avaliação, tornando o aluno agente ativo deste processo.

II. AVALIAÇÃO

Apontado por Grohmann e Ramos[1], um dos aspectos carentes de estudo é a forma como os alunos avaliam o trabalho dos professores de pós-graduação. Na graduação esta realidade não é diferente e, com base nesta constatação, pergunta-se: Não estará a Educação Superior defasada com relação à necessidade de ouvir os alunos que são os principais *stakeholders* do processo de aprendizagem?[1].

Boa parte das Avaliações Institucionais Docentes no Brasil são apresentadas aos alunos na forma de questões fechadas e isto deve-se à facilidade que este modelo oferece para sua tabulação: respostas fechadas permitem a tabulação dos dados em tempo real, ou seja, assim que o entrevistado responde, o avaliador pode fazer a análise do conjunto das respostas no mesmo instante.

Para exemplificar, pode-se citar o SAI - Sistema de Avaliação Institucional do Centro Paula Souza[2], que destina-se a avaliar anualmente o desempenho de todas as Etecs (Escolas Técnicas de nível médio) e Fatecs (Instituições de nível superior) que, entre outros objetivos estratégicos podemos elencar os itens: “obter a satisfação dos públicos que se relacionam com o Centro Paula Souza” e “alcançar e manter o grau de excelência diante do mercado em seus processos de ensino e aprendizagem” que estão ligados diretamente com a avaliação docente. Neste sistema de avaliação, o desempenho das unidades de ensino (Etecs e Fatecs) é expresso por indicadores agregados, construídos a partir de um sistema de pontuação aplicado às respostas da comunidade escolar a questões de modelos específicos para cada segmento (alunos, professores, pais, etc.).

As questões apresentadas aos alunos são categorizadas através de dimensões que agrupam os indicadores. Questões que envolvem ações pedagógicas e de gestão que se relacionam

diretamente à aprendizagem dos alunos recebem uma pontuação maior para refletir a missão do Centro Paula Souza que privilegia ações com maior impacto na aprendizagem, para isso, cada questão apresentada aos alunos é pontuada conforme este critério.

Todas as questões são fechadas e pré-determinadas pela Instituição. Por exemplo, dentro da área "acompanhamento e avaliação de aprendizagem" da dimensão "desempenho escolar" ao aluno é perguntado: "Em sala de aula, os professores dão atenção individual quando você e seus colegas apresentam dificuldades para acompanhar os conteúdos que estão sendo tratados?". E para esta questão é permitida somente as seguintes alternativas: "sim, todos; sim, grande parte deles; sim, alguns; não".

III. MINERAÇÃO DE DADOS EDUCACIONAIS

Segundo Silva [3], a Mineração de Dados pode ser definida como um processo automático ou semiautomático para explorar analiticamente grandes bases de dados, com a finalidade de descobrir padrões relevantes e importantes para embasar o conhecimento do usuário final (geralmente tomadores de decisão). Denominadas também de técnicas de Data Science ou de Data Mining, elas procuram encontrar padrões inesperados nos dados (padrões não óbvios) e desta forma, ir além do que já é conhecido pelo usuário. Para alcançar tais objetivos, as ferramentas de Mineração de Dados aplicam uma ou mais técnicas de Inteligência Artificial e de Estatística (entre elas a Análise de Regressão, Clusterização e Análise de Séries Temporais). Uma das especializações da Mineração de Dados é a Mineração de Dados Educacionais (MDE), que é um campo emergente que aplica técnicas de Mineração de Dados oriundos de ambientes educacionais a fim de descobrir padrões ou evidências científicas sobre estudantes e formas de aprendizagem. A MDE utiliza um ciclo iterativo na formação de hipóteses, nos testes e nos refinamentos necessários.

O crescimento do volume de dados educacionais em diferentes e heterogêneas origens de dados levou a necessidade de pesquisas com o foco e objetivos específicos que foram elencados por Jindal e Borah [4] e divididos em objetivos acadêmicos e administrativos. Os objetivos acadêmicos da MDE envolvem informações orientadas para pessoas (estudantes, professores), orientada para os departamentos e instituições (novos cursos, adequação às novas demandas) e orientadas ao domínio (relativo a uma determinada área de atuação). Os objetivos administrativos são relacionados à gestão, como por exemplo, ações de infraestrutura escolar. E finalmente, os métodos de MDE podem ser divididos em dois grupos: os orientados para verificação (estatísticas, teste de hipótese, análise de variância, etc.) e os orientados à descoberta (predições, classificação, análise de clusterização, redes neurais, web mining, etc.), no entanto, segundo Baker[5], as técnicas diferem frequentemente das técnicas da mineração de dados tradicionais, pois devem explorar níveis de hierarquia e organização dos dados educacionais.

Em um projeto de MDE sobre como os alunos escolhem *softwares* educacionais, pode ser útil considerar de forma simultânea, dados sobre como este aluno tecla, de como ele

responde às questões, qual o nível de conhecimento daquele aluno acerca da ferramenta de software, entre outras. Questões como tempo, a sequência de captura dos dados e o contexto em que esta coleta foi aplicada, tem um papel importante no estudo de dados educacionais [5].

IV. ANÁLISE DE SENTIMENTOS

Em termos da compreensão da linguagem natural, a Análise de Sentimentos é considerada como uma importante subárea da Análise Semântica com o objetivo de identificar não somente os assuntos que as pessoas falam e seu sentimento sobre esses assuntos mas também se propõe a identificar características de um texto de acordo com um assunto específico, analisando e classificando-os em subgrupos pré-definidos, como sentimentos e emoções (feliz, triste), polaridade (positivo, negativo) ou em qualquer outro contexto previamente definido [6].

A popularidade do tema se inicia a partir do advento das redes sociais, onde várias *startups* (pequenas empresas de tecnologia) surgiram para o desenvolvimento de ferramentas e estratégias para a extração de sentimentos em textos.

A Análise de Sentimentos pode ser realizada através de diversas abordagens e que podem ser subdivididas em duas grandes áreas: técnicas de Aprendizagem de Máquina e das abordagens baseadas em Léxico.

A teoria de Aprendizagem de Máquina é baseada nos princípios do aprendizado indutivo (AI), onde modelos são determinados a partir de um conjunto de dados ou representações de experiências [7]. Normalmente, o aprendizado indutivo é implementado por algoritmos que processam um conjunto de dados e extraem um modelo capaz de explicar ou representar os dados sob algum aspecto. Esse modelo pode ser usado para explicar ou representar um novo dado (do mesmo domínio do conjunto de dados iniciais), que é apresentado a posteriori. Modelos de Aprendizagem de Máquina podem ser supervisionados ou não-supervisionados. No primeiro modelo, os algoritmos ajustam parâmetros de um modelo a partir do erro medido entre respostas obtidas e esperadas. No segundo, os parâmetros de um modelo são ajustados com base na maximização de medidas de qualidade das respostas obtidas [8].

Nos métodos baseados em léxico é criado um dicionário de palavras com sua orientação semântica conhecida (positiva, negativa ou neutra sobre o assunto) para realizar a classificação do documento, opinião ou frase. Nos métodos baseados em corpus, faz-se uso de técnicas sintáticas ou estatísticas, como a verificação da ocorrência concomitante de palavras com outras que já possuam sua orientação semântica conhecida

V. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Na tentativa de ampliar o leque de dimensões a serem consideradas por uma Avaliação Institucional, em especial, a Avaliação Docente - e mais precisamente, as práticas pedagógicas dos professores - este modelo propõe utilizar a Mineração de Dados Educacionais e a Análise de Sentimentos para obter novas (ou confirmar as já existentes) dimensões de análise das práticas docentes com base na percepção dos alunos, a partir da enquête proposta de forma aberta através de dois quadros onde o aluno deve falar "bem" ou "reclamar" de seus

professores. Na sequência, inicia-se o processo de Mineração destes dados, com o objetivo de identificar categorias de análise que os alunos acham mais relevantes nas práticas docentes e também identificar a orientação semântica das respostas dos

alunos em relação ao seu corpo docente, ou seja, se elas são positivas ou negativas em relação à suas práticas pedagógicas.

No modelo apresentado na Fig.1 pode-se identificar cinco etapas principais:

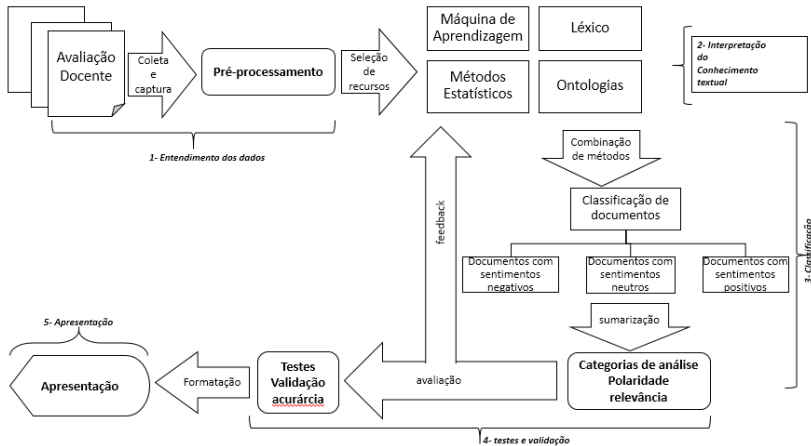


Fig. 1. Modelo de Mineração de Dados Educacionais para Avaliação Institucional Docente

Etapa de entendimento dos dados: Extraídos das ferramentas de coleta de dados (em formulários impressos ou eletrônicos), as opiniões dos alunos passam por algumas tarefas de pré-processamento e de limpeza de dados. Dentre as tarefas desta fase, podemos citar as atividades de tokenização, remoção de palavras não discriminantes, stemização, entre outras.

Etapa do conhecimento textual: Nesta fase os tokens obtidos no pré-processamento são transformados em vetores de entrada para os algoritmos de Análise de Sentimento e diversas abordagens serão utilizadas: Aprendizagem de Máquina, léxicos ou dicionários, ontologias e abordagens estatísticas (citadas no capítulo IV).

Classificação: As opiniões dos alunos são agrupadas por categorias de análise, levantadas através de métodos estatísticos, o que devem permitir o surgimento de novas categorias de análise das práticas docentes que não são contempladas sob a ótica atual (a do avaliador). A sumarização será responsável por identificar as categorias mais abordadas pelos alunos.

Testes e validação: Onde será definida a acurácia do modelo. Não atingido um certo nível de acurácia, o processo é refeito.

Apresentação: Finalmente, se os resultados atingirem o nível de acurácia satisfatório, eles serão exibidos da forma mais amigável através de ferramentas de visualização de dados.

Para apurar a acurácia deste modelo, os resultados obtidos serão confrontados com os resultados obtidos em uma pesquisa de Avaliação Institucional Docente realizada em uma Instituição de Ensino Superior Tecnológico, onde não foram usados modelos estatísticos e de mineração de dados[9]. Através desta comparação, espera-se que novas categorias de análise das práticas pedagógicas possam surgir, mas também espera-se encontrar, de forma automática, as mesmas categorias que foram levantadas de forma "manual".

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Cada vez mais as Instituições de Ensino Superior são pressionadas para aumentar seus índices de qualidade e diminuir a evasão escolar. Testes padronizados para a verificação da aprendizagem dos concluintes, tal como o ENADE (Exame Nacional de Desempenho do Estudante) tornam-se cada dia mais importantes para a verificação desta qualidade de ensino. Com relação à evasão escolar, não há nas Instituições de Educação Superior nenhum instrumento que detecte formalmente as razões pelas quais o aluno abandona a escola, e esses motivos não identificados, acabam por não contribuir com o processo de melhoria da aprendizagem do aluno. Portanto, a identificação e a organização destes dados com relação as satisfações e as insatisfações dos alunos se tornam tão necessária. Além disso, o gerenciamento destes dados em tempo real, permite que os

gestores tomem decisões rápidas e efetivas para corrigir eventuais erros no processo de ensino e aprendizagem.

Através desta pesquisa, espera-se divulgar o uso de técnicas de Mineração de Dados Educacionais, em especial a aplicação da Análise de Sentimentos em Avaliações Institucionais Docentes. Com isso, pretende-se demonstrar a riqueza de análises não-amostrais que, a partir de todas as respostas dos alunos, e sem nenhum formato pré-concebido por parte do avaliador, possibilita aos professores e gestores identificar quais práticas pedagógicas são consideradas boas e quais não são sob a ótica dos alunos. Também busca-se contribuir com possíveis novas categorias de análises, que são importantes para a avaliação do trabalho docente. A relevância desta pesquisa está em ouvir principalmente os alunos e fazer com que eles tenham sua participação ampliada nas discussões sobre os rumos da Educação Superior a partir das mudanças nas práticas pedagógicas dos professores. Desta forma os alunos deixam de ser meros espectadores para se tornarem protagonistas na reconstrução dos modelos e dos papéis do professor e também dele próprio dentro da Instituição.

Porém, as experiências positivas e negativas reportadas pelos alunos, não retira do professor e da Instituição a autoridade e responsabilidade da análise e da tomada de decisão, até porque o objetivo da MDE em uma Avaliação Institucional Docente, não objetiva "entender" os alunos para "atendê-los", mas sim, de compreender a realidade que *temos* na Educação Superior para refletir sobre que (alunos – professores - Instituição) queremos.

REFERENCIAS

- [1] M. Z. Grohmann e M. S. Ramos, "Competências docentes como antecedentes da Avaliação De Desempenho do Professor: Percepção de mestrandos de administração", *Avaliação Rev. da Avaliação da Educ. Super.*, vol. 17, p. 65–86, 2012.
- [2] CENTRO Paula Souza, *SAI – Sistema de Avaliação Institucional Centro Paula Souza: Fundamentos Teórico-Metodológicos*. São Paulo, 2014.
- [3] L. A. da Silva, *Mineração de dados: uma abordagem introdutória e ilustrada*. São Paulo: Editora Mackenzie, 2015.
- [4] R. Jindal e M. D. Borah, "A Survey on Educational Data Mining and Research Trends", *Int. J. Database Manag. Syst.*, vol. 5, n° 3, p. 53–73, 2013.
- [5] R. S. J. D. Baker, "Data mining for education", *Int. Encycl. Educ.*, vol. 7, p. 112–118, 2010.
- [6] B. Liu, *Sentiment Analysis*. New York City, USA: Cambridge University Press, 2015.
- [7] S. M. Peres, T. Rocha, H. H. Biscaro, R. C. B. Madeo, e C. Boscaroli, "Tutorial sobre Fuzzy-c-Means e Fuzzy Learning Vector Quantization: Abordagens Híbridas para Tarefas de Agrupamento e Classificação", *Rev. Informática Teórica e Apl.*, vol. 19, n° 1, p. 120–163, 2012.
- [8] L. F. Brunialti, V. Freire, S. M. Peres, e C. A. M. Lima, "aprendizado de máquina em sistemas de recomendação baseados em conteúdo textual uma revisão sistemática", in *XI Brazilian Symposium on Information System*, 2015.
- [9] C. P. Lechugo, "A Educação Tecnológica: sua história, seus professores e a percepção dos alunos sobre as práticas pedagógicas", Universidade de Sorocaba, 2016.

Recommender system to identify students with learning deficiencies in assessments

Manuel J. Ibarra, Crisithian Serrano

School of Informatics and Systems Engineering
Micaela Bastidas National University of Apurímac
Apurímac, Peru
{manuelibarra, cristhians}@gmail.com

Ángel F. Navarro

School of Systems Engineering,
Jose Maria Arguedas National University of Apurímac
Apurímac, Peru
{angelmr22}@gmail.com

Abstract—Find areas and indicators of achievement where students need to reinforce their knowledge is a difficult task for teachers in schools. This article presents a decision-making support system that allows teachers to identify students with poor academic performance. The strategy is a Matrix Based Recommender System to rate assessments and share the results using statistical graphs. To validate this proposal we used focus group and daily meetings methodologies. The proposed strategy was tested in UGEL07-Lima-Perú with 135 schools and 25491 students in evaluation process. The evaluation results show that teachers agree with the proposed strategy, because it allows them to have assessment information everywhere and at every time. The results also highlight that using the tool users can have visual information in real time. Furthermore, the information shared through the application improves decision-making on corrective actions for poor academic performance in evaluated areas.

Keywords—Learning Assessment, Decision Making, Data Visualization, Recommender System, Excel VBA

I. INTRODUCTION

The Education Act No 23384 governs education in Peru; it is based on the principle of social democracy, which means that everyone has the right to get an education that will contribute to their development.

Each school (IE: Institución Educativa in Spanish) management focuses on "Eight Commitments School Management", considered integral to ensure the students learning. These commitments are expressed in terms of "Indicators" that can identify the IEs that need to intervene, providing the educational community relevant information for decisions making aimed at improving learning. As indicated by the School Management Manual, "the actions of the IE focuses on these commitments, aimed at ensuring progress in learning, retention and completion of the school year (ending) through an agreed plan a favorable climate and a process of support to the teaching practice" [1]. The first commitment mentioned "Annual Progress learning of each and every student of the school", this is one of the more important commitments to improve student's learning process.

To meet the first commitment the IE organize and propose periodically assessments for students; it means, they implement an evaluation culture for students and propose corrective measures for poor academic student performance in the evaluated areas and schools. According to Gonzales et al. [2], an evaluation culture could be defined as the set of values,

agreements, traditions, beliefs and thoughts that an educational community attaches to the action of evaluation. Bolseguf and Fuguet [3] point out that the assessment is a complex and multidimensional process that includes different components: vision, values, behaviors, routines, organizational and social context, past and present experiences, epistemological, theoretical and methodological.

Organizational complexity is very high because the evaluation processes and functions require multi-system collaboration, and has a high reliance on effective information communication among UGEL (in Spanish Unidad de Gestión Educativa), IE, Director, Teachers and therefore faces many challenges regarding pragmatic interoperability such as information collision, policy obstacles, and procedure mismanagement.

Once evaluated, it is necessary to analyze and interpret the results, also is important that data are properly displayed; this topic has been widely discussed by the authors in the area of data visualization [4][5]. Most frequently, a key feature of such an approach is showing relationships between different data groups of a provided statistical selection: in order to compare relative proportions between various indicators [6] [7].

This article presents a strategy to qualify student test primary and secondary level in Math, Communication, Social and Science areas in Educational Institutions of UGEL07, Lima-Peru. The system show the obtained results by statistical charts sharing achievement levels for each student, this information is useful to teachers who can use improvement strategies for underperforming students. In addition, the tool also allows you to display statistical graphs of the results by district, by level, by grade, by area; with this information Directors of UGEL and IE can make decisions to improve student learning.

Section II of this article presents and discusses the works related to recommender system, learning analytics and data visualization; section III explains the design and implementation of the proposed strategy; section IV explains the evaluation methodology used to validate the proposed strategy; finally, section V describes the conclusions and future work.

II. RELATED WORKS

Recommender systems are used for both discovery and filtering assessment data in applications, to assist users in locating interesting information: best students, complicated questions and prioritize information for decision making.

Matrix Factorization are used for Recommender Systems [8] as the Netflix Prize competition has demonstrated, matrix factorization models are superior to classic nearest-neighbor techniques for producing product recommendations, allowing the incorporation of additional information such as implicit feedback, temporal effects, and confidence levels.

Aciar et al. [9] uses consumer product reviews for recommendation and is based on computing the qualities of the features of products, from aggregating reviewers' opinions on these features weighted by the level of reviewers' expertise. User queries of the form "I would like to know if Sony W70 is a good camera, specifically its interface and battery consumption" are required at the input of the presented recommender system. A similar system is presented by Kuroiwa [10]. Since both systems aggregate all opinions on a single item or on its features to one score, neither provides personalized recommendations.

Learning Analytics Dashboards can be considered as a specific class of "personal informatics" applications [11]. These typically support users in collecting personal information about various aspects of their life, behavior, habits, thoughts, and interests [12]. Personal informatics applications help users to improve self-knowledge by providing tools for the review and analysis of their personal history. Self-knowledge has many benefits, such as fostering insight, increasing self-control [13] and promoting positive behavior [14]. Verbert et al. [15] made a research titled "Learning Analytics Dashboard Applications", the article proposes learning analytics dashboards that visualize learning traces for learners and teachers, they made a conceptual framework that helps to analyze learning analytics applications for these kinds of users, then they present their own work in this area and compare with 15 related dashboard applications for learning. [16] Martínez et al investigated the "The LATUX workflow: Designing and deploying awareness tools in technology-enabled learning settings" they present a five-stage workflow to design, deploy and validate awareness tools in technology-enabled learning environments.

Data visualization is a general term that describes any effort to help people understand the significance of data by placing it in a visual context. There are techniques for facilitating data selection in the data transformation process [17][18], techniques for selecting chart type and visual components (e.g., line style, point face, axis range) automatically in the visual mapping process [19][20]; and techniques for changing visual effects to clarify the user's viewpoint and assertion easily [21] in the view transformation process. Matsushita et al. [22] made a research titled "Interactive Visualization Method for Exploratory Data Analysis". They propose an interactive visualization method suitable for exploratory data analysis.

III. THE PROPOSED STRATEGY

Let's consider the following real-world example from the data used in our experiments of Indicators and Weighing provided on items in the Table I: The column "Capacity" represents the ability that the students have to acquire after evaluations; "Indicators of Performance" represents the way of measure of the learning process; "Number of Question" represents the number of items for assessment; "Correct

Answer" Is the correct answer of three possible alternatives (A, B or C) and "Weighing" represents the weighting assigned to each question.

TABLE I. INDICATORS AND WEIGHING FOR SECONDARY LEVEL, FIRST GRADE IN COMMUNICATION AREA

| Capacity | Indicators of Performance | Number of Question | Correct Answer | Weighing |
|--|---|--------------------|----------------|----------|
| Infers the meaning of written texts | Deduce the characteristics and qualities of characters, when is a suggested text | 7 | C | 1 |
| | Deduce the purpose of a text | 3 | B | 1 |
| | Deduces the meaning of words, phrases and sentences with double meaning and figuratively from explicit information. | 8 | A | 1 |
| | | 2 | C | 1 |
| | Explains the intention of the author of the story | 10 | A | 1 |
| | | 19 | B | 1 |
| | Infers cause-effect | 9 | C | 1.5 |
| | | 12 | B | 1.5 |
| | | 17 | A | 1.5 |
| | Reflects on the form, content, and context of the texts | 13 | C | 1.5 |
| 18 | | A | 1.5 | |
| 4 | | B | 1.5 | |
| 20 | | A | 1.5 | |
| Retrieves information from various written texts | Review the purpose of the author of the news | 14 | C | 1.5 |
| | Identify type of text | 6 | C | 0.5 |
| | | 11 | A | 0.5 |
| | | 16 | B | 0.5 |
| | Locate relevant information in the read text | 1 | A | 0.5 |
| 5 | | C | 0.5 | |
| | | 15 | B | 0.5 |

A. The Recommendation Process

The system uses a decision matrix to address multiple criteria and variables in order to analyze the Questions and Indicators for each evaluated area: Mathematics, Communication, Social and Science. The recommendation process has the following steps:

- The UGEL's Director plans the schedule of the exams.
- The UGEL's Director plans the areas (Mathematics, Communication, Social, and Science) and levels (Primary and Secondary) to be evaluated.
- The Education Specialists prepare de Evaluation Matrix:
 - Provides the number of questions (20 questions) and their indicators for each question.
 - Provides the weighting factor for each question (0.5 points, 1 point, 1.5 points).
 - Provides the correct Answer for each question.
- The Education Specialists register in the System the Evaluation Matrix.
- The System process de Evaluation Matrix and perform the rating for each question and each student.
- The System creates and display the Recommendations based on the Evaluation Matrix.

B. Matrix Based Recommender System

Let QT be a Matrix of order $m \times n$, where m : represents the number of students in a grade and section and n represents the number of questions of the assessment; q_1, q_2, \dots, q_n represents each question; t_1, t_2, \dots, t_m represents each student; "0" means

Manuel J. Ibarra, Cristhian Serrano, Ángel F. Navarro. *Recommender system to identify students with learning deficiencies in assessments*

that the student answered incorrectly and “1” means that the student answered correctly the question, as follows.

$$QT_{(m \times n)} = \begin{pmatrix} q_1 & q_2 & q_3 & q_4 & q_5 & \dots & q_n \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & \dots & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & \dots & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} t_1 \\ t_2 \\ t_3 \\ t_4 \\ \vdots \\ t_m \end{pmatrix} \quad (1)$$

Let W be a Matrix of order $1 \times n$, where n : represents the number of questions and w_1, w_2, \dots, w_n represents each weighing for each question; for example, question q_1 has a weighing of 0.5; question q_2 has a weighing of 1, question q_n has a weighing of 1, as shown in (2).

$$W = [0.5 \quad 1 \quad 1 \quad 1.5 \quad 0.5 \quad \dots \quad 1] \quad (2)$$

Then, we multiply each row of QT Matrix by the row of weighing W Matrix. Finally, we have a R Matrix with one column added that represents the total punctuation obtained by each student; for example, first student has a punctuation of $0+1+1+1.5+0.5+1=5$. Moreover, R Matrix has one row added that represents the count of each question that was correctly answered by the students; for example, the first question has 3 students that marked correctly the answer, as shown in (3).

$$R_{(m+1 \times n+1)} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 1.5 & 0.5 & \dots & 1 & 5 \\ 0.5 & 0 & 0 & 1.5 & 0.5 & \dots & 0 & 2.5 \\ 0.5 & 1 & 1 & 1.5 & 0 & \dots & 0 & 4 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0.5 & \dots & 0 & 2.5 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0.5 & 0 & 1 & 0 & 0.5 & \dots & 0 & 2 \\ 3 & 3 & 4 & 3 & 4 & \dots & 1 & \end{pmatrix} \quad (3)$$

The column $(n+1)$ is important, because it is the final punctuation for each student, and the teacher will have to decide the strategy to improve the acknowledge of them. The row $(m+1)$ is important because it is the number students who solved correctly the question.

Let SQ be a Matrix of order $1 \times n$, where n : represents the number of Strategies proposed for questions; and sq_1, sq_2, \dots, sq_n represents each Strategy for each question; for example, sq_1 has a strategy for question q_1 ; sq_2 has a strategy for question q_2 , as shown in (4)

$$SQ = [sq_1 \quad sq_2 \quad sq_3 \quad sq_4 \quad sq_5 \quad \dots \quad sq_n] \quad (4)$$

Let ST be a Matrix of order $k \times 1$, where k : represents the number of strategies proposed for students; and st_1, st_2, \dots, st_k represents each Strategy to be applied to students; for example, st_1 has a strategy for students who reached the “Initiation” level; st_2 has a strategy for students who reached the “In Process” level and st_k has a strategy for students who reached the “Achieved” level, as shown in (5).

$$ST = \begin{bmatrix} st_1 \\ st_2 \\ \vdots \\ st_k \end{bmatrix} \quad (5)$$

For example, in question q_n only one student answered correctly, so in this case, the strategy sq_n has to be applied to improve the level of success of the question (probably question was understandable or very difficult for students). Likewise, student t_m has obtained only 2 points in all answered questions of the assessment (Initiation level), so in this case the Strategy st_1 has to be applied to improve the student knowledge (probably change learning methodology or change type of exercises).

C. System Architecture

The DRE’s server stores the operational data in Mysql database, data is related to each assessment, student’s attribute, the answers marked by the student, the Indicators of each question and so for, it is called the Data Tier. In the Business Tier is located the Web server, which stores php pages and procedures to optimize queries. Presentation Tier shows the Excel File that Teacher will use to fill out the student’s marked answers, then, clicking in a button graphs are activated and updated; then clicking other button, data will be export to “csv” file and send to database; also, the System uses HTML, CSS and JavaScript to decorate and validate webpages of the client side. Fig. 1. shows logical architecture of the proposed tool.

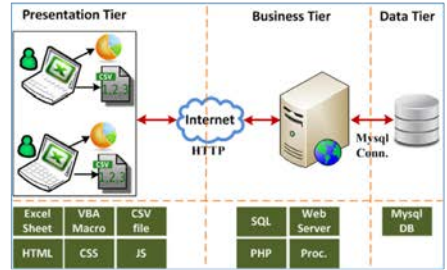


Fig. 1. System architecture

D. Algorithm to process data

To process data and optimize resources, we use an algorithm to rate assessments. It starts having an Excel file as an Input, then, variables are declared. The first loop through each grade, the second loop through section and the third loop through each student’s data. Then data is exported to csv file and send to the server, this stage is important because the speed of internet some areas of Lima is quite slow. The complete algorithm is shown in Fig. 2.

```

Program Assessment;
//INPUT:Excel File
var
listGrades:List; //first,Second,...,Sixth
listSections:List; //A,B,C,D...
listStudents:List; //name
correctAns:List //A,B,A,C,B,...,C
altMarked:List //A,A,C,A,C,...,C
    
```

```

csvFile=File // Comma Separated Values File
Begin
//process Excel Macro to rate each student
For each grade in listGrades
Begin
//rate and graph each grade
For each section in listSections
Begin
For each student in listStudents
Begin
//get alternatives marked by student
altMarked=getAltMarked(student)
//rate students answers
stdsR=AddStdRate(student,altMarked,correctAns)
End
//create graphs considering
//Semaphore Indicators(Red, Orange, Green)
generMathGraph(stdsR)
generCommGraph(stdsR)
generByQuestion(stdsR)
End
//Export data to light format file .csv
csvFile=addToCSVFormat(stdsR)
End
//submit .csv files to the server
submitFileToServer(csvFile)
End.
    
```

Fig. 2. Algorithm to process data

E. Input and data visualization

An Excel File was designed to fill the answers marked by students, as shown in Fig 3. Every question can be marked with “A”, “B”, “C”, “X” (when students mark two or more answers) or “ ” (blank, when a student did not mark any answer). Mathematics, Communication, Social and science have 20 questions, every section has from one to forty-five students approximately and in the *primary* level has six grades and in the *secondary* level has five grades.

| Name | Parent | Grade | Section | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q5 | Q6 | Q7 | Q8 | Q9 | Q10 | Q11 | Q12 | Q13 | Q14 | Q15 | Q16 | Q17 | Q18 | Q19 | Q20 | |
|----------------|--------|-------|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| JORGE SALVADOR | SI | 2 | A | C | B | A | C | B | A | C | B | A | C | B | A | C | B | A | C | B | A | C | B | A |
| OSCAR | SI | 2 | A | C | B | A | C | B | A | C | B | A | C | B | A | C | B | A | C | B | A | C | B | A |
| JUDITHAL | SI | 2 | A | C | B | A | C | B | A | C | B | A | C | B | A | C | B | A | C | B | A | C | B | A |
| MARILYN | SI | 2 | A | C | B | A | C | B | A | C | B | A | C | B | A | C | B | A | C | B | A | C | B | A |

Fig. 3. Sheet to fill answers

Assigning Reached Level. Each test has 20 questions for each area. To determine the level reached by a student, specialists produce distribution of scores, as shown in Table II. For example, if a student gets a score of 5, then, the level acquired is “Initiation”; if a student gets a score of 12, then, the level acquired is “In Process”; and if a student gets a score of 20, then, the level acquired is “Achieved”.

TABLE II. DISTRIBUTION OF REACHED LEVEL ACCORDING TO PUNCTUATION AND COLOR ASSIGNED

| Item | Reached level | Punctuation | Color | Description |
|------|---------------|-------------|--------|-------------|
| 0 | Initiation | 0-10.4 | Red | Red |
| 1 | In Process | 10.5-13.4 | Orange | Orange |
| 2 | Achieved | 13.5-20 | Green | Green |

Example of data visualization

After the teacher fill out the answers, the system uses functions in Excel Macro to rate the assessment. The report shows the number of questions successes by student, for example, student named Ccañahua has nine success questions in Communication area, so the semaphore indicator is red; student named Chiclla has fourteen success questions in Communication area, so the semaphore indicator is green; and Gutierrez has eleven success questions, so the semaphore indicator is orange, see Table III.

TABLE III. STUDENT’S REACHED LEVEL AND SEMAPHORE INDICATOR

| Name | Punctuation (max.20) | Semaphore Indicator | Strategy |
|-----------|----------------------|---------------------|------------|
| Ccañahua | 9 | Red | Strategy 3 |
| Chiclla | 14 | Green | Strategy 1 |
| Gutierrez | 11 | Orange | Strategy 2 |
| Huachaca | 17 | Green | Strategy 1 |

Other data visualization is “Results by question”, in this case the system shows the results in bar type graph, in the “Y” axis shows the number of students that answered correctly the question; in the “X” axis the system shows the label for the “number of question”, “Q1” represents Question 1, “Q2” represents Q2 and so forth. For example, in “Q1” sixteen students answered correctly for Communication Area, in second grade, in primary level, in 2015. See Fig 4.

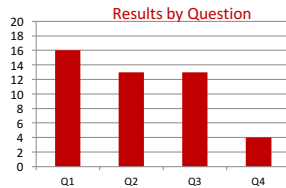


Fig. 4. Results for Communication Area, second grade, 2015

Dynamic reports for UGEL, District, Level and Grade

Dynamic report web tool was designed to facilitate client’s work. Fig. 5 shows the interface to select options for and then execute the report. All options in the combo box are automatically filled by the system according with the data stored in the database. For example, Fig. 5 shows the report for year 2015, for primary level, for Communication area and first grade.

With the selected options, the system process data and then the user has two options to see the report: in “screen” and in “excel format”. Either in screen an excel mode, the user then can print the obtained results.



Fig. 5. Options of report

The system receives the petition and then process the query and finally shows the report as shown in Fig. 6. This report has two parts, the first one shows the processed data in "table mode" and the second one in cake graph.

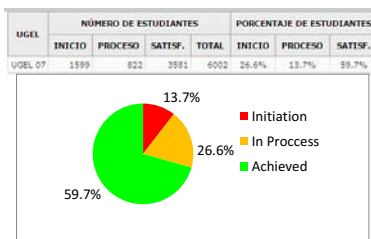


Fig. 6. Report visualization

IV. EVALUATION OF THE PROPOSED STRATEGY

The validation of the tool was conducted with Education Specialist (workers) of UGEL07 through a focus group. The event took place on: Dec 21, Jan 11 and Jan 25, 2015, in a meeting room of the Management of Basic and Special Education Area (AGEBRE in Spanish) of UGEL07 in Lima. The participants were three specialists in educational evaluation. All participants have significant years of experience in monitoring and supervising educational schools.

Before starting the activity, the developed system was briefly shown to each specialist in evaluation. A simulation of the software functionality was then done. An operator, using the system, entered the "modular code" of the IE, then, the System generates the list of students of each grade and sections. The specialist fill out the answers for each student and then the system shows the results graphically, then, he exports the result to CSV file and finally sends information to the datacenter.

After this simulated process, the Education Specialists provided feedback, suggestions and opinions, and agreed that the system can definitely help improve decision making and perception (awareness) of the assessment results. When asked: "will the use of the designed software help you to make it easier the data visualization of evaluation assessment results?" they all answered that in their opinion that assumption was valid. Then they were asked: "would the decision-making speed and quality

of decisions have been better if the Director would have had a support tool that is visual and provides the appropriate suggestions?", they all replied that a positive answer would be valid, the Education Specialists indicated that they have Semaphore Indicators to help them make decisions more quickly, and probably also better ones.

There was one assessment supported by the proposed tool, it was made in 2015, in which participated 135 schools and 25491 students (81 schools with 12820 students in Primary level and 54 schools with 12671 students in Secondary level).

V. CONCLUSIONS AND FUTURE WORK

In this paper we present a Matrix Based Recommender System to identify students with deficiencies in learning assessments for Education Environment, it is based on indicators, weighing and strategies assigned by Specialist of the UGEL07 in Lima Peru. We proposed a tool based on an Excel File in which the evaluator fills the answers marked by students, then, the System uses the Recommender Matrix to rate each question and show various reports with the processed information. Specialists agreed that having this type of information in the Recommender system would help to know the levels reached (Beginning, In Process, and Achieved) by students in every area, level, grade and district; also, Director could have accurate information when making decisions based on the learning achievement indicators.

The time required to have results of the assessment is reduced significantly and the information is available at every time and everywhere whenever Internet connection is available. Likewise the participant Specialists agreed that, a priori, they can expect a significant improvement in the process of student learning rating and the quality of decisions, because Directors would have accurate information when making decisions.

In the future, we aim to develop more functionality and evaluate the user interfaces to improve the tool. Moreover, the system will be tested in other Regions of Peru.

ACKNOWLEDGEMENTS

Thanks to the Education Specialists of AGEBRE of the UGEL07 in Lima Peru, especially Fredy Villarroel and William Pachas.

REFERENCES

- http://www.minedu.gob.pe/campanias/pdf/manual-de-gestion-escolar-2015_10marzo_alta.pdf (last visited 5 February 2016)
- González, JR., Soledad, M., Montoya, R., Rivera, JA.: Cultura de evaluación en instituciones educativas. Perfiles Educativos; vol.33 num.131, pp.42-63 (2011)
- Bolsuegui, M., A. Fuguet, A.: "Cultura de evaluación: una aproximación conceptual", Investigación y Postgrado, vol. 21, num.1, pp. 77-98 (2006)
- Guचेv, V., Massimo, M., Giuseppe S.: Design guidelines for correlated quantitative data visualizations. Proceedings of the International Working Conference on Advanced Visual Interfaces. ACM (2012)
- Keim, D., Kohlhammer, J., Ellis, G., Mansmann, F.: Mastering the Information Age: Solving Problems with Visual Analytics. Eurographics Association (2010)
- Spence, R.: Information Visualization: Design for Interaction. Pearson Educational Limited (2007)
- Wilkinson, L.: The Grammar of Graphics. Springer Verlag New York, Second Edition (2005)

- [8] Koren, Y., Bell, R., Volinsky, C.: Matrix factorization techniques for recommender systems. *Computer*, (8), 30-37 (2009)
- [9] Aciar, S., Zhang, D., Simoff, S., Debenham, J.: Informed Recommender: Basing Recommendations on Consumer Product Reviews. *IEEE Intelligent Systems* 22, 3 (2007)
- [10] Kuroiwa, T., Bhalla, S.: Aizu-BUS: need-based book recommendation using web reviews and web services. In: Bhalla, S. (ed.) *DNIS 2007*. LNCS, vol. 4777, pp. 297-308. Springer, Heidelberg (2007)
- [11] Li, L., Dey, A., Forlizzi, J.: A stage-based model of personal informatics systems. In *Proceedings of CHI10*. 28th International Conference on Human Factors in Computing Systems (pp. 557-566). New York, NY: ACM (2010)
- [12] Li, L., Dey, A., Forlizzi, J., Höök, K., Medynskiy, Y.: Personal informatics and HCI: Design, theory, and social implications. In *Proceedings of the 2011 Annual Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI EA '11* (pp. 2417-2420). New York, NY: ACM. doi:10.1145/1979482.1979573 (2011)
- [13] O'Donoghue, T., Rabin, M.: Self-awareness and self-control. Time and decision: Economic and psychological perspectives on intertemporal choice. New York, NY: Russell Sage Foundation (2003)
- [14] Seligman, C., Darley, J.: Feedback as a means of decreasing residential energy consumption. *Journal of Applied Psychology*, vol.62 num.4, pp.363-368 (1977)
- [15] Verbert, K., Duval, E., Klerkx, J., Govaerts, S., Santos, J. L.: Learning analytics dashboard applications. *American Behavioral Scientist*, 0002764213479363. ISO 690 (2013)
- [16] Martínez-Maldonado, R., Pardo, A., Mirriahi, N., Yacef, K., Kay, J. and Clayphan, A.: The LATUX workflow: Designing and deploying awareness tools in technology-enabled learning settings. *Proceedings of the Fifth International Conference on Learning Analytics and Knowledge*. ACM (2015)
- [17] Ahlberg, C., Shneiderman, B.: Visual information seeking: Tight coupling of dynamic query filters with starfield displays. *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*. ACM (1994)
- [18] Dertthick, M., Harrison, J., Moore, A., Roth, S.F.: Efficient multi-object dynamic query histograms. In *Information Visualization Proceedings*. IEEE Symposium on (pp. 84-91) (1999)
- [19] Mackinlay, J. D.: Automating the design of graphical presentations of relational information. *Readings in intelligent user interfaces* (1998)
- [20] Fasciano, M., Lapalme G.: Postgraphe: a system for the generation of statistical graphics and text. *Proceedings of the Eighth International Workshop on Natural Language Generation* (1996)
- [21] Mittal, V. O.: Visual prompts and graphical design: A framework for exploring the design space of 2-D charts and graphs. *AAAI/LAAI* (1997)
- [22] Matushita, M., Kato T.: Interactive visualization method for exploratory data analysis. *Information Visualisation*. *Proceedings*. Fifth International Conference on. IEEE (2001)

Sistemas Educativos Interactivos

Leihoa: Una ventana a la realidad aumentada en Educación Infantil

Amaia Aguirregoitia Martínez
Dpto. de Lenguajes y Sistemas Informáticos
Universidad del País Vasco
Bilbao, España

Jorge R. López Benito
CreativiTIC Innova SL
Logroño, España
jrlopez@creativitic.es

Iñigo Allende López
Universidad del País Vasco
Bilbao, España
iallende007@ikasle.ehu.es

Enara Artetxe González
CreativiTIC Innova SL
Logroño, España
eartetxe@creativitic.es

Resumen—Los avances en las tecnologías están produciendo un importante impacto en la educación. El presente trabajo presenta una aplicación educativa que utiliza la realidad aumentada para iniciar en la lectura y en la numeración a la vez que trabaja diverso vocabulario en Euskera e Inglés organizado en centros de interés. El proyecto fomenta las capacidades para un aprendizaje autónomo mediante la exploración e indagación y sus características de interactividad, adaptabilidad de contenidos, autoevaluación así como la utilización de estímulos multisensoriales hacen de esta propuesta una interesante vía para el desarrollo y aprendizaje en la etapa de Educación Infantil.

Palabras clave—Realidad aumentada; Educación infantil; Tecnologías educativas

I. INTRODUCCIÓN

Podemos definir la realidad aumentada (RA) como la superposición a través de un dispositivo tecnológico de una información (imagen, vídeo, audio...) a un objeto ya existente para enriquecerlo, interactuar y en lo que nos concierne, ofrecer posibilidades de aprendizaje. Se puede proyectar una imagen sobre una superficie permitiendo la interacción o reconocer objetos, usualmente imágenes, y añadir o ampliar más información del mismo. Para delimitar lo comprendido con el término RA es necesario definir las características de estos sistemas: combinar lo real y lo virtual, interacción en tiempo real y registrada en 3D [1]. Se crea, a su vez, una distinción de niveles según el tipo de parámetros y técnicas empleadas:

- Nivel 0. Hiperenlace al mundo físico: une el mundo físico virtual. Códigos de barras o QR que enlazan un objeto con información virtual.
- Nivel 1. RA basada en marcadores: permite reconocer marcadores en 2D en tiempo real.
- Nivel 2. RA sin marcadores: en este nivel se elimina la necesidad de marcadores y permite superponer información basándose en el uso del GPS y la brújula.
- Nivel 3. Visión aumentada: entra ya en el mundo de los dispositivos *wearables* y comprende dispositivos de uso cotidiano y alejarse de la necesidad de un monitor. Google Glass o HoloLens son dos proyectos que tratan este nivel [2],[3].

Existen numerosos precedentes de la utilización de la RA en el ámbito educativo en los cuales se han demostrado los efectos motivadores y las mejoras en el rendimiento de los estudiantes en diferentes niveles educativos cuando han sido utilizadas adecuadamente [4], [5], [6].

La introducción de la RA es concebible en educación infantil, sobre todo, cuando ya actualmente el currículo de educación infantil contempla la introducción de las nuevas tecnologías [7]. Al mismo tiempo, es necesario el desarrollo en el profesorado de las capacidades para trabajar con estas herramientas las cuales posibilitan un cambio en el rol del maestro [8], [9].

Diferentes estudios han encontrado que la inmersión de los alumnos en experiencias formativas con RA, algunos de ellos en educación primaria, repercute en mejoras de los resultados de aprendizaje [10]. Existen experiencias también en aulas universitarias de magisterio en las que se introduce a futuros profesores el concepto y se les propone que diseñen sus propias actividades usando una herramienta de RA, reflejando en los resultados obtenidos una aceptación e interés por las TIC [11].

La RA, por sus características de interacción y exploración parece indicada para educación infantil debido a las características de esta etapa evolutiva, en la cual los niños son aún inquietos y necesitan cierto grado de actividad y movimiento [12] que interfiere en el desarrollo de la actividad docente tal y como ha venido realizando tradicionalmente. La realidad aumentada incluye actividades exploratorias que animan al descubrimiento continuo y a preguntarse qué hay detrás de una imagen (o marcador) y que implican además actividades motrices como desplazarse hasta la tableta, elegir y cambiar los marcadores o apuntar para autoevaluarse. En aquellos casos de niños con dificultades de atención o necesidades especiales, la RA puede ser un recurso muy práctico utilizado para complementar otras actividades.

La RA se caracteriza por un proceso cognitivo divergente, se aprende haciendo y planteando a la vez distintas fórmulas o caminos para la resolución de problemas prácticos [9]. La importancia de la propuesta educativa que se presenta radica en que fomenta el aprendizaje a través de una actividad voluntaria, agradable, con una finalidad y espontáneamente elegida que implica adquirir nuevo lenguaje, nuevos conceptos y nuevas habilidades desde la libertad del niño de elegir el cuándo y el qué

aprende. Todo ello, teniendo en cuenta el desarrollo evolutivo del niño en el planteamiento de los contenidos y actividades y empleando un diseño interactivo adecuado a este mismo desarrollo cognitivo y psicomotor.

Existen muchas aplicaciones de educativas pero el análisis del diseño de cien aplicaciones, consideradas por padres y educadores como potenciales recursos para el aprendizaje, muestra claras problemáticas centradas en el diseño visual e interactivo, la adaptabilidad, la estructura y navegación y pone en evidencia su escasa calidad y adaptación al desarrollo infantil. Muchas de ellas utilizan texto [13].

La RA como recurso educativo tiene también su componente lúdico. El “juego” como medio para aprendizaje es la base del proyecto en la línea con los planteamientos de Montessori. Tanto Montessori como Decroly, Cousinet o Freinet coinciden en que el niño tenga a su disposición un material que le permita ser activo en el proceso de aprendizaje. El método Montessori reconoce que el niño se construye a sí mismo y trata de favorecer en el niño la responsabilidad y el desarrollo de la autodisciplina, ayudándolo a que conquiste su independencia y libertad para ser, para escoger, para desarrollarse, para desarrollar su propio control [14]. En este sentido, la realidad aumentada ofrece las posibilidades de que sea el propio niño el protagonista de su aprendizaje, que elija entre los materiales disponibles, y controlar el error de forma autónoma.

En el presente proyecto son de especial importancia los materiales que se utilizan (marcadores). Estos marcadores son motivo de actividad que aíslan las cualidades que queremos resaltar, incluyen control del error e incorporan la asociación de conceptos con experiencias sensoriales concretas y se basan en las investigaciones de materiales Montessori [14]. A través de los contenidos asociados a los marcadores el proyecto presenta videos, modelos tridimensionales, audios y una riqueza de contenidos que proporciona una serie de experiencias multisensoriales que aportan mejorar sustanciales sobre los recursos actuales.

El proyecto Leihoa trabaja con contenidos curriculares y utiliza materiales que pueden ser utilizados en diferentes soportes (tableta y teléfono con Android) para que se conviertan en una parte fundamental del aula y evitar que su uso sea marginal y otros problemas de iniciativas educativas anteriores [15].

En lo referente a contenidos conceptuales, según Montessori el niño a los cuatro años se encuentra en el periodo sensible para el desarrollo del lenguaje por lo que un proyecto que trabaje en la línea de adquisición de vocabulario y una segunda lengua es adecuado a esta etapa de desarrollo [16].

Por último, la utilización de la realidad aumentada permite el trabajo independiente, fomenta la iniciativa y permite la autoevaluación por parte del propio alumno y ha demostrado un gran valor práctico como instrumento de aprendizaje si bien son necesarios estudios más elaborados en cuanto a su aceptación y efecto en el rendimiento escolar [17].

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

A. El proyecto como fuente de innovación

El trabajo que presenta este artículo tiene el objetivo de mejorar algunos problemas detectados mediante la observación en el aula de 3 y 4 años. Se observa que durante la actividad que rutinariamente se realiza diariamente para trabajar vocabulario (exposición de un mural con palabras en Euskera y repetición por parte del “maquinista” y posteriormente de toda la clase) hay un grupo importante de alumnos que no participan activamente y no muestran interés en ella. Algunos de los motivos pueden ser que algunos niños ya conocen ese vocabulario, la existencia de diferentes niveles de conocimiento del idioma e intereses diferentes y las dificultades para estar sentados y en silencio mientras se desarrolla a la actividad. Lo mismo se observa para trabajar los números y los ordinales.

Leihoa (ventana en Euskera) es el nombre que se ha dado a esta aplicación que nace de un proyecto de innovación interno que afecta principalmente al alumnado y en gran medida a los procedimientos del profesorado implicado. Se trata de sustituir los procedimientos y recursos que actualmente se utilizan en el aula de tres y cuatro años para iniciar en el reconocimiento de letras y números por unos nuevos en los que se fomenta el autoaprendizaje y el funcionamiento autónomo mediante la incorporación de la realidad aumentada en el aula de infantil.

Es un proyecto con un nivel de innovación alto ya que se trata de eliminar los procedimientos actuales de trabajo y sustituirlos por la utilización de la realidad aumentada. Actualmente se trabaja mediante murales con vocabulario y números que se van reemplazando con nuevos elementos periódicamente y que implica a todo el grupo de modo conjunto al inicio de cada jornada. Estos materiales son sustituidos por unas tabletas que disponen instaladas una aplicación desarrollada con Unity. Las principales herramientas que se han utilizado para el desarrollo de la aplicación han sido el editor Unity versión 5.2.2 y el kit de desarrollo de software (SDK) Vuforia para Android. Además, es necesario el Android SDK para poder compilar la aplicación. El editor Unity permite crear aplicaciones para PC, Android, iOS y videoconsolas, usando el motor gráfico Unity (<https://unity3d.com/es/get-unity>). Por otro lado, Vuforia, es un SDK de realidad aumentada para dispositivos móviles que utiliza visión artificial para reconocer marcadores permitiendo a los desarrolladores posicionar objetos virtuales en relación a objetos del mundo real. El SDK de Vuforia está disponible para su uso con Android Studio, XCode y Unity y ha sido este último el que se ha elegido (<https://developer.vuforia.com/downloads/sdk>).

Estas aplicaciones permiten mediante la utilización conjunta con fichas en papel (marcadores en 2D con una imagen o palabra y que son reconocidos en tiempo real) ir progresando en el reconocimiento de números, asociación con cantidad, identificación de palabras y su significado y que permite también trabajar este mismo vocabulario en Inglés y Euskera.

El nuevo sistema permite trabajar con diversas actividades del área de lenguajes y representación, como por ejemplo pronunciar la palabra si se apunta a un único marcador que tiene la palabra escrita o juntar marcadores para asociar palabra y

objeto de modo que al apuntar con la tableta a los marcadores se indicará si la asociación realizada es adecuada. Actividades similares presentan la grafía de un número y la cantidad representada y la asociación de grafía-cantidad permite adquirir mediante el mismo procedimiento los primeros conceptos numéricos dentro del bloque de contenidos relacionado con medio y elementos de medida.

Para el diseño de las actividades implementadas se ha tenido en cuenta una serie de criterios basados en metodologías previas y probadas como son:

- La representación de las cantidades a través de imágenes similares a las cuentas de Montessori.
- La libre elección de contenidos a trabajar (vocabulario) que el niño seleccionará según su interés de un conjunto de marcadores organizados temáticamente.
- El ritmo libre de trabajo de cada niño ya que no existe un límite para hacer la actividad, ni ofrece puntuación, ni obliga a seguir una secuencia para poder conseguir un objetivo. El niño explora las posibilidades de la herramienta y trabaja con números, palabras de áreas distintas, vocabulario en inglés sin ninguna limitación y siguiendo sus intereses personales.
- Proporcionar múltiples perspectivas y modos de representación.
- La interacción como medio para el aprendizaje segundo idioma. Si bien no existe una interacción conversacional, el niño interactúa con los cubos y como consecuencia obtiene una respuesta en un segundo idioma que depende de su acción. Esta exposición natural al lenguaje y controlada por él facilita la adquisición del lenguaje.

En relación a su implantación, se ha establecido inicialmente que los destinatarios serán los alumnos y profesores del aula de tres y cuatro años aunque la implantación se realizará progresivamente en dos fases:

- Fase piloto en un grupo de 3 y otro de 4 años con 24 alumnos.
- Ampliación al conjunto de aulas de Educación Infantil de 3 y 4 años.

En cuanto a los objetos de aprendizaje, se trabajan contenidos del Área de Lenguajes y representación (Lengua e Inglés) así como de conocimiento del medio (numeración y medidas) y en el propio contenido representado en los marcadores se introducen también contenidos de Medio Natural y Social.

B. Metodología y objetivos

Mediante el uso de la realidad aumentada se busca ampliar las experiencias que se ofrecen al niño desde una perspectiva multidisciplinar y mediante la realización de actividades flexibles con el objetivo de aumentar la motivación e implicación, fomentar el autoaprendizaje y mejorar el rendimiento del alumnado.

Entre los principales objetivos específicos que pretenden conseguirse con se encuentran los siguientes:

1. Integrar la tableta digital y la realidad aumentada en las aulas de infantil para trabajar la lengua escrita e introducir un segundo idioma a través de actividades motivadoras.
2. Integrar la tableta digital y la realidad aumentada en las aulas de infantil mediante el uso contextualizado de los números del 0 al 10 a través de representaciones y asociaciones de número-cantidad.
3. Integrar la tableta digital y la realidad aumentada en las aulas de infantil para trabajar vocabulario tanto de su lengua materna como del Inglés a través del uso de marcadores con vocabulario extenso y adaptado a sus intereses.
4. Proveer un conjunto de actividades que permiten iniciarse en el uso de instrumentos tecnológicos para la adquisición de nuevos conocimientos.
5. Fomentar la autonomía mediante la utilización de la tecnología para adquirir conocimientos tanto del área de lenguajes (euskera e inglés) como de matemáticas.
6. Ofrecer un entorno de trabajo que permite adaptarse al nivel de aprendizaje y los intereses individuales mediante la selección personal de contenidos en los marcadores a utilizar.

C. Ejemplos de actividades

En esta apartado se presentan algunos ejemplos de las actividades propuestas.

1) Representación de Números

En esta actividad se presenta un marcador con un número representado y al apuntar con el dispositivo se muestra la representación en un modelo tridimensional estilo perlas de Montessori tal y como muestra la Figura 1.



Fig. 1. Representación de números

2) Representación de Cantidades en número

En esta actividad se presenta un marcador con una representación de una cantidad y al apuntar con el dispositivo el número correspondiente en un modelo tridimensional tal y como muestra la Figura 2.



Fig. 2. Representación de cantidades

3) Asociación Número-Cantidad

En esta actividad se presentan dos conjuntos de marcadores, uno con una representación de una cantidad y otro con las cantidades. Se asocia un par y al apuntar con el dispositivo si se ha asociado correctamente aparecerá una animación indicando que es correcto tal y como muestra la Figura 3.



Fig. 3. Asociación Cantidad-Número

4) Seriación de elementos

Se presenta un conjunto de marcadores y si se han dispuesto ordenados según el tamaño en orden ascendente o descendente aparecerá una animación indicando que la seriación realizada es ascendente o descendente con un mensaje auditivo y visual tal y como muestra la Figura 4.

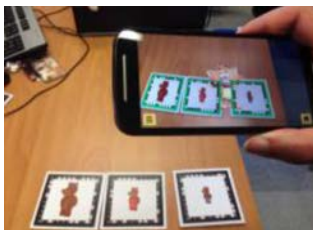


Fig. 4. Ordenación

5) Lectura de palabras y Asociación de palabra-imagen

En esta actividad se presentan dos conjuntos de marcadores, uno con una imagen y otro con las palabras que corresponden a las imágenes. Se asocia un par y al apuntar con el dispositivo si se ha asociado correctamente se escucha un audio automáticamente que lee la palabra que está escrita y aparecerá una animación indicando que es correcto tal y como muestra la Figura 5.



Fig. 5. Asociación de palabra-imagen y lectura

6) Pronunciación en Inglés de imágenes

En esta actividad se presenta un conjunto de marcadores con imágenes (sustantivos o adjetivos) de diferentes centros de interés. Al apuntar con el dispositivo se escucha un audio automáticamente que corresponde a la palabra en inglés.



Fig. 6. Marcadores de reconocimiento y pronunciación en Inglés

7) Asociación de imágenes y adjetivos

En esta actividad se presentan dos conjuntos de marcadores, uno con una representación de un objeto y otro con adjetivos. Para más fácil manejo se han dispuesto las palabras en un cubo y los adjetivos de color en otro cubo de modo que al manipularlos y quedar asociados dos lados se los cubos y apuntar con el dispositivo el sistema muestra una imagen tridimensional de el objeto con ese atributo tal y como se muestra en la Figura 7.



Fig. 7. Sustantivos y adjetivos en inglés

8) Creación de historias

En esta actividad se proponen unos marcadores con imágenes y se permite la interacción entre ellas para crear historias. Dependiendo de las imágenes y la disposición de las mismas al apuntar con el dispositivo narrará una frase en inglés con la secuencia creada lo que da lugar a historias creadas por el propio niño.

La presentación de situaciones automatizadas promueve mediante la actuación del niño la creación de interacciones que resultarán en una narración que mediante exposición y modelización facilita la adquisición del segundo idioma.

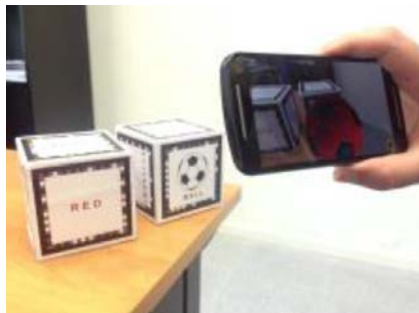


Fig. 8. Creación de historias

III. CONCLUSIONES

El presente trabajo presenta la RA como una tecnología a tener en cuenta en la educación infantil y muestra un proyecto que contempla la iniciación a la numeración, la lectura y el acercamiento a un segundo idioma a través de esta tecnología. Entre los potenciales beneficios podemos mencionar que permite elegir al niño los contenidos a trabajar mediante la selección de marcadores, aumenta la autonomía en el aprendizaje, permite la autoevaluación en base a la

retroalimentación de la aplicación y aumenta el sentimiento de competencia al lograr los objetivos de cada paso en las actividades. El sistema de aprendizaje ofrece interactividad y elementos que utilizan tanto el sentido de la vista como el auditivo como el táctil y trabaja la atención a la vez que los contenidos conceptuales. El niño se inicia en la observación y la previsión al anticipar los resultados antes de apuntar con la tableta y confirma sus expectativas con la autoevaluación. Así mismo, se fomenta la exploración mediante las posibilidades de creación de historias y en las asociaciones de objeto y atributo que aparecen representadas en el modelo tridimensional que se genera en base a la combinación que el niño desea explorar. Es de especial relevancia por la edad objetivo destacar que no existen en este sistema elementos distractores como mensajes o imágenes innecesarias, figuras distractoras ni una retroalimentación efusiva ante los logros. No requiere ni incorpora instrucciones, elementos textuales o numerosos elementos activos y el diseño se ha orientado a conseguir el necesario alto grado de usabilidad.

Han de verificarse experimentalmente si los beneficios potenciales como instrumento de aprendizaje se confirman con las pruebas que actualmente se están realizando en diversos centros educativos que han mostrado su interés en el proyecto. En estas verificaciones se propone realizar un diseño pretest-postest con grupo de control en ambas edades, lo que va a permitir cruzar comparaciones relativas a la condición experimental y control a la edad, tres y cuatro años en relación a las variables planteadas en los objetivos: los niveles de escritura, de segunda lengua, de control de la cantidad y escritura hasta el número 10, del vocabulario en la lengua materna así como en inglés, así como en el manejo de instrumentos tecnológicos adquiridos. La evaluación directa de estos niveles incluye un cuestionario con varios de los contenidos trabajados, de manera que se pueda evidenciar la eficacia de la intervención, además de cruzar si se producen diferencias asociadas a la edad.

Por último, destacar que si bien está orientada al aprendizaje autónomo es posible utilizar la aplicación para otro tipo de experiencia educativa: visualizando el resultado en un proyector de modo que todo el grupo de alumnos es partícipe de la experiencia.

REFERENCIAS

- [1] R. T. Azuma, "A survey of augmented reality," *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, vol. 6, no. 4, pp. 355-385, August 1997.
- [2] M. Lens-Fitzgerald, "The augmented reality hype circle," 2009. [Online]. Available: <http://www.sprxmoble.com/the-augmented-reality-hype-cycle/>
- [3] C. Prendes Espinosa, "Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas," *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, no. 46, pp. 187-203, Enero 2015.
- [4] J. de Pedro Carracedo, and C. L. Martínez Méndez, "Realidad aumentada: una alternativa metodológica en la educación primaria nicaragüense," *IEEE-RITA*, vol. 7, no. 2, pp. 102-108, Mayo 2012.
- [5] L. Kerawalla, R. Luckin, S. Seljeflot, and A. Woolard, "Making it real: exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science," *Virtual Reality*, vol. 10, no. 3, pp. 163-174, November 2006.
- [6] H.-Y. Chang, H.-K. Wu, and Y.-S. Hsu, "Integrating a mobile Augmented Reality activity to contextualize student learning of a socioscientific issue," *British Journal of Educational Technology*, vol. 44, no. 3, pp. 95-99, May 2013.

- [7] Ministerio de Educación y Ciencia, "Boletín Oficial del Estado", no. 5, Orden ECI/3960/2007, artículo 5, epígrafe 5, p. 1017, Enero 2008.
- [8] J. Sánchez Rodríguez, J. Ruiz Palmero, and E. Sánchez Vega, "Realidad aumentada en educación infantil", presented at *Primer Congreso Internacional de Innovación y Tecnología Educativa en Educación Infantil*, Sevilla, España, 2016.
- [9] J.J. Leiva Olivencia, and N.M. Moreno Martínez, "Tecnologías de geolocalización y realidad aumentada en contextos educativos: experiencias y herramientas didácticas," *Revista Didáctica. Innovación y Multimedia*, vol. 11, no. 31, April 2015.
- [10] P. Bongiovani, Educ@conTIC, "Realidad aumentada en la escuela: Tecnología, experiencias e ideas," February 2012. [Online]. Available: <http://www.educacomit.es/blog/realidad-aumentada-en-la-escuela-tecnologias-experiencias-e-ideas>
- [11] R. Cózar Gutiérrez, M. V. De Moya Martínez, J. A. Hernández Bravo, and J. R. Hernández Bravo, "Tecnologías emergentes para la enseñanza de las Ciencias Sociales. Una experiencia con el uso de Realidad Aumentada en la formación inicial de maestros," *Digital Education Review*, no. 27, pp. 138-153, June 2015.
- [12] L. Britton. *Montessori Play and Learn: A Parents' Guide to Purposeful Play from Two to Six*. Harmony, 1992.
- [13] Lucrezia Crescenzi Lanna, Mariona Grané i Oró, "Análisis del diseño interactivo de las mejores apps educativas para niños de cero a ocho años" .Comunicar: Revista iberoamericana de comunicación y educación, no 46, pags 77-85, 2016.
- [14] M. Montessori. *El Método de la Pedagogía Científica Aplicado a la Educación de la Infancia en las "Case dei Bambini"* (Casa de los Niños). Italia, 1909.
- [15] J. Cabero, and J. Barroso, "The educational possibilities of Augmented Reality," *New Approaches in Educational Research*, vol. 5, no. 1, pp. 44-50, January 2016.
- [16] L. Lawrence. *Montessori Read and Write: A Parent's Guide to Literacy for Children*. United Kingdom: Ebury Press, 2004.
- [17] X. Basogain, M. Olabe, K. Espinosa, C. Rouèche, and J. C. Olabe, "Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente," in *Séptima Conferencia Internacional de la Educación y la Formación basada en las Tecnologías*, Madrid, España, pp. 24-29, 2007.

Autoría y analítica de aplicaciones móviles educativas multimodales

Iván Ruiz-Rube, José Miguel Mota, Tatiana Person, Anke Berns, Juan Manuel Dodero

Escuela Superior de Ingeniería

Universidad de Cádiz

Puerto Real (Cádiz), España

{ivan.ruiz | josemiguel.mota}@uca.es, tatiana.personmontero@alum.uca.es, {anke.berns | juanma.dodero}@uca.es

Resumen—Las interacciones de los estudiantes con dispositivos y aplicaciones móviles con propósitos educativos generan una gran cantidad de información que puede ser tratada con técnicas analíticas y de minería de datos para que el profesor pueda tomar decisiones relacionadas con el aprendizaje. No obstante, el desarrollo de aplicaciones móviles que sean capaces de recoger estas interacciones no es trivial para un usuario que no posea los conocimientos adecuados de programación. En este artículo se propone un componente para la captura y análisis de interacciones dentro de una herramienta de autor para la creación de aplicaciones móviles con capacidades extendidas, sin necesidad de tener amplios conocimientos de programación. La evaluación de la propuesta se ha llevado a cabo mediante el desarrollo y recogida de interacciones de una aplicación de apoyo al aprendizaje de idiomas utilizando realidad aumentada.

Palabras clave—Herramientas de autor; learning analytics; educational data mining; realidad aumentada; mobile learning

I. INTRODUCCIÓN

Las aplicaciones para los dispositivos móviles cada vez juegan un papel más importante en la sociedad, ya que ofrecen soporte en muchas de nuestras actividades diarias. En los repositorios habituales de contenidos digitales, como *Google Play* o *App Store*, podemos encontrar aplicaciones de muy diversa índole: desde aplicaciones para la comunicación entre las personas, pasando por el entretenimiento, hasta el control y seguimiento del estilo de vida. También han proliferado aplicaciones con diferentes fines educativos: explicación de temas o conceptos concretos, evaluación de alumnos, realización de experimentos de laboratorio, juegos educativos, etc. Los avances técnicos en los dispositivos móviles han permitido que tecnologías como la Realidad Virtual (RV) y la Realidad Aumentada (RA) puedan ser desplegadas para crear entornos virtuales *extendidos* con los que el usuario puede interactuar. El concepto de *Virtuality Continuum* es introducido en [1] donde se describe la existencia de una escala continua para definir las composiciones entre objetos virtuales y reales, la cual oscila desde una realidad completamente virtual a una completamente real. La RV consiste en la inmersión del usuario en un mundo virtual [2], que sustituye al mundo real, mientras que en la RA los elementos virtuales se mezclan con el mundo real teniendo el usuario la percepción de que ambos coexisten en el mismo espacio [3]. Sin embargo, para que los usuarios puedan interactuar de la manera más natural posible con los elementos virtuales y lograr una mayor inmersión, se requiere la utilización de tecnologías avanzadas de Interacción Humano-Máquina (HMI). Durante los últimos años han proliferado dispositivos de

HMI preparados para la interacción multimodal [4] [5] [6] entre los que podemos destacar el uso de elementos para la interacción verbal, mediante el uso de órdenes y pistas auditivas [7]; la táctil, mediante el uso de superficies sensibles y dispositivos hápticos [8]; o la gestual, mediante la captura del movimiento humano [9]. Todas estas nuevas vías de interacción pueden mejorar la experiencia de usuario en su proceso de enseñanza/aprendizaje.

Por otro lado, las nuevas vías de interacción entre usuarios y dispositivos móviles están generando una gran cantidad de datos [10] que son susceptibles de ser capturados y posteriormente procesados mediante técnicas de Learning Analytics (LA) y Educational Data Mining (EDM). Utilizando estas técnicas, los datos pueden ser transformados en información y conocimiento que nos permitirá evaluar la experiencia y el aprendizaje de los usuarios, además de la usabilidad de las propias aplicaciones [11] [12] [13]. En este sentido, se han desarrollado varias especificaciones relacionadas con las analíticas de aprendizaje, tales como *Learning Tools Interoperability* (LTI), para facilitar la integración de herramientas de *e-learning*; *Experience API* (xAPI), para la publicación de metadatos sobre actividades reales de aprendizaje; o la más reciente *Caliper Analytics*, para la extracción de datos y cómputo de métricas [14]. No obstante, hay que tener en cuenta la dificultad intrínseca que supone la construcción de aplicaciones móviles que hagan uso de características avanzadas de RV, RA, HMI, LA o EDM, especialmente para aquellos usuarios sin amplios conocimientos de programación. En este trabajo se describe un entorno de autor para usuarios sin amplios conocimientos de programación que les permite diseñar aplicaciones móviles para el despliegue de escenarios interactivos de aprendizaje que sean fácilmente analizables. El resto del artículo se estructura de la siguiente forma: en la sección 2 se describe la propuesta para la autoría y analítica de escenarios educativos multimodales; en la sección 3 se recoge la evaluación de la propuesta en el contexto de una asignatura para el aprendizaje del alemán como lengua extranjera. Por último, se presentan las conclusiones derivadas de esta investigación.

II. AUTORÍA Y ANALÍTICA DE ESCENARIOS DE APRENDIZAJE MULTIMODALES

De forma general, los ciudadanos suelen comportarse como meros consumidores de tecnología (teléfonos inteligentes, tabletas, robots, etc.). Sin embargo, en todos los sectores de la sociedad, pero en especial, en la educación, es deseable que los profesionales de la enseñanza sean capaces de producir sus propios servicios, aplicaciones o productos digitales educativos.

La meta es, por tanto, conseguir que estos profesionales puedan poner la tecnología a su servicio, en lugar de que sean conducidos por ella [15]. Sin embargo, esta misión no es fácil de conseguir, ya que trasladar los conceptos e instrumentos docentes a una solución informática suele ser una tarea compleja que requiere la participación de expertos informáticos. En consecuencia, es vital disponer de entornos que permitan el desarrollo de soluciones informáticas para dar respuesta a los desafíos propios de la enseñanza y el aprendizaje. Por este motivo, y bajo la hipótesis de que el uso de lenguajes visuales basados en bloques (v.g. *Google Blockly*) puede aliviar las dificultades inherentes al desarrollo de aplicaciones móviles con fines educativos, hemos creado la herramienta *Visual Environment for Designing Interactive Learning Scenarios (VEDILS)*. Es importante reseñar que este tipo de lenguaje ha sido utilizado con éxito en diferentes iniciativas para la introducción de la programación en las escuelas, como *One Hour of Code*¹ o en la herramienta educativa *Scratch*².

A. Entorno de autoría

El entorno de autoría propuesto permite la construcción de escenarios interactivos de aprendizaje multimodales y fácilmente analizables. Este entorno se ha construido sobre la base *AppInventor*³, una plataforma open-source desarrollada por Google y el MIT, que permite a los usuarios noveles en la programación construir apps para dispositivos *Android*. La plataforma está compuesta por diferentes módulos:

- Una aplicación GWT para el diseño de las interfaces de usuario de las aplicaciones (véase la Figura 1).
- Un editor basado en *Blockly* para programar la lógica de comportamiento de las aplicaciones (Figura 2).
- Un motor de compilación para transformar el diseño y la lógica anterior en un fichero (.apk) para su posterior instalación en dispositivos *Android*.



Fig. 1. Vista de diseño

1 <https://code.org/learn>
2 <https://scratch.mit.edu/>



Fig. 2. Vista de bloques

- Un intérprete para depurar las aplicaciones directamente en los dispositivos móviles.

Los usuarios pueden desarrollar sus propias aplicaciones, para lo que disponen de un conjunto de componentes visuales para la interfaz de usuario (botones, cajas de texto, imágenes, etc.) y otros componentes (no visuales) para obtener datos de los sensores del dispositivo (acelerómetro, ubicación, etc.), interactuar con redes sociales, almacenar información de manera persistente y reproducir elementos multimedia, entre otras funciones.

VEDILS es la propuesta que hemos diseñado para ofrecer a los profesionales de la educación un conjunto de características adicionales que se pueden integrar con las ya proporcionadas en *AppInventor*. Actualmente, se ofrecen las siguientes características:

- Realidad aumentada: *VEDILS* permite desarrollar escenarios de RA gracias a una serie de componentes específicos, tales como *ARCamera*, que permite mostrar en las aplicaciones la imagen real capturada desde la cámara; componentes *ARTrackers*, que permiten disparar acciones cuando ciertos elementos como imágenes, marcadores, objetos o textos son reconocidos; y componentes *ARAssets* para insertar, rotar y mover objetos virtuales (modelos 3D, imágenes o textos) que serán superpuestos sobre la imagen real en posiciones relativas a los *ARTrackers*. En la figura 3a se puede observar la paleta de herramientas diseñada para trabajar con RA.
- Interacción gestual: se incluye un componente (*HandGestureSensor*) para capturar, mediante un dispositivo *Leap Motion*⁴, los diferentes gestos realizados con las manos y los dedos. Estas interacciones dispararán eventos que podrán ser manejados desde las aplicaciones. En la figura 3b podemos observar algunos de los bloques que permiten gestionar determinadas interacciones gestuales.

3 <http://appinventor.mit.edu>
4 <https://www.leapmotion.com/>

- **Análisis de aprendizaje:** se incluye un componente, denominado *ActivityTracker*, que permite recopilar fácilmente datos de las interacciones de los usuarios.

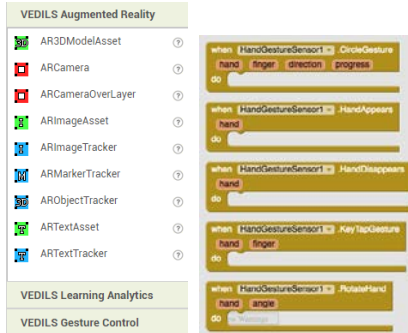


Fig. 3. (a) Componentes RA (b) Bloques para interacción gestual

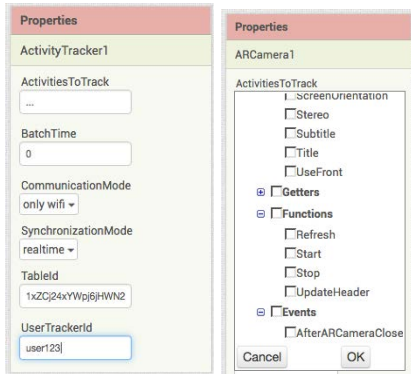


Fig. 4. (a) Configuración básica (b) Selección de actividades a registrar

B. Analítica del aprendizaje

Las analíticas de aprendizaje tienen por objetivo procesar y analizar los flujos de datos generados durante las experiencias de aprendizaje para así entender mejor y poder optimizar el proceso de aprendizaje y los entornos donde ocurren [16]. Se trata de un área emergente dentro del *e-learning* y, en general, consta de las siguientes etapas: capturar, reportar, predecir, actuar y refinar [17]. En *VEDILS* se ha desarrollado un componente (*ActivityTracker*) cuya misión es la de facilitar el proceso de captura de datos procedentes de las interacciones

realizadas entre los usuarios y los dispositivos móviles, para luego volcarlos sobre un almacén de datos. Actualmente, el almacén soportado por este componente es *Google Fusion Tables*, un servicio disponible en Internet para almacenar información y realizar tareas analíticas. Gracias a este componente, es posible enviar datos con una semántica definida ad hoc por el diseñador de la aplicación o bien enviar datos directamente procedentes de las interacciones que ocurren con cada uno de los componentes incluidos en la aplicación móvil. Es preciso tener en cuenta que todos los componentes que se ofrecen en *VEDILS* para construir aplicaciones constan de una serie de propiedades, eventos y funciones. Así por ejemplo, el componente *ARCamera* dispone de una *función* para lanzar la escena de RA; el componente *ARMarkerTracker* disparará un *evento* cuando se detecte una marca de RA dentro del campo de visión de la cámara; y el componente *AR3DModel* permitirá representar el modelo 3D cuyo fichero contenedor se haya seleccionado en una de sus *propiedades*. El componente *ActivityTracker* es capaz de enviar datos de forma automática cada vez que, durante la ejecución de la aplicación en el dispositivo móvil, se realiza una invocación a alguna función, se lanza algún evento o se accede o modifica el valor de alguna de las propiedades de cualquiera de los componentes utilizados. De esta forma, se interceptará cada una de esas acciones y, para cada una, se capturará el nombre de la propiedad, la función o evento afectado y los argumentos y valores de salida obtenidos. Además de los datos anteriores, *ActivityTracker* es capaz de recopilar los siguientes datos de forma automática y transparente para el diseñador de la aplicación: fecha y hora del evento, identificador de la aplicación y de la pantalla desde la que se genera el evento, direcciones IP y MAC del dispositivo, IMEI, identificador del usuario (si lo tuviese definido) y ubicación geográfica (latitud y longitud). El componente es muy configurable (véase la figura 4a), permitiendo definir ciertos aspectos relativos a la captura de datos:

- **Modo de comunicación:** permite configurar si el envío de datos se realizará sólo cuando el dispositivo esté conectado a una red wifi (para ahorrar el consumo de datos móviles) o si es indiferente del tipo de conexión establecida.
- **Ritmo de transmisión de datos:** permite configurar si la información será enviada en tiempo real, por lotes (configurable para que sea cada cierto tiempo y así reducir el tráfico de red) o sólo bajo demanda (invocando una función específica del *ActivityTracker* desde la vista de bloques de *VEDILS*). El componente utiliza el framework *Shared Preferences* de *Android* para almacenar los datos de forma temporal.
- **Actividades a registrar:** el diseñador de la aplicación puede indicar, para cada uno de los componentes incluidos en la aplicación, qué eventos, propiedades y funciones quiere que sean interceptadas para el registro de los datos. Véase la Figura 4b, donde se muestra cómo se pueden seleccionar las actividades a interceptar, en este ejemplo, para el componente *ARCamera*. Internamente se utilizan técnicas de programación

5 <https://www.google.com/fusiontables>

orientada a aspectos [18] con *AspectJ* para entrelazar, de forma no intrusiva y en tiempo de compilación, el código fuente para la captura y envío de datos dentro del código de cada uno de los componentes.

III. EVALUACIÓN

A. Aplicación móvil para el aprendizaje de idiomas

Con el objeto de evaluar la plataforma *VEDILS* y construir un escenario de aprendizaje móvil, se desarrolló la aplicación *WerBinIch* que ayuda al aprendizaje del alemán como lengua extranjera. Esta aplicación, diseñada por profesores de alemán que imparten clase en un total de 12 titulaciones diferentes (Grado de Estudios Ingleses, Franceses, etc.) de la Universidad de Cádiz, pretende reforzar de manera dinámica los conocimientos adquiridos por los alumnos a la hora de describir las características físicas (color de pelo, altura, etc.) y no físicas (profesión, carácter, etc.) de las personas.

En el año 2001 el Consejo Europeo publicó el Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas (MCERL) describiendo, entre otros, la competencia oral a alcanzar en el nivel A2: "Saber hacer una descripción o presentación sencilla de personas, condiciones de vida o trabajo, actividades diarias, cosas que le gustan o no le gustan en una breve lista de frases y oraciones sencillas" [19]. Así pues, la app *WerBinIch* fue diseñada en línea con las directrices propuestas por el MCERL proporcionando a los estudiantes una herramienta lúdica de aprendizaje para fortalecer su competencia oral. La aplicación propone el popular juego *¿Quién soy yo?*, pero enriquecido con RA. En este juego cada alumno debe intentar averiguar el personaje que le ha sido asignado, y para ello debe realizar una serie de preguntas a sus compañeros sobre las características que podría tener su personaje y a su vez ayudar a sus compañeros respondiendo las preguntas sobre sus personajes.

A continuación se detallan los pasos principales para participar en la actividad. En primer lugar, el alumno debe seleccionar al azar una marca de RA, que deberá colocar de forma visible sobre su pecho (Figura 5a). Cada una de estas marcas está asociada a un determinado personaje popular. A continuación debe iniciar la aplicación e introducir su nombre (Figura 5b). Posteriormente, la aplicación necesita saber cuál es el personaje que tiene asignado el participante. Para ello, se le solicita que capture la marca con la aplicación (Figura 6a), emitiéndose un sonido cuando ésta ha sido capturada correctamente. A partir de ese momento, los participantes pueden empezar a interactuar entre ellos, respondiendo a las preguntas que les hagan sus compañeros sobre las características de sus personajes y preguntando sobre aquellas otras características que les ayude a adivinar el suyo. Los participantes podrán visualizar las imágenes de los personajes capturando las marcas de sus compañeros (Figura 6b), teniendo en cuenta que la aplicación nunca mostrará la imagen del personaje que tuviese asignado. Una vez que el alumno se siente preparado para responder cuál es su personaje, la aplicación le permite seleccionarlo a partir de una lista (Figura 7a). Cuando la selección es correcta, la aplicación notifica el acierto y, en caso contrario, la aplicación vuelve a mostrar la cámara de RA para que el alumno pueda continuar interactuando con sus compañeros y seguir con la dinámica del juego. Al finalizar el

juego, la aplicación insta al usuario a rellenar una encuesta de satisfacción (figura 7b) siguiendo un modelo Technology Acceptance Model (TAM) [20].



Fig. 5. (a) Etiqueta de RA

(b) Identificación de alumno



Fig. 6. (a) Captura personaje del alumno

(b) Captura personaje compañeros

Para la implementación del juego con *VEDILS* se emplearon los componentes de RA para el reconocimiento de las marcas y el renderizado de las imágenes de los personajes; y el componente *ActivityTracker* para recoger en tiempo real las interacciones de los estudiantes. De esta forma, el componente registra las siguientes interacciones: identificación del usuario, reconocimiento del personaje asignado a su marca personal, reconocimiento de las marcas de los compañeros, selección correcta o incorrecta del personaje y salida de la aplicación.

B. Despliegue de la aplicación y análisis de los resultados

Una vez desarrollada la aplicación *WerBinIch* se llevó a cabo una prueba piloto con estudiantes reales. La prueba, que duró alrededor de 45 minutos, se llevó a cabo en la asignatura de Alemán II (nivel A2 del MCERL) con un total de 41 estudiantes. El objetivo de la asignatura es familiarizar a los estudiantes con las estructuras y estrategias básicas para poder comunicarse en

situaciones cotidianas y sencillas.

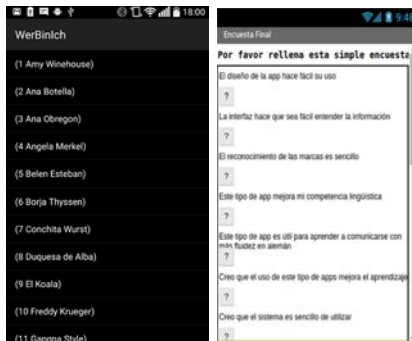


Fig. 7. (a) Lista de personajes

(b) Encuesta

Durante el transcurso de la experiencia piloto, multitud de datos fueron capturados y almacenados, a partir de los cuales pudimos extraer algunos resultados interesantes. En la figura 8 podemos comprobar el promedio de fallos por juego en el que participaron los alumnos. Según estos datos, casi dos tercios de los participantes fueron capaces de adivinar el personaje secreto sin cometer ni un sólo fallo, mientras que un 22% cometió uno y el resto dos o más. Además, en la Figura 9 podemos observar los datos relativos a cada uno de los personajes que formaban parte del juego. Para cada uno de ellos se indica en cuántas ocasiones ese personaje ha sido visualizado mediante RA en los dispositivos móviles, en cuántas ocasiones los alumnos han asumido ese personaje, el número de veces que los alumnos han adivinado o fallado el personaje y, por último, el promedio de fallos (cociente entre el número de intentos fallidos y el de participaciones). A partir de una primera exploración de estos resultados, podemos destacar que los personajes P4, P9 y P11 han sido los que han presentado un mayor promedio de intentos fallidos. Esto puede dar una indicación de que los alumnos presentan mayores dificultades a la hora de describir y comprender en alemán las características físicas (o no físicas) que identifican a esos personajes. A partir de esta información, el profesor podría plantear actividades específicas de refuerzo de vocabulario para la descripción de ciertas características de las personas.

Con respecto a la encuesta planteada, los resultados fueron en general positivos, especialmente en lo relativo a la sensación de disfrute y de utilidad percibida. El aspecto menos positivo fue el relativo a la facilidad de instalación, ya que algunos estudiantes tuvieron problemas debido a las restricciones de seguridad existentes en los dispositivos *Android* por las que se impide instalar aplicaciones desde sitios diferentes del repositorio oficial.

El acceso al entorno de autoría, la aplicación *WerBinch* y los resultados del caso de estudio se encuentran disponibles en el sitio web de *VEDILS*.

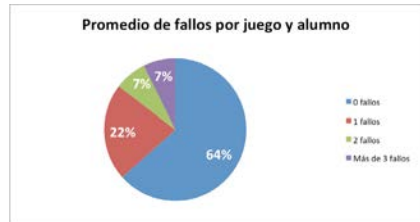


Fig. 8. Promedio de fallos

| ID | Personaje | Visualizaciones | Participaciones | Intentos correctos | Intentos fallidos | Promedio de fallos |
|----|-------------------|-----------------|-----------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| 1 | Amy Winehouse | 44 | 12 | 7 | 5 | 0,8 |
| 2 | Ana Botella | 108 | 6 | 4 | 3 | 0,5 |
| 3 | Ana Obregon | 57 | 8 | 1 | 7 | 0,5 |
| 4 | Angela Merkel | 64 | 7 | 4 | 27 | 3,9 |
| 5 | Belen Esteban | 49 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | Borja Thyssen | 95 | 5 | 2 | 1 | 0,2 |
| 7 | Conchita Wurst | 54 | 4 | 3 | 2 | 0,5 |
| 8 | Duquesa de Alba | 33 | 3 | 2 | 1 | 0,3 |
| 9 | El Koala | 54 | 4 | 3 | 6 | 1,5 |
| 10 | Freddy Krueger | 49 | 3 | 2 | 1 | 0,3 |
| 11 | Freddie Mercury | 48 | 2 | 1 | 5 | 2,5 |
| 12 | Gabriel | 59 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | Isabel Pantoja | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | Jordi Mestres | 25 | 6 | 0 | 1 | 0,5 |
| 15 | John Mayer | 29 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 16 | Karenin Marchante | 25 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | Kim Jong | 11 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 18 | King Kong | 31 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 19 | Mary Marquese | 11 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 20 | Papaportis | 31 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Fig. 9. Análisis exploratorio de resultados

IV. CONCLUSIONES

En los últimos años ha habido un crecimiento extraordinario en cuanto al número de dispositivos y aplicaciones móviles para dar servicio y ofrecer entretenimiento a los usuarios. Asimismo, los numerosos avances en tecnologías de realidad virtual/aumentada y de interacción multimodal (verbal, táctil y gestual) están llevando la experiencia de usuario a cotas antes no imaginables. En este sentido, el sector de la educación no es ajeno a ello, ya que todos estos elementos pueden resultar clave para desarrollar nuevos productos digitales que mejoren el proceso de enseñanza/aprendizaje. Por otra parte, el uso masivo de aplicaciones que incluyan todas esas nuevas vías de interacción genera una gran cantidad de datos que son susceptibles de ser capturados y posteriormente procesados mediante técnicas analíticas. Sin embargo, la construcción de aplicaciones móviles educativas que hagan uso de todas esas características avanzadas por parte de los propios profesionales de la enseñanza resulta, a menudo, una tarea demasiado compleja.

En este trabajo se describe *VEDILS*, una herramienta para la creación de escenarios interactivos de aprendizaje sobre dispositivos móviles. Las aplicaciones generadas con este entorno pueden incluir elementos de realidad aumentada y reconocimiento gestual, a la vez que pueden recopilar datos

sobre las interacciones que realiza el usuario final. Todo ello se hace mediante un entorno de autoría muy sencillo y apto para personas sin amplios conocimientos de programación. El entorno incluye el componente *ActivityTracker*, que permite recopilar, de manera no intrusiva y transparente, todas las interacciones que se producen durante la ejecución de las aplicaciones y enviarlas a un almacén de datos remoto. El componente permite configurar el modo de comunicación a emplear para el envío de datos (sólo mediante redes wifi o con cualquier tipo de red), el ritmo de transmisión de datos (bajo demanda, en tiempo real o por lotes) y la tipología de interacciones que se quieren registrar (llamadas a funciones, recepción de eventos y modificación o acceso a propiedades de los componentes).

Con *VEDLS* se ha desarrollado una aplicación lúdica de aprendizaje para el fortalecimiento de la competencia oral en estudiantes de alemán *WerBinch*. La realización de la prueba piloto permitió recopilar información relativa al uso de la aplicación por parte de los alumnos, a partir de la cual el profesor podría tomar determinadas medidas como, por ejemplo, el refuerzo de cierto tipo de vocabulario específico. Asimismo, este caso de estudio preliminar permitió detectar debilidades y posibilidades de mejora, tanto en la propia app diseñada, como en el componente para la captura de datos. Como trabajo futuro, se pretende seguir evolucionando ambos elementos y conseguir una evaluación más completa y detallada, repitiendo la experiencia con un mayor número de estudiantes. Entre otras actuaciones de mejora, se tiene previsto la generalización del componente *ActivityTracker* para dar soporte a diferentes tipos de almacenes de datos e incluir compatibilidad con las especificaciones xAPI y *Caliper Analytics*.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado a través del programa de actuaciones avaladas para la mejora docente de la Universidad de Cádiz, con los proyectos sol-201500054605-tra "La Realidad Aumentada como recurso didáctico para la mejora del aprendizaje de una lengua extranjera" y sol-201500054613-tra "Herramienta para el despliegue de manuales virtuales secuenciales en dispositivos móviles", con fondos provenientes de la Junta de Andalucía.

REFERENCIAS

- [1] P. Milgram and F. Kishino, "Taxonomy of mixed reality visual displays," *IEEE Transactions on Information and Systems*, vol. E77-D, no. 12, pp. 1321–1329, 1994.
- [2] M. Palomo-Duarte, A. Berns, A. Cejas, J. M. Dodero, J. A. Caballero, and I. Ruiz-Rube, "Assessing foreign language learning through mobile game-based learning environments," *International Journal of Human Capital and Information Technology Professionals*, vol. 7, no. 2, pp. 53–67, 2016.
- [3] M. Billinghurst and A. Duenser, "Augmented reality in the classroom," *Computer*, no. 7, pp. 56–63, 2012.
- [4] M. Turk, "Multimodal interaction: A review," *Pattern Recognition Letters*, vol. 36, pp. 189–195, 2014.
- [5] J. Shen, and M. Pantic, "A software framework for multimodal human-computer interaction systems," *IEEE Transactions on Cybernetics*, vol. 43, no. 6, pp. 1593–1606, Dec 2013.
- [6] J. Cruz-Benito, R. Therón and F. J. García-Peñalvo, "Software architectures supporting human-computer interaction analysis: A literature review," in *Learning and Collaboration Technologies: Third International Conference, LCT 2016, Held as Part of HCI International 2016, Toronto, ON, Canada, July 17–22, 2016. Proceedings*, P. Zaphiris and I. Ioannou, Eds., Switzerland: Springer International Publishing, 2016.
- [7] K. Bain, S. H. Basson and M. Wald, "Speech recognition in university classrooms: liberated learning project," in *Proceedings of the 5th International ACM Conference on Assistive Technologies*. ACM, 2002, pp. 192–196.
- [8] G. Esteban, C. Fernández, M. A. Conde and F. J. García-Peñalvo, "Playing with shule: 2nd international learning environment," in *Proceedings of the 2nd International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*. ACM, 2014, pp. 247–253.
- [9] L. Wei, H. Zhou, A. K. Soe and S. Nahavandi, "Integrating kinest and haptics for interactive stem education in local and distributed environments," in *IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechanisms*. IEEE, 2013, pp. 1058–1065.
- [10] J. K. Laurila, D. Gatica-Perez, I. Aad, O. Bornet, T.-M.-T. Do, O. Dousse, J. Eberle, M. Miettinen et al., "The mobile data challenge: Big data for mobile computing research," in *Pervasive Computing*, no. EPFL-CONF-192489, 2012.
- [11] R. S. d. Baker and P. S. Inventado, "Educational data mining and learning analytics," in *Learning Analytics*. Springer, 2014, pp. 61–75.
- [12] P. Blikstein, "Multimodal learning analytics," in *Proceedings of the 3rd International Conference on Learning Analytics and Knowledge*. ACM, 2013, pp. 102–106.
- [13] B. Biel, T. Grill, and V. Grluh, "Exploring the benefits of the combination of a software architecture analysis and a usability evaluation of a mobile application," *Journal of Systems and Software*, vol. 83, no. 11, pp. 2031–2044, Nov. 2010.
- [14] A. Corbi and D. Burgos, "Review of current student-monitoring techniques used in learning-focused recommender systems and learning analytics: the experience api & lime model case study," *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, vol. 2, no. 7, pp. 44–52, 2014.
- [15] D. Rushkoff, *Program or be programmed: Ten commands for a digital age*. OR Books, 2010.
- [16] L. Johnson, S. Becker, V. Estrada, and A. Freeman, *Horizon Report: 2014 Higher Education*. The New Media Consortium, 2014.
- [17] J. P. Campbell, D. G. Oblinger et al., "Academic analytics," *EDUCAUSE review*, vol. 42, no. 4, pp. 40–57, 2007.
- [18] A. Colyer, A. Clement, G. Harley, and M. Webster, *Eclipse AspectJ: Aspect-oriented Programming with AspectJ and the Eclipse AspectJ Development Tools*. Addison-Wesley Professional, 2004.
- [19] N. Verhelst, P. Van Avermaet, S. Takala, N. Figueras, and B. North, *Common European Framework of Reference for Languages: learning, teaching, assessment*. Cambridge University Press, 2009.
- [20] V. Venkatesh and F. D. Davis, "A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies," *Management Science*, vol. 46, no. 2, pp. 186–204, 2000.

AnEsCo: Anotación, Estudio y Comparación. Una propuesta tecnológica de apoyo al aprendizaje de guitarra

Paloma Bravo
Universidad de Murcia
Master en Tecnología Educativa
Paloma.Bravo.Fuentes@gmail.com

Iván González
MAMI Research Lab
Castilla-La Mancha University
Ivan.GDiaz@uclm.es

Resumen—En la actualidad, las clases individualizadas de guitarra en los conservatorios o instituciones similares, suelen ser de noventa minutos y una vez a la semana. En este tiempo el alumno interpreta las obras requeridas al mismo tiempo que tiene que retener, apuntar o grabar los consejos que el profesor le indica. De igual forma, en casa, debe practicar hasta conseguir un nivel, según el propio alumno, acorde a lo referido por el profesor. En este trabajo se presenta la primera parte de una aproximación tecnológica como complemento al proceso de enseñanza/aprendizaje que trata de mitigar ciertos problemas asociados a la captación de consejos (anotaciones) en clase y la posterior autoevaluación del progreso por parte del alumno en el estudio de las obras en casa (escucha-compara).

Palabras clave—Music Learning Tools, Machine learning, Music education, Expressive Music Performance, HCI

I. INTRODUCCIÓN

En un Conservatorio de Música o institución similar, se imparte generalmente una hora y media de clase semanal individual del instrumento elegido por el alumno. Esto implica, que recibe una máster class de esa duración, y no tiene por que volver a intercambiar opiniones o recibir consejos y correcciones de su profesor hasta la siguiente clase.

Esta forma de enseñanza, implica, por tanto, un alto nivel de retención por parte del alumno de todos los aspectos a corregir. Unos de ellos, pueden ser apuntados sobre la misma partitura o en un cuaderno, otros, pasan directamente a intentar retenerse en la memoria, con el fin de recordarlo los días posteriores a la clase y proceder a las correcciones.

Un concepto importante es la evaluación que el alumno hace de sus progresos, la cual depende únicamente de su propia percepción sobre los resultados y sobre lo recordado de la clase.

El problema principal radica en la dificultad de retener de manera adecuada todo lo corregido, lo que hace que mucho pase al olvido y haya que repetirlo en la siguiente clase, o peor aún, se estudie mal durante toda una semana y corregirlo sea más complejo aun, pues ya se ha sistematizado. En ambos casos, destaca la pérdida de tiempo por parte del alumno.

En la actualidad existen muchas herramientas de apoyo musical entre los que caben destacar las siguientes:

- Secuenciadores.- Permiten la creación de varias pistas melódicas, armónicas o rítmicas, que pueden ser editadas

y reproducidas de forma individual o conjunta.

- Editores de partituras.- Permiten la creación de varias pistas melódicas, armónicas o rítmicas, que pueden ser editadas y reproducidas de forma individual o conjunta.
- Audio.- Especializados en escribir y editar partituras, con toda la simbología del lenguaje musical y funciones para llevar directamente a la imprenta.
- Editores de audio.- Editan sonidos o pistas de audio. Cortar, pegar, cambiar el tono, etc.
- Conversores de audio.- Convierten líneas de audio digitalizado (WAV) en ficheros MIDI y viceversa.

Todos ellos tienen un denominador común y es que suelen ser muy difíciles y complejos de manejar, por lo tanto, necesitan mucho tiempo de preparación para su uso, produciendo en muchos casos el abandono por parte del alumno, al resultarles más un inconveniente que una ayuda. Por otro lado es necesario destacar, que ninguno de estos programas se aproxima a la propuesta de herramienta tecnológica que queremos ofrecer para ayudar al estudio individual de los estudiantes de guitarra. Lo más relevante es que ninguno de los programas mencionados se centra en ofrecer ayuda en el progreso del estudio del alumno en su casa tras la clase.

La conclusión de todo radica en la idea de crear una herramienta nueva cuya característica principal sea la facilidad de uso para el estudiante, con el fin de resultar práctica y útil desde el primer momento de su utilización.

En este trabajo se presenta una aproximación tecnológica que trata de paliar estos inconvenientes mediante una herramienta informática de muy simple uso que permitirá, por un lado, realizar anotaciones y grabaciones en clase para, después, complementar el estudio en casa de forma que el alumno recibirá una evaluación de sus progresos mediante técnicas de comparación entre lo interpretado por él mismo o el profesor en clase y lo que realiza en casa. Al mismo tiempo, dicha herramienta controlará que el alumno estudia acorde a las anotaciones realizadas en clase.

En esta sección se hace un recorrido introductorio por el estado actual de las enseñanzas individuales de instrumento y las aproximaciones existentes. En la siguiente sección se muestra la propuesta tecnológica a través de una taxonomía didáctica y su

correspondiente estructura para acometer el desarrollo de la herramienta tecnológica que servirá de apoyo al estudiante tanto en clase como en para el estudio en casa. En la siguiente subsección puede apreciarse la propuesta de interfaz para anotaciones y grabaciones. Finalmente, las conclusiones y futuros trabajos reflejan el trabajo que resta para completar la propuesta.

II. PROPUESTA TECNOLÓGICA: UN COMPLEMENTO A LA CLASE INDIVIDUAL DE GUITARRA

En este apartado presentamos nuestra propuesta de herramienta tecnológica para el apoyo a la clase individual de guitarra y su posterior estudio en casa.

A. Taxonomía Didáctica

A continuación vamos a tratar de dejar establecidas las diferentes actividades que hay en una clase tradicional de guitarra, así como de los prototipos más usuales de consejos y correcciones que el alumno puede recibir por parte del profesor.

Una clase de guitarra puede dividirse en varias partes, las cuales no tienen límites de tiempo, pues dependen de las mejoras del alumno y criterio del profesor:

- Afinación del instrumento por parte del alumno, profesor o ambos.
- Interpretación sin interrupciones de la obra musical completa por parte del alumno, para dotar al docente de una visión global de lo estudiado.
- Tertulia consistente en que el alumno expone al profesor los principales fragmentos donde ha tenido problemas, así como todas las dificultades que se haya podido encontrar a lo largo de su estudio de la pieza.
- Correcciones y consejos para los diferentes fragmentos musicales donde el profesor ha encontrado elementos a mejorar. En este apartado, el alumno vuelve a interpretar cada uno de ellos aunque, en este caso, es posible la interrupción en cualquier momento por el profesor. En este apartado, el alumno trata de anotar y retener todo lo que dice el docente:
 - Localización y corrección de notas falsas.
 - Ajustes de dinámicas musicales.
 - Correcciones de velocidad en la interpretación musical.
 - Digitaciones.
 - Delimitación del fraseo de la obra.
 - Pulsación y timbre.
- Organización del trabajo que se revisara en la próxima clase.

Para la mejora directa de la interpretación tras el estudio en casa del instrumento por el alumno, utilizaremos la tecnología como medio y nunca como fin, para conseguir los mejores resultados y economizar el tiempo empleado.

B. Estructura

El diagrama de la Figura 1 muestra claramente el propósito del presente trabajo. En dicha figura se pueden diferenciar los dos entornos: clase y estudio en casa. En el primero, el alumno interpreta y el profesor corrige y aconseja. En el segundo, el alumno estudia, recuerda las correcciones y consejos y mejora su interpretación de la obra.



Fig. 1. Problemática actual en el proceso enseñanza/aprendizaje de guitarra

Sin embargo, y como puede comprobarse, existe un vacío entre lo comentado en clase y el estudio en casa debido a uno de los problemas mencionados anteriormente ya que, en la mayoría de los casos, el alumno debe retener todo lo que el profesor dice. Frecuentemente, estas anotaciones se hacen directamente en la partitura que al final se convierte en algo confuso y de muy difícil lectura.



Fig. 2. Esquema propuesto de la solución tecnológica

El segundo problema es haber retenido o anotado de manera coherente e inteligible todas las correcciones y consejos del profesor en clase para tratar de mejorar esa interpretación. A este segundo problema hay que añadir un tercero, si cabe más importante, que es la autoevaluación que el alumno debe realizar sobre sus progresos cuando estudia en casa.

La propuesta de complemento tecnológico para los problemas mencionados anteriormente se pueden apreciar en el esquema de la Figura 2. Mediante la taxonomía propuesta, se tratan de cubrir esos aspectos que resolverán los problemas asociados a la clase y su posterior estudio. Por un lado, en clase, las anotaciones de correcciones y consejos mediante una interfaz muy simple e intuitiva que permita realizarlos sin desviar la atención del estudiante de su clase de música. Por otro lado, grabar tanto partes o la obra completa que le serán de mucha utilidad para el estudio en casa.

Para el estudio en casa, la herramienta escuchará la interpretación del alumno y hará una comparación entre:

- Anotaciones.
- Grabaciones en clase.

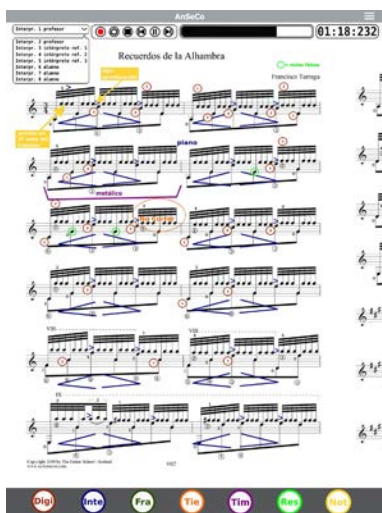


Fig. 3. Interfaz de usuario (Anotaciones y Grabaciones)

Para las primeras, se creará un mecanismo de comparación automática de modo que permitirá establecer unos márgenes adecuados para los que la herramienta pueda dar el visto bueno a las correcciones. En el caso de las grabaciones, de igual forma, la herramienta comparará entre las grabaciones del profesor en clase o las del alumno con el visto bueno del docente.

C. Propuesta de interfaz de usuario

La interfaz de usuario para la herramienta puede verse en la Figura 3. La parte superior está destinada al proceso de grabación del profesor, alumno u otros intérpretes y tanto de la obra completa como de fragmentos. De igual forma se puede apreciar un reproductor de audio para escuchar una grabación realizada en un momento concreto de la partitura.

En la parte inferior pueden apreciarse los diferentes botones que desplegarán las herramientas correspondientes a las digitaciones, interpretación, fraseo, tiempo y timbre y que además cuenta con dos anotaciones adicionales: una que permite la posibilidad de resaltar con diferentes colores sobre la partitura y otra para incorporar notas de audio y de texto en momentos puntuales del pentagrama.

La parte central contiene la partitura con las correspondientes anotaciones relacionadas por colores. Así, las aparecidas en color marrón hacen referencia a digitaciones para la mano derecha, mano izquierda o cuerda a utilizar (véase compases 1,2 y 3 a modo de ejemplo). Las señaladas en azul, se relacionan con la intensidad, apareciendo acentos (compás 1), reguladores (compás 2) y matices (compás 4). Usando la herramienta de resaltar, en este caso seleccionando el color verde, se han enmarcado en un círculo las notas falsas (notas erróneas que toca el intérprete en vez de las escritas en la partitura por el compositor). Por otra parte, en el compás 5 podemos observar una anotación referida al tiempo y que se señala por tanto en tono naranja.

D. Procedimientos para la evaluación de progresos en la interpretación mediante técnicas de aprendizaje automático.

La interpretación musical es una actividad compleja que se ve afectada por aspectos propios de la naturaleza humana como el estado anímico del intérprete y una serie de factores heterogéneos de carácter psicológico, cognitivo, de concentración, de influencia artística y social, relativos a la condición física, predisposición genética, etc. Partiendo de esta premisa, el proceso de evaluación de una interpretación musical debe abarcar mecanismos para extraer y captar matices de expresividad subjetivos o propios de cada intérprete, fruto de la influencia de los factores anteriores, así como otras características de la interpretación que pueden medirse con mayor facilidad de manera cuantitativa empleando técnicas de aprendizaje automático.

La aproximación tecnológica presentada pretende recoger ambos tipos de procedimientos para facilitar la autoevaluación por parte del alumno, durante su estudio individual en casa. Aquellas características de la interpretación relacionadas con la propia expresividad del intérprete de referencia y de naturaleza más subjetivas son asimiladas por el alumno a partir de sus grabaciones de audio realizadas en clase y de la grabación de la interpretación por parte del intérprete de referencia (generalmente el docente), en conjunción con los mecanismos de anotación; permitiéndole realizar un ejercicio de introspección y de composición de lugar adecuado para favorecer la autovaloración en casa de estos aspectos de expresividad, más difíciles de evaluar mediante razonamiento automático.

Por otro lado, la aplicación de algoritmos de inteligencia artificial permite captar desviaciones y variaciones en la interpretación en términos de parámetros cuantificables como las modificaciones del tiempo y de la velocidad de la interpretación, de las dinámicas musicales y energía e intensidad de cada nota y del fraseo y de la articulación. La cuantificación de todas estas desviaciones también permite al alumno mejorar la expresividad en su interpretación.

Conviene destacar que la mayoría de la literatura centrada en procedimientos de evaluación de interpretaciones musicales se focaliza en la perspectiva algorítmica y en los principios necesarios para, mediante mecanismos de aprendizaje automático, crear modelos de ajuste que permitan identificar desviaciones como las mencionadas en el párrafo anterior, que ciertamente afectan a la expresividad de la interpretación. Sirvan de ejemplo los trabajos expuestos en [1,2,3,4]. Si bien, la determinación de estas desviaciones no recibe ningún aprovechamiento pedagógico que permita la autoevaluación de la interpretación musical y el refuerzo del aprendizaje, dado que no es el objetivo de estos trabajos. Además, los matices de expresividad en la interpretación de índole más subjetiva que no pueden ser fácilmente modelados por los algoritmos de inteligencia artificial (y que nuestra aproximación tecnológica recoge por medio del sistema de anotaciones y grabaciones) no son tenidos en cuenta en estos trabajos.

La identificación de variaciones en el tempo y las dinámicas musicales proporcionan el *corpus* principal de expresión en una interpretación musical [5], de modo que la mayoría de los trabajos que emplean técnicas de razonamiento e inteligencia artificial se fundamentan en la creación de modelos de ajuste que permitan determinar las desviaciones de estos parámetros. Concretamente, son abundantes los trabajos centrados en segmentar el momento inicial de *ataque* de cada nota, conocido como "*onset*" en inglés. Tradicionalmente, los métodos de detección del onset se han basado en el análisis de la variabilidad en la energía de la señal de audio entrante o en su frecuencia fundamental [6], así como la combinación de características de ambos dominios [3,7,8]. En el contexto del análisis espectral, la estimación de la frecuencia fundamental se realiza generalmente aplicando técnicas derivadas de los métodos de auto-correlación, sirva de ejemplo el algoritmo desarrollado por Cheveigné et al. [9]. Recientemente, es usual el empleo de mecanismos de inferencia más elaborados para determinar con mayor precisión los onsets, siguiendo enfoques probabilísticos [10] y de aprendizaje supervisado y semi-supervisado por medio de redes neuronales [11]. Dichos mecanismos de inferencia son alimentados con vectores conformados por este tipo de características del dominio temporal y de la frecuencia.

III. CONCLUSIONES Y FUTUROS TRABAJOS

La propuesta tecnológica presentada aquí propone una nueva tendencia de pedagogía musical, centrada en torno al proceso de autoevaluación de la interpretación por parte del alumno, utilizando un sistema de anotaciones y grabaciones de apoyo al aprendizaje musical (en este caso particularizado para clases de guitarra), que permite identificar y comparar aspectos y características de la expresividad en la interpretación de referencia (generalmente una grabación del docente o un intérprete reconocido), respecto de cada ensayo en casa de la pieza por parte del alumno.

Siguiendo este enfoque pedagógico asistido por la tecnología, el alumno puede evaluar y valorar objetivamente sus

progresos de aprendizaje en cada interpretación. Esto es posible gracias a la posibilidad de escuchar grabaciones de cada iteración del proceso de estudio de la pieza y grabaciones de las interpretaciones de referencia realizadas por el docente y otros intérpretes. Por otro lado, el hecho de poder comparar la interpretación del alumno en un momento dado con aquellas que son consideradas por él como buenas interpretaciones musicales o de referencia, resulta todo un estímulo de motivación que le ayuda a mantener la perseverancia y continuar practicando.

En resumen, la conjunción del sistema de anotaciones, con el almacén de grabaciones para la reproducción de fragmentos tocados por el propio alumno y por intérpretes de referencia, junto con las técnicas de razonamiento automático empleadas para comparar matices entre las interpretaciones como el tempo y las dinámicas musicales, permiten al estudiante reconocer los puntos de mejora en las sucesivas interpretaciones de la obra y tener mayor consciencia de su progresión a lo largo del tiempo con respecto al enfoque tradicional de estudio en casa. El alumno puede focalizar con mayor facilidad los fragmentos y aspectos musicales donde comete errores gracias al soporte tecnológico que se le proporciona.

REFERENCIAS

- [1] G. D. Poli, "Methodologies for expressiveness modelling of and for music performance". *Journal of New Music Research*, 2004, 33(3):189–202
- [2] G. Widmer and W. Goebel, "Computational models of expressive music performance: The state of the art". *Journal of New Music Research*, 2004, 33(3):203–216
- [3] A. Friberg, E. Schoonderwaldt and P.N. Juslin "Cue: An algorithm for extracting expressive tone variables from audio recordings". *Acta Acoustica united with Acoustica*, 2007, 93: 411–420
- [4] E.D. Scheirer, "Extracting expressive performance information from recorded music". Master's thesis. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology.
- [5] C. Palmer, "Anatomy of a performance: Sources of musical expression". *Music Perception*, 1996, 13(3):433–453.
- [6] J.P. Bello, L. Daudet, S. Abdallah, C. Duxbury, M. Daives and M.B. Sandler, "A tutorial on onset detection in music signals", in *IEEE Trans. on Speech and Audio Processing*, 13(5):1035–1047, 2005
- [7] N. Collins, N. "Using a pitch detector for onset detection", in *Proc. of 6th Int. Conf. on Music Information Retrieval*, 100–106, London, UK, 2005
- [8] N. Collins, "A change discrimination onset detector with peak scoring peak picker and time domain correction", Extended abstract of the 1st Annual Music Information Retrieval Evaluation eXchange (MIREX 2005)
- [9] A. de Cheveigné and H. Kawahara, "YIN, a fundamental frequency estimator for speech and music". *Journal of the Acoustical Society of America*, 2002, 111(4):1917-1930
- [10] S. Abdallah and M. Plumbley, "Unsupervised onset detection: A probabilistic approach using ICA and a hidden Markov classifier", in *Cambridge Music Processing Colloquium*, Cambridge, UK, 2003
- [11] A. Lacoste and D. Eck, "A supervised classification algorithm for note onset detection". *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*, 2006

Dispositivos Móviles

Análise do uso da tecnologia móvel no processo de alfabetização de crianças de 6-8 anos

Alessandra Dedéco Furtado Rossetto
PPGEN – UTFPR
Londrina – Brasil
alessandrarossetto@alunos.utfpr.edu.br

Alessandra Dutra
PPGEN – UTFPR
Londrina - Brasil
alessandradata@utfpr.edu.br

Resumo – O presente estudo pretende analisar o uso da tecnologia móvel no processo de alfabetização de crianças de 6-8 anos. Para isso, foram selecionados os seguintes tipos de pesquisa: descritiva bibliográfica, de campo e analítica. Os resultados mostraram que os professores informantes concordam que o uso da tecnologia móvel pode ajudar as crianças no processo de alfabetização, instigando o gosto pela leitura e escrita por meio de diversificados tipos de textos e ferramentas, sobretudo aqueles disponíveis nos aplicativos do *ipad* ou *tablet*. Embora a tecnologia auxilie e possibilite o uso de ferramentas motivadoras no processo de alfabetização, ela não consegue substituir o desenvolvimento de habilidades específicas no processo de escrita.

Palavras-chave-tecnologia móvel; alfabetização; aprendizagem e interação

I. INTRODUÇÃO

Os desafios da alfabetização são inúmeros, tanto para o professor quanto para os alunos. Esse período nem sempre é contemplado pelo desenvolvimento de habilidades que garantem um ensino no qual os alunos se colocam na posição de ativos, ou seja, protagonistas de seu conhecimento. Na maioria das vezes, é marcado pela transmissão de conceitos preestabelecidos. Em relação à alfabetização, as práticas escolares pautadas na valorização das hipóteses da construção da escrita e da leitura de crianças de 6 a 8 anos demonstram quanto a escola precisa caminhar para o desenvolvimento de uma sociedade que estabeleça um elo de passagem entre a função social da escrita e as atividades cotidianas propostas por ela. Os desafios da alfabetização são inúmeros, tanto para o professor quanto para os alunos. Esse período nem sempre é contemplado pelo desenvolvimento de habilidades que garantem um ensino no qual os alunos se colocam na posição de ativos, ou seja, protagonistas de seu conhecimento. Na maioria das vezes, é marcado pela transmissão de conceitos preestabelecidos. As práticas escolares pautadas na valorização das hipóteses da construção da escrita e da leitura de crianças de 6 a 8 anos demonstram quanto a escola precisa caminhar para o desenvolvimento de uma sociedade que estabeleça um elo de passagem entre a função social da escrita e as atividades cotidianas propostas por ela.

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) trouxeram mudanças importantes nesse aspecto, uma vez que oferecem oportunidades para que os alunos aprendam e discutam, de forma mais simples, atividades construtivas de discussão e troca de ideias, a fim de construir conhecimentos futuros [1]. Por meio das ferramentas digitais/tecnológicas aliadas a outros recursos, a criança na faixa etária da alfabetização tem possibilidade de entrar em contato com os

novos desafios e desenvolver a leitura e a escrita com mais facilidade em ambientes digitais. A alfabetização digital, por sua vez, com as inúmeras possibilidades fornecidas pelo mundo cibernético, pode auxiliar a tornar visíveis as interpretações das hipóteses que as crianças elaboram quando estão aprendendo a ler e a escrever.

Baseando-se nestas considerações, o presente estudo pretende: apresentar o perfil de alfabetizadores de uma escola particular de ensino localizada nas cidades de Londrina-PR e Curitiba-PR, Brasil, no que se refere: à formação e ao tempo de experiência no magistério e série em que atuam; verificar se os informantes possuem *smartphone* e se acessam a *internet* e suas redes sociais pelo aparelho; verificar se eles possuem o recurso tecnológico *iPad* ou *Tablet*; identificar se conhecem recursos tecnológicos e se fazem uso deles em suas aulas e com qual frequência; averiguar se acreditam ser possível crianças entre 6 a 8 anos desenvolverem a leitura e a escrita com mais facilidade em ambientes digitais do que as crianças que são expostas tão somente à cultura do papel; saber se os educadores utilizam o recurso tecnológico *iPad* em suas aulas; identificar se eles percebem a diferença na aprendizagem dos seus alunos quando utilizam o recurso tecnológico *iPad*; verificar em quais momentos da aula eles utilizam o recurso tecnológico *iPad* e quais as atividades desenvolvidas; saber quais as dificuldades que eles já enfrentaram ou ainda enfrentam ao utilizar o recurso tecnológico *iPad*; verificar em quais momentos o recurso tecnológico *iPad* não pode substituir a atividade manual no processo de alfabetização e saber se eles cursaram alguma disciplina relacionada à Educação Tecnológica na formação inicial.

II. ALFABETIZAÇÃO E TECNOLOGIA

O conceito de alfabetização depende de características culturais, econômicas e tecnológicas. A expressão *alfabetização funcional* usada pela UNESCO nos programas de alfabetização organizados em países subdesenvolvidos, pretende alertar para esse conceito *social* da alfabetização [7]. A concepção do alfabetizado mudou. Estar alfabetizado hoje

“É poder transitar com eficiência e sem temor numa intrincada trama de práticas sociais ligadas à escrita. Ou seja, trata-se de produzir textos nos suportes que a cultura define como adequados para as diferentes práticas, interpretar textos de variados graus de dificuldade em virtude de propósitos igualmente variados, buscar e obter diversos tipos de dados em papel ou tela e também, não se pode esquecer, apreciar a beleza e a inteligência de certo modo de composição, de um certo ordenamento peculiar das palavras que encerra a beleza da obra literária” [3].

O impacto que a revolução tecnológica gerou nas últimas décadas interfere diretamente no cotidiano escolar. A inserção das TIC neste universo abriu novas possibilidades inimagináveis de ensino e aprendizagem, o que propicia a reflexão sobre os propósitos e desafios impostos à educação enquanto espaço físico-escolar.

Em face à mudança de uma sociedade impactada diretamente no aspecto do ambiente educativo, os professores contam, na atualidade, com ferramentas digitais que ultrapassam o universo da TV e do vídeo, visualizando em salas de aulas, lousas interativas e, com o advento da *internet*, contam com o *Youtube* como parceiro na tentativa de apresentar um planejamento de aulas mais próximo à realidade escolar. A aprendizagem móvel oferece oportunidades sem limitações de tempo e espaço aos alunos, com uma série de opções flexíveis de disciplinas e em diferentes níveis de ensino [6].

Assim, o uso das tecnologias passou a ser visto como um conceito de aprendizagem que fortalece a prática pessoal de ensinar e aprender conectando os alunos ativamente à construção do conhecimento e à busca dos professores por respostas para suas dificuldades específicas. A inserção das ferramentas digitais/tecnológicas nesse contexto, incorporadas à prática metodológica do professor, contribui para a dinamização da aprendizagem e possibilita melhoria no processo de ensino e aprendizagem.

III. METODOLOGIA

Para a realização da pesquisa, foram selecionados os tipos de pesquisa bibliográfica, uma vez que é apresentado aporte teórico relacionado às metodologias de ensino para o processo de aquisição da leitura e da escrita por meio das TIC; de campo, pois a investigação ocorreu no ambiente escolar no qual os participantes atuam; e analítica, uma vez que os dados obtidos são objeto de reflexão e análise.

Primeiramente, foi elaborado um instrumento de coleta de dados composto por 18 perguntas, 14 objetivas e 4 subjetivas. As questões versaram sobre a utilização da tecnologia móvel e recursos digitais no processo de alfabetização com crianças de 6-8 anos, bem como a percepção dos entrevistados a respeito do desenvolvimento da habilidade de leitura e escrita com a utilização de ferramentas digitais durante as aulas. O questionário foi enviado a 8 professores que trabalham com classe de alfabetização de uma escola particular de Ensino Fundamental e Médio localizada na cidade de Londrina-PR e a 1 professor também de classe alfabetizadora de outra escola da mesma rede de ensino localizada em Curitiba-PR. Ambas as escolas possuem metodologia que contempla a utilização de recursos tecnológicos/digitais, especificamente o *iPad* durante as aulas, sendo obrigatório o material digital do professor constar no *iPad* e, em contrapartida, há sugestões de utilização de aplicativos disponíveis na plataforma da *App Store*. O questionário foi enviado aos 9 participantes da pesquisa por meio da ferramenta *google docs*. Todos os questionários enviados foram respondidos.

IV. ANÁLISE DE DADOS

Esta seção analisa as respostas obtidas com a aplicação do instrumento de coleta de dados enviado a 9 professores informantes da pesquisa. A primeira questão versou sobre a formação dos docentes investigados, dentre os quais 6 deles, 66,7%, possuem graduação e especialização e 3, 33,3%, apresentam somente a graduação. Os três anos iniciais do Ensino Fundamental de nove anos constituem o ciclo da alfabetização e letramento e não devem ser passíveis de interrupção, é o que recomendam as novas Diretrizes Curriculares Nacionais [2]. Portanto, a pesquisa foi desenvolvida com professores que atuam nestas séries, buscando identificar quanto tempo de experiência apresentavam neste período de escolarização para verificar o nível de confiança no processo alfabetizador e sua relação com a inserção da tecnologia. Assim, 3 informantes, 33,3%, possuem tempo de atuação profissional de 1 e 5 anos; apenas 2, 22,2%, atuam entre 5 e 10 anos e 4 deles, 44,4%, possuem 10 ou mais anos em classe alfabetizadora.

O instrumento de coleta de dados buscou saber se os informantes tinham telefone no formato *smartphone* e se o utilizavam para acessar a *internet*. Os dados mostraram que 100% deles fazem uso da *internet* em seus aparelhos caracterizados como *smartphones*. Na sequência 8 professores, 88,9%, possuem *iPad* ou *Tablet*, apenas 1, 11,1% não possui. Dentre os recursos tecnológicos mais conhecidos pelos entrevistados, 8, 88,9%, conhecem o *iPad* ou *Tablet*, 5 informantes, 55,6%, conhecem computador, lousa interativa, sequência didática digital, *Youtube* e aplicativos, 3, 33,3%, dos entrevistados conhecem *Ted Education*, 2, 22,2%, conhecem o Fórum, 4, 44,4%, conhecem a tecnologia via Vídeo Aulas. Em relação à utilização dos recursos tecnológicos em suas aulas com os alunos, 5 deles, 55,6%, utilizam Computador e Aplicativos, 7 informantes, 77,8%, utilizam *iPad* ou *Tablet*, 2, 22,2%, utilizam Sequência didática digital e Vídeo aulas, 4, 44,4%, *Youtube*. Apenas 1, 11,1%, utiliza o *Ted Education*.

No questionamento sobre a frequência com que os professores utilizam os recursos acima citados, 7 deles, 77,8%, utilizam-nos sempre em suas aulas, enquanto 2, 22,8%, utilizam-nos às vezes. O computador desperta incontestável fascínio nos alunos, independentemente de sua idade. Neste estudo, o computador é facilmente substituído por outras tecnologias como o *iPad* ou *Tablet* [8]. Ao questionar se o entrevistado concorda que a tecnologia pode favorecer o desenvolvimento da leitura e da escrita enquanto modalidade de diferenciação entre a cultura do papel e a cibercultura, 8 deles, 88,9%, concordaram com a afirmação e 1, 11,1%, nunca havia pensado sobre isso.

Quando se questionou se o entrevistado concorda que é possível crianças entre 6 e 8 anos desenvolverem a leitura e a escrita com mais facilidade em ambientes digitais que crianças que são expostas tão somente à cultura do papel, 7 professores, 77,8%, concordaram com a afirmação, 1, 11,1%, não concordou e apesar da tecnologia fazer parte do seu dia-a-dia, 1 dos professores informantes, ou seja, 11,1%, nunca havia pensado sobre isso, talvez isso leve a pensar que não basta ter acesso à tecnologia, é preciso alfabetizar digitalmente o professor. Devido ao fato da escola disponibilizar o recurso

iPad para utilização em sala de aula para os alunos, a próxima questão versou sobre o uso do *iPad* pelos professores. A resposta mostrou que 8 deles, 88,9%, utilizam *iPad* ou *Tablet* em suas aulas e que 1 informante, 11,1%, não utilizava uma vez que a escola não o obriga, mas sim sugere a utilização. O que faz refletir a respeito da necessidade do plano de ensino desse professor passar por uma rigorosa análise da coordenação, incentivando práticas que o levem a utilizar o *iPad* com seus alunos.

A questão seguinte buscou verificar se os entrevistados percebem diferença na aprendizagem dos seus alunos quando eles utilizam o recurso tecnológico *Tablet* ou *iPad*. As respostas indicaram que 8, 88,9%, já perceberam diferença com a utilização do recurso em aula. Apenas 1, 11,1%, informante não percebeu até pelo fato de não utilizar esse recurso em suas aulas, como foi dito anteriormente, devido à falta de prática ou inexperiência do professor. Com a chegada do *iPad* no Brasil, surgiram iniciativas de sistemas de Ensino de médio e grande porte para a utilização dessa nova tecnologia em sala de aula. Os excertos abaixo indicam os momentos em que os entrevistados fazem uso do *iPad* ou *Tablet* em sala de alfabetização:

“Utilizo para sondagens de escrita e leitura, atividades cotidianas de alfabetização e como auxílio das aulas com espaços (grupos)”; “Quando ministro aulas que posso utilizar algum aplicativo ou vídeo para complementar a aula”; “Nos momentos de complementar a alfabetização, com jogos de Língua Portuguesa; como recurso para fazer contextualizações com imagens, vídeos e SDD, leitura de textos coletivos”; “Utilizo o recurso para fazer contextualizações com imagens, vídeos e SDD, leitura de textos coletivos. O uso de aplicativos dentro dos espaços de trabalho com os alunos tem ajudado significativamente no desenvolvimento de algumas habilidades”; “Quando trabalho no formato de espaços pedagógicos, onde um espaço é referente à tecnologia”; “Semanalmente, variando o tempo de duração, a aula... Em qualquer ambiente: sala de aula, pátio... Sempre após planejamento e validação do recurso como meio de aprendizagem para cada conteúdo”; “Quando percebo que preciso dinamizar a aula”; “Meu uso é diário. Pois o material adotado por minha instituição de ensino substitui o material impresso do professor pelo digital. Nele, a sequência didática para os alunos é digital. Mesmo com esses recursos prontos, é necessário complementar as propostas”.

Os *iPads* ou *Tablets* são ferramentas facilitadoras por conterem elementos visuais que incentivam a leitura e a escrita, podendo assim favorecer a aprendizagem, uma vez que auxiliam no desenvolvimento de determinadas habilidades, quando utilizados com aplicativos específicos. Os professores informantes da pesquisa deixam claro que utilizam os recursos como complementares ao processo de ensino, variando de acordo com cada proposta de conteúdo apresentada em seus planos de ensino. Na sequência, são apresentadas as respostas para o questionamento sobre as atividades que o professor proporciona aos alunos usando o recurso tecnológico *Tablet* ou *iPad*:

“As atividades proporcionadas são de pesquisa desde imagens até dúvidas ou curiosidades, aplicativos e vídeos

referentes ao tema trabalhado”; “Atividades relacionadas ao conteúdo para simplificar de maneira que o aluno busque alguma estratégia diferente da habitual, principalmente na matemática”; “Atividades de força, liga letra, varal de letra, coordenação motora, etc”; “Com o recurso tecnológico de aplicativos desenvolvo propostas como: produção de tirinhas, força, atividades de coordenação motora fina, construção da escrita, quantificação, soma, entre outros”. Sempre busco aplicativos relacionados ao tema trabalhado em sala”; “Aplicativos de alfabetização e histórias interativas”; “Atividades de registro escrito, fotográfico... Fixação dos conteúdos por meio de aplicativos”; “Com aplicativos para fortalecer o reconhecimento das letras do alfabeto”; “Para ampliar as propostas oferecidas pelo material adotado, nossas aulas são complementadas com vídeos, *quiz* interativo, pesquisas, jogos”.

No segmento educacional, o uso do *iPad* abre um leque de possibilidades. Os professores informantes que utilizam o *iPad* em sala de aula com os alunos demonstram ter facilidade em encontrar aplicativos contidos nesta ferramenta tecnológica que chamam a atenção da garotada, mas percebem que são poucos os que proporcionam desafios e reflexões sobre a leitura e a escrita, ou seja, ainda não são garantia de evolução na alfabetização e letramento. É preciso traçar novas práticas pedagógicas que vão além da alfabetização e/ou da simples prática mecânica de ler e escrever, seja ela manual ou digitalmente.

Os excertos que mostram as dificuldades que os professores enfrentam ao utilizar o recurso tecnológico *Tablet* ou *iPad* indicam que a euforia, a quantidade de *iPads* disponíveis e a *internet* são fatores preponderantes. Assim, os professores confirmam que a alfabetização via utilização de tecnologias digitais, especificamente um dispositivo que apresente o teclado alfanumérico, como computador, *iPad* ou *Tablet*, apresenta as letras de maneira mais facilitadora, uma vez que já estão ordenadas lado a lado (mesmo que não em ordem alfabética), pois ao clicar na letra do teclado, automaticamente aparece na tela. Ao término da escrita, ela poderá ou não estar correta, onde o conhecimento que o dispositivo tecnológico utilizado, computador, tem a respeito daquela escrita permitirá enviar a informação para a criança com um sublinhado em vermelho apontando a inadequação. Na tentativa da escrita correta, a criança fará a inserção ou troca de letras, favorecendo sua percepção a respeito do erro. Apesar das aulas com recursos tecnológicos serem muito desejadas pelos alunos, ainda os deixam eufóricos. “O uso do computador pode enriquecer ambientes de aprendizagem onde o aluno, interagindo com os objetos desse ambiente, tem chance de construir o seu conhecimento” [4].

Ao serem questionados sobre os momentos em que o recurso tecnológico *Tablet* ou *iPad* não pode substituir a atividade manual no processo de alfabetização, os informantes reconhecem que o desenvolvimento da escrita ainda se faz necessário com o uso do lápis e papel, que determinadas habilidades motoras não são desenvolvidas com o uso da tecnologia. A aquisição das habilidades motoras está ligada diretamente ao desenvolvimento da percepção de corpo, espaço e tempo e essas habilidades formam elementos de domínio básico tanto para a aprendizagem motora quanto para as

atividades de formação escolar [5]. Assim, faz-se necessário e importante analisar o tempo que os aprendizes estão expostos às tecnologias e qual a influência desse fator em seu desenvolvimento. Outro ponto importante destacado é o fato do traçado da letra cursiva que envolve o manejo motor fino, ainda que existam aplicativos como, o “*cursive*” a serem utilizados pelos educandos no *iPad*, para o treino desta habilidade uma vez que a tela *touch* parece facilitar o movimento de pinça, utilizando como recurso o próprio dedinho, diferente do que acontece quando o movimento acontece, frente a prensão do lápis no papel.

Posto que a tecnologia faz parte do cotidiano da sala de aula, os resultados para a última questão demonstraram que 5 dos investigados, 55,6%, tiveram em sua formação acadêmica uma disciplina voltada para tecnologia e ensino, o que supostamente deve interferir diretamente em sua prática pedagógica na sala de aula. Dos professores informantes 4, ou seja, 44,4%, não tiveram nenhuma disciplina relacionada à tecnologia em sua formação, o que se subentende ser um fator desfavorável a sua prática educativa, principalmente numa rede de ensino que oferece o aporte tecnológico.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho analisou a prática pedagógica de professores alfabetizadores no que se refere ao uso das tecnologias/digitais como ferramenta facilitadora do processo de ensino aprendizagem durante a alfabetização. O uso das tecnologias digitais no âmbito educacional deixou de ser um diferencial e passou a ser uma necessidade. Não há mais como dissociar o processo de ensino e aprendizagem da disseminação das novas tecnologias.

Os resultados deste estudo mostraram que a maioria dos professores possui de 10 ou mais anos de experiência em classe alfabetizadora; todos possuem *smartphones* e fazem uso da *internet* em seus aparelhos; a maioria possui *iPad* ou *Tablet* e os utilizam nas aulas; a maioria conhece os recursos tecnológicos voltados ao contexto escolar; a maior parte deles utiliza recursos tecnológicos em suas aulas frequentemente; quase todos concordam que a tecnologia pode favorecer o desenvolvimento da leitura e da escrita enquanto modalidade de diferenciação entre a cultura do papel e a cibercultura e que crianças entre 6 e 8 anos desenvolvem a leitura e a escrita com mais facilidade em ambientes digitais que crianças que são expostas tão somente à cultura do papel; quase todos os informantes percebem diferença na aprendizagem dos seus alunos quando eles utilizam os recursos tecnológicos *Tablet* ou

iPad; pouco mais da metade dos professores tiveram na formação acadêmica pelo menos uma disciplina voltada para tecnologia e ensino.

Por fim, 100% dos informantes concordam que o uso da tecnologia móvel pode ajudar as crianças, instigando o gosto pela leitura e escrita por meio de diversificados tipos de textos e ferramentas, sobretudo com as novas ferramentas tecnológicas como o computador e o *iPad* ou *Tablet*. No entanto, ainda há a necessidade de se contar com recursos externos, sejam eles a quantidade de *iPads* disponíveis ou o acesso à rede em tempo integral. Por fim, a tecnologia não consegue substituir o desenvolvimento de habilidades específicas no processo de escrita, como coordenação motora fina, visão motora, tônus muscular e atenção ao traçado correto da letra, sendo importante o aparato manual e a intervenção/mediação do professor nesta fase da aprendizagem. Ao percebermos o fato de que na formação dos professores informantes há uma lacuna quanto ao uso das tecnologias, imediatamente vem o questionamento: será que esses professores têm investido em sua formação continuada? Talvez esse seja um indicativo de pesquisas futuras – o uso da tecnologia móvel e a formação docente.

REFERÊNCIAS

- [1] A. Gilleran. Práticas Inovadoras em Escolas Europeias – em Tecnologias para Transformar a Educação Juana Maria Sancho; tradução Valério Campos. Porto Alegre: Artmed, 2006, p.85
- [2] Brasil. Diretrizes Curriculares Nacionais. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=15548-d-c-n-educacao-basica-nova-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 26/04/2016.
- [3] E. Ferreira. O momento atual é interessante porque põe a escola em crise. Nova Escola, ed. 197, nov. 2006. Entrevista concedida a Márcio Ferrari. Disponível em: <<http://revistaescola.abril.com.br/lingua-portuguesa/alfabetizacao-inicial/momento-atual-423395.shtml>>. Acesso em: 20/04/2016.
- [4] J.A.Valente (org.). O Professor no Ambiente Logo: Formação e Atuação. São Paulo: Unicamp/Nied, 1996.
- [5] J. Medina; G. K. B. Rosa; I. Marques. Desenvolvimento da organização temporal de crianças com dificuldades de aprendizagem. Revista da Educação Física, Maringá, v.17, n.1, 2006, pp.107-116.
- [6] L. Schlenker. Proceedings of the International Conference Mobile Learning. Portugal, 2013.
- [7] M. Soares. Alfabetização e letramento. 5ª ed., 1ª reimpressão. – São Paulo: Contexto, 2008.
- [8] N. R. Nogueira. Pedagogia dos Projetos: uma jornada interdisciplinar rumo ao desenvolvimento das múltiplas inteligências. 3 ed. São Paulo: 2002

Factores que favorecen la adopción del m-learning. Una Revisión de la Literatura y Propuesta de una Taxonomía

Christian Xavier Navarro Cota
Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño
Universidad Autónoma de Baja California (UABC)
Ensenada Baja California, México
cnavarro@uabc.edu.mx

Ana Isabel Molina Díaz, Miguel Ángel Redondo
Duque, Manuel Ortega Cantero
Departamento de Tecnologías y Sistemas de Información
Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM)
Ciudad Real, España
{Anaisabel.Molina, Miguel.Redondo,
Manuel.Ortega}@uclm.es

Resumen—En los últimos años, diferentes autores han analizado los factores que favorecen la adopción del *m-learning*, usando como base los modelos de aceptación de la tecnología, tales como el *Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM)* y la *Teoría Unificada de Aceptación y Uso de la Tecnología (UTAUT)*. Las propuestas de dichos autores han extendido estos modelos, incluyendo nuevos factores, con el fin de mejorarlos. Sin embargo, dicha información, de utilidad para desarrollar o evaluar aplicaciones *m-learning*, se encuentran distribuidos en los diferentes trabajos, no existiendo una recopilación de los mismos. Además, los investigadores en el área tendrían que revisar a la literatura existente para comprobar si los factores de interés ya han sido analizados o validados por otros autores. Por esta razón, este trabajo presenta un estudio de las principales contribuciones que abordan los factores de adopción del *m-learning*. Los resultados de dicho estudio muestran la existencia e influencia de un amplio rango de factores que mejoran las posibilidades de adopción de este tipo de aplicaciones. En este artículo se presenta una integración de los factores validados por cada autor y sus relaciones, dentro de un modelo más completo. Además, se propone una taxonomía o clasificación de estos factores de adopción en tres categorías: *pedagógica, tecnológica y aspectos de los estudiantes*. Consideramos que el análisis y especificación de estos tres puntos de vista son esenciales cuando se desarrolla o evalúa un sistema *m-learning*.

Palabras clave—*m-learning*; adopción; clasificación; revisión sistemática

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, los dispositivos de cómputo móviles forman parte de la vida diaria y la cultura de muchas personas. La facilidad, flexibilidad de uso y la mejora constante de las capacidades de estos dispositivos plantea infinidad de posibilidades que benefician a los usuarios, siendo una de dichas áreas la educación. Dichos dispositivos resultan herramientas muy útiles, que nos acompañan a donde quiera que vayamos. Nos encontramos, por tanto, ante una herramienta ideal para cualquier aprendizaje durante su proceso de aprendizaje, ya que la información está disponible en cualquier momento y lugar. Incluso, la UNESCO ha considerado el uso de dispositivos móviles como una plataforma que facilita el acceso y la igualdad en la educación en diferentes países [1]. Además, esta

organización ha sido anfitrión de su *Mobile learning week* durante cuatro años consecutivos, en la que se han publicado diversos informes relacionados con el tema [2-4]. Su objetivo es promover la adopción del *m-learning* e intentar resolver problemas sociales y comunitarios en todo el mundo. En el ámbito científico, también se ha podido apreciar un incremento en los últimos años de publicaciones relacionadas con el uso de dispositivos móviles en la educación (*m-learning*) [5].

Además, diferentes autores han analizado, a través de estudios empíricos, los factores que determinan la adopción del *m-learning*, usando como base modelos como TAM (*Technology Acceptance Model*) [6] y UTAUT (*Unified Theory of Acceptance and Use of Technology*) [7]. En estos trabajos, sus autores han revisado y extendido estos modelos (incluyendo factores adicionales) con el fin de completarlos y mejorarlos. Sin embargo, el hecho de que la descripción de dichos factores está distribuida en distintos trabajos, hace difícil su aplicación a la hora de desarrollar o evaluar aplicaciones *m-learning*. Asimismo, los investigadores en el área tendrían que acudir a la literatura para identificar si sus factores de interés ya han sido analizados y validados con anterioridad. Todo ello justifica el trabajo que se ha realizado y que se describe a continuación: un estudio de la literatura relativo a los factores que determinan la adopción del *m-learning*. A continuación, se representa una propuesta de integración de los factores validados por cada autor y sus relaciones dentro de un nuevo modelo más completo. Como resultado de la revisión, se propone una taxonomía o clasificación de estos factores de adopción en tres categorías: *pedagógica, tecnológica y aspectos de los estudiantes*. Consideramos que el análisis y especificación de estos tres puntos de vista son esenciales cuando se desarrolla o evalúa un sistema *m-learning*.

II. CONTEXTO

En esta sección se define el concepto de *m-learning* y se describen brevemente los modelos de aceptación tecnológica más utilizados en la literatura.

A. Definición del *m-learning*

La definición de *m-learning* ha evolucionado en los últimos años, de manera que distintos autores lo han definido de

distintas maneras. Por ejemplo, en [8] se define como “un tipo de *e-learning* a través de dispositivos móviles.” En [9] se describe como “el aprendizaje que tiene lugar cuando el estudiante se beneficia de las oportunidades ofrecidas por las tecnologías móviles.” En [10] cambian la forma de pensar acerca de *m-learning*, ya que la enfocan más en el aprendiz. Según este autor es el aprendiz quien tiene la movilidad y no la tecnología. Los estudiantes eligen la tecnología que está a su mano mientras se mueven entre contextos, incluyendo teléfonos móviles, ordenadores y portátiles. En [11] se define en los siguientes términos: “el *m-learning* es un aprendizaje en múltiples contextos, a través de interacciones sociales y de contenido, usando dispositivos electrónicos personales”. Esta última definición está más centrada en el aprendiz y su proceso de aprendizaje.

B. Modelos de Aceptación Tecnológica

Se han propuesto diferentes modelos que tienen como objetivo evaluar la aceptación de los usuarios, así como su intención de adoptar nuevas tecnologías, en el área de sistemas de la información. Dos de los más conocidos y extendidos son TAM [6] y UTAUT [7]. Ambos han sido usados ampliamente para evaluar la *adopción tecnológica*. Tomando como referencia la definición de [12], se puede considerar la *adopción* como el proceso a través del cual un individuo pasa de un primer conocimiento de una innovación, a formarse una actitud hacia la misma, y a una decisión de adoptarla o rechazarla. En el caso de la *adopción tecnológica*, el concepto expresa la aceptación e incorporación del desarrollo de las tecnologías de la información y de la comunicación a la vida cotidiana [13].

El modelo TAM propone que la intención para adoptar sistemas de información está basada en la *facilidad de uso percibida* y la *utilidad percibida* [14]. La primera se define como “el grado en el que una persona cree que usar un sistema particular le librará de esfuerzo físico o mental”, mientras que la segunda se define como “el grado en el que una persona cree que usar un sistema particular mejorará su desempeño en su trabajo” [14].

Otro modelo frecuentemente usado en el área de la aceptación tecnológica es UTAUT. Sus autores llevaron a cabo una revisión de la literatura en el área de la aceptación del usuario y realizaron una comparación empírica de factores considerados por ocho autores. Después formularon un modelo unificado para integrar los factores de estos modelos. UTAUT considera el *uso continuo* y no solo la fase de adopción de la tecnología, para establecer la *experiencia* como un elemento importante que está relacionado con la mayoría de los aspectos del modelo [7]. En este modelo, cuatro aspectos son relevantes para la *aceptación del usuario* y el *comportamiento del usuario*. Estos son: *expectativa del funcionamiento*, *expectativa del esfuerzo*, *influencia social* y *condiciones de facilidad*. En este trabajo se utilizarán los términos *utilidad percibida* y *facilidad de uso percibida* para hacer referencia a la *expectativa del funcionamiento* y *expectativa del esfuerzo*, respectivamente.

Tomando como base la metodología empleada para formular UTAUT se pretende crear un modelo unificado de factores de adopción de la tecnología, especializado para el caso de los sistemas *m-learning*. El objetivo principal de este modelo es

identificar los factores que contribuyen al éxito y a la adopción de estos sistemas, con el fin de que sirvan también de guía en el desarrollo y/o evaluación de este tipo de aplicaciones. Para ello se realizará, en primer lugar, una revisión de la literatura que permita identificar los factores que se considera que tienen mayor influencia para, a continuación, proponer una integración de todos estos aspectos en un único modelo de adopción.

III. ANÁLISIS DE PROPUESTAS QUE ABORDAN LA ADOCIÓN DEL M-LEARNING

En esta sección se hace una breve revisión de las principales y más recientes contribuciones que abordan los factores de adopción de los sistemas *m-learning*. Para cada una de ellas se comentarán los factores considerados por los autores. Dichas contribuciones se han obtenido de un *mapeo sistemático* de la literatura en el área del *m-learning* [5], utilizando para ello la metodología propuesta por Kitchenham [15]. Las bases de datos que se utilizaron son las siguientes: *IEEE Digital Library*, *Science Direct On Site*, *ACM Digital Library* y *Scopus*. En dicha revisión se identificaron los diferentes enfoques que han tomado las publicaciones registradas entre el 2006 y el 2014; así como los dispositivos móviles y sistemas operativos más utilizados. En una de las clasificaciones establecidas se encontraron distintos artículos relacionados con los factores de adopción del *m-learning*, los cuales son el objeto de estudio de este documento.

En [16] tomaron como punto de partida TAM e incorporaron tres factores adicionales: *utilidad percibida a corto plazo* (PNTU), *utilidad percibida a largo plazo* (PLTU) y *actitud personal hacia la innovación tecnológica* (PIIT). El determinante que consideran con mayor peso en la adopción es PLTU, ya que tiene influencia en la PNTU y la *intención de uso* (BI). El factor PIIT resultó ser un predictor de la *facilidad de uso percibida* (PEOU), PLTU y BI. Por otro lado, PEOU no tiene una influencia significativa en PLTU ni en BI. Por lo tanto, cuando el *m-learning* ofrece a los aprendices beneficios para su futuro, es más probable que la intención de adoptarlo se incremente y genere buenas percepciones con respecto a PNTU [16].

En [17] utilizaron UTAUT y algunos factores de la Teoría de la expectativa-confirmación (por sus siglas en inglés, ECT). Esta última teoría se enfoca en el poder evidente del comportamiento post-adopción [18]. Por tanto, los autores consideran siete factores: la *confirmación* y la *satisfacción*, los cuales pertenecen a la ECT; y de UTAUT analizan la *experiencia previa*, la *utilidad percibida* (PU), la PEOU, la *influencia social* y la *intención continua*. Todos estos factores ayudan a predecir la *motivación* para continuar con el uso de los sistemas de aprendizaje móvil. Además, estos autores agregaron dos factores: *calidad de servicio* (PSQ) y *calidad de contenido* (PCQ), los cuales son antecedentes de la *confirmación*. Los autores clasificaron estos factores en tres bloques: *expectativa de la calidad* (PSQ, PCQ), *expectativa de la usabilidad* (*confirmación*, PU, PEOU y *satisfacción*) y *factores facilitadores* (*influencia social* y *experiencia previa*). Los resultados demuestran que todos los factores tienen una influencia significativa en la BI y concluyen que la PU puede ser mejorada por los factores incluidos en la clasificación de *expectativa de la calidad*.

En [19] consideraron como punto de partida el *framework* TAM y sugirieron que los *recursos* (entrenamiento, documentación y apoyo del usuario) son factores externos importantes que determinan la PEOU. Sus resultados demostraron que los *recursos percibidos* (PR) tienen influencia significativa en PEOU y la BI. Sin embargo, este factor no tuvo una influencia significativa en la PU ni en la *actitud hacia el uso* (A). También se demostró que PU no influye en BI.

En [20] analizaron si la *experiencia con dispositivos móviles* afecta a la aceptación del *m-learning*. Para ello extendieron el modelo UTAUT agregando la *calidad de servicio* (PSQ) y la *actitud personal hacia la innovación tecnológica* (PIIT). También redefinieron el factor *influencia social* para considerar el impacto del docente en la BI. Sus resultados demostraron que la *expectativa de desempeño* (PE), *expectativa de esfuerzo* (EE), *influencia de los profesores* (LI), PSQ y PIIT afectan positivamente a la BI. Además, concluyeron que la *experiencia con dispositivos móviles* modera el efecto de estos factores en BI.

En [21] se basaron en TAM y lo extendieron añadiendo el factor *facilidad de aprendizaje* (LEAR), que resulta ser un fuerte indicador de la adopción. LAER se refiere a la facilidad de realizar una tarea a través de la interacción con un dispositivo móvil. Concluyen que la posibilidad de adopción aumenta si el dispositivo y los contenidos del aprendizaje son fácilmente entendibles [21]. Se puede ver como este último factor está directamente relacionado con el concepto de *usabilidad* habitualmente empleado en IPO, por lo que tiende un puente entre los aspectos más tecnológicos y los más pedagógicos de los sistemas *m-learning*.

En [22] utilizaron TAM y agregaron dos constructos psicológicos: *actitud personal hacia la innovación tecnológica* (PIIT) e *influencia social* (SI). Sus estudios incluyeron moderadores como: *género*, *edad* y *nivel académico*. Sus resultados muestran que PIIT tiene una influencia significativa en la PEOU. Sin embargo, no mostró relación con la PU ni con la BI. Se demostró que SI tiene relación con PU, pero no con la PEOU ni con BI. Con respecto a los moderadores, como *edad* y *género*, se comprobó que no afectaban en la adopción, pero el *nivel académico* reveló tener un impacto significativo en BI.

En [23] agregaron los factores *interfaz de usuario* (UI), *actitud personal hacia la innovación tecnológica* (PIIT) y *satisfacción* al modelo TAM. En este estudio UI resultó ser un factor importante que afecta a la PU y la PEOU. Se demostró que PIIT influye en PEOU, pero no mostró relación con la PU. Además, la PU y PEOU tienen una influencia significativa en la *satisfacción*, lo que influye a su vez en la BI. Finalmente, PU no mostró un impacto en BI.

En [24] utilizaron TAM y agregaron dos factores: *autogestión del aprendizaje* (SML) y *norma subjetiva* (SN). También propusieron *ventajas de flexibilidad percibida* (PFA) como un moderador. Sus estudios han demostrado que la *utilidad percibida de la Tecnología Móvil* (PUMT), SN y SML pueden estar directamente relacionados con la *intención continua del m-learning* (MLCI). Se demostró que PFA modera la relación entre PU y MLCI, y entre SN y MLCI, pero PFA no modera la asociación de SML y MLCI.

En [25] utilizaron TAM y agregaron dos nuevos factores: el *conocimiento de las TIC* y la *ansiedad ante las TIC* (Anx); y estudiaron su impacto en la PEOU y la PU. Los *conocimientos de las TIC* fueron clasificados en función de las habilidades de los participantes en: *conocimientos básicos en el uso de las TIC* (BICTL), *conocimientos avanzados en TIC* (AICTL) y *conocimientos avanzados en el uso de móviles* (AML). Los resultados demostraron que BICTL tienen un impacto directo en la BI, pero AICTL no está relacionado con BI. Sin embargo, AICTL sí influye en PEOU y en PU. Se comprobó también que el factor Anx tiene un efecto negativo en PEOU, en PU y en los *conocimientos ante las TIC*.

IV. DESCRIPCIÓN E INTEGRACIÓN DE FACTORES QUE FAVORECEN LA ADOPCIÓN DEL M-LEARNING

Una vez analizados los trabajos comentados en la sección anterior, en este apartado se realiza una descripción de los factores que favorecen la adopción del *m-learning* y se presenta una propuesta de integración de los mismos. Empezaremos definiendo los factores principales considerados en la mayoría de los trabajos analizados.

- **Intención de uso.** En [26] se define este factor como “la medida de la fuerza de intención de una persona para realizar un comportamiento específico”. En [7] se consideró la *intención de uso* (BI) como una influencia positiva en el uso de la tecnología. En el análisis realizado se detectó que muchos de los factores propuestos por distintos autores influyen directamente en la BI (ver figura 1).
- **Actitud personal hacia la innovación tecnológica.** Se refiere a la disposición de un individuo para utilizar nuevas tecnologías de la información [27]. De acuerdo con los resultados encontrados por distintos autores, se observa que los estudiantes con un alto nivel de innovación tendrán una actitud más positiva hacia el uso y la adopción del *m-learning* como apoyo a sus actividades educativas [16, 20].
- **Confirmación.** En [28] se define este concepto como “la percepción de los aprendices sobre la congruencia que existe entre la expectativa de los resultados o servicios que ofrece un sistema *e-learning* y su desempeño real”. La *confirmación* está asociada positivamente con la *satisfacción*, si se cumplen las expectativas del usuario. Por su parte, si un usuario tiene bajas expectativas, pero recibe buenos resultados, el resultado es una *confirmación* positiva [28].
- **Satisfacción.** En [29] se define la *satisfacción* en el aprendizaje como “un objeto o circunstancia que satisface una actitud, relacionada con un deseo individual o una situación específica”. En [17] se comprobó que la PU, la PEOU y la *confirmación* tienen efectos significativos en la *satisfacción*, en el contexto del *m-learning*.
- **Calidad de contenido.** Este factor depende de varios aspectos que deben ser considerados durante la etapa de desarrollo, por ejemplo: organización, objetivos, requerimientos previos, lenguaje, confiabilidad, carga cognitiva, relevancia, complejidad, limitaciones de tiempo y recursos [30].

- **Calidad de servicio.** Para lograr una buena *calidad de servicio* (PSQ) es importante proveer al usuario de un sistema estable. De acuerdo con [17], la PSQ tiene una influencia positiva sobre la *confirmación* y la PEOU, los cuales son antecedentes de la BI. En [20] también comprobaron que la PSQ tiene una influencia directa en la BI. En base a estos resultados se puede determinar que el *m-learning* debe proveer a los aprendices de un servicio de calidad, con el objetivo de promover una mejor actitud hacia el aprendizaje.
- **Influencia Social.** En [7] se define este factor como “el grado en el que un individuo percibe que otras personas importantes para él consideran que debe usar el nuevo sistema”. En [20] incluyeron este factor, pero sólo consideraron la influencia del profesor. En [24] se utilizó el término *norma subjetiva* para hacer referencia a este mismo aspecto.
- **Recursos.** En [19] se menciona que los recursos pueden ser divididos en dos categorías: *uso técnico* y *competencias digitales*. *Uso técnico* hace referencia a las instrucciones básicas relacionadas con la aplicación (como descargar la aplicación, navegar o iniciar sesión), los cuales pueden estar disponibles dentro de la propia aplicación. Los *recursos técnicos* y el apoyo a tareas deben ayudar a desarrollar *competencias digitales* en los estudiantes.
- **Experiencia previa.** No existe una definición específica para este factor, pero puede ser medida de diferentes maneras. Una forma es el número de años de experiencia de un usuario utilizando computadoras en general [31] o su experiencia con dispositivos móviles [20]. En [17] midieron la *experiencia previa* en cursos *on-line* y su estudio demostró que tiene una influencia significativa sobre la BI.
- **Actitud hacia el uso.** En [26] se define la *actitud* como “la sensación positiva o negativa de un individuo al realizar un comportamiento específico”. En [32] se define *actitud hacia el uso* como “el grado de afecto evaluativo que un individuo asocia con el uso de un sistema específico en su trabajo”. En [19] se considera la *actitud* como “los componentes afectivos hacia la tecnología de la información, incluyendo sentimientos positivos y negativos hacia el uso de la tecnología”. En dicho estudio se demostró que si los usuarios perciben que una aplicación es útil y fácil de usar, su actitud estará influenciada positivamente, lo que afecta a su vez a la BI.
- **Autogestión del aprendizaje.** En [33] se define este factor como “el grado en el que un individuo siente que es autodisciplinado y puede involucrarse en un aprendizaje autónomo”.
- **Ansiedad hacia las TIC.** En [34] se define este factor como “miedo al uso de las computadoras, o miedo a la posibilidad de usar una computadora”. Se demostró que este factor influye negativamente en la PEOU y en el *conocimientos en TIC*, pero solo cuando los usuarios reaccionan con niveles altos de ansiedad al hacer uso de nuevas tecnologías o aplicaciones [25].
- **Conocimientos en TIC.** En [35] definen este factor como una medida de la habilidad de un individuo para usar tecnología digital, herramientas de comunicación y/o redes de computadoras. Aquellos con *conocimientos avanzados en el uso de móviles* o *conocimientos básicos de TIC* tienen una tendencia mayor a percibir la PEOU y la PU del *m-learning*.
- **Facilidad de uso percibida.** En [32] definen este factor como “el grado en que un individuo cree que el uso de un sistema particular resultará exento de esfuerzo mental o físico”. En [7] se utiliza el término *expectativa de esfuerzo*, basándose en el concepto de PEOU de TAM, y se define dicho término como “el grado de facilidad asociada con el uso de un sistema”.
- **Utilidad percibida.** En [32] definen este factor como “el grado en el que un individuo cree que utilizar un sistema particular beneficiará su desempeño”. En [7] se utiliza el término *expectativa del funcionamiento*, basándose en la definición de PU de TAM. En [16] se renombró como *utilidad percibida a corto plazo*, pero haciendo referencia al contenido educativo.
- **Utilidad percibida a largo plazo.** En [16] se utiliza este factor. Sin embargo, los autores no propusieron una definición específica, pero sí indicaron qué tipo de actividades presentan *utilidad percibida a largo plazo* (PLTU) para un estudiante: conseguir un trabajo, un aumento de salario o un mejor puesto [36]. La PLTU debe beneficiar a los estudiantes en sus metas de futuro; ya que si no es posible reconocer los beneficios que su uso reporta, pueden dejar de utilizar el sistema *m-learning* [37].
- **Interfaz de usuario.** En [23] se utiliza TAM y se agrega este factor (directamente relacionado con la IPO). En dicho trabajo se concluye que la *interfaz de usuario* tiene una influencia significativa en la PU y en la PEOU. En [38] se define este factor como “un sistema interactivo que une al usuario y a la funcionalidad subyacente del sistema”. En [39] se define como “los menús, *layouts* gráficos y textos utilizados en una instrucción o enseñanza, y presentados a un aprendiz por medio de una pantalla de un ordenador”.

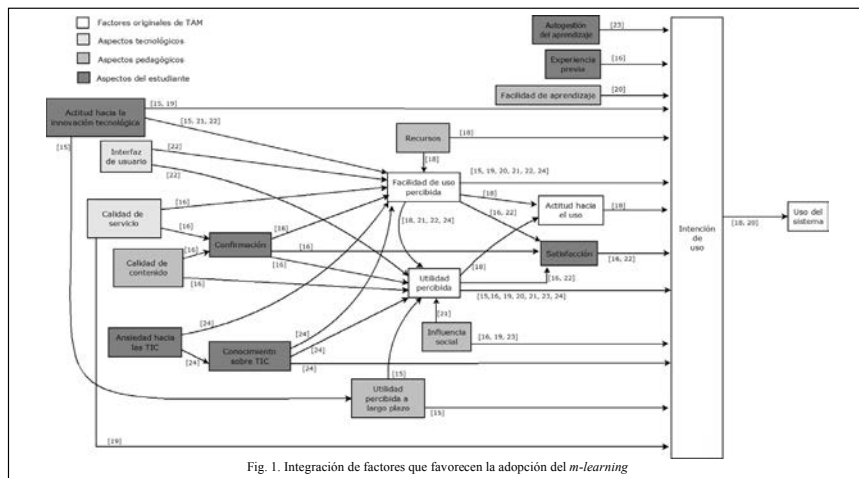


Fig. 1. Integración de factores que favorecen la adopción del m-learning

En la Fig. 1 se muestra una propuesta de integración de los factores de adopción agregados a TAM y UTAUT por parte de las distintas investigaciones analizadas en este estudio. Cada rectángulo representa un factor validado. Las líneas de conexión indican la influencia entre factores y sobre ellas se muestran los autores que validaron dicha relación. Los factores del modelo original (TAM) se muestran en color blanco. El resto de los factores se muestran en escala de grises, según una organización taxonómica que se propone en este trabajo, y que se describe en la siguiente sección. Dicha organización permite clasificar los factores analizados en: tecnológicos, pedagógicos o relacionados con aspectos del estudiante.

V. DISCUSIÓN Y PROPUESTA DE UNA TAXONOMÍA

La revisión realizada mostró la existencia e influencia de un amplio rango de factores que mejoran las posibilidades de adopción de un sistema *m-learning*. Por tanto, se considera que dichos factores deben ser tenidos en cuenta al desarrollar o evaluar este tipo de aplicaciones. Los factores analizados han sido clasificados según una propuesta taxonómica, que organiza y clasifica dichos factores en tres categorías:

- **Aspectos tecnológicos.** Se refieren a los factores relacionados con los dispositivos, sistemas o aplicaciones en un ambiente *m-learning*. Estos incluyen la *interfaz de usuario*, la *utilidad percibida*, la *facilidad de uso percibida* y la *calidad del servicio*.
- **Aspectos pedagógicos.** Estos factores son los que están relacionados con el aprendizaje y la enseñanza en un

ambiente de aprendizaje móvil: *calidad del contenido*, *utilidad a largo plazo*, *recursos*, *facilidad de aprendizaje* e *influencia social*. Este último factor pertenece a esta categoría debido a que el profesor influye positivamente en la adopción del *m-learning* [20].

- **Aspectos del estudiante.** Se refiere al conjunto de características del grupo y del contexto al que se dirige el *m-learning*. En esta categoría hemos incluido: *autogestión del aprendizaje*, *experiencia previa*, *actitud personal hacia la innovación tecnológica*, *ansiedad hacia las TIC*, *conocimientos sobre TIC*, *actitud hacia el uso*, *confirmación* y *satisfacción*.

La propuesta de esta *taxonomía* facilitará la clasificación e inclusión de nuevos aspectos que puedan surgir en el futuro.

VI. CONCLUSIONES

En este trabajo se realizó un análisis de las principales contribuciones que abordan los factores de adopción del *m-learning*. Los resultados de dicho análisis muestran la existencia e influencia de un amplio rango de factores que mejoran las posibilidades de adopción de este tipo de aplicaciones. Por tanto, se presenta una integración de los factores validados por cada autor y sus relaciones, dentro de un modelo más completo. Finalmente, se propone una *taxonomía* de estos factores de adopción en tres categorías: *pedagógica*, *tecnológica* y *aspectos de los estudiantes*.

Además, con el análisis realizado se ha podido comprobar que la PEOU (factor directamente relacionado con la *usabilidad*)

y la PU son los factores con mayor influencia en la BI. Estos resultados indican que los instructores y los desarrolladores de aplicaciones *m-learning* deben considerar seriamente la percepción de los estudiantes, en relación a la complejidad o dificultad de uso de las aplicaciones, así como la utilidad que perciben con respecto a su carrera y metas futuras.

AGRADECIMIENTOS

Christian Navarro agradece al Programa para el desarrollo de personal docente incluido en la Dirección de Superación Académica (DSA) de la Secretaría de Educación Pública) de México (SEP), por la beca otorgada para la realización de estudios de postgrado. Esta publicación ha sido parcialmente soportada por el proyecto de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, InterGroup (PPII-2014-021-P), así como el proyecto "Desarrollo de sistemas inmersivos para el aprendizaje de la programación" (TIC2015-66731-C2-1-R).

REFERENCIAS

- [1] M. West and C. H. Ei, *Reading in the mobile era: a study of mobile reading in developing countries*: UNESCO, 2014.
- [2] M. West, "Turning on mobile learning: Global themes," *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*, 2012.
- [3] S. Vosloo, "Mobile learning and policies: Key issues to consider," ed: Paris: UNESCO, 2012.
- [4] R. Kraut, "UNESCO policy guidelines for mobile learning," *France: UNESCO*, 2013.
- [5] C. X. Navarro, A. I. Molina, and M. A. Redondo, "Towards a Model for Evaluating the Usability of M-learning Systems: from a Mapping Study to an Approach," *Latin America Transactions, IEEE (Revista IEEE America Latina)*, vol. 13, pp. 552-559, 2015.
- [6] F. D. Davis Jr, "A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results," Massachusetts Institute of Technology, 1986.
- [7] V. Venkatesh, M. G. Morris, G. B. Davis, and F. D. Davis, "User acceptance of information technology: Toward a unified view," *MIS quarterly*, pp. 425-478, 2003.
- [8] C. Quinn, "mLearning: Mobile, wireless, in-your-pocket learning," *LINE Zine*, vol. 2006, 2000.
- [9] C. O'Malley, G. Vavoula, J. Glew, J. Taylor, M. Sharples, P. Lefrere, et al., "Guidelines for learning/teaching/tutoring in a mobile environment," 2005.
- [10] M. Sharples, J. Taylor, and G. Vavoula, "Towards a theory of mobile learning," in *Proceedings of mLearn*, 2005, pp. 1-9.
- [11] H. Crompton, "A historical overview of mobile learning: Toward learner-centered education," *Handbook of mobile learning*, pp. 3-14, 2013.
- [12] M. Rogers Everett, "Diffusion of innovations (5th ed.)," *New York: Free Press*, 2003.
- [13] S. Peinado and J. Bolivar, "Variables tecnológicas y etapas de adopción de la tecnología en docentes de educación media," *Edweb*, vol. 3, pp. 85-97, 2008.
- [14] F. D. Davis, "Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology," *MIS quarterly*, pp. 319-340, 1989.
- [15] P. Breerton, B. A. Kitchenham, D. Budgen, M. Turner, and M. Khalil, "Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain," *Journal of systems and software*, vol. 80, pp. 571-583, 2007.
- [16] Y. Liu, H. Li, and C. Carlsson, "Factors driving the adoption of m-learning: An empirical study," *Computers & Education*, vol. 55, pp. 1211-1219, 2010.
- [17] D.-H. Shin, Y.-J. Shin, H. Choo, and K. Beom, "Smartphones as smart pedagogical tools: Implications for smartphones as u-learning devices," *Computers in Human Behavior*, vol. 27, pp. 2207-2214, 2011.
- [18] R. L. Oliver, "A cognitive model of the antecedents and consequences of satisfaction decisions," *Journal of marketing research*, pp. 460-469, 1980.
- [19] B. Chen, S. Sivo, R. Seilhamer, A. Sugar, and J. Mao, "User Acceptance of Mobile Technology: A Campus-wide Implementation of Blackboard's Mobile™ Learn Application," *Journal of educational computing research*, vol. 49, pp. 327-343, 2013.
- [20] A. Abu-Al-Aish and S. Love, "Factors influencing students' acceptance of m-learning: An investigation in higher education," *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, vol. 14, 2013.
- [21] J. A. Hyman, M. T. Moser, and L. N. Segala, "Electronic reading and digital library technologies: understanding learner expectation and usage intent for mobile learning," *Educational Technology Research and Development*, vol. 62, pp. 35-52, 2014.
- [22] G. W.-H. Tan, K.-B. Ooi, L.-Y. Leong, and B. Lin, "Predicting the drivers of behavioral intention to use mobile learning: A hybrid SEM-Neural Networks approach," *Computers in Human Behavior*, vol. 36, pp. 198-213, 2014.
- [23] Y. J. Joo, H. W. Lee, and Y. Ham, "Integrating user interface and personal innovativeness into the TAM for mobile learning in Cyber Personal," *Journal of Computing in Higher Education*, vol. 26, pp. 143-158, 2014.
- [24] R.-T. Huang, C.-H. Hsiao, T.-W. Tang, and T.-C. Lien, "Exploring the moderating role of perceived flexibility advantages in mobile learning continuance intention (MLCI)," *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, vol. 15, 2014.
- [25] K. Mac Callum and L. Jeffrey, "Comparing the role of ICT literacy and anxiety in the adoption of mobile learning," *Computers in Human Behavior*, vol. 39, pp. 8-19, 2014.
- [26] M. Fishbein, "Ajzen, I.(1975) Theory, Attitude, Intention, and Behaviour: An Introduction to Belief and Research," ed: Addison-Wesley, 1975.
- [27] R. Agarwal and J. Prasad, "A conceptual and operational definition of personal innovativeness in the domain of information technology," *Information systems research*, vol. 9, pp. 204-215, 1998.
- [28] A. Hayashi, C. Chen, T. Ryan, and J. Wu, "The role of social presence and moderating role of computer self efficacy in predicting the continuance usage of e-learning systems," *Journal of Information Systems Education*, vol. 15, p. 139, 2004.
- [29] M. Erdogan, M. Usak, and H. Aydin, "Investigating Prospective Teachers' Satisfaction with Social Services and Facilities in Turkish Universities," *Journal of Baltic Science Education*, vol. 7, 2008.
- [30] C. X. Navarro, A. I. Molina, M. A. Redondo, and R. Juárez-Ramírez, "Framework to Evaluate M-learning Systems: A Technological and Pedagogical Approach," *IEEE Journal of Latin-American Learning Technologies (IEEE-RITA)*, vol. PP, 2016 2015.
- [31] V. Venkatesh and M. G. Morris, "Why don't men ever stop to ask for directions? Gender, social influence, and their role in technology acceptance and usage behavior," *MIS quarterly*, pp. 115-139, 2000.
- [32] F. D. Davis, "User acceptance of information technology: system characteristics, user perceptions and behavioral impacts," *International journal of man-machine studies*, vol. 38, pp. 475-487, 1993.
- [33] Y. S. Wang, M. C. Wu, and H. Y. Wang, "Investigating the determinants and age and gender differences in the acceptance of mobile learning," *British Journal of Educational Technology*, vol. 40, pp. 92-118, 2009.
- [34] S. L. Chua, D.-T. Chen, and A. F. Wong, "Computer anxiety and its correlates: a meta-analysis," *Computers in human behavior*, vol. 15, pp. 609-623, 1999.
- [35] L. Markauskaite, "Exploring the structure of trainee teachers' ICT literacy: the main components of, and relationships between, general cognitive and technical capabilities," *Educational Technology Research and Development*, vol. 55, pp. 547-572, 2007.
- [36] C.-M. Chiu and E. T. Wang, "Understanding Web-based learning continuance intention: The role of subjective task value," *Information & Management*, vol. 45, pp. 194-201, 2008.

- [37] A. Mendoza, J. Carroll, and L. Stern, "Influences on Continued Use of an Information System: A Longitudinal Study," in *ECIS*, 2008, pp. 985-996.
- [38] D. Phillips, "How to Develop a User Interface That Your Real Users Will Love," *Computers in Libraries*, vol. 32, 2012.
- [39] J. Cheon and M. M. Grant, "The effects of metaphorical interface on germane cognitive load in web-based instruction," *Educational Technology Research and Development*, vol. 60, pp. 399-420, 2012.

Norma Subjetiva e Intención de Uso de Tecnologías Móviles. Un estudio descriptivo sobre las actitudes de los futuros docentes de primaria

José Carlos Sánchez Prieto, Susana Olmos Migueláñez, Francisco J. García-Peñalvo

GRIAL Research Group

Research Institute for Educational Sciences, University of Salamanca

Salamanca, Spain

{josecarlos.sp, solmos, fgarcia}@usal.es

Resumen—Las transformaciones provocadas por el rápido desarrollo tecnológico, unidas a la demanda social por la integración de las nuevas tecnologías en contextos educativos, hacen que el estudio de los factores que fomentan el uso real de una determinada tecnología sea un elemento fundamental a la hora de guiar el proceso de innovación. El presente trabajo expone los resultados de un estudio descriptivo sobre la actitud de los futuros docentes hacia el uso didáctico de los dispositivos móviles una vez estén incorporados a su función docente. Para ello se ha aplicado un cuestionario basado en el modelo TAM, al que se ha añadido el constructo de norma subjetiva, a los estudiantes de primero del Grado de Maestro de Educación Primaria de la Universidad de Salamanca en sus centros de Ávila, Salamanca y Zamora. En total 177 alumnos han participado en la investigación. Los resultados del contraste de hipótesis han reflejado diferencias significativas en las medias en función del centro de pertenencia, pero no en función del género.

Palabras clave—TAM; TPB; estudiantes universitarios; maestros en formación; mobile learning

I. INTRODUCCIÓN

El mundo de la educación se encuentra inmerso en un proceso de cambio ligado al desarrollo de las TIC. Así, en las décadas recientes se han ido desarrollando distintos procesos de innovación metodológica que buscan aprovechar las posibilidades de las nuevas tecnologías dentro del contexto educativo. Hemos visto cómo la incorporación de tecnologías como Internet han supuesto una revolución para la educación tanto en contextos formales como no formales e informales, tratando de asimilar sus avances a través de soluciones metodológicas como el *eLearning*, término que designa al aprendizaje realizado a través de Internet, que ha ido evolucionando a lo largo de la última década para adaptarse a las distintas transformaciones que se han producido en el entorno, destacando, entre otros, la influencia de los medios sociales, los avances en conectividad, la demanda de un contenido más personalizado y la flexibilización del proceso de enseñanza-aprendizaje que, gracias a las tecnologías móviles, ahora puede tener lugar en cualquier momento y espacio [1].

Las tecnologías móviles constituyen uno de los sistemas de información que más desarrollo ha experimentado en años recientes, viviendo una explosión de popularidad gracias a innovaciones como los *smartphones*, las *tablets* o los dispositivos *wereables*.

En el mundo existen actualmente más de 7.300 millones de líneas de móviles contratadas, cifra que supera el número de habitantes del planeta, de estas, casi la mitad, 3.400 millones, pertenecen a propietarios de *smartphones* [2]. En España, en la actualidad los *smartphones* representan el 87% del total de las líneas activas y aproximadamente un 70% los utiliza para conectarse a Internet [3].

Al igual que ha ocurrido en todas los ámbitos sociales, en el campo educativo también ha ido en aumento el interés por los posibles beneficios didácticos del uso de dispositivos móviles [4-6]. El término *mobile learning*, o aprendizaje móvil, engloba todas aquellas iniciativas que buscan sacar partido de la integración de las tecnologías móviles en el proceso de enseñanza-aprendizaje [7].

Las experiencias señalan como principales ventajas del uso de estos sistemas en contextos de educación formal, la flexibilización del aprendizaje, la integración de contenidos multimedia, la capacidad de individualización y las posibilidades para la adaptación de los contenidos a las características individuales y del contexto donde se desarrolle la acción educativa [8, 9].

Sin embargo también existen importantes dificultades para su integración. Estas pueden estar relacionadas con las características de la tecnología, incluyendo factores como el precio o los problemas de conectividad; las políticas desarrolladas por las administraciones de cada país, o los agentes que participan en el proceso de enseñanza-aprendizaje, es decir, los docentes y los discentes [10].

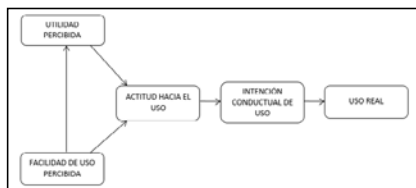


Fig. 1. Esquema del modelo TAM [18]

El estudio de la disposición de estos agentes hacia la integración de las innovaciones tecnológicas en contextos de

educación formal constituye una línea de investigación de creciente interés, con experiencias desarrolladas en todos los niveles educativos [11-16] tanto con alumnos como con profesores.

Una de las herramientas más útiles a la hora de realizar este tipo de estudios son los modelos de adopción tecnológica, destacando entre ellos el modelo TAM (Modelo de Aceptación Tecnológica, *Technology Acceptance Model*) [17] (Figura 1).

Este modelo, elaborado a partir de la TRA (Teoría de la Acción Razonada, *Theory of Reasoned Action*) [19] y la TPB (Teoría del Comportamiento Planeado, *Theory of Planned Behavior*) [20], propone explicar el proceso que lleva al uso de una tecnología determinada mediante un esquema de hipótesis relacionales entre cinco constructos:

- **Utilidad Percibida (*Perceived Usefulness*; PU):** Definida por Davis como “*el grado en que una persona cree que usando un sistema en particular mejoraría el desempeño de su trabajo*” [21]. En el modelo TAM la utilidad percibida es considerada un antecedente de la actitud hacia el uso.
- **Facilidad de Uso Percibida (*Perceived Ease of Use*; PEU):** Entendida por Davis como “*el grado en que una persona considera que el uso de un sistema en particular resulta libre de esfuerzo*” [21]. En la propuesta original este constructo es constituye un antecedente tanto de la utilidad percibida como de la actitud hacia el uso.
- **Actitud Hacia el Uso (*Attitude Towards the Use*; A):** Este constructo creado por Davis recoge las creencias y valores [22] del individuo hacia el uso del sistema de información (SI). La actitud hacia el uso condiciona a su vez la intención conductual de uso que posee el sujeto.
- **Intención Conductual de Uso (*Behavioural Intention of Use*; BI):** Ese concepto, que designa la disposición del usuario a utilizar el sistema de información, constituye el condicionante directo del uso real.
- **Uso Real (*Actual Use*; AU):** Mide el uso de la tecnología por parte del usuario, generalmente a través de autoinformes.

El TAM, constituye el modelo de adopción tecnológica más extendido, apoyado en la sencillez del instrumento, su fortaleza teórica y su capacidad de adaptación a diferentes contextos y tecnologías [23, 24].

En la actualidad es utilizado en campos como la medicina [25], el uso de tecnología en las organizaciones [26], la banca online [27] o el e-gobierno [28], es modificado con frecuencia, tanto para mejorar su ajuste los distintos objetos de investigación, como añadiéndole constructos procedentes de otras teorías con el objetivo de aumentar el porcentaje de la varianza que es capaz de explicar.

En el campo educativo podemos encontrar experiencias de la aplicación de este modelo, en la versión de Davis o expandido con otros constructos, tanto con alumnos como con profesores [11, 14], ya se encuentren estos últimos en su etapa de formación universitaria [22, 29] o incorporados a su función docente [12, 16].

La presente comunicación presenta los resultados de un estudio descriptivo sobre la intención de uso de dispositivos móviles por parte de los futuros maestros de primaria. Para ello, a continuación, proponemos un texto dividido en tres secciones: metodología, resultados y conclusiones.

En la metodología se describirán los constructos que componen el modelo, así como la muestra y los ítems incluidos en el instrumento. En la sección de resultados, mostraremos los estadísticos descriptivos de los datos obtenidos y el contraste de hipótesis realizado para analizar la influencia del género y centro de pertenencia de los estudiantes. Por último, en las conclusiones, recogeremos los aspectos más relevantes del estudio realizado.

II. METODOLOGÍA

Como hemos visto, el problema abordado en la presente investigación tiene que ver con la concreción de los elementos que incentivan el uso por parte del profesorado de los dispositivos móviles. En concordancia con este problema, el objetivo planteado es examinar la intención de uso de estos sistemas en la futura práctica docente de los estudiantes de 1º del Grado de Maestro de Educación Primaria de la Universidad de Salamanca.

En esta sección presentamos la metodología empleada en el diseño y desarrollo de nuestro estudio, incluyendo la definición de las dimensiones que componen el modelo teórico, los ítems y estructura del instrumento y las características de la muestra.

A. Modelo de Investigación

Nuestro modelo de investigación incluye conceptos provenientes de tres teorías distintas, por un lado el TAM, de donde hemos seleccionado tres constructos que componen el núcleo de nuestro modelo, y por otro lado la TRA y TPB, de donde hemos extraído el constructo Norma Subjetiva (*Subjective Norm*; SN). A continuación los describimos con más detalle.

1) Constructos del modelo TAM

Para desarrollar nuestro esquema teórico hemos seleccionado del modelo TAM los constructos utilidad percibida, intención conductual y facilidad de uso percibida. El constructo actitud hacia el uso fue eliminado para poder realizar un mejor estudio del efecto de la utilidad y la facilidad de uso sobre la intención conductual [30]. Siguiendo la línea de otros modelos [31, 32], planteamos que existe una relación directa entre la utilidad percibida y la facilidad de uso percibida con la intención conductual.

De la misma manera, y dado que se trata de un estudio centrado sobre la intención de uso futuro, el factor uso real también ha sido eliminado de la propuesta para esta investigación.

En definitiva, se han planteado las siguientes relaciones para los constructos pertenecientes al modelo TAM:

H1: La utilidad percibida está positivamente relacionada con la intención de uso de tecnologías móviles de los estudiantes de primer curso del Grado de Maestro de Educación Primaria en su futura práctica docente.

H2: La facilidad de uso percibida está positivamente relacionada con la intención de uso de tecnologías móviles de los estudiantes de primer curso del Grado de Maestro de educación primaria en su futura práctica docente.

H3: La facilidad de uso percibida está positivamente relacionada con la utilidad percibida por los estudiantes de primer curso del Grado de Maestro de Educación Primaria en el uso de tecnologías móviles en su futura práctica docente.

2) *Norma Subjetiva*

Como hemos mencionado, el cuarto constructo añadido a nuestro modelo procede de la TRA y la TPB, teorías precedentes al TAM que estudian los factores que llevan a un sujeto a realizar un comportamiento dado. En la TRA, Fishbein y Ajzen plantean que este proceso puede explicarse mediante la relación entre cuatro constructos: la actitud, la norma subjetiva, la intención conductual y la conducta.

Más adelante, con la intención de superar las limitaciones encontradas en la TRA, especialmente en situaciones en las que la voluntariedad en la adopción del comportamiento se encuentra comprometida, Ajzen enuncia la TPB como una revisión de la TRA, añadiendo el constructo de control del comportamiento percibido (Figura 2).

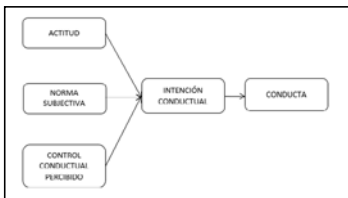


Fig. 2. Esquema de la TPB [20]

La norma subjetiva es un constructo relacionado con la percepción que tiene el individuo de la presión ejercida por la organización, la sociedad o su grupo de iguales para la realización de un comportamiento dado.

Esta variable ha sido empleada con frecuencia en combinación con el modelo TAM, estando integrada en sus dos versiones posteriores: el TAM2 [32] y el TAM3 [33], así como en el C-TAM-TPB [34], teoría que combina los constructos de las dos propuestas.

Este factor ha sido incluido en estudios sobre la aceptación tecnológica dentro del campo educativo con buenos resultados [22, 35]. En nuestro modelo (Figura 3) planteamos las hipótesis

relacionales para este constructo que se indican en el TAM2 y TAM3:

H4: La norma subjetiva está positivamente relacionada con la utilidad percibida por los estudiantes de primer curso del Grado de Maestro en el uso de tecnologías móviles en su futura práctica docente.

H5: La norma subjetiva está positivamente relacionada con la intención de uso de tecnologías móviles de los estudiantes de primer curso del Grado de Maestro de educación primaria en su futura práctica docente.



Fig. 3. Esquema del modelo TAM

Por tanto las variables exógenas planteadas para este estudio son la utilidad percibida, la facilidad de uso percibida y la norma subjetiva, mientras que la intención conductual constituye la variable endógena. Adicionalmente planteamos como otras variables explicativas la edad, el género y el centro de pertenencia de los estudiantes.

D. *Población y Muestra*

La población del estudio está constituida por los estudiantes matriculados en el primer curso del Grado de Maestro en Educación Primaria de la Universidad de Salamanca en sus centros de Zamora (N=62), Salamanca (N=117) y Ávila (N=67).

La muestra incluye a un total de 177 estudiantes: 80 (45,2%) de la Facultad de Educación de Salamanca, 49 (27,7%) de la Escuela de Educación y Turismo de Ávila y 48 (27,1%) de la Escuela Universitaria de Magisterio de Zamora.

La edad media de los estudiantes es de 19,73 años con una desviación típica de 2,67. La distribución por género refleja que el 68,9% (122) de la muestra son mujeres, mientras que el 31,1% (55) restante son hombres.

B. *Instrumento*

El instrumento empleado para la recogida de datos está dividido en dos secciones. La primera de ellas está destinada a recopilar los datos de identificación de los participantes (edad, género y centro de pertenencia). La segunda sección está compuesta por una escala de tipo-Likert de 15 ítems con siete intervalos (0-6) que recogen las variables exógenas y endógenas del modelo. Los ítems empleados en el estudio han sido elaborados a partir de las propuestas de [21, 33, 24] y presentados ordenados por constructos:

- **Utilidad percibida:** *El uso de tecnologías móviles puede mejorar el desempeño de la labor docente*

(PU_01); *el uso de tecnologías móviles puede hacer que sea más efectivo el desempeño de la labor docente* (PU_02); *el uso de dispositivos móviles puede hacer más fácil realizar tareas docentes* (PU_03); *en general considero que los dispositivos móviles pueden ser útiles en la enseñanza* (PU_04).

- **Facilidad de uso percibida:** *Utilizar tecnologías móviles no me supone mucho esfuerzo mental* (PEU_01); *encuentro fácil que las tecnologías móviles hagan lo que yo quiero que hagan* (PEU_02); *mi interacción con las tecnologías móviles es clara y comprensible* (PEU_03); *encuentro las tecnologías móviles fáciles de utilizar* (PEU_04).
- **Intención conductual de uso:** *Pretendo utilizar las tecnologías móviles en mi futura labor docente* (BI_01); *predigo que utilizará las tecnologías móviles en mi futura labor docente* (BI_02); *planeo utilizar tecnologías móviles en mi futura función docente* (BI_03).
- **Norma Subjetiva:** *La gente que es importante para mí piensa que debería usar tecnologías móviles en el aula* (SN_01); *mis compañeros piensan que los profesores deberían usar tecnologías móviles en el aula* (SN_02); *en los centros se espera que los profesores integren los dispositivos móviles en el aula* (SN_03); *la gente que influye en mi comportamiento piensa que debería utilizar dispositivos móviles en el aula* (SN_04).

La consistencia interna global del instrumento es elevada, presentando una puntuación en el coeficiente α de Cronbach de 0,889.

III. RESULTADOS

A raíz de los datos recogidos mediante la aplicación del cuestionario obtenemos los siguientes estadísticos descriptivos (Tabla I).

TABLA I. DESCRIPTIVA DE LOS ÍTEMS DEL MODELO TAM EXTENDIDO

| | Media | Dev. Tip. | % Válido | | | | | | N | |
|--------|-------|-----------|----------|-----|------|------|------|------|------|-----|
| | | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | 6 |
| PEU 04 | 4,39 | 1,273 | 1,1 | 1,1 | 5,7 | 13,7 | 25,1 | 33,7 | 19,4 | 175 |
| BI 03 | 4,21 | 1,529 | 2,8 | 5,6 | 5,1 | 11,3 | 23,7 | 32,2 | 19,2 | 177 |
| PEU 01 | 4,10 | 1,342 | 1,1 | 3,4 | 8,5 | 14,2 | 30,7 | 28,4 | 13,6 | 176 |
| PU 03 | 4,04 | 1,225 | 0,6 | 0,6 | 11,4 | 17,6 | 33,5 | 24,4 | 11,9 | 176 |
| PEU 03 | 3,97 | 1,197 | 0,6 | 2,3 | 6,8 | 25 | 28,4 | 29 | 8 | 176 |
| PU 01 | 3,96 | 1,354 | 1,1 | 4 | 11,4 | 13,6 | 31,3 | 28,2 | 10,2 | 176 |
| PU 04 | 3,95 | 1,268 | 1,1 | 2,9 | 9,1 | 17,7 | 33,1 | 27,4 | 8,6 | 175 |
| SN 03 | 3,95 | 1,565 | 3,4 | 4 | 8 | 33,4 | 21,3 | 21,8 | 19,0 | 174 |
| BI 01 | 3,90 | 1,501 | 1,7 | 6,9 | 9,1 | 17,7 | 25,7 | 24,6 | 14,3 | 175 |
| PU 02 | 3,89 | 1,303 | 0,6 | 6,2 | 6,2 | 22 | 27,1 | 31,1 | 6,8 | 177 |
| BI 02 | 3,82 | 1,542 | 4,6 | 4,6 | 7,4 | 21,7 | 22,3 | 28 | 11,4 | 175 |
| PEU 02 | 3,75 | 1,285 | 0,6 | 4 | 11,9 | 25 | 27,8 | 23,3 | 7,4 | 176 |
| SN 02 | 3,68 | 1,455 | 2,3 | 5,7 | 10,2 | 29 | 19,9 | 22,7 | 10,2 | 176 |
| SN 04 | 3,39 | 1,347 | 2,8 | 5,7 | 9,7 | 41,5 | 19,3 | 14,2 | 6,8 | 176 |
| SN 01 | 3,11 | 1,510 | 7,4 | 8 | 10,2 | 39,8 | 15,9 | 13,1 | 5,7 | 176 |

^a Dimensiones organizadas por el valor de la media

Como se puede comprobar en la Tabla I, los alumnos tienen una actitud moderadamente positiva hacia el uso de tecnologías

móviles en su práctica docente, con puntuaciones medias por encima del tres en todos sus ítems. Los constructos con las puntuaciones más altas son la facilidad de uso y la utilidad percibida, lo que lleva a pensar que los alumnos realizan una valoración positiva de las posibilidades didácticas de los dispositivos móviles.

Por otro lado el constructo que tiene las puntuaciones más bajas es la norma subjetiva. Esto puede indicar que los estudiantes no perciben una demanda en su entorno social hacia el uso de estos dispositivos en educación formal.

Tras obtener los estadísticos descriptivos, nos planteamos si existen diferencias significativas en función del género y centro de pertenencia de los estudiantes.

Para comprobarlo comenzamos analizando si existe normalidad en la distribución de la muestra aplicando las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro Wilk. Los resultados condujeron al rechazo de la hipótesis de normalidad (n.s. 0,05) para todos los ítems del instrumento por lo que se aplicarán pruebas estadísticas no paramétricas para el contraste de hipótesis.

La primera variable que tomamos en consideración es el género de los estudiantes. Para analizar la influencia de este factor comenzamos realizando una comparativa de las medias obtenidas en función del género para comprobar si existen diferencias evidentes a simple vista (Tabla II).

TABLA II. DESCRIPTIVA DEL MODELO TAM EXTENDIDO EN FUNCIÓN DEL GÉNERO

| | Género | | | | | |
|--------|--------|-----------|-----|--------|-----------|----|
| | Mujer | | | Hombre | | |
| | Media | Dev. tip. | N | Media | Dev. tip. | N |
| BI 01 | 3,92 | 1,487 | 120 | 3,85 | 1,545 | 55 |
| BI 02 | 3,89 | 1,564 | 121 | 3,67 | 1,492 | 54 |
| BI 03 | 4,22 | 1,535 | 122 | 4,18 | 1,529 | 55 |
| SN 01 | 3,05 | 1,543 | 121 | 3,24 | 1,440 | 55 |
| SN 02 | 3,68 | 1,495 | 122 | 3,67 | 1,374 | 54 |
| SN 03 | 4,00 | 1,614 | 120 | 3,85 | 1,459 | 54 |
| SN 04 | 3,42 | 1,315 | 121 | 3,31 | 1,426 | 55 |
| PEU 01 | 4,04 | 1,344 | 121 | 4,22 | 1,343 | 55 |
| PEU 02 | 3,72 | 1,219 | 121 | 3,82 | 1,428 | 55 |
| PEU 03 | 3,93 | 1,131 | 121 | 4,05 | 1,339 | 55 |
| PEU 04 | 4,40 | 1,262 | 121 | 4,37 | 1,307 | 54 |
| PU 01 | 3,92 | 1,423 | 122 | 4,06 | 1,188 | 54 |
| PU 02 | 3,85 | 1,383 | 122 | 3,98 | 1,114 | 55 |
| PU 03 | 4,05 | 1,284 | 121 | 4,02 | 1,097 | 55 |
| PU 04 | 3,94 | 1,286 | 121 | 3,98 | 1,236 | 54 |

^a Las dimensiones se presentan organizadas alfabéticamente.

Como podemos observar en la Tabla II, existen diferencias entre las medias de los dos géneros, por lo que decidimos seguir adelante con el contraste de hipótesis para comprobar si estas diferencias son significativas. Dado que no se cumple la condición de normalidad el estadístico empleado es la U de Mann-Whitney (Tabla III). El resultado de la prueba indica que no existen diferencias significativas en función del género con un n.s. de 0,05.

TABLA III. RESULTADOS U DE MANN-WHITNEY PARA LA VARIABLE GÉNERO

| | U de Mann-Whitney | W de Wilcoxon | Z | Sig. asintót. (bilateral) |
|--------|-------------------|---------------|-------|---------------------------|
| BI 01 | 3263,000 | 4803,000 | -,121 | ,903 |
| BI 02 | 2932,000 | 4417,000 | -,108 | ,268 |
| BI 03 | 3252,500 | 4792,500 | -,334 | ,738 |
| SN 01 | 3148,000 | 10529,000 | -,595 | ,552 |
| SN 02 | 3279,500 | 4764,500 | -,048 | ,962 |
| SN 03 | 3011,500 | 4496,500 | -,758 | ,448 |
| SN 04 | 3250,000 | 4790,000 | -,258 | ,796 |
| PEU 01 | 3056,000 | 10437,000 | -,893 | ,373 |
| PEU 02 | 3149,000 | 10530,000 | -,585 | ,558 |
| PEU 03 | 3026,500 | 10407,500 | -,993 | ,321 |
| PEU 04 | 3232,500 | 4717,500 | -,115 | ,908 |
| PU 01 | 3195,000 | 10698,000 | -,327 | ,743 |
| PU 02 | 3238,500 | 10741,500 | -,381 | ,703 |
| PU 03 | 3224,000 | 4764,000 | -,341 | ,733 |
| PU 04 | 3213,000 | 10594,000 | -,180 | ,857 |

Por último, se analiza la influencia del factor centro de pertenencia sobre las puntuaciones de los estudiantes repitiendo el proceso anterior.

Al igual que ocurría con el género, en la comparativa entre las medias de los alumnos se encuentran diferencias observables en función del centro en el que están inscritos (Tabla IV).

TABLA IV. DESCRIPTIVA DEL MODELO TAM EXTENDIDO EN FUNCIÓN DEL CENTRO

| | Centro de los estudiantes | | | | | | | | | | | |
|--------|---------------------------|------------|----|-----------|------------|----|--------|------------|----|-------|------------|---|
| | Ávila | | | Salamanca | | | Zamora | | | | | |
| | Media | Desv. típ. | N | Media | Desv. típ. | N | Media | Desv. típ. | N | Media | Desv. típ. | N |
| BI 01 | 4,10 | 1,418 | 49 | 3,94 | 1,557 | 78 | 3,62 | 1,482 | 48 | | | |
| BI 02 | 4,10 | 1,388 | 49 | 3,71 | 1,676 | 78 | 3,73 | 1,455 | 48 | | | |
| BI 03 | 4,67 | 1,214 | 49 | 4,29 | 1,503 | 80 | 3,60 | 1,685 | 48 | | | |
| SN 01 | 3,16 | 1,477 | 49 | 3,13 | 1,612 | 79 | 3,02 | 1,391 | 48 | | | |
| SN 02 | 3,96 | 1,607 | 49 | 3,81 | 1,397 | 79 | 3,17 | 1,277 | 48 | | | |
| SN 03 | 4,29 | 1,501 | 48 | 3,86 | 1,615 | 79 | 3,77 | 1,521 | 47 | | | |
| SN 04 | 3,63 | 1,378 | 48 | 3,34 | 1,492 | 80 | 3,23 | 1,016 | 48 | | | |
| PEU 01 | 4,08 | 1,170 | 49 | 4,35 | 1,388 | 80 | 3,68 | 1,353 | 47 | | | |
| PEU 02 | 3,80 | 1,241 | 49 | 3,99 | 1,235 | 79 | 3,31 | 1,323 | 48 | | | |
| PEU 03 | 4,10 | 1,229 | 49 | 4,29 | 976 | 79 | 3,31 | 1,257 | 48 | | | |
| PEU 04 | 4,55 | 1,259 | 49 | 4,67 | 1,123 | 80 | 3,74 | 1,324 | 46 | | | |
| PU 01 | 4,41 | 1,306 | 49 | 3,87 | 1,247 | 80 | 3,64 | 1,481 | 47 | | | |
| PU 02 | 4,14 | 1,225 | 49 | 3,93 | 1,230 | 80 | 3,58 | 1,456 | 48 | | | |
| PU 03 | 4,33 | 1,260 | 48 | 3,90 | 1,165 | 80 | 3,98 | 1,263 | 48 | | | |
| PU 04 | 4,31 | 1,065 | 49 | 3,84 | 1,285 | 79 | 3,79 | 1,382 | 47 | | | |

La Tabla V muestra los resultados del contraste de hipótesis realizado para confirmar si las diferencias encontradas son significativas. El estadístico no paramétrico seleccionado para ello fue el test de Kruskal Wallis. El resultado de la prueba muestra que existen diferencias significativas en siete de los 15 ítems que componen el instrumento. Estas diferencias son especialmente notables en el caso de la facilidad de uso, donde se consideran significativas en sus cuatro ítems.

En cuanto a las puntuaciones, los alumnos de Salamanca presentan las medias más altas en las variables de la facilidad de uso percibida, mientras que los de Ávila tienen las medias más altas en las tres variables restantes. Los estudiantes de Zamora tienen las medias más bajas en todos los casos.

TABLA V. RESULTADOS DEL TEST DE KRUSKAL WALLIS

| | Chi cuadrado | gl | Sig. asintót. |
|--------|--------------|----|---------------|
| BI 01 | 2,440 | 2 | ,295 |
| BI 02 | 2,009 | 2 | ,366 |
| BI 03 | 12,052 | 2 | ,002 |
| SN 01 | ,249 | 2 | ,883 |
| SN 02 | 9,885 | 2 | ,007 |
| SN 03 | 3,471 | 2 | ,176 |
| SN 04 | 3,481 | 2 | ,175 |
| PEU 01 | 9,140 | 2 | ,010 |
| PEU 02 | 9,081 | 2 | ,011 |
| PEU 03 | 19,626 | 2 | ,000 |
| PEU 04 | 17,573 | 2 | ,000 |
| PU 01 | 11,518 | 2 | ,003 |
| PU 02 | 5,316 | 2 | ,070 |
| PU 03 | 4,419 | 2 | ,110 |
| PU 04 | 5,291 | 2 | ,071 |

IV. CONCLUSIONES

A raíz de los resultados obtenidos en esta investigación podemos concluir que los alumnos de primer curso del Grado de Maestro de Educación Primaria de la Universidad de Salamanca presentan una actitud moderadamente positiva hacia el uso de tecnologías móviles en su futura práctica profesional. Sin embargo las puntuaciones obtenidas son inferiores a las de otros estudios realizados con este colectivo [36, 37], lo que puede ser debido tanto a la tecnología por la que se pregunta como al hecho de que se trata de alumnos de primer año que se encuentran iniciando su formación y todavía no han tenido suficiente espacio para reflexionar sobre las implicaciones de la función docente.

En el contraste de hipótesis no se han encontrado diferencias significativas en las medias de los participantes en función del género. La influencia de esta variable constituye un objeto de estudio interesante sobre el que profundizar en futuras investigaciones, dado que podemos encontrar tanto ejemplos de investigaciones que confirman su influencia [38] como de investigaciones que la descartan [39].

Así mismo llaman la atención las diferencias estadísticamente significativas encontradas en 7 de los 15 ítems que componen el instrumento en función del centro de pertenencia, lo cual puede indicar la influencia de variables contextuales y elementos formativos y sionormativos de la institución. Es interesante por tanto profundizar en estos factores de cara al desarrollo de futuras investigaciones.

Por último, para el presente estudio se seleccionaron alumnos de primero con la intención de evaluar cuál es la actitud de los alumnos cuando se encuentran en la fase inicial de su proceso de formación lo que deja como posible vía de investigación futura la aplicación de este instrumento con alumnos que se encuentren en la fase final del proceso formativo para comprobar si la formación tiene algún tipo de efecto sobre la aceptación de las tecnologías móviles en este colectivo.

REFERENCIAS

[1] F.J. García-Peñalvo y A.M. Seoane Pardo, "Una revisión actualizada del concepto de eLearning. Décimo Aniversario", Education in the Knowledge Society, vol. 16, pp. 119-144, Marzo 2015.
 [2] ERICSSON, "Ericsson mobility report. MWC edition", Febrero 2016.
 [3] DITRENDIA, "Informe Mobile en España y en el Mundo 2015", 2015.

- [4] S. Kontkanen, P. Dillon, T. Valtonen, L. Eronen, H. Koskela y P. Väisänen, "Students' experiences of learning with iPads in upper secondary school -- a base for proto-TPACK", *Education and Information Technologies*, vol. 21, pp. 1-28, Abril 2016.
- [5] M. G. Alonso de Castro, "Educational projects based on mobile learning", *Teoría De La Educación. Educación Y Cultura En La Sociedad De La Información*, vol. 15, pp. 10-19, Febrero 2014.
- [6] M.Á. Conde, C. Muñoz y F.J. García, "mLearning, the First Step in the Learning Process Revolution", *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, vol. 2, pp. 61-63, 2008.
- [7] J.C. Sánchez Prieto, S. Olmos Migueláñez y F.J. García-Peñalvo, "Understanding mobile learning: devices, pedagogical implications and research lines", *Revista Teoría De La Educación: Educación Y Cultura En La Sociedad De La Información*, vol. 15, pp. 20-42, Febrero 2014.
- [8] SCOPEO, "M-Learning en España, Portugal y América Latina" 2011.
- [9] J.P. Rossing, W.M. Miller, A.K. Cecil y S.E. Stamper, "eLearning: The Future of Higher Education? Student Perceptions on Learning with Mobile Tablets", *Journal of Scholarship of Teaching and Learning*, vol. 12, pp. 1-26, Junio 2012.
- [10] J.C. Sánchez-Prieto, S. Olmos-Migueláñez, F.J. García-Peñalvo y E. M. Torrecilla Sánchez, "Las tabletas digitales en educación formal: características principales y posibilidades pedagógicas", en *Competencia digital y tratamiento de la información. Aprender en el siglo XXI*, A.I. Callejas Albiñana, J.V. Salido López y Ó. Jerez García, Cuena: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, 2016, pp. 269-280.
- [11] Y. Deshpande, S. Bhattacharya y P. Yamniyavar, "A behavioral approach to modeling Indian children's ability of adopting to e-learning environment" en *Intelligent Human Computer Interaction (IHCI)*, 2012 4th International Conference on, pp. 1-7, Diciembre 2012.
- [12] H. Holden y R. Rada, "Understanding the Influence of Perceived Usability and Technology Self-Efficacy on Teachers' Technology Acceptance", *Journal of Research on Technology in Education*, vol. 43, pp. 343-367, Junio 2011.
- [13] C. Wang y P. Chi, "Applying augmented reality in teaching fundamental earth science in junior high schools", *Communications in Computer and Information Science*, vol. 352 CCIS, pp. 23-30, Diciembre 2012.
- [14] J. Bourgoignon, F. De Grove, C. De Smet, J. Van Looy, R. Soetaert y M. Valcke, "Acceptance of game-based learning by secondary school teachers", *Comput.Educ.*, vol. 67, pp. 21-35, Septiembre 2013.
- [15] A. Tarhini, K. Hone y X. Liu, "A cross-cultural examination of the impact of social, organisational and individual factors on educational technology acceptance between British and Lebanese university students", *British Journal of Educational Technology*, vol. 46, pp. 739-755, Mayo 2014.
- [16] B. Rienties, B. Giesbers, S. Lygo-Baker, H.W.S. Ma y R. Rees, "Why some teachers easily learn to use a new virtual learning environment: a technology acceptance perspective", *Interactive Learning Environments*, vol. 24, pp. 539-552, Febrero 2014.
- [17] F.D. Davis, A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: theory and results, Tesis Doctoral, 1986.
- [18] F.D. Davis, R.P. Bagozzi y P.R. Warshaw, "User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models", *Management Science*, vol. 35, pp. 982-1003, Agosto 1989.
- [19] M. Fishbein y I. Ajzen, *Belief, attitude, intention, and behavior: an introduction to theory and research*, Reading, Massachusetts: Addison-Wesley Pub. Co., 1975.
- [20] I. Ajzen, "From Intentions to Actions: A Theory of Planned Behavior", en *Action Control. From cognition to behaviour*, J. Kuhl y J. Beckmann, Springer Berlin Heidelberg, 1985, pp. 11-39.
- [21] F.D. Davis, "Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology", *MIS Quarterly*, vol. 13, pp. 319-340, Septiembre 1989.
- [22] T. Teo, "A path analysis of pre-service teachers' attitudes to computer use: applying and extending the technology acceptance model in an educational context", *Interactive Learning Environments*, vol. 18, pp. 65-79, Febrero 2010.
- [23] W.R. King y J. He, "A meta-analysis of the technology acceptance model", *Information & Management*, vol. 43, pp. 740-755, Septiembre 2006.
- [24] J.C. Sánchez-Prieto, S. Olmos-Migueláñez y F.J. García-Peñalvo, "Informal tools in formal contexts: Development of a model to assess the acceptance of mobile technologies among teachers", *Comput.Hum.Behav.*, vol. 55, Part A, pp. 519-528, Febrero 2016.
- [25] L. Briz-Ponce y F.J. García-Peñalvo, "An Empirical Assessment of a Technology Acceptance Model for Apps in Medical Education", *Journal of Medical Systems*, vol. 39, Septiembre 2015.
- [26] N. Siamagka, G. Christodoulides, N. Michaelidou y A. Valvi, "Determinants of social media adoption by B2B organizations", *Industrial Marketing Management*, vol. 51, pp. 89-99, Noviembre 2015.
- [27] M.S.M. Ariff, S.M. Yeow y N. Zakuan, "Acceptance of internet banking systems among young users, the effect of technology acceptance model", *Advanced Science Letters*, vol. 20, pp. 268-272, Enero 2014.
- [28] M. Rehman y E.V. Esichaikul, "Factors for the adoption of eGovernment services", *Journal of Software*, vol. 4, pp. 567-574, Agosto 2010.
- [29] T. Teo, C.B. Lee, C.S. Chai y S.L. Wong, "Assessing the intention to use technology among pre-service teachers in Singapore and Malaysia: A multigroup invariance analysis of the Technology Acceptance Model (TAM)", *Comput.Educ.*, vol. 53, pp. 1000-1009, Noviembre 2009.
- [30] F.D. Davis y V. Venkatesh, "A critical assessment of potential measurement biases in the technology acceptance model: three experiments", *International Journal of Human-Computer Studies*, vol. 45, pp. 19-45, Julio 1996.
- [31] V. Venkatesh, M.G. Morris, Gordon B. Davis y F.D. Davis, "User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View", *MIS Quarterly*, vol. 27, pp. 425-478, Septiembre 2003.
- [32] V. Venkatesh y F.D. Davis, "A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies", *Management Science*, vol. 46, pp. 186-204, Febrero 2000.
- [33] V. Venkatesh y H. Bala, "Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda on Interventions", *Decision Sciences*, vol. 39, pp. 273-315, Mayo 2008.
- [34] S. Taylor y P. Todd, "Assessing IT Usage: The Role of Prior Experience", *MIS Quarterly*, vol. 19, pp. 561-570, Diciembre 1995.
- [35] S.Y. Park, "An Analysis of the Technology Acceptance Model in Understanding University Students' Behavioral Intention to Use e-Learning", *Educational Technology & Society*, vol. 12, pp. 150-162, 2009.
- [36] T. Teo, C.B. Lee, C.S. Chai y S.L. Wong, "Assessing the intention to use technology among pre-service teachers in Singapore and Malaysia: A multigroup invariance analysis of the Technology Acceptance Model (TAM)", *Comput.Educ.*, vol. 53, pp. 1000-1009, Noviembre 2009.
- [37] T. Teo y J. Noyes, "An assessment of the influence of perceived enjoyment and attitude on the intention to use technology among pre-service teachers: A structural equation modeling approach", *Comput.Educ.*, vol. 57, pp. 1645-1653, Septiembre 2011.
- [38] A. Padilla-Meléndez, A.R. del Aguila-Obra y A. Garrido-Moreno, "Perceived playfulness, gender differences and technology acceptance model in a blended learning scenario", *Comput.Educ.*, vol. 63, pp. 306-317, Abril 2013.
- [39] P. Ramírez-Correa, F.J. Rondán-Cataluña y J. Arenas-Gaitán, "Influencia del género en la percepción y adopción de e-learning: Estudio exploratorio en una universidad chilena", *Journal of Technology Management and Innovation*, vol. 5, pp. 129-141, Octubre 2010.

Exploring the Vine Cycle. Mobile technology in non-formal environmental education settings

Cristina Azevedo Gomes

Escola Superior de Educação de Viseu
CI&DETS do Instituto Politécnico de Viseu
mcagomes@esev.ipv.pt

Anabela Novais

Escola Superior de Educação de Viseu
CI&DETS do Instituto Politécnico de Viseu
anovais@esev.ipv.pt

Isabel Abrantes

Escola Superior de Educação de Viseu
CI&DETS do Instituto Politécnico de Viseu
iabrantess@esev.ipv.pt

Abstract—Mobile and ubiquitous technologies offer unique potentialities to develop environmental education activities. This paper presents the preliminary results of a project developed with children aged between 6 and 12, which explored the vine cycle over one year, visiting farms in the vineyard area of Dão. Mobilizing a framework that integrates the authentic and meaningful learnings and situated cognition, it drew up a set of activities in which children were invited to take the roles of farmer, reporter and researcher. These activities were developed with the help of computers, electronic sensors, action cameras and audio recorders to explore the environment and the farm activities.

Keywords—environmental education; senses; sensors; mobile technologies

I. INTRODUCTION

This paper presents the development of a project for children of Viseu district. The “Dão Kids Academy” is an educational project of the Viseu city and results of a partnership with the School of Education, School of Agriculture and agricultural producers in the Viseu area. The main objective is to connect children with the land cycles relevant to the region.

We began with the vine cycle. The vine is an economically attractive product for the region, since Viseu is integrated in a wine region.

Nature and outdoor learning activities provides opportunities for personal and social development of children, promoting both, a greater knowledge and understanding of the world around them [1]. The activities outside the traditional classroom contexts provide opportunities to explore, inquire and develop creative thinking, becoming aware of the complexity of the real world. These learning experiences are embodied and located and multisensory experiences become part of the knowledge construction.

The design of outdoor learning activities integrated the use of mobile technology in a transparent and ubiquitous way, seeking to help children explore and sense the environment.

II. LITERATURE REVIEW

The constructivist and constructionist theories of learning, as

defined by Papert [2] and Resnick et al [3], seems to tackle better education challenges. Children feel more involved and motivated when they learn by doing or when they develop significant products for them and their community.

Authentic learning provides an important reference for the design and implementation of teaching/learning activities. Authentic learning is based on real and complex problems and their possible solutions, mobilizing strategies of case studies, activities based on projects and participation in the community [4]. These teaching learning activities emphasize the importance of the context and of situated cognition [5], and give the children the opportunity to deal with significant, multidisciplinary and ill structured problems.

The evolution of Information and Communication Technologies and its greater transparency and ubiquity allow their real integration in learning scenarios outside the classroom, in non-formal learning contexts. Mobile devices and the use of physical sensors support the easy access to a sophisticated web of information and location-based and context-aware services, translated by the value of obtain the right information at the right time and at the right place [6]. Mobile devices such as smartphones or tablets and the use of physical sensors for the acquisition of environmental data, support and deepen the opportunities for students to explore, to discover and to investigate the environment [7], promoting authentic and meaningful learning.

Several studies have explored the use of the senses and sensors to the development of science education in basic education. In the *schoolsenses@internet* project [8], the Portuguese primary school children were invited to share multisensory messages about the playgrounds of their schools. Using senses and sensory experiences, children created multimedia messages with mobile phones with GPS to share in a version of GoogleEarth, integrated in the project website. The georeferenced multisensory information created by children integrated multiple representations and appropriations of the playgrounds environment of their schools. Collaborative edition and re(editon) of the multisensory messages on the project website, allowed children, from schools separated geographically, share and reflect on the environmental quality of

their schools playgrounds. The Ambient Wood project [9] used mobile devices, such as probes, sensors and GPS for explore, discover and reflect in a forest environment. SOS Abstract project explored the use of the senses and the sensors in environmental education to develop abstract thinking in primary school children [10].

All these studies reveal that children work easily both with mobile technology and sensors and they also reveal their potential to scaffold the development of research, presentation, interpretation and reflection skills about environmental data. On the other hand, as pointed out by Ackermann [11], these studies emphasize that in order to learn from the experiences it is necessary to introduce situation points, to analyze and reflect about them before planning and go back again to experience. In that sense it is important to promote conditions of interconnection between sensory and concrete experiences with learning contexts to explore the data collected, the diversity of views and the data representations with other digital tools.

III. LEARNING EXPERIENCES IN “DÃO KIDS ACADEMY”

A. Project Organization

The project was designed and organized in order to give children the opportunity to explore, in context, the evolution of this land cycle over a year. Children were invited to participate in the “Dão Kids Academy” and the activities took place in non-formal learning settings, in five farms of wine producers of the Viseu region.

Five representative moments of the vine cycle were identified and five visits to the farms, to study each stage of vine development, were programmed.

- Pruning - January
- 1st vegetative stage - March
- 2nd vegetative stage - June
- Harvest – September
- Winemaking- December

The main research questions tried to understand how to design meaningful authentic and learning activities in non-formal contexts integrating mobile technology to explore the environment.

Some aspects were particularly important to design the activities to cope the ages of children and the special contexts where it took place. The activities would occur on the farms in non-formal or informal context. The activities would have a specific nature, five days over one year, which means that the learning situations and opportunities were restricted to those geographical space and time. So it was important to safeguard security issues in visits to farms, and to ensure motivation and involvement of children in the proposed tasks and in the possibility of establishing relations between the various visits to farms and the various times of the vine cycle. Trying to tackle with these issues, children were invited to take on three roles: farmer, researcher and reporter. In the farmer’s role, children had the chance to explore and perform agricultural tasks adapted to each phase of the vine cycle, such as to prune the vine, to defoliate, to harvest or to step on the grape. In the researcher’s role, children could explore the vine at each stage of the cycle,

promoting activities of research and of collection of biological and environmental information. Children were invited to observe and to feel the vine environment, noting the sensations acquired by the senses and using physical sensors to obtain and to record environmental data. In the reporter’s role, children organized short reports about the activities that take place in each stage of the vine cycle, as well as about the activities that they themselves were developing. In order to explore and to represent the activities developed on the farms, children were invited to plan a storyboard before they begin to capture image and sounds and to record. On the other hand, when drawing up reports on their own activities, children reflected and reorganized their own knowledge. To make their reports children used audio recorders and action cameras.

Table 1 summarizes the design of activities that have been implemented in the 5 visits to the farms.

TABLE I. DESIGN OF THE ACTIVITIES

| | Goals | Use of ICT | |
|------------|--|--|---------------------------------|
| Farmer | To experience the farmer’s work in the vine | | 5 v i s i t s |
| Researcher | To explore and to investigate biological and physical aspects in the vine | Tablet Computers Physical sensors - anemometer | |
| | To plan measurements and to collect data To compare biological and environmental data | | |
| Reporter | To represent the work in the vine To represent the experiences and the knowledge developed with the project | Audio recorder Action Camera | |

B. Project Development

The “Dão Kids Academy” involved the participation of 50 children of the Viseu region, aged between 6 and 12 years. Fig. 1 shows the distribution of children’s ages. Children were divided by the five farms, in groups of three to four elements. The project was developed in an extracurricular context and the activities on farms, for pedagogical and safety reasons required a very close monitoring. Thus, in order to develop the activities, the Schools involved in the project have trained a number of students of agricultural engineering, basic education bachelor and Early Childhood and Primary Education master. The integration of these students as monitors is an educational strategy of the schools promoting meaningful learnings in work contexts. In this particular case, it also allowed us to have the number of trainers required to the development of the various activities with children. Thirty students of both schools were involved in the project.

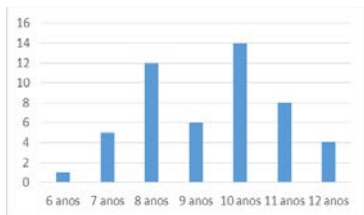


Fig. 1. Children ages

Children made 5 visits to the farms and each visit lasted a day.

In the researcher's role, children explored and observed the vine collecting environmental data. They drew the vines and discussed their characteristics, differences and similarities in 5 times of the cycle, see Fig. 2.



Fig 2. Drawing the vine

Children used their senses to describe the color of the vine, the texture of the vine and its leaves, the sound, the temperature, the humidity and the wind. They used sensors to measure and collect environmental data such as temperature, humidity, wind speed and atmospheric pressure. In this study children worked with anemometers "Pasco" connected to Magellan computers or tablets, see Fig. 3.



Fig. 3. Environmental data recording using the anemometer

In the reporter's role, children prepared a storyboard to develop the audio visual report about both the farms and the activities that were ongoing in the days of visits. Children used action cameras for video recording and portable audio recorders for audio, Fig. 4.



Fig. 4. Children as reporters

In the farmer's role, children observed the workers of farms and learned and experienced with them the various jobs and specific agricultural techniques to care the vine along the cycle.

All these activities were repeated in the five visits to the farms. Each group of children visited five times the same farm to facilitate the analysis of the vine cycle along the year. Besides playing the role of farmer, researcher and reporter, children participated in other activities adapted to the moment of the vine cycle. For instance, on the first visit, they participate in a debate about alcoholism; in the December visit, children had the chance to see the wine bottling process and designed a bottle label for the wine production of the farm visited.

C. Preliminary Results

Children were involved in a very positive way in the activities proposed in the visits to the farms. The great majority of them ensured their presence in the five days throughout the year. Children were motivated on the use of technologies to achieve the proposed tasks, both in the roles of researchers and reporters.

In the researcher's role, children visited several local in the vine, trying to explore and express the information acquired by the various senses. They began by drawing the vine and recording its color, texture and smell. The use of the anemometer added multisensory exploration, allowing the record of the wind speed, the temperature, the relative humidity and the atmospheric pressure. Due to the weather conditions in the months of December and February, children just made these records in March - 1st phase of vegetative development, July - 2nd phase of vegetative development and September - harvest. Fig. 5 shows the vine drawing in the three phases of the cycle, from one plant representation in hibernation phase (only with the stem), going through the budding of the leaves, to the formation and ripening of fruits during the harvest.

Children were able to describe the physical variables using the senses: little mild to describe the wind; very, little, dry, to describe the humidity; very hot, mild, very warm, to describe the temperature; plenty of air, little, low, to describe the atmospheric pressure.



Fig. 5. Draws of three stages of the vine

They used the anemometer to register the same physical quantities. They also revealed easiness in handling the sensor and both the tablet and the computer. Note that the groups of children were formed heterogeneously, safeguarding that older elements could help the younger children in the various tasks. For example, younger children do not know neither the concept of relative humidity nor atmospheric pressure, but the contact with the reading and the recording of these quantities, helped them in a first contact to these concepts.

A group of children explains the atmospheric pressure as "plenty of air" and after the first measurements refers to its value using "little" and "low". Fig. 6 shows a multisensory recording sheet made in the month of June.

CICLO DA VINHA

Análise Multissensorial

Planta: *com verde e castanho*
 Descrição do Mês de estudo: *castanho e verde*
 Assessor (a): *Paulina, Cláudia*
 Investigador: *Cláudia, Diana e Catarina*
 Catur sem:

| Condições | Vento | Humidade | Temperatura | Pressão Atmosférica |
|--------------------------|----------|----------|-------------|---------------------|
| Local: <i>10 de Maio</i> | Sensível | 3000 | 24.0 | 1013 |
| Local: <i>12 de Maio</i> | Sensível | 2100 | 4.9 | 98.6 |
| Local: <i>15 de Maio</i> | Sensível | 3000 | 24.0 | 1013 |
| Local: <i>18 de Maio</i> | Sensível | 3000 | 24.0 | 1013 |
| Local: <i>21 de Maio</i> | Sensível | 3000 | 24.0 | 1013 |
| Local: <i>24 de Maio</i> | Sensível | 3000 | 24.0 | 1013 |
| Local: <i>27 de Maio</i> | Sensível | 3000 | 24.0 | 1013 |
| Local: <i>30 de Maio</i> | Sensível | 3000 | 24.0 | 1013 |

Fig. 6. Environmental data sheet

Children built graphs with the values of the environmental data from the registration tables for the months of March, June and September (Fig. 7). These graphics could have been built on the computer, but as we only have one computer or laptop in each farm, it was decided to develop this activity on paper.

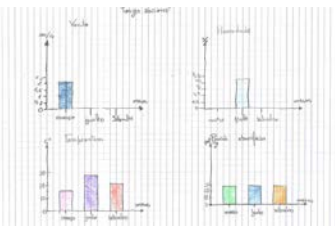


Fig. 7. Graphical representation of environmental data

In the reporter's role children began to develop a storyboard, see Fig. 8, in which they recorded both the topics to work on the report and the questions to the interviewees.

CICLO DA VINHA

| Resumo da Outil | Descrição (nível técnico e teórico) | Registo (registo/não registo) | Questões das entrevistas |
|-----------------|--|---|---|
| | <i>1. Descrição do ciclo da vinha...</i> | <i>2. Registo de temperatura...</i> | <i>3. Questões para os entrevistados...</i> |
| | <i>2. Descrição do ciclo da vinha...</i> | <i>3. Registo de humidade...</i> | <i>4. Questões para os entrevistados...</i> |
| | <i>3. Descrição do ciclo da vinha...</i> | <i>4. Registo de vento...</i> | <i>5. Questões para os entrevistados...</i> |
| | <i>4. Descrição do ciclo da vinha...</i> | <i>5. Registo de pressão atmosférica...</i> | <i>6. Questões para os entrevistados...</i> |

Fig. 8. Example of Storyboard

Children had no difficulty to use the video cameras and audio recorders. In December visit, they were also invited to write a news about the activities on farms, using a word processor. The video reports and the written news revealed children learning about the vine cycle. They explained in an appropriate way the agricultural work on the farms and their work as researchers and reporters. Table II. presents some excerpts from the news written by children.

TABLE II. EXCERPTS FROM NEWS WRITTEN BY CHILDREN

| |
|---|
| <p>On March 25, children from 6 to 12 years experienced to be farmers, reporters and researchers for a day. We learned about both the physiology of the vine and the vine cycle. We found that grapes are not only used to make wine, but they can also be used to make jelly and dried grapes and serve as a fruit. What also fascinated us were the grape varieties and their names, eg. <i>muscatel, nacional touriga, vital</i> among others.</p> |
| <p>We not only learned to harvest, but also some terms: "grape must" is the juice that is created after tread of the grapes; "reassembly" is moisturize the mass of grapes, making the wine down up and also "fermentation" when wine is heated and the sugar is transformed into alcohol. The kids visited the vats, where occurs both the reassembly and the fermentation.</p> |
| <p>The researchers made several air measurements with a multisensor. We measured the temperature, the atmospheric pressure, the relative humidity and the wind speed.</p> |
| <p>The first activity of the reporters was to think about and plan the questions that we were asking to the farm workers. Afterward we took photographs, recorded and asked. The reporters interviewed the farm owners and the farm workers; they collected information through photographs, videos and interviews.</p> |

IV. CONCLUSIONS

The early findings about the project "Dão Kids Academy" presented here confirm the potential of mobile technology in environmental education activities in non-formal contexts.

It was possible to organize outdoor activities on farms, integrating, in a transparent approach, the use of technology. The

monitoring role of higher education students was very important for the project development. The use of senses and physical sensors scaffold the exploration of biological and physical aspects of the various vine cycle stages. It is emphasized the complicity of the ways used for children while explore the environment and make their records. Beside the didactic intention of allowing children to explore multiple representations and ways to sound out and represent the environment, it also allowed to work in each farm with just a "kit" of researcher and a "kit" of reporter. Thus, it was significantly reduced the number of devices required to implement the project.

While researchers, students planned the locals where they wanted to record the data. They compare places exposed to the sun with shadow locals or higher locals with more sheltered ones. The continuity of work throughout the year also allowed to compare these data depending on the time of year.

Some environmental data such as air pressure were unknown for most children. We have chosen to maintain this record since the anemometer made these readings. By using the sensors children increased their perception of the vine cycle environment, complementing the information acquired by own senses.

The reports activities about the vine works allowed children to represent their own experiences and the knowledge developed in this project. A first analysis of the documents produced shows that this activity supported the organization and systematization of knowledge.

Having all the activities be developed outdoor on farms, made difficult the creation of spaces for children assess and reflect on their experiences. With regard to the activities as reporters, it is thought to hold a workshop for children edit videos and complete the reports. In future projects it will be important to rethink the organization of some tasks in the classroom, where children can edit the data collected, discuss and analyze the results, looking for opportunities for children to do situation points as pointed out by Ackermann [11].

It is also under development a website for each farm documenting all the work done by children.

ACKNOWLEDGEMENTS

Municipality of Viseu, Lemos farm, Falorca farm, Turquide farm, Vinha Paz farm, Reis farm, CIDETS, students of School of Education and School of Agriculture of Polytechnic Institute of Viseu.

REFERENCES

- [1] Education Scotland Foghlam Alba (2011). *Outdoor Learning: Practical Guidance, Ideas and Support*. Retrieved from [Problems of Education in the 21st Century, 53: 99 - 119.](http://www.educationscotland.gov.uk/resources/o/outdoorlearning/practicalguidance/ideasandsupportforteachersandpractitionersinscotland.asp?strReferringChannel=educationscotland&strReferringPageID=tcm:4-615801-64&class=11+d86716, abril 2016)[2] Papert, S. (1991). <i>Situating Constructionism</i>. In Idit Harel and Seymour Papert (eds.): <i>Constructionism</i>. Norwood, NJ: Ablex Publishing.[3] Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., et al. (2009). <i>Scratch: Programming for all</i>. <i>Communications of the ACM</i>, 52 (11), 60 – 67.[4] Lombardi, M. M. (2007). <i>Authentic Learning for the 21st Century: An Overview</i>. <i>Educause Learning Initiatives</i>, 1 (2007), 1-12.[5] Figueiredo, A. D. (2005). <i>Learning contexts: A blueprint for research</i>. <i>Interactive Educational Multimedia</i>, 11, 127-139.[6] Greenfield, A. (2008). <i>Location-based and context-aware education: prospects and perils</i>. <i>Emerging technologies for learning</i>, 3, pp. 47-57.[7] Rogers, Y., Price, S., Randell, C., Fraser, D. S., Weal, M., Fitzpatrick, G. (2005). <i>Ubi-learning Integrates indoor and outdoor experiences</i>. <i>Communications of the ACM</i>, January, 48, No. 1, pp: 55-59.[8] M.J. Silva, C.A. Gomes, J.C. Lopes, M.J. Marcelino, C. Gouveia, A. Fonseca, and B. Pestana. (2009). <i>Adding Space and Senses to Mobile World Exploration</i>, in <i>Mobile Technology for Children</i>, A. Druin, Ed. Boston: Morgan Kaufmann, pp. 147-170.[9] Rogers, S. Price, G. Fitzpatrick, et al (2004). <i>Ambient wood: designing new forms of digital augmentation for learning outdoors</i>. In <i>Proceedings of the 2004 conference on Interaction design and children: building a community</i> (IDC '04). ACM, New York, NY, USA, 3-10.[10] Silva, M. J. Lopes, J. B.; Silva, A. A. (2013))
- [11] Ackerman, E. (1996). *Perspective-Taking and Object Construction: Two Keys to Learning*. In Y. Kafai and M. Resnick (Eds.), *Constructionism in Practice: Designing, Thinking and Learning in a Digital World*. Lawrence Erlbaum, NJ.

Recursos Digitales I

Recursos Educativos Abiertos para Estudiantes del Área de la Salud. Una Experiencia Colaborativa y Multidisciplinar

Sandra Bucarey, Marcelo Trujillo, Erick Araya
Universidad Austral de Chile, UACH
Valdivia, Chile

Maurício Aguiar
Universidade Federal de Juiz de Fora, UFJF
Juiz de Fora - MG, Brasil

Resumen — Para favorecer la equidad en la educación, surgen los Recursos Educativos Abiertos (REA), base de un modelo educativo innovador que intenta responder a la forma de estudio de las actuales generaciones de estudiantes y de los medios que usan para acceder a conocimiento de alta calidad. En este modelo, los REA pueden facilitar la comunicación multidireccional, la colaboración y la autonomía del alumno. Intentando responder a los nuevos paradigmas educativos, es que la Facultad de Medicina de la Universidad Austral de Chile (UACH) está trabajando la construcción colaborativa y multidisciplinar de REA, para asegurar estándares de calidad técnica, pedagógica, garantizando de esta manera la obtención de recursos que, principalmente, apuntan a satisfacer los requerimientos y modos de aprendizaje de los estudiantes. Este trabajo relata, la experiencia, logros y avances en el diseño, desarrollo y gestión de REA construidos en la UACH para estudiantes del área de la salud. Se concluye que la estructura de trabajo colaborativo-multidisciplinar permite la adquisición de experiencias integradoras que tendrán impacto en la calidad de los REA y permitirá, de forma eficiente, seguir generando recursos para el aprendizaje.

Palabras-clave: REA, Repositorio, Educación

I. INTRODUCCIÓN

Los Recursos Educativos Abiertos (REA) constituyen la base de un modelo educativo innovador y revolucionario que gana espacio en el contexto académico. Su característica distintiva es su enfoque en la producción de conocimiento, en contraste con los esquemas de aprendizaje tradicionales, basados en la reproducción de contenidos.

El término “Recursos Educativos Abiertos” (REA) fue establecido en el año 2002, durante el Foro sobre Impacto de Materiales de Cursos Abiertos de la UNESCO, teniendo como base el gran impacto alcanzado por el movimiento del Software de Código Abierto. En un sentido amplio, los REA son materiales que apoyan el proceso de enseñanza-aprendizaje que son ofrecidos gratuitamente en la Internet para que cualquier interesado -profesores, estudiantes o aprendices autodidactas-, los pueda usar. Entre la gran diversidad de REA es posible encontrar: cursos completos, módulos de cursos, guías de estudio, presentaciones, tareas, pruebas, actividades de laboratorio y sala de clases, juegos, simulaciones y recursos didácticos tales como videos, libros digitales, además de cualquier otra herramienta, materiales o técnicas utilizadas para fomentar el acceso al conocimiento de forma libre para todo el mundo a través de Internet.

Actualmente, los esfuerzos en torno a los REA incluyen una búsqueda de interoperabilidad entre sistemas y plataformas para el intercambio de recursos, lo que ha sido viable a través de iniciativas tanto públicas como privadas. Además, se preocupa con los problemas asociados con los derechos de autor [8], el licenciamiento y el desarrollo de políticas para mantener su sustentabilidad. En ese sentido, un hito ha sido la publicación del documento “Declaración REA de París”, en el Congreso Mundial de REA de París, en junio de 2012, en conmemoración de los 10 años de la alianza entre la Comunidad REA y la UNESCO. El documento insta a los gobiernos de todo el mundo a establecer la adopción de licencias abiertas para el intercambio de conocimientos producidos con fondos públicos.

La Facultad de Medicina de la Universidad Austral de Chile (UACH) viene trabajando desde hace algunos años en la innovación de la docencia en carreras del área de la salud, con una serie de iniciativas exitosas. En la actualidad se encuentra en desarrollo el Proyecto AUS-1410 “Construcción y Gestión de Recursos Educativos Abiertos para estudiantes del Área de la Salud”, financiado por el Fondo de Innovación Académica del Ministerio de Educación del Gobierno de Chile.

II. CONSTRUCCIÓN DE REA Y PROYECTO AUS-1410

El Proyecto AUS-1410 “Construcción y Gestión de Recursos Educativos Abiertos para estudiantes del Área de la Salud” constituye una iniciativa pionera. En este trabajo se relatan los avances alcanzados en el desarrollo de dicho proyecto, relacionados con la implementación y gestión de REA para estudiantes del área de la salud de la UACH.

La experiencia desarrollada en la UACH tiene un carácter multidisciplinar y colaborativo y se basa en el uso de una metodología probada de construcción colaborativa de recursos digitales para el área de la salud [5]. Esta metodología plantea como eje principal la necesaria colaboración entre un conjunto de profesionales especialistas en nuevas tecnologías para la educación y los expertos en las áreas de conocimiento contempladas en el proyecto (académicos), con el objetivo de obtener recursos de alta calidad, tanto en su diseño técnico como en términos pedagógicos. La metodología plantea también la necesidad de involucrar a estudiantes para colaborar tanto en el proceso de construcción de los recursos como en la evaluación de los mismos. Con esta experiencia ya se han logrado recursos digitales cuyo uso ha sido altamente demandado por estudiantes del área de la salud de la UACH.

En enero del 2015 se inició el proyecto AUS-1410 “Construcción y Gestión de recursos Educativos Abiertos para estudiantes del área de la salud”, que surge como una iniciativa para dar continuidad y mayor alcance a los trabajos hasta ahora desarrollados en la Facultad de Medicina de la UACH. Dicho proyecto tiene como finalidad fomentar el desarrollo de REA construidos por académicos de dicha Facultad, situada en la ciudad de Valdivia y de su Sede Campus Puerto Montt, ambas localidades se encuentran a más de 800 km al sur de Santiago, la capital chilena, por lo que adquiere mayor relevancia en cuanto se trata de un proyecto regional y que esta condición favorece la democratización de la educación dado el marcado centralismo existente en el país.

El objetivo general del proyecto es establecer un esquema metodológico para el ciclo de vida de los REA a ser usados por estudiantes del área de la salud de la UACH, incluyendo las etapas de concepción, diseño, desarrollo, distribución y gestión. Los REA están siendo construidos de acuerdo a estándares de calidad que permiten su accesibilidad y uso y, para este fin, se establecieron núcleos de desarrollo en las zonas territoriales de la Universidad en las ciudades de Valdivia y Puerto Montt, cubriendo diversos campos disciplinarios del conocimiento en el área de la salud. La asistencia a estos núcleos de desarrollo está sostenida por el equipo ejecutivo del proyecto, el que está conformado por académicos del área de la salud, entre los cuales hay expertos en educación, acompañados por profesionales especialistas en diseño gráfico, tratamiento y edición de videos, además de un ingeniero informático.

Para fines operacionales, el equipo se organizó en tres grupos de trabajo:

- Equipo de Gestión (EG) a cargo del seguimiento de tareas, organización y gestión en general;
- Equipo Pedagógico (EP) a cargo de las etapas de entrevistas tipo *Focus Group* a los académicos para determinar el contexto curricular como, entre otros elementos, el resultado de aprendizaje que se quiere alcanzar con el REA. Por otra parte, el EP trabajó el rol del diseñador pedagógico y los aspectos que debe evaluar en el REA (como texto y adecuada representación del conocimiento); y
- Equipo Técnico (ET) a cargo de la implementación del repositorio, metadatos, licenciamiento internacional y evaluación técnica del REA a través de una pauta que contempla aspectos del diseño, formato y todos los aspectos técnicos que permiten comprender las características del REA en construcción. Es el EP, en conjunto con la directora del proyecto, quienes a través de entrevistas a los académicos construyen el guion del REA, para posteriormente empezar las etapas de recolección del material multimedial y armado del REA.

El primer desafío de esta iniciativa tiene que ver con la visibilidad de ésta y la motivación de la comunidad para adherir al desarrollo de REA. Así, es fundamental la adecuada difusión y captura de interés por parte de académicos del área de la salud. Para este fin se elaboró un folleto impreso explicativo además

de un *flyer*. Todos estos elementos fueron utilizados para difusión a través de e-mails dirigidos al cuerpo docente. El contenido de los folletos contempla, en forma resumida, la conceptualización de los REA, además de las etapas básicas de su ciclo de desarrollo y la forma como el equipo del proyecto ofrece su apoyo, a través de todo el proceso, a los académicos que inscriben uno o más REA para su construcción.

La literatura internacional [1, 2, 10] recomienda la evaluación de los REA para asegurar su calidad técnica y pedagógica. En ese sentido, el presente proyecto contempla, como etapa previa a la publicación de los REA, la realización de evaluaciones por parte de estudiantes, tanto en aspectos técnicos como educativos, además de evaluaciones por pares expertos en las respectivas áreas de conocimiento. Además de ello, durante el proceso de desarrollo, todo REA es sometido a revisión ortográfica y gramatical por parte de expertos en lenguaje. De este modo, se espera la detección temprana de eventuales fallas, en el contenido de los REA, cuya corrección tendrá incidencia decisiva en su eficiencia.

Para los procesos evaluativos por parte de estudiantes y pares, se seleccionaron y adaptaron rúbricas que la literatura ha validado para este tipo de recursos multimediales, las que fueron analizadas por una experta en análisis cualitativo antes de construirse la herramienta evaluativa. Esta herramienta evaluativa, contempla preguntas en cuatro ámbitos:

1) Aspecto Forma. Busca evaluar el REA desde la perspectiva de su diseño gráfico, en relación al acercamiento visual.

Ejemplos de preguntas de esta sección:

- ¿El tamaño de la letra permite una lectura expedita del contenido?
- ¿El color del texto permite una lectura expedita del contenido?
- ¿Las imágenes representan claramente lo que pretenden?

2) Control del Usuario y Libertad. Busca evaluar el REA desde la perspectiva de la capacidad que este tiene para facilitar el acceso a los contenidos, su descarga y tiempo invertido en la búsqueda.

Ejemplos de preguntas de esta sección:

- ¿Considero que es fácil de utilizar?
- ¿Es fácil regresar a la sección inmediatamente anterior?
- ¿Es fácil volver al inicio del recurso?

3) Contenido Educativo. Busca evaluar el REA en su capacidad como herramienta para facilitar el proceso de aprendizaje.

Ejemplos de preguntas de esta sección:

- ¿El contenido representa lo que el recurso dice ofrecer?
- ¿Me facilitó la comprensión del material?

- ¿Me ayudó a resolver dudas?

4) Valoración Global. Busca evaluar el REA en relación al resultado de su experiencia con este recurso.

Ejemplos de preguntas de esta sección:

- ¿El recurso demoró menos de un minuto en descargarse?
- ¿El recurso demoró más de 5 minutos en descargarse?
- ¿Me gustó el recurso?

Se elaboró un total de 25 preguntas, distribuidas en estos ámbitos. La primera experiencia de evaluación se está haciendo en formato electrónico, utilizando el formulario de encuestas Google para evaluar los primeros REA construidos y evaluar esta herramienta. Los estudiantes del área de la salud y los pares evaluadores reciben el link del formulario vía mail. Se espera que en un futuro próximo esta evaluación sea realizada directamente en el aula.

De esta manera, se pretende que la dinámica de desarrollo que se está implementando posibilite el surgimiento de una masa crítica que torne esta iniciativa sustentable en el largo plazo. El proyecto, además contempla la ampliación y el fortalecimiento de los vínculos de colaboración, para uso y evaluación de REA, con otras universidades chilenas. La motivación fundamental del Ministerio de Educación chileno, para financiar una iniciativa de estas características, es que los REA presentan una oportunidad estratégica que facilitará la democratización del conocimiento a través del acceso gratuito a recursos con altos estándares de calidad para estudiantes universitarios a través de políticas de inclusión social.

Además de lo anterior, y considerando que, en la actualidad, la oferta de REA de alta calidad en idioma español para el área de la salud es escasa [4], el proyecto AUS-1410 se propone el desafío de presentar una oferta de REA que sea accesible a la comunidad académica de la región y de instituciones de habla hispana, a través de repositorios y mecanismos que faciliten el acceso para atender a la creciente demanda académica establecida en el ámbito de este nuevo paradigma educativo [6].

Los repositorios digitales abiertos constituyen la piedra angular para la democratización del acceso al conocimiento producido por las instituciones universitarias, con lo cual es posible dar apoyo y potenciar el desarrollo de los países de habla hispana a través del acceso a recursos con altos estándares de calidad.

III. DIFUSIÓN DE REA

Los repositorios institucionales constituyen elementos fundamentales de la infraestructura de información de cualquier dominio institucional y cuya misión sea la de garantizar la conservación en el largo plazo del libre acceso a la producción científica y, como tales, deben ser parte de la estrategia de desarrollo institucional.

Utilizada por más de 1.000 instituciones académicas en todo el mundo, DSpace (dspace.org) es una de las plataformas de código abierto más utilizadas para la construcción de

repositorios REA, permitiendo la implementación de mecanismos para almacenamiento, gestión, conservación y visibilidad de la producción académica. La plataforma DSpace puede ser adoptada por cualquier institución, pasando ésta a asumir la responsabilidad y los costos por su manutención. La plataforma DSpace surgió a partir de la iniciativa Open Archives (www.openarchives.org), junto con otras plataformas, entre las cuales EPrints (www.eprints.org) y Kepler [7].

Existe un número creciente de iniciativas para la divulgación de REA, generalmente con apoyo público, como es el caso del "Federal Registry for Educational" Excellence (free.ed.gov) o el "Banco Internacional de Objetos Educativos", mantenido por el Ministerio de Educación y Cultura brasileño (objetoseducacionais2.mec.gov.br). Otro repositorio de REA, interesante por su estructura y organización, es TEMOA del Tecnológico de Monterrey (<http://www.temoa.info/es>), en el cual se pretende subir REA para mayor visibilidad, siguiendo el proceso que la guía TEMOA describe.

Dado el análisis anterior, el cual evidencia la alta penetración en los centros educativos, la coordinación del proyecto AUS-1410 optó por la plataforma DSpace como repositorio institucional en función de su carácter abierto. A partir de esta decisión, fue considerado el esquema de metadatos Dublin Core. El modelo Dublin Core surgió a partir de la iniciativa DCMI – Dublin Core Metadata Initiative, una organización dedicada al desarrollo, promoción y difusión de normas para metadatos interoperables aplicados a la descripción de recursos online y que visa una recuperación eficiente. El Dublin Core está constituido por un conjunto de 15 elementos que apoyan la definición de la estructura, semántica y sintaxis de los metadatos, siendo usado para la catalogación de los recursos digitales. Otra decisión adoptada por la coordinación del proyecto fue el uso de la clasificación de las "Normas para a definição dos metadados" del Banco Internacional de Objetos Educativos, mantenido por el Ministerio de la Educación y la Cultura del gobierno brasileño [3]. Esta clasificación, basada en el modelo Dublin Core, lista todas las áreas del conocimiento y sus subcategorías en el ámbito de la Salud.

IV. AVANCES Y CONCLUSIONES PRELIMINARES

Los REA ya construidos y en proceso de construcción se encasillan en uno de 3 formatos presentados a los docentes. De acuerdo al contenido y después de discutir y ver la mejor forma de representar ese conocimiento con las herramientas multimediales disponibles, se acuerda cuál es el formato que mejor se adapta a sus requerimientos y que cumple el objetivo específico del REA. Los formatos previstos son tres: Video, Interactivo y Mixto.

El formato de video es adecuado para presentaciones lineales, que tienen un tiempo acotado de duración que no excede los 10 minutos. En la Fig. 1 se aprecia el REA "Saco Pericárdico", el que se destaca visualmente porque sus explicaciones, tanto escritas como orales, están en torno a fotografías reales tomadas en el pabellón de anatomía humana de la Universidad Austral de Chile, donde se desarrolla el proyecto.

El formato interactivo es desarrollado con uso del software Adobe Flash. En este tipo de formato el REA se inicia con un menú que presenta diversas secciones de libre inicio. Al hacer clic en menú, se despliega un número acotado de secciones por donde el usuario podrá navegar libremente. En la Fig. 2 se presenta el REA "Tumores del Sistema Nervioso Central: Meningiomas", el que permite, a través del menú inicial, acceder hacia secciones de imágenes fotográficas, ampliadas e histológicas, así como con técnicas imagenológicas, indicando cómo se ve y diferencia este tipo de tumor en comparación con las estructuras normales o en un individuo sano.

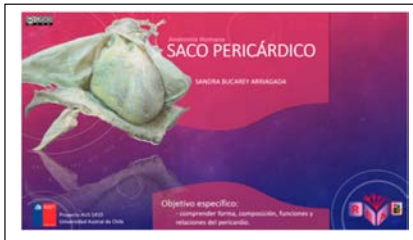


Fig. 1. Pantalla inicial de un REA en formato video

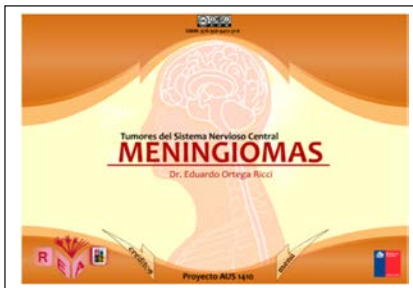


Fig. 2. Pantalla inicial de un REA interactivo que presenta un menú

Por último, el formato mixto es muy parecido a los formatos utilizados en los recursos anteriores. La diferencia se encuentra en que suele iniciarse con un menú interactivo que se despliega y permite empezar a navegar en la sección que el usuario requiera, allí encontrará en uno o más segmentos, videos insertos que son muy breves. Un ejemplo de este último formato, es el REA que se aprecia en las Fig. 3 y 4 llamado "movilización de pacientes". La fig. 3 muestra el inicio del REA interactivo con un menú con varias secciones y en la fig. 4 se ve el mismo REA en una de sus secciones desplegada que tiene incrustado un video.

En cuanto a la cantidad de académicos involucrados en la construcción de REA, entre autores y coautores se contabilizan

27 académicos y 42 REA en diferentes etapas de construcción, 6 de ellos terminados. Se espera terminar todos los recursos el 2016, disponerlos en el repositorio DSpace y además en el canal de televisión de la Universidad Austral de Chile. También se buscará la interoperabilidad o acceso para subir estos REA en otras universidades.



Fig. 3. Pantalla Inicial de un REA con formato mixto



Fig. 4. Una sección con video incrustado del formato mixto

V. TRABAJO MULTIDISCIPLINAR Y COLABORATIVO

Se puede apreciar en las figuras 1, 2, 3 y 4 que, en el aspecto técnico, de diseño y contenido, la construcción del REA, requiere de la interacción y trabajo conjunto de un equipo multidisciplinar de profesionales, para asegurar su calidad pedagógica y técnica. Para este fin, la experiencia del Proyecto AUS-1410 ha permitido dimensionar en la praxis los requisitos mínimos de personal, que en este caso deben considerar competencias adecuadas a los tres tipos de formatos propuestos. Estos perfiles son:

Académico: Experto en el conocimiento que desarrolla el contenido pedagógico del REA, este acuerda con los expertos pedagógicos y diseñador gráfico, principalmente, el objetivo específico del REA, la estructura adecuada y cuál es el mejor formato para determinado contenido. Cabe señalar, que la construcción de recursos educativos en general, no es una tarea que entusiasme fácilmente a los académicos, salvo casos en que ya se cuenta con experiencias y valoración de las nuevas

tecnologías, por lo que facilita el emprender esta actividad, el apoyo de un equipo multidisciplinar con ciertas características y por otra parte el incentivo o compromiso de estas tareas por parte de la institución.

Diseñador gráfico: Una vez definidos los contenidos con su estructura básica, el profesional del diseño gráfico, presenta una propuesta de menú o pantalla inicial, allí orienta sobre los aspectos estéticos del REA, que van desde el color, los contrastes y ubicación de los elementos que integran el REA.

Editor de videos: Experto informático que selecciona, mejora, recorta, integra, etc., los videos de un determinado REA. Esta misma persona la que, además, puede trabajar la locución del recurso, con la voz del académico u otra voz más adecuada.

Diseñador pedagógico: Por lo general se trata de un experto en tecnologías educativas y/o experto en educación, o con experiencia en construcción de recursos educativos exitosos. Recoge el guion para la construcción del REA, aporta ideas acerca de la mejor representación del conocimiento, definición adecuada del objetivo específico del REA, gramática, ortografía, por nombrar algunas variables importantes que asegura los estándares de calidad del REA. Se involucra en la evaluación del REA durante su proceso de construcción y de su etapa final, cuando se dispone a los usuarios.

Ingeniero Informático: Es deseable que este profesional se integre al equipo de trabajo y esté al tanto de todos los procesos. A cargo del repositorio de REA, lo organiza e implementa, si es que la institución no cuenta con uno. En el caso de este proyecto, se está generando un repositorio temático en el área de la salud, de acuerdo a DSpace y Dublin Core - los softwares a ser utilizados. Este profesional debe hacer la propuesta de metadatos conforme a la información disponible en el guion del REA. Debe también, una vez constituidas las comunidades y sub-comunidades del repositorio, subir los REA y probar su descarga. Posteriormente debe colaborar en el desarrollo de métricas y sistemas para la evaluación electrónica de los REA.

Para ganar una mejoraría operacional en este proyecto, se generaron dos grupos de trabajo con énfasis diferentes, pero que igualmente trabajaban puntos en común de forma unificada. Se constituyó un Equipo Técnico (ET), fundamentalmente a cargo del proceso de construcción de los REA, con permanente contacto con los académicos involucrados, equipo que incluye además al ingeniero responsable por el repositorio. El otro grupo, es el Equipo Pedagógico (EP), a cargo de la revisión de los procesos pedagógicos, de la construcción de sistemas de evaluación para revisiones intermedias de los REA en construcción, revisión de documentos para la selección de rúbricas para construir evaluaciones, socialización y difusión del proyecto, generación de colaboración y soluciones frente a nuevos desafíos, entre otros. Estos dos grupos se reúnen una vez al mes en forma ampliada para revisar los avances, la coherencia de objetivos y determinar nuevas rutas. El ET, que en definitiva está más tiempo en contacto con los docentes y sus avances en la construcción de REA, se reúne una vez a la semana para actualizar e informar de avances, así como calendarizar reuniones con los académicos.

VI. CONCLUSIONES

Como ya fuera señalado, es importante involucrar estudiantes en las etapas de construcción y evaluación de los REA, pues esto asegura una mayor reutilización del recurso. En el primer año del proyecto, doce estudiantes se han incorporado en la etapa de construcción de REA, invitados por docentes participantes en el proyecto, específicamente para las etapas de recolección de material fotográfico y captura de videos. De especial interés es la participación de estudiantes en la discusión de ideas y en la búsqueda de soluciones en la estructura de los contenidos. En el segundo año está prevista la participación de un mayor número de estudiantes para que participen también en procesos evaluativos intermedios, incluyendo a estudiantes de Ingeniería Informática para el apoyo técnico.

Este tipo de producción, colaborativa y multidisciplinar, demanda una permanente presencialidad frente a los equipos de trabajo y frente a los académicos que construyen recursos, por parte de quienes gestionan la producción, catalogación y disponibilidad de los REA. Se requiere un equipo de trabajo cohesionado, con buenas relaciones humanas, también un alto grado de empatía con el académico para comprender, sugerir y construir consensos. Todo ello exige mucha flexibilidad a la hora de diseñar y construir REA en conjunto. Cabe destacar que, previamente, el docente ha aceptado las condiciones de trabajo y normas mínimas planteadas por el equipo que gestiona el proyecto, y de carácter tan relevantes e intransables como los tipos de licenciamientos que deben llevar estos. En este sentido, considerando el carácter abierto de los recursos, se ha decidido como política institucional que cada REA debe contar con una licencia Creative Commons, seleccionando sólo aquellas que permiten el uso gratuito del recurso.

Además, son fundamentales las redes de colaboración externas, otras universidades y expertos, para aumentar la visibilidad y utilización de los REA, involucrarlos en la evaluación de estos, etapa que se contempla con una fuerte difusión y convenios formales de colaboración tanto del proyecto como de los REA que se irán disponiendo. Así como lograr la interoperabilidad con repositorios de otras universidades y la difusión de aquellos recursos disponibles y avalados por la institución que los crea.

En función del cronograma del proyecto AUS-1410, aún no se ha sido aplicada la herramienta evaluativa desarrollada en el ámbito de este proyecto. Así, aún no se dispone de resultados que permitan una evaluación de la percepción por parte de los alumnos de los REA desarrollados hasta el momento de la presentación de esta comunicación. Sin embargo, a partir de las primeras impresiones presentadas por los estudiantes que han participado en el proyecto, es posible hacer algunas inferencias positivas sobre los resultados que se espera alcanzar en términos de calidad.

Finalmente, es posible afirmar que el modelo de trabajo colaborativo y multidisciplinar puesto en práctica en el ámbito del Proyecto AUS-1410 ha posibilitado llegar a resultados considerados exitosos. Ha sido posible generar recursos con una alta calidad técnica, pedagógica y visual (este último aspecto es fundamental en el área de la salud), y con estándares de calidad que destacan en el contexto de los REA en habla hispana.

AGRADECIMIENTOS

Al Ministerio de Educación de la República de Chile y a la Universidad Austral de Chile que, a través del Proyecto AUS-1410, contribuyen con los cimientos de una política de democratización del acceso al conocimiento

REFERENCIAS

- [1] Abeywardena, I., Tham, C., & Raviraja, S. (2012). Conceptual Framework for Parametrically Measuring the Desirability of Open Educational Resources using D-Index. *Journal of Research in Open and Distance Learning*, 13(2).
- [2] Achieve Inc. About Open Educational Resources". Disponible en www.achieve.org/oer-rubrics. Visita en junio 2016.
- [3] Afonso, M.C.L. Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE): normas para a definição dos metadados. CESPE/UnB, MEC, 2010, <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/retrievefile/normas>. Visitada en junio de 2016.
- [4] Bucarey, S. y Alvarez, L. "Metodología de construcción de objetos de aprendizaje para la enseñanza de Anatomía Humana en Cursos Integrados". *Int. J. Morphol.*, 24(3):357-362, 2006
- [5] Bucarey, S., Cabezas, X., Araya, E., Esperón, R., Márquez, M. y Castro, A. "Manual de Construcción Colaborativa de Objetos de Aprendizaje para el Área de la Salud". Editorial Universidad Austral de Chile, 2010. Valdivia, Chile.
- [6] Bucarey, S., Cárdenas, F., Esperón, R., Aguilár, M. "Educación a Distancia: Una mirada a experiencias de universidades chilenas y latinoamericanas". Ed. Universidad Austral de Chile, 2013. Valdivia, Chile.
- [7] Maly, K., Zubair, M. y Liu, X. "Kepler: An OAI Data/Service Provider for the Individual". 2001. www.dlib.org/dlib/april01/maly/04maly.html. Visitada en junio de 2016.
- [8] Santos, A.I., Cobo, C. y Costa, C (Organizadores). "Recursos Educativos Abiertos: Casos de América Latina y Europa en la Educación Superior", 2012.
- [9] www.oportunidadprojeet.eu/downloads/10-recursos-educativos-abiertos-casos-se-america-latina-y-europa-en-la-educacion-superior/file. Visitada en junio de 2016.
- [10] Wiley, D. On the Sustainability of Open Educational Resource Initiatives in Higher Education, www.oecd.org/edu/eri/38645447.pdf. Visitada en junio de 2016.

Una herramienta web para la evaluación de la calidad de los materiales educativos digitales

Antonio Sarasa Cabezuelo, Ana Fernández-Pampillón Cesteros, Andrea Rueda Rueda, Chaymae Riani

Universidad Complutense de Madrid

Madrid, España

asarasa@ucm.es, apampi@ucm.es, andrueda@ucm.es, criani@ucm.es

Resumen—Actualmente en Internet se pueden encontrar información y materiales prácticamente de cualquier tema. Sin embargo los avances para clasificar y medir la calidad de los materiales han sido mínimos y dispersos. Cualquiera puede crear un material y publicarlo, pero nadie asegura ni garantiza que ese material será accesible o si sus contenidos serán adecuados para el estudio. Esta situación hace que, aunque se disponga de un número inabarcable de materiales, sea complicado recuperar aquellos con una calidad mínima. Este problema general se agudiza en dominios de formación, como el universitario, donde los profesores crean y actualizan continuamente sus materiales educativos digitales sin ninguna orientación sobre los requisitos mínimos para que sus materiales no tengan problemas técnicos —como portabilidad y durabilidad—, didácticos —como la coherencia entre objetivos y destinatarios y formato y diseño adecuados al estudio—, de accesibilidad —como garantizar la perceptibilidad del contenido audiovisual y textual—. En este contexto, se ha creado un grupo de trabajo en AENOR para la elaboración de una norma UNE de calidad de los materiales educativos. En base a dicha norma se ha desarrollado una herramienta web que implementa la norma y facilita la evaluación de la calidad de un material educativo digital. En este artículo se presenta la herramienta desarrollada y sus principales características.

Palabras clave—e-learning, calidad de objetos de aprendizaje, norma UNE, AENOR, herramienta web

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente el ámbito de la formación y en particular en la docencia universitaria se apoya en las tecnologías de la información como herramienta de difusión de la información de tipo formativo y como soporte para el proceso de aprendizaje. En este sentido existen un conjunto de problemas abiertos entre los que se encuentra el problema de la creación de materiales educativos digitales de calidad. Los formatos usados para crear materiales educativos digitales son muy variados, desde formatos básicos como *pdf*, *word*, o *power point* hasta formatos más complejos como los basados en el estándar *SCORM*. La variedad de formatos muestra que aún no se ha encontrado el mejor medio de almacenar la información con fines formativos o también podría interpretarse que es necesario disponer de diferentes medios de almacenar la información para adaptarse mejor al perfil de aprendizaje de cada estudiante y de cada autor de material. Este este problema es importante de cara a la interoperabilidad y portabilidad y constituye sólo una parte de las consideraciones que se deben abordar cuando se evalúa la calidad de los contenidos educativos digitales.

En el contexto anterior a la introducción de las tecnologías de la información, el principal medio de difusión de los

contenidos eran los libros impresos. Las editoriales aplicaban (y aplican) procesos bien consolidados de aceptación y revisión de los materiales educativos en los que intervienen correctores, editores, especialistas en las distintas áreas de conocimiento y especialistas en didáctica. Este proceso contribuye a garantizar la calidad del material educativo desde los puntos de vista editorial, didáctico y científico. Actualmente, en el ámbito digital continua existiendo este filtro en el caso del material producido por editoriales, pero surgen al menos, dos cuestiones nuevas: ¿cómo adaptar los criterios editoriales de calidad al formato digital? y ¿qué filtro se aplica a la inmensa cantidad de materiales educativos que se están generando y usando fuera del contexto editorial?

Responder a estas cuestiones no es trivial. La primera cuestión implica estudiar cómo integrar los criterios de calidad de los productos digitales —documentos y aplicaciones software, en el modelo de calidad editorial que se esté aplicando. Además, supone estudiar si es necesario adaptar los criterios de calidad didáctica a los nuevos entornos de aprendizaje digitales. La segunda cuestión se refiere a que cualquiera puede publicar contenido educativo sin necesidad de haber pasado filtro alguno. Esta situación ofrece ventajas como la facilidad de publicación para el autor de los contenidos, la reducción de los tiempos para que el contenido esté disponible, la disponibilidad de los contenidos para cualquiera que tenga una conexión de Internet, el menor coste económico de creación y uso de los contenidos, y un mayor número potencial de personas a las que pueden llegar los contenidos. Sin embargo, tiene una desventaja básica en el contexto educativo y es la falta de garantía acerca de la calidad didáctica, que incluye la validez, exactitud y accesibilidad cognitiva de los contenidos, y acerca de la calidad tecnológica de los mismos que incluye la accesibilidad tecnológica, la portabilidad y la durabilidad de los formatos. Así, antes se disponía de un conjunto limitado y restringido de materiales didácticos pero se podía estar seguro que eran de una calidad mínima, sin embargo, ahora, se dispone de muchos materiales pero no se sabe distinguir si serán realmente útiles en términos de eficacia académica, tecnológica y de accesibilidad.

Este problema general de la formación en entornos digitales (*e-learning*), ha dado lugar a diferentes alternativas a nivel nacional e internacional para crear métricas que permitan medir la calidad de los materiales educativos digitales con el objetivo de poder clasificarlos y de esta forma guiar tanto a docentes como a discentes cuando quiere recuperar y utilizar un material educativo digital electrónico. Es importante señalar que estas alternativas están mayoritariamente referidas a un tipo de material educativo digital, los objetos de aprendizaje [31]. A

continuación se van a revisar las diferentes iniciativas que han surgido en este ámbito dividiéndolas en: aquellas que no están soportadas por herramientas software, aquellas que sí disponen de una herramienta informática que permite su aplicación, e iniciativas soportadas por organismos oficiales.

Iniciativas sin soporte informático. En [26] se plantean los elementos que deberían tenerse en cuenta para desarrollar un modelo de evaluación de la calidad de los objetos de aprendizaje, en [18] se propone un modelo para la evaluación de la calidad de objetos de aprendizaje basado en la normalización y granularización de los objetos de aprendizaje, en [5] se presenta un modelo cuantitativo para medir la calidad de un objeto de aprendizaje en base a varias métricas propuestas, en [21] se describe una guía a seguir para crear objetos de aprendizaje que aseguren la calidad de los mismos, en [23] se centra en la calidad técnica de los objetos de aprendizaje y plantea un conjunto de aspectos (granularidad, la calidad interna de los datos, estructura interna de los objetos, arquitectura, metadatos e independencia del objeto del contexto pedagógico) que deben ser tenidos en cuenta para evaluarla, en [17] se fijan cuatro dimensiones (psicopedagógicas, didáctico-curriculares, técnicos-estéticos y funcionales) a partir de las cuales se propone un marco para la evaluación integral de la calidad de un objeto de aprendizaje, en [28] se establecen un conjunto de elementos que influyen en la calidad de un objeto de aprendizaje (tecnológicos, pedagógicos, de contenido y estéticos y ergonómicos) y se proponen un conjunto de instrumentos para medir la calidad usando estos elementos, en [25] se centra en el aspecto en la medición de la calidad pedagógica mediante un modelo de 14 dimensiones (epistemológica, filosofía pedagógica, sustento psicológico, orientación a objetivos, validez experimental, rol del instructor, flexibilidad de programa, valor del error, motivación, adaptación a diferencia a individuales, control de aprendizaje, actividades de usuario, aprendizaje cooperativo y sensibilidad cultural), en [9] también se centran en el aspecto pedagógico y adaptan el modelo de evaluación de LORI, en [4] se propone la adaptación de métricas de calidad propias de la Ingeniería del Software al ámbito de la calidad de los objetos de aprendizaje tales como la medida de la reusabilidad basada en la separación de los contenidos y la presentación o el registro de metadatos, en [19] se realiza una propuesta para determinar la usabilidad de los objetos de aprendizaje basada en medir aspectos tales como la relevancia, usabilidad, soporte de infraestructura, redundancia de acceso, tamaño del objeto, relación entre infraestructura y despliegue, y si es apropiado desde el punto de vista cultural, en [3] se propone un criterio cualitativo para evaluar los objetos de aprendizaje en cursos online basado en aspectos como prerrequisitos, requisitos tecnológicos, objetivos y resultados, soporte a las actividades, y otros, en [13] se propone una herramienta de evaluación denominada "Evaluación técnica recomendada de objetos de aprendizaje" que evalúa las diferentes fases del ciclo de vida de los objetos de aprendizaje, y en [14] se propone un método de evaluación de la calidad basado en escenarios de aprendizaje dividido en tres escenarios: objetos de aprendizaje, actividades de aprendizaje y entornos de aprendizaje que son evaluados en términos de calidad interna y calidad de uso.

Iniciativas con soporte informático. En [15] se describe la herramienta LORI (Learning Object Review Instrument) que permite evaluar los objetos de aprendizaje en función de nueve variables [27]: calidad de los contenidos, adecuación de los objetivos de aprendizaje, retroalimentación, motivación, diseño y presentación, usabilidad, accesibilidad, reusabilidad y cumplimiento de estándares. Cada variable se evalúa mediante una escala de cinco niveles. En [29] y [30] se presenta una propuesta de implementación de un modelo de calidad para objetos de aprendizaje basado en la ISO 9126 adaptando aquellas características que fueron pensadas para el software y que no son aplicables a un OA e incorporando otras características relacionadas con el aspecto instruccional. En [10] se propone un mecanismo de evaluación de la calidad de los objetos de aprendizaje basado en el uso de ontologías. El proyecto MELT [16] propone un conjunto de criterios que deben ser chequeados para medir la calidad agrupados en 5 categorías: pedagógica, usabilidad, reusabilidad, accesibilidad y producción. El proyecto Q4R ("Calidad para reusar") [24] de la Universidad de Quebec propone un conjunto de estrategias para el aseguramiento de la calidad organizadas en 4 grupos basados en la organización y en el ciclo de vida de un objeto de aprendizaje. En [8] se propone una herramienta para evaluar los objetos de aprendizaje basada en dos aspectos: tecnológicos y pedagógicos. En [12] se propone una metodología para evaluar la calidad y la usabilidad de los objetos de aprendizaje.

Iniciativas impulsadas por organismos oficiales. En este contexto cabe destacar los proyectos realizados por BECTA [2], eQNet [6] o el Ministerio de Educación y Ciencia de Lituania [11]. En [1] se presenta una revisión y comparación de varias propuestas y los criterios utilizados en cada una de ellas.

La principal aportación del trabajo presentado en este artículo con respecto a los trabajos anteriores consiste en ofrecer una herramienta software que facilita la aplicación de una propuesta de norma UNE, en fase de prueba, para la evaluación de la calidad de los materiales educativos digitales impulsada desde el Grupo de Trabajo 12 del Subcomité CNT 71/SC 36 de "Tecnologías de la Información para el Aprendizaje", AEN 71/SC36/GT 12. Además la herramienta aporta como valor añadido, la posibilidad de adaptarse a cambios que se produzca en versiones posteriores de la norma. La herramienta ha sido desarrollada en el contexto de un trabajo fin de grado realizado en la Facultad de Informática de la Universidad Complutense de Madrid.

Este artículo describe la herramienta software desarrollada. En la sección II se describe brevemente la propuesta de la norma UNE. En la sección III se plantea las especificaciones y arquitectura de la herramienta desarrollada. En la sección IV se revisan las diferentes funcionalidades de la herramienta. Por último en la sección V se establecen las conclusiones y el trabajo futuro.

II. EL PROYECTO PNE 71362

El Proyecto PNE 71362 es una iniciativa impulsada por la Agencia Española para la Normalización (AENOR) para el desarrollo de una *norma UNE de Calidad de los Materiales Educativos Digitales* [22]. El objetivo de la norma es desarrollar

un modelo de calidad y una herramienta para su evaluación que, partiendo de los modelos de calidad existentes, logre el máximo consenso, usabilidad, completitud y fiabilidad posible. Actualmente, la norma está siendo probada en proyectos reales de creación de materiales educativos digitales por parte de los *observadores* del Grupo de Trabajo.

La norma, en su estado actual, permite evaluar la calidad didáctica y tecnológica del material educativo digital integrando, de forma novedosa, los criterios de accesibilidad tecnológica de normas anteriores y nuevos criterios de accesibilidad cognitiva recogidos de la experiencia educativa de la ONCE [20]. La evaluación se realiza mediante la valoración de catorce criterios: 1) descripción didáctica, 2) calidad de los contenidos, 3) capacidad de generar aprendizaje, 4) adaptabilidad, 5) interactividad, 6) motivación, 7) formato y diseño, 8) usabilidad, 9) portabilidad, 10) estructura del escenario de aprendizaje, 11) navegación, 12) operabilidad, 13) accesibilidad del contenido audiovisual, y 14) accesibilidad del contenido textual.

Cada uno de los criterios se compone de una descripción del criterio que permite orientar como llevar a cabo la evaluación del criterio y una lista de ítems que describen cada aspecto del criterio que debe ser valorado. Por ejemplo, el criterio 1 se compone de los seis ítems:

- 1.1. Los objetivos didácticos del material educativo son claros y precisos.
- 1.2. Se especifican los destinatarios; los objetivos didácticos son alcanzables por los destinatarios.
- 1.3. Las competencias y/o destrezas a desarrollar están claramente especificadas; son coherentes con los objetivos y los destinatarios.
- 1.4. Se proporcionan instrucciones o sugerencias sobre los posibles usos didácticos para el profesor y/o para el estudiante.
- 1.5. Se indica el tiempo estimado de aprendizaje.
- 1.6. Se indican los conocimientos previos necesarios.

Cada ítem tiene asociada una descripción del ítem que ayuda a entender cómo debe ser valorado y una categorización del mismo como Mínimo (M) si se considera que es básico para garantizar el cumplimiento del criterio o Excelente (E). Para obtener la valoración de un criterio se deben evaluar los ítems que forman parte de este criterio. Así cada ítem se debe puntuar con un valor entre 0 si no se cumple y 1 si se cumple totalmente. Puede tomar valores intermedios para representar estados de cumplimiento incompletos. Además cada vez que se valora un ítem, se debe justificar la puntuación y si el ítem No es Aplicable al recurso educativo digital que se está evaluando. De esta forma la valoración del criterio se obtiene como la suma de las valoraciones de los ítems que lo describen. No todos los ítems asociados a un criterio pueden ser valorados en cada recurso educativo digital, de manera que la norma tiene en cuenta este aspecto, de forma que habrá ítems “No Aplicables” que no deben puntuarse. La valoración final de la calidad del recurso educativo digital consiste en una valoración cuantitativa, y otra valoración cualitativa. La valoración cuantitativa se obtiene como el cociente con dos cifras decimales (y redondeado a la cifra más

cercana siguiente) de la suma total de las valoraciones obtenidas en cada ítem aplicable entre el número de ítems aplicables.

La valoración cualitativa recoge aquellas características de calidad más destacables del recurso, mejoras sugeridas, deficiencias encontradas y cualquier otro comentario obtenido a partir de las justificaciones indicadas por el evaluador al realizar las valoraciones de cada ítem.

III. REQUISITOS Y ARQUITECTURA DE LA HERRAMIENTA WEB

Una de las deficiencias encontradas en las evaluaciones experimentales de la norma es el formato de la herramienta de evaluación de la norma descrita en el apartado anterior. Actualmente es un archivo Excel que, aunque facilita la organización de la información y el cálculo automático de las calificaciones de los criterios a partir de los ítems presenta problemas de usabilidad (densidad de contenidos, acumulación de pasos de la evaluación, entre otros) y no permite el mantenimiento y gestión centralizada de múltiples evaluaciones de calidad (imprescindible para la clasificación, etiquetado y publicación automática de los valores de la calidad de los materiales educativos digitales en los repositorios y campus virtuales).

Estos dos problemas pueden ser corregidos con una herramienta web diseñada tanto para la evaluación en línea como la evaluación en modo local de los materiales educativos. Esta herramienta, además, facilitaría el desarrollo de la siguiente fase de la norma: la evaluación en contextos reales por parte de los observadores del grupo de trabajo. En las siguientes subsecciones se describen con detalle los requisitos técnicos de la herramienta, la arquitectura que se ha utilizado para diseñar la herramienta, así como la estructura de la base de datos en la que se almacena la información.

A. Requisitos

El objetivo de la herramienta es implementar una herramienta informática para aplicar la norma de calidad de manera que facilite al evaluador la tarea de valorar la calidad de los materiales digitales educativos. Asimismo, debe permitir el mantenimiento y gestión de las evaluaciones realizadas, en fase de realización y pendientes de realizar por parte de la entidad responsable de los materiales educativos. Para ello se establecieron los siguientes requisitos funcionales:

- Existirán dos tipos de usuarios en base a sus privilegios y funcionalidad. El administrador es el encargado de configurar la herramienta, gestionar los usuarios registrados y realizar tareas de mantenimiento sobre la herramienta tales como borrar registros ya no usados o borrar usuarios no activos. El resto de usuarios son evaluadores y su principal funcionalidad consiste en llevar a cabo la evaluación de los materiales educativos digitales. Para ello deben disponer de servicios tales como dar de alta un material para llevar a cabo la evaluación, realizar la evaluación, dar de baja un material o generar un informe de la evaluación realizada.

- Para utilizar la herramienta será necesario realizar un registro previo mediante un formulario. El registro no será inmediato, dado que el alta debe ser activada por el administrador. El administrador dispondrá de un listado con todos los usuarios registrados, en el que aparecerá el estado de activo o pendiente de confirmación. Cada usuario registrado en la herramienta dispondrá de una cuenta propia donde pueda evaluar la calidad de los objetos de aprendizaje que haya dado de alta según los criterios configurados en un momento dado. Asimismo, el administrador podrá dar de alta de manera manual a un evaluador, modificar los datos asociados a un evaluador o eliminar evaluadores registrados. Finalmente, el administrador podrá acceder a la lista de materiales evaluados por un evaluador y gestionarlos como si fuera evaluador: modificar una evaluación, eliminarla o añadirla.
- La interfaz de la herramienta de evaluación mostrará de una forma amigable los diferentes criterios e ítems que conforman el modelo de evaluación de la norma y facilitará su puntuación, así como la inclusión de las justificaciones y observaciones para generar la evaluación cualitativa y cuantitativa. Así mismo la herramienta permitirá generar un informe final de la evaluación realizada en formato pdf.
- La herramienta debe permitir la configuración de los formularios que constituyen la interfaz de evaluación que implementa la norma de calidad, permitiendo así adaptarse a cambios posteriores que se produzcan en la norma.

B. Arquitectura de la herramienta

La herramienta se implementa como una aplicación web que sigue el patrón MVC (Modelo-Vista-Controlador), y gestiona la información mediante una base de datos relacional. Se ha utilizado como entorno de desarrollo XAMPP que integra en una sola herramienta PHP, MySQL y Apache. En esta arquitectura el navegador actúa como el cliente, el cual se comunica con el servidor al que le solicita páginas PHP que actúan de interfaz con una base de datos MySQL que almacena toda la información del sistema: usuarios registrados, materiales digitales dados de alta y evaluaciones. La base de datos se compone de 5 tablas: oas, ítems, criterios, evaluaciones y docs, que almacenan respectivamente información sobre los materiales, los ítems que conforman los criterios, los criterios que puede realizar un evaluador sobre cada material se muestran junto dicho material visualizadas con 3 íconos que representan respectivamente:

IV. FUNCIONALIDAD DE LA HERRAMIENTA

En las siguientes subsecciones se describen las funciones de la herramienta.

A. Interfaz del usuario

En la cuenta de cada usuario-evaluador, la interfaz muestra un listado de todos los materiales educativos digitales que están siendo evaluados por él. Las acciones que puede realizar un evaluador sobre cada material se muestran junto dicho material visualizadas con 3 íconos que representan respectivamente:

“efectuar la evaluación”, “descargar la evaluación”-en formato xml- y “eliminar” el material del listado de evaluaciones. En la parte inmediatamente superior al listado aparecen dos buscadores para poder recuperar materiales evaluados. En uno de ellos se usa el identificador interno que se asocia a cada recurso cuando se registra, y el otro buscador permite realizar una búsqueda utilizando el nombre del material o bien una descripción en texto libre del mismo. En la parte superior de la interfaz aparece una barra con los siguientes enlaces (Fig.1): 1) enlace a la página principal de la herramienta, 2) enlace a la página donde aparece el listado de los materiales que están siendo evaluados, 3) enlace a una página para configurar los formularios de evaluación (añadir, modificar o eliminar criterios e ítems en cada criterio) y, 4), enlace con un glosario de los términos usados en la herramienta.



Fig. 1. Interfaz principal de la cuenta de usuario

Junto a los buscadores aparece un filtro que permite visionar los materiales registrados de acuerdo a su estado que puede ser “borrador” o “evaluado”. Por último, en la parte inferior del listado de materiales en evaluación, aparece un botón que permite añadir nuevos materiales educativos digitales para ser evaluados.

B. Adición de un nuevo material educativo digital

Para añadir un nuevo material educativo digital (Fig. 2) desde la interfaz del evaluador se pincha sobre el ícono que aparece en la parte inferior del listado. Se genera, entonces, una nueva página en la que el evaluador debe rellenar el nombre y la descripción del material que quiere dar de alta. A continuación pulsa sobre añadir, y el nuevo recurso aparece listado en la página.



Fig. 2. Formulario para añadir un material

C. Adición de nuevos criterios e ítems de evaluación

Cuando se pulsa en el enlace “Configuración” de la interfaz principal del evaluador accede a una nueva página en la que se aparecen listados los criterios actuales (Fig. 3) con los que se va a evaluar la calidad de los materiales. En cada fila aparece el nombre del criterio, la descripción del mismo y las opciones sobre cada criterio: “añadir ítems” a un criterio o “eliminar criterio”. Asimismo, al final de la página aparece un ícono que permite añadir nuevos criterios. De esta forma la herramienta no está sujeta a una versión determinada de la norma, y puede adaptarse según vaya evolucionando la norma.



Fig. 3. Página con los criterios de evaluación

D. Adición de un nuevo criterio

Para añadir un nuevo criterio (Fig. 4) desde la interfaz del evaluador se pincha sobre el icono que aparece en la parte inferior del listado de los criterios, lo que genera una nueva página en la que el evaluador debe rellenar el nombre y la descripción del criterio que quiere dar de alta. A continuación pulsa sobre añadir, y el nuevo criterio aparece listado en la página.



Fig. 4. Formulario para añadir un criterio

E. Adición de nuevos ítems a un criterio

Cuando el evaluador pulsa sobre el icono de añadir ítems que aparece junto a cada criterio, entonces se accede a una nueva página en la que el evaluador puede dar de alta los ítems (Fig. 5) que se quiere asociar a un criterio. En cada fila aparece el nombre de un ítem, la descripción del mismo y las opciones que se pueden realizar sobre cada ítem: “modificación del ítem” o “eliminación de ítem”. Al final de la página aparece un icono de cruz que permite “añadir nuevos ítems”



Fig. 5. Pantalla de adición de ítems a un criterio

Cuando se pulsa sobre el icono que permite añadir nuevos ítems se genera una nueva página en la que el evaluador debe rellenar el nombre y la descripción del ítem que quiere dar de alta. A continuación se pulsa sobre “añadir”, y el nuevo ítem aparece listado en la página de ítems asociados al criterio que se está editando.

F. Evaluación de un material educativo digital

Desde la interfaz principal del evaluador se puede realizar la evaluación de los materiales pulsando sobre el icono de evaluación que aparece asociado a cada uno. Esto da acceso a una nueva página en la que aparecen todos los criterios que conforman la norma. Los criterios aparecen representados

mediante círculos que al pulsar sobre los mismos dan acceso a un formulario en los que aparecen los ítems asociados a dicho criterio. El último círculo que aparece junto a los criterios permite acceder al resultado final de la evaluación. En todo momento se puede pasar de un criterio a otro y a los resultados de la evaluación. Además se ha añadido un icono de línea que representa gráficamente el porcentaje de la norma que se ha evaluado. Junto a esta línea, también aparecen 3 iconos que permiten al evaluador, respectivamente, “guardar un borrador” de lo que lleva evaluado hasta ese momento, “finalizar la evaluación y almacenarla”, y “descargar la evaluación en formato xml”. La evaluación en formato xml puede importarse directamente a un archivo Excel con toda la información de evaluación organizada en una tabla.

En cada fila asociada a un ítem aparece (Fig. 6): (1) el título del ítem, (2) un icono que al pulsar sobre el mismo muestra la descripción asociada al ítem, (3) un desplegable que permite establecer el nivel de ítem (que puede ser M(Mínimo), E(Excelente) o bien NA(No Aplicable)). Junto al desplegable existe una caja de puntuación que, por defecto, no puede ser editada. Cuando el ítem es aplicable (el nivel es M o E) entonces la puntuación se puede editar, y permite al evaluador introducir una puntuación numérica por teclado o bien a través del desplegable asociado que permite asociar puntuaciones entre 0 y 1 con saltos de 0,25. Por último en la parte inferior aparece una caja de texto editable en la cual el evaluador puede consignar los comentarios que desee acerca de la evaluación que ha realizado sobre dicho ítem y que servirán para conformar la evaluación de tipo cualitativo del material digital.



Fig. 6. Fila asociado a la evaluación de un ítem

V. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Este artículo presenta de forma novedosa una herramienta web para la evaluación de la calidad de materiales educativos digitales. La herramienta aporta a la norma de calidad AENOR: (1) una interfaz sencilla y clara para presentar la información con un nivel de densidad adecuado; (2) la organización de la evaluación en pasos con la posibilidad de almacenar y revisar los pasos realizados en cualquier momento de la evaluación y la posibilidad de generar informes finales en formato xml (y Excel) una vez terminada la evaluación; (3) la gestión centralizada en línea (y en modo local) de las evaluaciones de calidad de una entidad educativa, y, finalmente, (4), la posibilidad de adaptarse a cualquier cambio futuro de la norma incluyendo versiones plurilingües del modelo de evaluación

En cuanto al trabajo futuro, existen cuatro líneas previstas de extensión de la herramienta: 1) La integración de los resultados de la evaluación de los materiales educativos digitales en sus metadatos, 2) La explotación estadística de los resultados de las

evaluaciones realizadas, 3) La conexión con repositorios educativos digitales de forma que las evaluaciones puedan añadirse a materiales que se encuentran en dichos repositorios, y 4) Creación de versiones de escritorio y para dispositivos móviles de la herramienta.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido parcialmente financiado por el proyecto TIN2014-52010-R, el proyecto de la Fundación BBVA hum14_251, y AENOR.

REFERENCIAS

- [1] Akhavan, P., & Arefi, M. F. (2014). Quality Development of Learning Objects: Comparison, Adaptation and Analysis of Learning Object Evaluation Frameworks for Online Courses. *Akhavan, Feyman and Majid F. Arefi (2014). Quality Development of Learning Objects: Comparison, Adaptation and Analysis of Learning Object Evaluation Frameworks for Online Courses. Journal of Information Technology and Application in Education, 3(2)*, 57-66.
- [2] Becta, (2007) "Quality principles for digital learning resources", 2007
- [3] Buzzetto-More, N. A., & Pinhey, K. (2006). Guidelines and standards for the development of fully online learning objects. *Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects, 2*, 95-104.
- [4] Cuadrado-Gallego, J. J. (2005). Adaptación de las Métricas de Reusabilidad de la Ingeniería del Software a los Learning Objects. *Revista de Educación a Distancia, 2*.
- [5] Chawla, S., Gupta, N., & Singla, R. K. (2012). LOQES: model for evaluation of learning object. *IJACSA International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 3(7)*.
- [6] eQNet: Quality Network for a European Learning Resource Exchange project website, (2011) <http://eqnet.eun.org>
- [7] Fernández-Pampillón, Ana. (2014). Desarrollo de una Norma Española de Calidad de Materiales Educativos Digitales. *IAEP-RITA, 2(1)*, 49-56.
- [8] Guenaga, M., Mechaca, I., Romero, S. & Eguiluz, A. (2012). A tool to evaluate the level of inclusion of digital learning objects. *Procedia Computer Science, 14*, 148-154.
- [9] Gordillo, A., Barra, E., & Quemada, J. (2014, October). Towards a Learning Object pedagogical quality metric based on the LORI evaluation model. In *Frontiers in Education Conference (FIE), 2014 IEEE* (pp. 1-8). IEEE.
- [10] González Ruiz, L. M., Hermida Carbonell, J., & Montoyo Guijarro, A. (2012). Towards a new proposal to evaluate the learning objects quality in learning strategies for education (QEES).
- [11] Kubilinskiė, S., & Kurilovas, E. (2008, July). Lithuanian learning objects technical evaluation tool and its application in learning object metadata repository. In *Informatics Education Contributing Across the Curriculum: Proceedings of the 3rd International Conference "Informatics in Secondary Schools- Evolution and Perspective" (ISSEP-2008)* (pp. 1-4).
- [12] Kurilovas, E., Bireniene, V., & Serikoviene, S. (2011). Methodology for Evaluating Quality and Reusability of Learning Objects. *Electronic Journal of e-Learning, 9(1)*, 39-51.
- [13] Kurilovas, E., & Dagiene, V. (2009). Learning Objects and Virtual Learning Environments Technical Evaluation Criteria. *Electronic Journal of e-Learning, 7(2)*, 127-136.
- [14] Kurilovas, E., & Zilinskiene, I. (2013). New MCEQLS AHP method for evaluating quality of learning scenarios. *Technological and Economic Development of Economy, 19(1)*, 78-92.
- [15] Nesbit, J., Belfer, K., & Vargo, J. (2002). A convergent participation model for evaluation of learning objects. *Canadian Journal of Learning and Technology/La revue canadienne de l'apprentissage et de la technologie, 28(3)*.
- [16] MELT (2007) Metadata Ecology for Learning and Teaching project web site, [online], <http://melt-project.eun.org>
- [17] Morales, E., García, F. J., Moreira, T., Rego, H., & Berlanga, A. (2004, October). Units of learning quality evaluation. In *SPDECE 2004 Design (Guadalajara, Spain). CEUR Workshop Proceedings* (Vol. 117, pp. 1613-0073).
- [18] Morales, E., García, F. J., Barrón, Á., Berlanga, A. J., & López, C. (2005). Propuesta de evaluación de objetos de aprendizaje. In II Simposio Pluridisciplinar sobre Diseño, Evaluación y Descripción de Contenidos Educativos, SPEDECE (Vol. 2005).
- [19] Nash, S. S. (2005). Learning objects, learning object repositories, and learning theory: Preliminary best practices for online courses. *Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects, 1(2)*, 217-228.
- [20] ONCE. Pautas para el diseño de entornos educativos accesibles para personas con discapacidad visual. Dirección de Educación. Grupo de Accesibilidad de Plataformas Educativas. 2007. Disponible: <http://educacion.once.es/>
- [21] Ortiz, I. R., Casañola, Y. T., & Gil, Y. R. (2011). La calidad de los objetos de aprendizaje producidos en la universidad de las ciencias informáticas. *Educat: Revista Electrónica de Tecnología Educativa, 36*.
- [22] PNE 71362. "Calidad de los Materiales Educativos Digitales". Revista AENOR [en línea]. Noviembre 2013. Pp. 56. Disponible: <http://www.slideshare.net/autocarecario/revista-aenor-noviembre-2013>
- [23] Paulsson, F., & Naeve, A. (2012). Establishing technical quality criteria for Learning Objects (2006). Available from Internet: http://www.frep.org/wp/wp-content/files/Paulsson-Establ-Tech-Qual_final1v1.pdf.
- [24] Q4R (2007) Quality for Reuse project web site, [online], <http://www.q4r.org>
- [25] Reeves, T. (1994). Evaluating what really matters in computer-based education. *Computer Education: New perspectives*, 219-246.
- [26] Sarasa, A. & Beardo, J. M. D. (2004, August). Towards a model of quality for learning objects. In *null* (pp. 822-824). IEEE.
- [27] Vargo, J., Nesbit, J. C., Belfer, K., & Archambault, A. (2003). Learning object evaluation: computer-mediated collaboration and inter-rater reliability. *International Journal of Computers and Applications, 25(3)*, 198-205.
- [28] Velázquez, C. E., Muñoz, J., & Álvarez, F. (2007). Aspectos de la Calidad de Objetos de Aprendizaje en el Metadato de LOM. *Virtual Educa, 18*-22.
- [29] Vidal, C. L., Segura, A. A., & Prieto, M. E. (2008, October). Calidad en objetos de aprendizaje. In *Memorias V Simposio Pluridisciplinar sobre Diseño y Evaluación de Contenidos Educativos Reutilizables, SPEDECE08*. Salamanca (España).
- [30] Vidal, C. C., Segura, N. A., Campos, S. P., & Sánchez-Alonso, S. (2010). Quality in learning objects: evaluating compliance with metadata standards. In *Metadata and Semantic Research* (pp. 342-353). Springer Berlin Heidelberg.
- [31] Wiley, D. A. (2000). Connecting Learning Objects to Instructional Design Theory: a Definition, a Metaphor, and a Taxonomy. In: D. A. Wiley (Ed.): *The Instructional Use of Learning Objects*. Disponible en: http://wescr.usc.edu/wired/blgd-7_file/wiley.pdf

Criterios para evaluar metodologías de ensamblaje de objetos de aprendizaje

Gustavo J. Astudillo
GRIDIE. Dpto. de Matemática
FCEyN, UNLPam
La Pampa, Argentina
astudillo@exactas.unlpam.edu.ar

Cecilia V. Sanz
III LIDI
Facultad de Informática, UNLP
La Plata, Argentina
csanz@lidi.info.unlp.edu.ar

Liliana P. Santacruz-Valencia
Esc. Téc. Sup. de Ing. Informática
Universidad Rey Juan Carlos
Madrid, España
liliana.santacruz@urjc.es

Resumen—La selección y secuenciación del material educativo digital es un trabajo que requiere de un esfuerzo importante por parte de docentes, especialistas, e incluso de estudiantes. Actualmente, se busca acompañar estas tareas a partir de procesos de ensamblaje de materiales educativos digitales, y en particular de objetos de aprendizaje. Se han comenzado a desarrollar metodologías y herramientas que soportan e implementan este proceso. Este trabajo propone profundizar en el análisis de las metodologías de ensamblaje de objetos de aprendizaje, que constituyen un tema de investigación y debate en la comunidad científica y académica. Para ello se aporta un conjunto de criterios de análisis para este tipo de metodologías, y se los aplica a una selección de 33 metodologías recopiladas. Este análisis ha permitido obtener resultados de interés en relación al estado del arte de estas estrategias de ensamblaje. En particular, se visualiza una tendencia en el desarrollo de sistemas automáticos o semi-automáticos para apoyar a docentes y alumnos en la creación de itinerarios de aprendizaje, y una baja cantidad de herramientas disponibles que implementen las metodologías revisadas. Los resultados y conclusiones de este trabajo abren las puertas para profundizar la investigación en la temática.

Palabras clave—sistemas ensambladores; objetos de aprendizaje

III. INTRODUCCIÓN

La web ofrece un amplio abanico de recursos y Materiales Educativos Digitales¹ (MED) que pueden ser utilizados y reutilizados tanto por diseñadores instruccionales, como docentes o estudiantes. Pero al momento de hallar el que mejor se ajusta a las necesidades u objetivos de aprendizaje, los motores de búsqueda se basan únicamente en un conjunto de palabras claves y, aunque han incorporado aspectos semánticos en la búsqueda, aún proporcionan una variedad de enlaces a contenidos que, reflejan sólo en parte (en ocasiones en nada) los objetivos de aprendizaje y, menos aún, preferencias, ideas previas o estilos de aprendizaje (por nombrar algunos de los aspectos que ayudarían a caracterizar a un material educativo). La selección, queda casi exclusivamente a cargo del docente (en su función de curador de contenidos). Esta situación es más crítica aun cuando se trata de estudiantes que buscan gestionar su

propio aprendizaje y/o complementar los materiales de estudio dados por sus docentes.

Una alternativa para la búsqueda de este tipo de materiales lo constituyen los repositorios de MED, que en algunos casos son invisibles a los motores de búsqueda. Estos almacenes cuentan con herramientas de búsqueda que cubren aspectos pedagógico-didácticos. Los materiales allí alojados cuentan con información que lo describe, el ámbito en el que puede ser utilizado y el formato—entre otros datos—, además, de evaluación de pares y/o expertos y en varios casos el respaldo de instituciones u organizaciones ligadas a la educación. Sin embargo, la creación de este tipo de almacenes se incrementa año tras año—el proyecto OpenDOAR² puede dar cuenta de esta situación— y con ellos la cantidad de materiales disponibles. Además, si bien permiten focalizar la búsqueda, por lo general, no ofrecen ayuda sobre cómo secuenciar los MED localizados.

Por tanto, el problema de la selección del material más apropiado, paso necesario para la reutilización, así como la posterior secuenciación del mismo, continúa siendo una tarea que demanda mucho tiempo y esfuerzo, sobre la que los sistemas informáticos brindan escaso soporte, y por tanto, aún se encuentra en pleno debate e investigación.

Algunas de las alternativas planteadas desde la comunidad científica es la mejora de los sistemas de e-learning [2]–[4]. También la utilización de Sistemas Recomendadores (SR) y Sistemas Ensambladores (SE). Los primeros, con su origen en sistemas comerciales, permiten, llevados al contexto educativo, buscar recursos o materiales educativos en uno o varios repositorios, y recomendar aquellos que mejor se adaptan a la búsqueda y al perfil o necesidades educativas del usuario [5]. Así, los SR aportan solución al problema de recuperar materiales educativos ajustados al perfil educativo del destinatario. Los SE proponen, con cierto nivel de automatización, una secuencia o itinerario de aprendizaje con base en una búsqueda que especifica el usuario y MED alojados en repositorios.

A partir de la investigación realizada, por los autores de este trabajo, es posible afirmar que las Metodologías de Ensamblaje (ME), que soportan los SE, hacen uso principalmente de Objetos de Aprendizaje (OA). Esto se debe a que los OA son, desde su concepción, ensamblables (metáforas del LEGO o de la

¹ En este trabajo se denomina así a cualquier material digital elaborado con la intención de facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje [1].

² OpenDOAR, es proyecto de la Universidad de Nottingham (Reino Unido) que se encarga de recopilar información sobre repositorios de acceso abierto.

Disponibles en: <http://www.openoar.org> (se sugiere ver *Growth of the OpenDOAR Database*).

molécula). Pero además, cumplen con tres aspectos esenciales para los SE: (i) son diseñados para ser reutilizados, (ii) cuentan con información que los describe (metadatos) y (iii) están alojados en repositorios.

Es importante aclarar que no existe una definición única y acordada de OA. La discusión a este respecto está fuera del ámbito de la temática del presente artículo. Sin embargo en la investigación se ha considerado una definición concreta para poder analizar las propuestas de las metodologías.

Una de las tareas fundamentales en los procesos de enseñar y de aprender es lograr una adecuada secuenciación del contenido, y es precisamente, en este concepto en el que se sustenta la noción de ensamblaje. Para lograr dicha secuenciación, o itinerario de aprendizaje, es necesaria la selección de MED apropiados, pero para ello el conocimiento debe estar organizado de forma que sea posible su localización. También, es deseable que un itinerario de aprendizaje se ajuste al perfil del estudiante. Lograr, además, que la secuencia sea generada de forma automática (o semi-automática) redundaría en un mejoramiento de los sistemas *e-learning*, lo que impactaría positivamente en los procesos educativos mediados por TIC y en una reutilización genuina de OA. Estas son, de acuerdo a la revisión realizada, motivaciones que sustentan la investigación en la temática de ensamblaje de OA.

Para este trabajo de investigación se llevó adelante un proceso de selección de metodologías de ensamblaje. El mismo inició con 69 publicaciones, de las cuales se eligieron, a través de una serie de criterios de inclusión y exclusión, 48 para su lectura completa. A partir de allí, se decidió abordar el trabajo con 42 de ellas, que resultaron las más significativas. Éstas se agruparon de acuerdo a las metodologías de ensamblaje y, así, fue posible analizar 33 alternativas de ensamblaje de OA.

De aquí en adelante este trabajo se organiza como sigue. En la sección II se presenta el estado de la cuestión, donde se abordan de forma sucinta algunos aspectos de la teoría que soporta el proceso de ensamblaje. Seguidamente, en la sección III, se enuncian y describen los criterios de evaluación propuestos a partir de la investigación para analizar las ME. En la sección IV, se exponen resultados de la aplicación de los criterios de evaluación y se propone la discusión de distintas aplicaciones de dichos criterios. Finalmente, en la sección V se enuncian las conclusiones y se describe el trabajo a futuro.

IV. ESTADO DE LA CUESTIÓN

En esta sección se presenta un análisis sobre las metodologías de ensamblaje de objetos de aprendizaje a partir de la revisión de las 33 estrategias estudiadas, que se van citando oportunamente.

Las metodologías de ensamblaje tienen como objetivo principal la creación de un itinerario de aprendizaje en base a MED alojados en repositorios. Estos itinerarios se generan con distintos niveles de automatización y pueden tener en cuenta (o no) el perfil de usuario.

El proceso de ensamblaje consta de tres etapas, tal como se enuncia en las metodologías [6], [7]: (i) buscar las conexiones del material relevante para una secuencia de aprendizaje, (ii)

secuenciar el material y (iii) conectarlo dentro de una estructura coherente y organizada.

La secuencia se puede crear de forma manual, semi-automática o automática. En el primer caso, son los expertos/docentes quienes proponen la forma en que los contenidos serán conectados y qué OA se incluirán en el itinerario. En general, se basan en el diseño instruccional para proponer un conjunto de buenas prácticas para el ensamblaje de OA. Las de enfoque semi-automático, proponen la participación de expertos/docentes que: o bien, (i) diseñan una secuencia o red de OA y el SE completa de forma automática usando el perfil del estudiante [8], o bien, (ii) proponen la secuenciación de los OA y el sistema valida y los ensambla [9]. Cuando se hace de forma automatizada, el usuario propone un tema y/o los objetivos de aprendizaje, y el sistema ofrece uno o varios itinerarios de aprendizaje. Los mismos pueden generarse completamente –requiere, por lo general, de la validación del docente– o pueden crearse paso a paso a medida que el estudiante finaliza el abordaje de cada OA [7], [8], [10], [11]. Para armar el itinerario de aprendizaje, de forma automática, se recurre en general a patrones, que pueden estar basados en el diseño instruccional (enfoque *top-down*), o basados en la experiencia de los usuarios (enfoque *bottom-up*) [12].

Las ME representan o abstraen varios aspectos de la realidad. De manera general, cada metodología puede contar con –parte o todas– de las siguientes abstracciones: (i) un modelo de contenido, (ii) un modelo de estudiante, (iii) un modelo profesor o enseñanza y/o rol educativo [10], [12].

El modelo de contenido “describe los componentes utilizados en una experiencia de aprendizaje, [...] la relación entre dichos componentes, cómo se describen para facilitar su búsqueda [...] y las reglas que hacen posible [su] ensamblaje [y] reutilización.” [9, p. 73]. Si bien las ME definen un modelo de contenido, el mismo no es único, ni está consensuado. Cada metodología define en el modelo de contenido los distintos niveles de agregación del material.

El modelo de estudiante permite la creación de itinerarios de aprendizaje personalizados [7]. Este modelo, representa al estudiante en el sistema y permite registrar y mantener actualizadas las interacciones de éste con el material [10]. El modelo debe poder representar características del estudiante como: su nivel de conocimiento, las tareas realizadas y sus objetivos [12]. Otros autores [7], [13]–[19] agregan a la lista de características el estilo de aprendizaje del estudiante.

El modelo de profesor refleja las preferencias de éste, por ejemplo su estilo de enseñanza [12], en tanto, el modelo de enseñanza contiene el conocimiento pedagógico (las estrategias) sobre cómo ensamblar el material en una secuencia para cada estudiante [10], [12].

Otras representaciones que utilizan, algunos autores, se enfocan en la función pedagógica o rol educativo que tendrán los OA en el itinerario de aprendizaje [6]. Es decir, si se trata de definiciones, ejemplos, ejercicios, etc. [10], [12].

Si bien existen distintas formas de representar estos modelos o abstracciones, hay un acuerdo, entre los autores abordados en

la investigación realizada, en la utilización de ontologías y metadatos.

Una ontología es “una vista abstracta y simplificada del mundo que queremos representar para un propósito específico” [20, p. 106]. Estas permiten representar: (i) conceptos, (ii) relaciones entre ellos y (iii) sus atributos. También organizan el conocimiento de forma jerárquica y estructurada, lo que favorece el razonamiento automático [7], [21].

Los metadatos permiten “contar con una detallada disposición textual, que describe atributos, propiedades y características distribuidos en diferentes campos que identifican claramente al objeto, con el fin de que pueda encontrarse [y] ensamblarse” [22, p. 4]. La mayoría de los SE necesitan la información contenida en los metadatos para llevar a adelante el proceso de búsqueda y ensamblaje de OA. Sin embargo, la información necesaria para el ensamblaje va más allá de un conjunto de datos técnicos sobre el OA, las etiquetas deben tener semántica [8], [20], [23]. Algunos autores [6], [13], [15], [20] proponen la extensión del conjunto de metadatos de forma de mejorar la descripción y aportar semántica a los OA.

V. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Fue posible identificar distintos focos de análisis a partir del estudio del estado del arte y atendiendo a las principales características que identifican a las metodologías de ensamblaje de OA. Así se generaron 17 criterios que permiten tanto, clasificar las diferentes metodologías de ensamblaje, como seleccionar un SE en función de cómo se desea utilizar y del material con el que se cuenta.

Se decidió agrupar los criterios en tres categorías:

A. Estrategia. Enfocados en lineamientos básicos de ME.

B. Contexto. Vinculados al contexto e aplicación.

C. Software. Asociados al SE que implementa la ME.

A continuación, se presentan y describen los criterios de evaluación:

A. Estrategia

Ensamblador/recomendador. Establece si la propuesta aborda, o no, la recomendación además del ensamblaje de OA.

Motivación. Identifica la motivación que impulsa el proceso de investigación (selección de materiales apropiados, falta de metadatos semánticos, reutilización de OA, personalización de los itinerarios, mejora de los sistemas *e-learning*, entre otros).

Principio de ensamblaje. Se identifica la forma en que cada metodología realiza el ensamblaje.

Nivel de automatización. Establece el nivel de automatización que propone cada metodología.

Concepto de OA. Se identifican la definición y características de OA utilizadas por la ME (intencionalidad

pedagógica, metadatos, reutilizable, auto-contenido, entre otros).

Técnicas. Se identifican si las técnicas subyacentes al proceso de ensamblaje provienen de la Matemática, Informática/Computación y/o de las Ciencias de la Educación.

B. Contexto

Destinatarios ¿En quiénes se enfocan las ME: en los estudiantes, los docentes o ambos?

Proactividad del usuario. Este criterio, relacionado con el anterior, aporta más información sobre el rol que la ME propone para el usuario.

Enfoque pedagógico/didáctico. Identifica los aspectos pedagógicos se enfocan en el perfil de usuario y/o características educacionales de los MED.

Evaluación de la metodología. Se identifica cómo han sido evaluadas las ME.

C. Software

Etapa de desarrollo. Se identifica en qué etapa del desarrollo se encuentra el SE (aplicación o prototipo).

Web/Escritorio. Se determina la plataforma que requiere el SE para su funcionamiento.

Accesibilidad. Se evalúa si la aplicación está accesible. No se abordan en este criterio aspectos de la aplicación de licencias para el uso de software.

Credenciales. Se identifica si es necesario ser un usuario registrado para la utilización del SE.

Fuente de los materiales. Se identifica desde dónde son extraídos los OA (fuente local o externa).

Metadatos. Se identifica si utiliza un estándar de metadatos (IEEE LOM/DCMI).

Empaquetamiento. Se identifica si utiliza un estándar de empaquetamiento de OA (SCORM/IMS-CP).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Por cuestiones de espacio no es posible mostrar en detalle los valores obtenidos en la aplicación de cada criterio. En su lugar, se muestra la utilización de algunos criterios para la clasificación de ME y SE, y el uso de los restantes para una caracterización más general de las metodologías estudiadas.

Cabe aclarar que las gráficas que se muestran a continuación pretenden resumir los datos obtenidos del análisis de las ME representando con el tamaño de la esfera la cantidad de ME que verifican el criterio.

Tomando sólo la información obtenida para la categoría *I. Estrategia*, y como foco de análisis el criterio *1.a. ensamblador-recomendador* es posible dividir a las ME en dos grupos de 17 y 16 respectivamente (ver Tabla 1).

Los ensambladores (Fig. 1a) se crearon mayormente para lograr la personalización del contenido y el mejoramiento de las herramientas de *e-learning*. Se sustentan, en general, en propuestas automáticas o semi-automáticas que utilizan técnicas basadas en metadatos y patrones para crear itinerarios de aprendizaje con OA. Estos últimos son entendidos, por la mayoría de los autores revisados, como un material educativo

reutilizable etiquetado con metadatos (en menor medida interoperables y ensamblables). Varios autores usan el concepto sin definirlo.

Los recomendadores (Fig. 1b), se centran, principalmente, en apoyar la selección de OA, una mejor organización del conocimiento y la personalización del MED. Proponen ME

automáticas que recomienden itinerarios de aprendizaje con base en ontologías y/o metadatos de usuarios/OA, además de combinar esto con el uso de patrones. Estos trabajos consideran a los OA como un MED granular, accesible y reutilizable, etiquetado con metadatos. Varios autores usan el concepto sin definirlo.

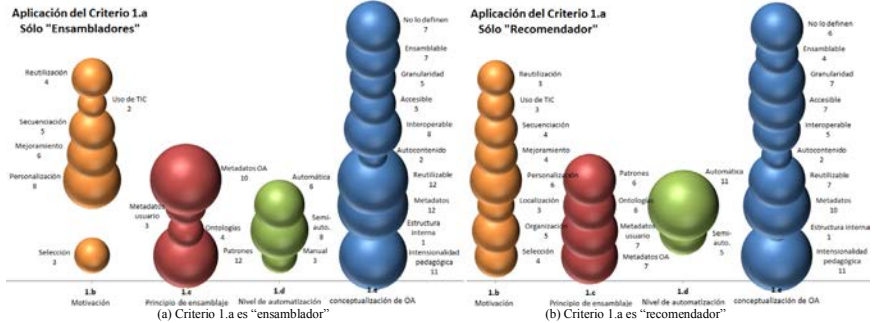


Fig. 1. Las gráficas muestran la aplicación de los criterios de la Categoría Estrategia en función del Criterio 1.a



Fig. 2. Las gráficas muestran la aplicación de los criterios de la Categoría Contexto en función del Criterio 2.a

Haciendo lo propio con la categoría 2. *Contexto*, y tomando como primer variable de análisis el criterio 2.a *Destinatarios*, se crean tres grupos (ver Tabla II): las ME enfocadas en los estudiantes (10 de 33), en los docentes (7 de 33) y en ambos (16 de 33).

Las primeras (Fig. 2a) se enfocan estudiantes pasivos y en éstos centran el enfoque desde lo pedagógico. Estas metodologías se han evaluado, principalmente, a través de pruebas de laboratorio, aunque también en algunos pocos casos hay registros de trabajos con estudiantes reales.

Cuando las ME se enfocan en los docentes (Fig. 2b) proponen usuarios activos donde los SE cumplen una función de soporte. Para esto, los SE disponen de información sobre los aspectos pedagógico del material o de éste y del usuario. Se han

evaluado, principalmente, a través de pruebas de laboratorio, aunque hay evidencia de estudios con docentes en contextos reales.

Las ME enfocadas en ambos tipos de usuarios (Fig. 2c), proponen mayoritariamente un docente activo y un estudiante pasivo. Acceden al perfil pedagógico del usuario y, en algunos casos, lo combinan con información del material. Se han hecho, principalmente, pruebas de laboratorio, aunque hay registro de estudios con usuarios reales.

Las ME, como se pudo observar en los párrafos anteriores, pueden evaluarse desde distintos focos de análisis utilizando los criterios aquí descritos. Podrían utilizarse uno o varios criterios de una categoría, tomar una categoría completa y hasta tomar

algunos criterios de las tres categorías para hacer evaluaciones puntuales.

TABLA I. APLICACIÓN DE LOS CRITERIOS DE LA CATEGORÍA ESTRATEGIA EN FUNCIÓN DEL CRITERIO 1.A

| Categoría Estrategia | Valores | Criterio 1.a | |
|---|----------------------------|--------------|--------------|
| | | Ensamblador | Recomendador |
| Criterio 1.b Motivación | Selección | 3 | 4 |
| | Organización | 0 | 5 |
| | Localización | 0 | 3 |
| | Personalización | 8 | 6 |
| | Mejoramiento | 6 | 4 |
| | Secuenciación | 5 | 4 |
| | Uso de TIC | 2 | 3 |
| Criterio 1.c Principio de ensamblaje | Reutilización | 4 | 3 |
| | Metadatos OA | 10 | 7 |
| | Metadatos usuario | 3 | 7 |
| | Ontologías | 4 | 6 |
| Criterio 1.d Nivel de automatización | Patrones | 12 | 6 |
| | Manual | 3 | 0 |
| | Semi-automática | 8 | 5 |
| Criterio 1.e Conceptualización de OA | Automática | 6 | 11 |
| | Intensionalidad pedagógica | 11 | 11 |
| | Estructura interna | 1 | 1 |
| | Metadatos | 12 | 10 |
| | Reutilizable | 12 | 7 |
| | Autocontenido | 2 | 2 |
| | Interoperable | 8 | 5 |
| | Accesible | 5 | 7 |
| No lo definen | Granularidad | 5 | 7 |
| | Ensamblable | 7 | 4 |
| | | 7 | 6 |

TABLA II. APLICACIÓN DE LOS CRITERIOS DE LA CATEGORÍA CONTEXTO EN FUNCIÓN DEL CRITERIO 2.A

| Categoría Contexto | Valores | Criterio 2.a Destinatarios | | |
|--|-------------------|----------------------------|------------|-------|
| | | Docente | Estudiante | Ambos |
| Criterio 2.b Proactividad del usuario | Docente activo | 7 | 0 | 10 |
| | Docente pasivo | 0 | 0 | 4 |
| | Estudiante activo | 0 | 1 | 3 |
| | Estudiante pasivo | 0 | 5 | 11 |
| Criterio 2.c Enfoque pedagógico | Material | 3 | 0 | 1 |
| | Usuario | 1 | 4 | 6 |
| | Ambos | 2 | 2 | 6 |
| Criterio 2.d Evaluación ME | EC docentes | 2 | 0 | 1 |
| | EC estudiantes | 0 | 2 | 3 |
| | Lab | 3 | 3 | 7 |

Sería posible, además, analizarse con más detalle, por ejemplo, la definición de OA con la que trabaja la metodología

y características que toman de este tipo de material para evaluar qué ME/SE se ajusta mejor a los materiales con los que cuenta una institución. A esto último, también, podría sumarse un análisis del uso de estándares y la fuente de los materiales.

Tomando como foco de análisis el principio de ensamblaje, sería factible analizar qué tan costoso resultaría ofrecer las condiciones para que el SE pueda funcionar correctamente. Por ejemplo, si hace uso de ontologías, es probable que deban crearse/adaptarse para que represente apropiadamente el dominio en el que se usará el SE. O bien, cuando es necesaria la información del usuario (estudiante/docente), poder determinar (analizando en detalle la ME) de qué forma ésta debe ser obtenida y cómo se mantiene.

Por tanto, el conjunto de criterios de evaluación aquí presentado tiene el potencial, no solo de poder caracterizar una ME o el SE que la implementa, sino también la de apoyo a la toma de decisiones. Permitiendo decidir qué SE se adapta (y está disponible) para el uso en una institución.

VII. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

En este trabajo se presentaron 17 criterios para la evaluación de ME de OA. Los mismos proporcionaron la base para la toma de decisiones respecto de las metodologías evaluadas y para un análisis del estado del arte de la temática.

Asimismo, se mostró la aplicación de parte del conjunto de criterios en la evaluación de 33 metodologías de ensamblaje de OA. Esto permitió la caracterización de las ME distinguiendo, en principio, dos tipos de ME: aquellas que llevan adelante el proceso basadas únicamente en el ensamblaje y las que utilizan algoritmos de recomendación para personalizar los itinerarios. Además, fue posible identificar la utilización de patrones y metadatos (y combinación de éstos) como principal estrategia de ensamblaje, en general con un alto nivel de automatización.

En cuanto al contexto de aplicación de las ME, se encontró evidencia de una falta de evaluación con usuarios y materiales reales. También se pudo observar que, aunque una parte importante de las metodologías orientadas a docentes presentan un alto nivel de automatización, aún requieren de usuarios proactivos que diseñen patrones y etiqueten los OA. En las ME enfocadas en los estudiantes, éstos hacen uso de los itinerarios que, en muchos casos, se ajustan a sus preferencias y/o rendimiento académico.

La aplicación de los criterios ha permitido, además, identificar algunas dificultades para la adopción de ME y SE. Por una parte, los investigadores caracterizan de forma muy dispar a los OA, lo que dificulta contar con material que se ajuste a los requerimientos del SE. También, la falta de metadatos o la ausencia de semántica en los mismo, hace difícil la reutilización de OA y el uso de algunos de los SE. Asimismo, la dependencia de ontologías podría restringir la adopción de SE por el costo que conlleva el diseño de las mismas.

Con base en la evaluación realizada, se está desarrollando un análisis de la definición de OA y del modelo de contenido utilizado por cada ME. El objetivo es evaluar el impacto que esto tiene en la reutilización efectiva de OA. Se considera, a partir del estudio presentado, que aún la investigación y desarrollo de estas metodologías está en una fase inicial y que es necesario

continuar profundizando en estas temáticas para el real aprovechamiento de los OA.

REFERENCIAS

- [1] P. Marqués, "Los medios didácticos", Agosto-2011. [En línea]. Disponible en: <http://peremarques.pangea.org/medios.htm>. [Accedido: 21-jun-2015].
- [2] E. M. Morales Morgado, R. A. C. Ortuño, L. L. Yang, y T. Ferreras-Fernández, «Adaptation of Descriptive Metadata for Managing Educational Resources in the GREDOS Repository», *Int. J. Knowl. Manag.*, vol. 10, n.º 4, pp. 50–72, oct. 2014.
- [3] C. Muñoz, F. J. García-Peñalvo, E. M. Morales, M. Á. Conde, y A. M. Seoane, «Improving Learning Object Quality: Moodle HEODAR Implementation», *Int. J. Distance Educ. Technol.*, vol. 10, n.º 4, pp. 1–16, oct. 2012.
- [4] H. Rego, T. Moreira, y F. J. García-Peñalvo, «AHKME eLearning Information System. A 3.0 approach», *International Journal of Knowledge Society Research*, vol. 2, n.º 2, pp. 71–79, 2011.
- [5] N. Manouselis, H. Drachler, K. Verbert, y E. Duval, *Recommender systems for learning*. New York: Springer, 2012.
- [6] R. Farrell, S. Liburd, y J. Thomas, "Dynamic Assembly of Learning Objects", 2004, pp. 162–169.
- [7] K. Thyagarajan y R. Nayak, "Adaptive content creation for personalized e-learning using web services", *J. Appl. Sci. Res.*, vol. 3, n.º 9, pp. 828–836, 2007.
- [8] A. Bouzeghoub, M. Buffat, A. Lopes Gançarski, C. Lecocq, A. Benjama, M. Selmi, y K. Mailet, "Search and Composition of Learning Objects in a Visual Environment", en *Learning in the Synergy of Multiple Disciplines*, vol. 5794, U. Cress, V. Dimitrova, y M. Specht, Eds. Springer Berlin Heidelberg, 2009, pp. 763-768.
- [9] L. P. Santacruz-Valencia, C. Delgado Kloos, e I. Cuevas Aedo, "Automatización de los procesos para la generación ensamblaje y reutilización de Objetos de Aprendizaje", Tesis doctoral, Universidad Carlos III de Madrid, Madrid, 2005.
- [10] C. Ullrich y E. Melis, "Pedagogically founded courseware generation based on HTN-planning", en *Expert Syst. Appl.*, vol. 36, n.º 5, pp. 9319–9332, 2009.
- [11] W. Wetzlinger, A. Auinger, y C. Stary, "Ad-hoc Composition of Distributed Learning Objects using Active XML", en *Int. J. Emerg. Technol. Learn. IJET*, vol. 3, n.º 3, pp. 33-39, 2008.
- [12] K. Verbert, X. Ochoa, M. Derntl, M. Wolpers, A. Pardo, y E. Duval, "Semi-automatic assembly of learning resources", en *Comput. Educ.*, vol. 59, n.º 4, pp. 1257–1272, 2012.
- [13] N. V. Anh y H. S. Dam, «ACGs: Adaptive Course Generation System - An Efficient Approach to Build E-Learning Course», en *Computer and Information Technology, 2006. CIT '06. The Sixth IEEE International Conference on*, 2006, pp. 259-259.
- [14] T. Chellamilan y R. M. Suresh, «Automatic classification of learning objects through dimensionality reduction and feature subset selection in an e-learning system», en *Technology Enhanced Education (ICTEE), 2012 IEEE International Conference on*, 2012, pp. 1-6.
- [15] A. Garrido, E. Onaindia, y O. Sapena, «Automated Planning for Personalised Course Composition», en *Advanced Learning Technologies, Riga, Latvia, 2009*, pp. 178-182.
- [16] Y.-M. Huang, T.-C. Huang, K.-T. Wang, y W.-Y. Hwang, «A Markov-Based Recommendation Model for Exploring the Transfer of Learning on the Web.», en *Educ. Technol. Soc.*, vol. 12, n.º 2, pp. 144–162, 2009.
- [17] J. Jovanović, D. Gašević, y V. Deveđić, «TANGRAM for personalized learning using the semantic web technologies», en *J. Emerg. Technol. Web Intell.*, vol. 1, n.º 1, pp. 6–21, 2009.
- [18] M. Kellar, H. Stern, C. Watters, y M. Shepherd, «Information architecture to support dynamic composition of interactive lessons and reuse of learning objects», en *System Sciences, 2004. Proceedings of the 37th Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, Hawaii, 2004.
- [19] J. Schreurs, B. Vanhove, y A. Al-Zoubi, «Assembling content into dynamic learning objects versus authoring of e-learning courses.», en *Int. J. Emerg. Technol. Learn.*, vol. 3, n.º 3, pp. 15-20, 2008.
- [20] L. P. Santacruz-Valencia, A. Navarro, C. Delgado Kloos, y I. Aedo, "ELO-Tool: Taking Action in the Challenge of Assembling Learning Objects", en *J. Educ. Technol. Soc.*, vol. 11, n.º 1, pp. 102-117, 2008.
- [21] M. G. López, V. Miguel, y N. E. Montaño, "Sistema Generador de Ambientes de Enseñanza-Aprendizaje Constructivistas basados en Objetos de Aprendizaje (AMBAR): la Interdisciplinariedad en los ambientes de aprendizaje en línea", *Rev. Educ. Distancia*, n.º 19, pp. 1-14, 2008.
- [22] L. García Aretio, "MOOC: objetos de aprendizaje", en *Context. Univ. Medios*, vol. 19, n.º 13, pp. 1-6, 2013.
- [23] A. L. Gançarski, A. Bouzeghoub, B. Defude, y C. Lecocq, «Iterative search of composite learning objects», en *IADIS International Conference WWW/Internet, Vila Real, Portugal*, pp. 8-12, 2007.

Repositorio de Películas de Animación como Recurso Educativo y Cultural

Piedad Garrido, Fernando Repulles, Julio A. Sanguesa, Jesus Gallardo, Vicente Torres, Jesús Tramullas

University of Zaragoza, Spain

Email: {piedad, jfergolie, jsanguesa, jesusgal, vtorres, tramullas}@unizar.es

Resumen—Con la aparición y desarrollo de las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TICs), el actual modelo de Educación Superior está experimentando rápidos cambios, no sólo en sus estrategias docentes sino también en la dinámica de aprendizaje del alumnado. De hecho, hemos detectado que los alumnos de Grado en Magisterio de Educación Infantil y Primaria de la Universidad de Zaragoza (UZ), presentan algunas dificultades a la hora de buscar recursos educativos de interés para su uso en aula. Consideramos que una adecuada supervisión a la hora de elegir las herramientas de consulta y las estrategias de Recuperación de Información (RI) podría mitigar este problema. En este trabajo presentamos AINA, un innovador sistema informático que combina las TICs con recursos educativos de animación como educadores informales. En concreto, el juego de pruebas actual incluye largometrajes y cortometrajes de Disney, y ha sido puesto en práctica con alumnos universitarios y de secundaria, mediante actividades basadas en la metodología Just-in-Time Teaching (JiTT).

Palabras Clave—Recuperación de Información; Animación; Recurso Educativo; Just-in-Time Teaching; Repositorio

I. INTRODUCCIÓN

Las estrategias de Recuperación de Información (RI) se han convertido en un elemento clave para el alumnado universitario, ya que además de tener que enfrentarse en un futuro con un entorno laboral muy competitivo, en el que una correcta gestión de la información será crucial, tienen que ser capaces y competentes en su actividad académica. Para ello, sería muy recomendable que los alumnos conocieran y manejaran a la perfección las estrategias de búsqueda y RI más efectivas [1], [2]. Básicamente, los alumnos deberían: (i) comprender sus necesidades informacionales, (ii) saber localizar la información que precisan, (iii) evaluar la información localizada, (iv) emplear la información con arreglo a principios éticos y legales, y (v) saber comunicar adecuadamente nueva información.

Con la aparición y desarrollo de las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TICs), todos los niveles educativos y en particular la Universidad, deben adaptarse a estos cambios, no sólo en sus estrategias docentes, sino también a las dinámicas de aprendizaje del alumnado [3]. La sociedad de la información en la que estamos inmersos, así como el actual modelo de Educación Superior, exigen formar al alumnado en una serie de competencias que van más allá de la memorización o conocimiento de unos contenidos concretos. Estos y otros aspectos obligan a innovar en los recursos docentes, puesto que son un elemento clave que los profesores ponen a disposición de sus alumnos.

En este trabajo presentamos AINA, un sistema informático realizado a medida, que permite el análisis, la selección y la recuperación de información multimedia de recursos de animación de Disney. Puesto que el público al que va dirigido este sistema son los futuros graduados en Magisterio de Educación Infantil y Primaria, hemos optado por trabajar con recursos docentes de animación, de forma que sea más atractivo para los alumnos, y pensamos que muy útil para su futuro profesional. Además de poder dar cobertura a la formación en los sistemas de recuperación de la información, pretendemos poner a disposición de los futuros docentes una herramienta estratégica que integre recursos educativos y culturales innovadores para su uso en el aula. AINA incluye información detallada de largometrajes y cortometrajes de Disney, ya que como recursos educativos, creemos que los mensajes que transmiten, pueden ser utilizados como oportunidades de aprendizaje si se les da el uso adecuado.

Experiencias anteriores, por ejemplo la presentada en [4] nos han demostrado cómo el cine puede actuar como un recurso didáctico y pedagógico al servicio de la enseñanza. Como afirma Méndez [5], los medios de comunicación, y en particular el cine, actúan como educadores informales, es decir, tras su dimensión lúdica esconden una faceta formativa, y si se poseen las herramientas y los criterios adecuados (formación, actitud crítica, predisposición al aprendizaje, etc.) se pueden concebir desde otras perspectivas más formales y, en consecuencia, con un objetivo educativo.

Este artículo está organizado de la siguiente manera: En la Sección II se presenta nuestra propuesta en base a su funcionalidad, arquitectura y metodología de enseñanza-aprendizaje. La Sección III explica en detalle los aspectos relativos con el experimento llevado a cabo. En la Sección IV, se presentan y analizan los resultados obtenidos a partir de los cuestionarios realizados por los alumnos que han participado en la experiencia. Para finalizar, en la Sección V presentamos las conclusiones más destacables.

II. NUESTRA PROPUESTA: FUNCIONALIDAD, ARQUITECTURA Y METODOLOGÍA

A la hora de buscar información sobre recursos de animación Disney, nos encontramos con que las principales fuentes de consulta son muy diversas (p.ej., IMDb.com, doblajedisney.com, Rottentomatoes.com, eldoblaje.com, o Wikipedia). Además, dichos repositorios contienen información ligeramente diferente en muchos casos, lo que suele hacer necesario formular la misma consulta en todas y cada una de ellas. Si a toda esta variedad de fuentes, le añadimos el inconveniente de que cada una hace uso de distintos sistemas de

clasificación, búsqueda y representación de la información, los usuarios, que suelen ser relativamente inexpertos, en la mayoría de los casos deciden abandonar la tarea de recopilar información sobre el tema en el que están interesados, o lo hacen de forma incorrecta.



Fig. 1. Arquitectura de AINA

Hasta hace poco tiempo, en el ejemplo concreto que hemos trabajado, hemos utilizado recursos educativos relacionados con las películas de animación en el aula, en forma de unas fichas implementadas en documentos de Microsoft Word. En estas fichas, el profesorado había fusionado de forma artesanal toda la información descriptiva obtenida a partir de las distintas fuentes anteriormente mencionadas [6]. Estas fichas contienen bastantes campos (título original, año de estreno, director de doblaje, traductor, reparto, etc.). En formato Word, tenemos disponibles unas 500 fichas de recursos de animación, tanto de la productora Disney como de otros estudios. Como es de esperar, la gran cantidad de información que se encontraba en formato papel hacía tedioso su manejo por parte de los alumnos y también de los profesores.

Teniendo en cuenta esto, surgió la idea de construir un sistema informático que fuera capaz por un lado, de facilitar las estrategias de búsqueda del alumnado mejorando la metodología de aprendizaje en el aula, y por otro lado, que incluyera el contenido actual de los recursos educativos en un formato relativamente novedoso para los alumnos.

En este apartado vamos a detallar AINA, nuestra propuesta que permite el uso de recursos educativos en formato electrónico en el aula. En concreto, vamos a presentar AINA desde dos puntos de vista: (i) la descripción detallada de la arquitectura del sistema informático y su funcionamiento, y (ii) la mejora metodológica que ha supuesto su puesta en marcha en aula, pasando de la metodología tradicional, donde el profesor era el centro de desarrollo de la clase y los alumnos los receptores de conocimiento, a una metodología más moderna, fomentando la interacción entre tareas de estudio a través de la Web y el aprendizaje activo, una metodología conocida como Just-in-Time Teaching (JITT) [7]. Aunque nuestra propuesta inicialmente ha sido desarrollada para su uso por parte de los estudiantes de Magisterio de la Universidad, consideramos que

puede ser utilizada por los profesores de otras áreas y niveles educativos.

A. Funcionalidad

Los requisitos de partida del sistema informático a desarrollar, es decir donde volcar la información sobre películas de Disney, debían ser: (i) centralización, de modo que los alumnos pudieran acceder a toda la información relativa a las películas de forma centralizada, sin tener que realizar búsquedas individuales en cada uno de los repositorios disponibles en Internet, (ii) evitar redundancia e inconsistencia, algo fundamental para que los alumnos perciban un correcto funcionamiento de la herramienta, (iii) flexibilidad, para poder actualizar o ampliar la información contenida, (iv) disponibilidad, pues la aplicación se encuentra en línea (<http://aina.unizar.es/>), 24 horas y 7 días a la semana, permitiendo que los alumnos puedan trabajar también desde casa, y finalmente, (vi) la interoperabilidad, ya que se debe realizar una correcta interconexión y funcionamiento con diversas fuentes de información. Además, la posibilidad de usar diferentes navegadores tiene que estar garantizada.

B. Arquitectura

Para la realización del prototipo, hemos utilizado un total de 371 largometrajes y cortometrajes de Disney, que como hemos comentado, ya habían sido almacenados en fichas en distintos documentos en formato Microsoft Word. Para poder automatizar el proceso de toda la información, inicialmente pensamos simplemente utilizar un Sistema Gestor de Bases de Datos (SGBD) de los que actualmente están disponibles (MySQL, FileMaker Pro, Microsoft Access y Apache OpenOffice Base, etc.). Sin embargo, finalmente decidimos utilizar una combinación de tecnologías que comentaremos a continuación.

La combinación de las tecnologías con las que ha sido creada AINA ha permitido crear un sistema más potente, versátil y orientado a analizar el extenso universo de los dibujos animados, demostrando que éstos pueden ser un recurso educativo y cultural muy interesante, tanto para los alumnos como los docentes.

A la hora de desarrollar el sistema, se ha utilizado una arquitectura multinivel o programación por capas. En concreto, se ha optado por una solución de tres capas (presentación, lógica de negocio y datos), y un solo nivel, puesto que todas ellas van a residir en un solo computador. Además, se han integrado distintas tecnologías para dichas capas, siempre teniendo en mente la separación entre ellas y así evitar un alto grado de acoplamiento (ver Fig. 1). A continuación, vamos a enumerar dichas tecnologías, incluyendo un breve comentario que muestra en qué medida han sido útiles para el desarrollo de AINA.

En cuanto a las tecnologías empleadas en la capa de presentación, al tratarse de un sistema cuya interfaz es de tipo web, la tecnología básica empleada es el lenguaje HTML (HyperText Markup Language). En la actualidad, la versión 5 de HTML ha dotado a las herramientas que la integran de una versatilidad que antes no tenía, permitiendo incluir nuevos elementos de interfaz de usuario y nueva funcionalidad, que antes sólo se podía conseguir incorporando otras tecnologías en el código (JavaScript, etc.). En nuestro sistema, la presentación

final de las distintas consultas (listados de fichas, cruce de fichas) se concreta en documentos HTML y CSS (Cascading Style Sheets). Al igual que en el caso de HTML, existe una versión, en este caso CSS 3, que ha supuesto un gran avance en cuanto a las posibilidades que se proporcionan con respecto a las versiones anteriores de la especificación.

En cuanto a tecnologías de la capa de negocio, básicamente hemos utilizado PHP y DocBook. En concreto, se han utilizado las siguientes, funciones, extensiones y bibliotecas de funciones PHP: FTP, MySQL, XML, XAJAX y JpGraph.

En cuanto a DocBook, es un vocabulario SGML mantenido por OASIS y utilizado principalmente para escribir documentación técnica (manuales, libros y artículos). En la actualidad dispone de una DTD para XML. (Extensible Markup Language), que permite poder interpretarlo como un lenguaje basado en marcas, y adaptarlo a un dominio concreto, que luego puede ser procesado de manera sencilla. En nuestra propuesta, hemos utilizado DocBook como lenguaje semántico para poder unificar el contenido y significado del repositorio, sin tener que preocuparnos por la apariencia o por la forma en la que mostrar la información.

En lo que respecta a las tecnologías de la capa de datos, al tratarse del almacenamiento de información estructurada, es necesario el uso de algún tipo de Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD) que lo soporte. En nuestro caso, hemos optado por emplear MySQL, puesto que es el SGBD de código abierto más conocido y el que solemos utilizar en proyectos con información que viene acompañada de metadatos. MySQL posee mecanismos de almacenamiento y gestión que permiten manejar adecuadamente los metadatos generados con DocBook que acompañan la información básica del repositorio [8].

Para finalizar con esta sección, nos gustaría destacar que un aspecto novedoso de la arquitectura de AINA reside en haber integrado DocBook en nuestro sistema, no como un dialecto de SGML, sino que se ha aplicado como un lenguaje de metadatos para unificar recursos de información. De esta forma, hemos podido ampliar con información adicional dichos recursos con el fin de mejorar la calidad y efectividad de las búsquedas de información, clasificarlos y gestionarlos con mayor facilidad. Además, a partir de ahora va a ser más sencillo poder realizar estudios estadísticos de las muestras que vayan generando los usuarios de la herramienta.

C. Metodología

Just-in-Time Teaching (JiTT) es una metodología cuyo diseño e implementación se centra en el alumno, al promover su participación y reflexión continua a través de actividades que incentivan el diálogo, la colaboración, el desarrollo y la construcción paulatina de conocimientos, así como de habilidades y actitudes [9]. Las actividades que se plantean al amparo de esta metodología suelen ser motivadoras y retadoras, orientadas a profundizar en el conocimiento [10]. Además, permiten a los alumnos desarrollar las habilidades de búsqueda, análisis y síntesis de la información, así como promover una adaptación activa a la solución de problemas. Todas las actividades que hemos realizado se enmarcan en esta metodología docente.

La experiencia llevada a cabo ha permitido pasar de las antiguas fichas implementadas en documentos de Microsoft Word, a un sistema de almacenamiento y recuperación que contiene información relativa a las películas de Disney. De este modo, pretendemos incentivar a nuestros alumnos con el uso de recursos docentes basados en las nuevas tecnologías, fomentando así la interacción entre las tareas de estudio a través de la Web y el aprendizaje activo.

Puesto que poner en marcha una nueva metodología es siempre una tarea costosa para el profesorado, y el alumnado suele mostrarse reacio al cambio, consideramos necesario estimular al alumnado mediante el aprendizaje basado en el uso de recursos informáticos al servicio de la enseñanza. De ahí la creación y uso de la herramienta AINA que, además de facilitar el aprendizaje por parte de los estudiantes de algunas estrategias para la correcta recuperación de la información necesaria, utiliza películas de animación para atraer el interés de los alumnos. Podemos encontrar iniciativas que proponen técnicas similares, como por ejemplo el NMC Horizon Report>2015 Higher Education Edition [11] con tendencias clave como el aula invertida (*flipped classroom*), o proyectos como el MIT+K12 [12], que presenta una base de datos en línea de vídeo-lecciones de ciencia e ingeniería para estudiantes de enseñanzas medias.

III. EXPERIMENTO REALIZADO

Para la evaluación de la utilidad y versatilidad de AINA en materia de enseñanza-aprendizaje, demostrando que puede ser útil en diferentes ámbitos educativos, decidimos seleccionar tres grupos de estudiantes de dos tipos distintos de entornos, enseñanzas universitarias y enseñanzas medias. En concreto, se escogieron 2 grupos de la asignatura de 4º curso del Grado de Maestro en Educación Infantil de la Universidad de Zaragoza, y 1 grupo de 1º de Bachillerato de Ciencias del Colegio Las Viñas. Un total de 75 estudiantes participaron en el experimento, quedando el porcentaje de participación según procedencia y género en: (i) un 75% para enseñanzas universitarias frente a un 25% de enseñanzas medias, y (ii) un 80% (chicas) - 20% (chicos) para enseñanzas universitarias frente a un 60% (chicos) - 40% (chicas) en enseñanzas medias.

La metodología docente utilizada hasta la fecha en las asignaturas de ambos centros era la tradicional, con un enfoque disciplinar memorístico y cuyos únicos recursos en el aula son básicamente la clase magistral, la pizarra, el libro de texto, o en su lugar, el material preparado por el propio docente.

Los casos prácticos que se plantearon fueron los siguientes. En el grupo de universitarios, les encargamos a los estudiantes la elaboración de una unidad didáctica que se ciñera a unos requerimientos específicos. Además, les pedimos que nos indicaran cómo los utilizarían en el aula, suponiendo que ya fueran profesores titulados.

En el grupo de estudiantes de enseñanzas medias, aprovechando que los alumnos del centro iban a realizar un viaje de estudios a Londres, les preguntamos sobre el musical "El Rey León", ya que en el propio viaje una de las actividades a realizar era asistir a dicho musical. En concreto, les planteamos buscar información sobre el espectáculo, de forma que pudieran aprovechar al máximo la experiencia.

Resuelve la siguiente situación de aula utilizando la aplicación AINA:

- Prepara una unidad didáctica basada en el uso de **DOS películas de animación Disney** en las que propongas a tus alumnos del último curso de primaria los siguientes objetivos:
 - o Diferenciar el español de Latinoamérica y el español de la península.
 - o Ver la diferencia (si la hay) entre la música (Disney) en español y en inglés. Aprender a usarla.
 - o Reflexionar sobre si el uso de voces famosas en el doblaje influye en los personajes.
- Una vez hayas elegido las **DOS películas de animación Disney** justifica por qué sirven para plantear dichos objetivos y cómo las usarás.

Fig. 2. Cuestiones planteadas a los estudiantes de Magisterio

ACTIVIDAD PROYECTO AINA PARA ALUMNOS DE SECUNDARIA

En breves días vas a realizar un viaje de estudios a Londres. Allí vas a disfrutar de un magnífico musical, *The Lion King*. ¿Sabes de dónde proviene su montaje e historia?

- Realiza una búsqueda en internet para obtener la siguiente información:
 - o Su origen.
 - o Tipo de producto del que proviene.
 - o Tipo de música que utiliza y su procedencia.
 - o Actores participantes en el producto de origen.
 - o Diferencias español-inglés en el producto de origen.
 - o Otras secuelas del producto de origen.
- Una vez hayas realizado la búsqueda rápida, intenta conseguir dicha información utilizando la aplicación AINA.
- **CONCLUSIONES:** ¿qué has aprendido sobre el musical que vas a ver? Realiza la encuesta sobre la aplicación.

Fig. 3. Cuestiones planteadas a los estudiantes de Secundaria

En todos los grupos, las pruebas de laboratorio se plantearon con la misma estructura. En primer lugar, se pedía la resolución de un caso práctico, adaptado al nivel educativo y a las necesidades docentes. Posteriormente, se les pasó un cuestionario de evaluación de la actividad. Para los grupos de estudiantes universitarios se planteó el caso práctico que aparece en la Figura 2, y para el de enseñanzas medias el que se presenta en la Figura 3.

En cuanto a los casos prácticos, en ambos entornos se planteó la resolución de dos maneras. En primer lugar debían buscar la información siguiendo una metodología tradicional, es decir, de la misma forma que lo hacían hasta ahora. Posteriormente, los alumnos usaban la aplicación AINA para obtener la información que se les había pedido.

Cuando los alumnos utilizaban nuestra aplicación, el profesor estaba encargado de supervisar las estrategias de búsqueda utilizadas por los estudiantes, facilitando el cambio de metodología. Dado que se trata de experiencias en las que el énfasis se centra en lo que aprende el estudiante y no en lo que enseña el docente, se busca una mayor comprensión, motivación y participación del estudiante en el proceso de aprendizaje. En

la Figura 4 se presentan las preguntas incluidas en el cuestionario.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos una vez realizadas las pruebas reales en laboratorio muestran datos muy curiosos y también ilusionantes. Alrededor del 88% de los alumnos que asistieron a la experiencia en aula, consideraron más interesante y sencillo usar AINA que hacer una búsqueda libre con su buscador habitual, pues en este último caso normalmente también era necesario ir entrando las búsquedas en bases de datos especializadas como IMDb.com, eldoblaje.com, doblajedisney.com, rottentomatoes.com, Wikipedia, etc.

Este dato, curiosamente coincide con el miedo a lo desconocido que manifiestan el 89% de los encuestados. Sorprendentemente, los estudiantes universitarios muestran una mayor reticencia al cambio (77%) que el alumnado de enseñanzas medias (12%).

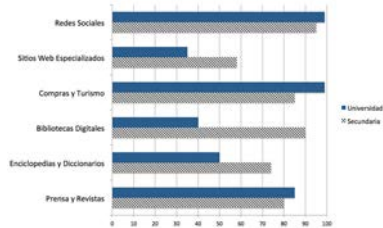


Fig. 4. Cuestiones planteadas a los estudiantes de Secundaria

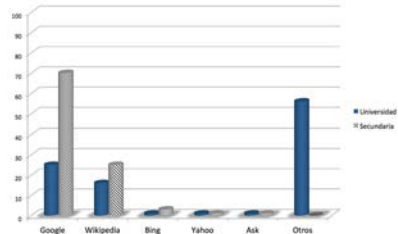


Fig. 5. Buscadores utilizados por los estudiantes

Información general

1. Indica tu sexo: Hombre, Mujer

2. ¿Cuál es tu nivel de informática?

- Nulo (Nunca o muy pocas veces ha utilizado un ordenador).
- Básico (Utilizar un proveedor de correo y consultar Internet).
- Medio (Instalar programas y utilizar varias aplicaciones).
- Avs (Instalar sistemas operativos).
- Profesional (Programar sus propios aplicaciones).

3. ¿Qué herramientas de RI utilizas de manera habitual?

- Google
- Wikipedia
- Bing
- Yahoo
- Ask
- Otros: _____

4. En materia de software informático, ¿cómo sientes/respecto a la desconocido?

- Sí.
- No.

5. Habitualmente, ¿cómo te conectas a Internet?

- No se conecta.
- Sólo en casa.
- En varios lugares.
- Bibliotecas Públicas de mi ciudad _____

6. ¿Cuántas horas al día utilizas Internet?

- Nada o menos de 30 minutos.
- Entre 30 minutos y 3 horas.
- Más de 3 horas.

7. ¿Qué grado de importancia le das en sus hábitos de vida a Internet?

- Muy importante.
- Importante.
- Poco importante.
- Carece totalmente de importancia.

8. Ordena de 1 a 6 (1 el que más, 6 el que menos) las siguientes usos de Internet según tus consultas habituales:

- Prensa y revistas.
- Enciclopedias y diccionarios (Gran Enciclopedia Aragonesa On-line, DRAC, etc.)
- Bibliotecas Digitales (Catalogo Redde de la Biblioteca Universitat IU)
- Compras y Turismo
- Sitios Web especializados (EducRed, ScienceResearch, EdusaWeb, etc.)
- Redes sociales (Facebook, Twitter, Tuenti, etc.)

9. ¿Sabes qué es un operador booleano?

- Sí. Pon un ejemplo: _____
- No.

Análisis de la búsqueda libre

10. Indique su grado de acuerdo con las siguientes afirmaciones respecto a su valoración de la búsqueda libre de información en Internet (1 = Nada de acuerdo, 5 = Totalmente de acuerdo).

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|---|---|---|---|---|
| Ha encontrado la respuesta esperada a la primera. | | | | | |
| Le ha resultado fácil la búsqueda de la información requerida. | | | | | |
| Ha sido rápido en encontrar la información. | | | | | |

Uso de AINA

11. Indique su grado de acuerdo con las siguientes afirmaciones respecto a su valoración de la búsqueda de información con AINA (1 = Nada de acuerdo, 5 = Totalmente de acuerdo).

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ha encontrado la respuesta esperada a la primera. | | | | | |
| Le ha resultado fácil la búsqueda de la información requerida. | | | | | |
| Ha sido rápido en encontrar la información. | | | | | |
| Ha sabido usar la herramienta sin conocer previamente su funcionamiento. | | | | | |
| La información extraída por la aplicación es completa. | | | | | |
| El modo en el que presenta la información el sistema es claro y comprensible. | | | | | |
| Le gustaría utilizar esta programa todos los días. | | | | | |
| El uso de la aplicación le ha parecido divertido. | | | | | |
| La aplicación le ha parecido útil. | | | | | |

Opinión general

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Opinión sobre el uso de la búsqueda libre. | | | | | |
| Opinión sobre el uso de la aplicación AINA. | | | | | |

Fig. 6. Preguntas incluidas en el cuestionario de evaluación de la actividad

También llama la atención que el 30% del alumnado de Secundaria no conoce bien qué es un software de RI, y sin embargo, la mayoría de ellos afirma realizar frecuentemente búsquedas a través de Google (ver Figura 5). Por otra parte, el 56% del alumnado universitario considera que el uso de las TICs, en materia de RI, es una pérdida de tiempo y centran su búsqueda de información únicamente en el material suministrado por el profesorado, como así lo indican en el apartado Otros de la Pregunta 3 del cuestionario.

En cuanto a las preguntas del cuestionario relacionadas con el uso, manejo y visita en línea a enciclopedias, diccionarios o bibliotecas digitales, los estudiantes muestran un desalentador panorama sobre el comportamiento informacional del alumnado universitario, ya que un 58% afirma no haber hecho uso de enciclopedias, diccionarios, o bibliotecas digitales, y parece desconocer qué es un sitio Web especializado (ver Figura 6). Sin embargo, resulta sorprendente averiguar que el 70% del alumnado de enseñanzas medias conoce qué es un operador booleano, reconoce haber hecho uso de la biblioteca pública de su ciudad para conectarse a Internet (35%), y admite (66%) la visita a sitios Web especializados y consulta a enciclopedias y/o diccionarios en línea, como la Gran Enciclopedia Aragonesa en línea [13] para la realización de trabajos académicos, o para

ayudarles a decidir qué estudiar en un futuro (como EducaRed [14]).

Para finalizar, comentar que el alto porcentaje de participación (el 78% del alumnado universitario concluyó y entregó la actividad voluntaria y la encuesta, mientras que en enseñanzas medias, el 72% asistió y realizó tanto la actividad como el cuestionario facilitado), junto con el bajo número de errores cometidos a la hora de resolver el caso práctico, demuestran el elevado grado de motivación e implicación del alumnado en las tareas propuestas. Pensamos que el aprendizaje basado en la metodología JITT, con base en el aprovechamiento de recursos informáticos (en concreto con el uso de AINA) al servicio de la enseñanza, puede facilitar la consolidación del uso de recursos educativos de animación y los procesos de RI.

V. CONCLUSIONES

En este trabajo hemos presentado AINA, una herramienta que permite almacenar y recuperar información relativa a las películas de Disney, y que puede ser usada como recurso educativo en el aula en diferentes niveles y áreas formativas.

Los datos obtenidos, referentes a las estrategias de búsqueda y RI, con finalidades académicas utilizadas por parte del alumnado universitario, muestran que el colectivo de estudiantes no domina suficientemente ninguno de los aspectos analizados.

Se constata, sin embargo, que los alumnos de enseñanzas medias tienen un nivel competencial superior en lo que respecta al conocimiento de bases de datos especializadas y el uso de bibliotecas. Esto puede ser debido a que el profesorado actual en niveles inferiores está haciendo un esfuerzo mayor en la formación de sus alumnos en el ámbito del uso de las nuevas tecnologías. También son estos alumnos los que afirman realizar un mayor uso de Internet cuando se les pide realizar un trabajo académico. Sin embargo, sorprendentemente, el alumnado universitario suele utilizar únicamente el material suministrado por profesor responsable de la materia, justificándose tanto en el miedo al cambio, como a la falta de tiempo por la mayor carga de trabajo que soportan.

También llama la atención el desconocimiento por parte del alumnado del uso de los servicios en línea de las bibliotecas de su Universidad, a la hora de realizar búsquedas y recogida de información, a la vez que muestran un mayor desconocimiento de los sitios Web especializados. Pensamos que estos resultados podrían ser más positivos si realizamos el mismo experimento con estudiantes de otras titulaciones universitarias más técnicas (Ingenierías, Ciencias, etc.), aunque en cualquier caso, vemos necesario reforzar la colaboración entre el personal de las bibliotecas y el personal docente para mejorar la formación de los estudiantes en los aspectos relacionados con la recuperación de la información.

En cuanto a las principales conclusiones que pueden derivarse del cambio de metodología en aula, nos gustaría comentar que la metodología JITT basada en el aprovechamiento de recursos informáticos al servicio de la enseñanza.

1. Permite activar el interés de los estudiantes previamente a la impartición de las lecciones teóricas, mediante la propuesta de tareas atractivas y entretenidas.
2. Orienta al docente para que pueda reestructurar las clases con el fin de aclarar aquellos conceptos susceptibles de ser peor asimilados por los estudiantes, por desconocimiento o por falta de orientación en los procesos de RI.
3. Sirve para que el docente se haga una idea aproximada del perfil de los alumnos del grupo con el que trabaja, y del interés de cada uno de ellos por la materia a impartir.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto de Innovación (Ref. PIIDUZ_14_168) "AINA: Animación Integrada para Niños y Adultos como recurso educativo y cultural", concedido por el Vicerrectorado de Política Académica de la Universidad de Zaragoza, así como por el Gobierno de Aragón y el Fondo Social Europeo (Grupo T91).

REFERENCIAS

- [1] J. Tramullas and A. Sánchez, "Scientific information retrieval behavior: a case study in students of Philosophy," 1er Congreso Español de Recuperación de Información, Madrid, 2011, pp. 251-258.
- [2] J. Tramullas and P. Garrido (eds.), "Library automation and OPAC 2.0," Hersey, MA: IGI Global, 2013.
- [3] R. Pérez-Rodríguez, L. Anido-Rifón, M. Gómez-Carballa and M. Mourifo-García, "Architecture of a concept-based information retrieval system for educational resources," IEEE International Symposium on Computers in Education (SIIE), Logroño, November 2014, pp. 99-104.
- [4] I. G. López and V. Marín, "El cine y la educación en la etapa de primaria," Aula de innovación educativa, vol. 153, 2006, pp. 68-70.
- [5] J. Méndez, "Aprendamos a consumir mensajes," España: Grupo Comunicar Ediciones, 2001.
- [6] M. Muñoz and F. Repullés, "Corpus de traducciones audiovisuales: estudios de casos," Simposio Tralima: Translation, Literature and Audiovisual Media, Universidad del País Vasco, 2012.
- [7] A. D. Gavrin, J. X. Watt, K. Marrs and R. E. Blake, "Just-in-time teaching (JITT): using the web to enhance classroom learning," Computers in Education Journal, vol. 14, n. 2, 2006.
- [8] P. Garrido and J. Tramullas, "Topic Maps," In M. A. Sicilia (Ed.), Handbook of Metadata, Semantics and Ontologies, Singapore: World Scientific, 2014, pp. 157-183.
- [9] G.M. Novak, "Just-in-time teaching. New Directions for Teaching and Learning," vol. 128, 2011, pp. 63-73.
- [10] S.M. Adnan, "Improving reading comprehension of the eighth grade students through just-in-time teaching technique," ELTS Journal, vol. 4, n. 1, 2016.
- [11] L. Johnson, S. Adams, and M. Cummins, "The NMC horizon report: 2012 higher education edition," Technical report, The New Media Consortium and the EDUCAUSE Learning Initiative, Austin: Texas, 2012.
- [12] Massachusetts Institute of Technology, "The MIT+K12 Project," 2016.
- [13] Dicom Medios, "La Gran Enciclopedia Aragonesa," 2016.
- [14] Fundación Telefónica, "Educared: educación e innovación para el siglo XXI," 2016.

Un modelo de interoperabilidad basado en ontologías para Repositorios de Objetos de Aprendizaje

Valeria Celeste Sandobal Verón
Grupo de Investigación en Educación Sobre Ingeniería
(GIESIN)
UTN- Facultad Regional Resistencia
Chaco, Argentina
vsandobal@fre.utn.edu.ar

Mariel Alejandra Ale, María de los Milagros Gutiérrez
Centro de Investigación y Desarrollo en Sistemas de
Información (CIDISI)
UTN – Facultad Regional Santa Fe
Santa Fe, Argentina
{male; mmgutierr}@frsf.utn.edu.ar

Resumen—En la actualidad, la mayoría de los repositorios implementan Dublin Core (DC) como estándar de metadatos, permitiendo la aplicación del protocolo de Recolección de Metadatos (OAI-PMH: Open Archives Initiative - Protocol for Metadata Harvesting). Sin embargo, DC no es el estándar más apropiado para la descripción de objetos de aprendizaje, lo que hace necesario recurrir a otros estándares. El estándar Learning Object Metadata (LOM) surge como el más adecuado para la descripción de objetos de aprendizaje. Asimismo, surgen otros estándares tales como Common European Research Information Fomat (CERIF), Metadata Object Description Schema (MODS), entre otros. Esta variedad de estándares hace que la interoperabilidad entre los repositorios sea cada vez más compleja. La mayoría de las soluciones, hasta el momento, proponen adoptar un estándar de metadatos e incluir los metadatos necesarios para poder ser cosechados. Este trabajo presenta una solución basada en ontologías para la interoperabilidad entre repositorios que utilizan diferentes metadatos en la descripción de sus objetos.

Palabras clave—modelo de interoperabilidad; estándar de metadato; repositorios; objeto de aprendizaje

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los repositorios institucionales (RI) han experimentado un gran crecimiento, tanto a nivel nacional como internacional. Como una especialización de los RI surgen los Repositorios de Objetos de Aprendizaje (ROA) que se caracterizan por contener objetos de aprendizaje (OA). Los ROA son una “colección de OA que tienen información (metadatos) detallada que es accesible via Internet. Además de alojar los OA, los ROA pueden almacenar las ubicaciones de aquellos objetos almacenados en otros sitios, tanto en línea como en ubicaciones locales” [1]. El Comité de Estandarización de Tecnología Educativa (IEEE 2002) [2] establece que “los objetos de aprendizaje (OA) son una entidad digital o no digital que puede ser utilizada, reutilizada y referenciada durante el proceso de aprendizaje apoyado con tecnología”. Por otro lado, Wiley [3] define los OA como elementos de un nuevo tipo de instructivo basado en el paradigma orientado a objetos, los cuales están disponibles a través de internet y pueden ser reutilizados en múltiples contextos educativos. Para que los ROA cumplan con su objetivo, los OA deben ser descritos a través de metadatos. La gran mayoría de los repositorios institucionales utilizan como estándar de metadatos Dublin Core (DC), en tanto que los ROA continuaron con este estándar para describir sus objetos de aprendizaje. Con el tiempo, los metadatos del estándar DC

resultaron insuficientes teniendo en cuenta que un OA, debe ser definido desde el punto de vista pedagógico y no sólo como un recurso. Por ejemplo, es necesario describir el tipo de interacción, el tipo de recurso educativo, el nivel educativo al que está dirigido, el grado de dificultad, entre otros. El informe de la Confederation of Open Access Repositories (COAR) del año 2015 [4] menciona que resulta cada vez más relevante para la comunidad la adopción de *metadatos comunes*, identificadores (tanto para autores, instituciones, organizaciones que financian investigaciones y publicaciones), *vocabularios* y *taxonomías*. En este informe se han identificado problemas de interoperabilidad que aún deben solucionarse clasificándolos según su relevancia y complejidad en alta, moderada y baja. En este sentido se ha identificado como de relevancia alta y complejidad moderada el uso de formatos de metadatos adicionales; y de relevancia y complejidad alta la utilización de metadatos de calidad. Teniendo en cuenta el informe antes mencionado, y en relación a los metadatos, se sugirió la incorporación de nuevos estándares de metadatos que resulten más convenientes para la descripción de los objetos de aprendizaje. Si bien DC es el estándar más utilizado y el obligatorio para la implementación del protocolo Open Archives Initiative – Protocol for Metadata Harvesting (OAI-PMH), presenta cierta vaguedad en la interpretación de algunas etiquetas. Algunos estándares que se mencionan como posibles para subsanar estas falencias son: Metadata Object Description Schema (MODS), Common European Research Information Fomat (CERIF), Machine –Readable Cataloging (MARC), Common European Research Information Format (CERIF) entre otros.

La diversidad de estándares de metadatos y su adopción en los diferentes ROA, dificulta la interoperabilidad entre los repositorios. Si bien, existe un estándar de interoperabilidad, que permite cosechar los metadatos de los objetos de aprendizaje, es a nivel sintáctico. Actualmente, la interoperabilidad a nivel semántico es uno de los desafíos que enfrenta la comunidad que pretende implementar los repositorios como una forma de publicación de su producción.

En este trabajo, se presenta un modelo basado en ontologías que soporta interoperabilidad semántica entre repositorios de OA independientemente del estándar de metadatos que adopte.

El trabajo se organiza como sigue. La sección II presenta los conceptos preliminares usados para el desarrollo de esta propuesta. Luego, la sección III presenta el modelo de

interoperabilidad propuesto. Finalmente se describen conclusiones y trabajos futuros.

II. CONCEPTOS PRELIMINARES

A. Interoperabilidad

El Acceso Abierto (AA) nace como una iniciativa para dar solución a lo que se denominó crisis del modelo tradicional de comunicación científica. Esta crisis se caracterizó por los elevados costos para la publicación científica en revistas prestigiosas, como así también para el acceso a los artículos publicados. La iniciativa de AA de Budapest, pretende que los artículos resultados de investigaciones científicas tengan disponibilidad gratuita en internet. Esto permitiría a los investigadores y público en general poder leer, descargar, distribuir, imprimir documentos publicados en AA.

La interoperabilidad es una de las principales características que hará posible la implementación del AA. Según el informe COAR, el valor real de los repositorios recae en el potencial de interconexión para crear una red de repositorios, que puede proveer un acceso unificado a los resultados de la investigación y que puedan ser (re) utilizados tanto por las máquinas como por los investigadores, siendo la interoperabilidad un factor clave [5]. En este trabajo se utiliza el concepto de interoperabilidad dado en [6]: interoperabilidad es la habilidad de dos o más sistemas o componentes para intercambiar información y utilizar la información intercambiada. Rodrigues [7] aplica este concepto a los RI definiendo interoperabilidad como la habilidad de los sistemas para comunicarse con otros intercambiando información, metadatos, y objetos digitales entre ellos con un ida y vuelta en un formato utilizable. Los niveles de interoperabilidad para los RI pueden clasificarse según Garrido Arenas [8] en:

- *Infraestructura*: mediante la utilización de protocolos, tales como ISO-OSI y TCP/IP para llevar a cabo el intercambio de datos.
- *Sintaxis*: dotar a los sistemas de información para que puedan leer datos de otros sistemas similares, permitiendo obtener una representación que pueda ser compatible. Una aproximación hacia la interoperabilidad desde el punto de vista sintáctico es el protocolo OAI-PMH [9], que provee las funciones necesarias para la recopilación de metadatos, no de textos completos de los documentos que se referencian. Este protocolo requiere para su utilización que el repositorio se adhiera a los metadatos de Dublin Core
- *Estructura*: existencia de modelos lógicos comunes que permita a los sistemas de información comunicarse entre sí a través de protocolos.
- *Semántica*: capacidad de los sistemas de información de tener un entendimiento común de los términos que se intercambiarán. A nivel de interoperabilidad semántica las ontologías surgen como una solución para mediar los problemas de heterogeneidad semántica. Una ontología es una especificación explícita de una conceptualización [10]. En este sentido, una ontología es desarrollada para dar

significado a términos de un determinado contexto, acortando la brecha semántica entre sistemas heterogéneos. Llevando al caso de los ROA, cada uno define sus objetos de aprendizaje con diferentes estándares de metadatos. Entonces, es necesario poder identificar por ejemplo, qué metadato del estándar LOM es equivalente en su significado a la etiqueta *DC.creator*. Si se analiza el estándar es posible darse cuenta que ésta equivalencia se establece con el metadato *LOM:LifeCycle/contribute/Role/Author* de la categoría *LOM:LifeCycle-Contribute-Entity*. De igual manera, en el estándar MARC es posible encontrar esta equivalencia con el metadato *Nombre Personal* dentro de la categoría *Campos de entrada principal*, que tiene indicadores tales como: Nombre Propio y Apellido; por lo cual se encuentra separado el nombre y el apellido del autor a diferencia de DC y LOM. De esta manera se advierte que un mismo significado puede representarse de maneras diferentes dependiendo del estándar de metadatos que utiliza el ROA. El uso de ontologías, más allá de proporcionar significado común entre estos sistemas heterogéneos, permite establecer relaciones entre los conceptos. En la actualidad existen ontologías para la mayoría de los estándares aquí mencionados tales como DC, LOM, CERIF, MOD; como así también definiciones en las especificaciones que relaciona estos estándares, tal es el caso de ISO/IEC MLR (Metadata Learning Resource) que en su parte 2 relaciona los metadatos de DC con MLR; o la especificación IMS Learning Resource Metadata que realiza cambios mínimos con respecto a LOM, realizando un mapeo de los metadatos de ambos.

B. Trabajos relacionados

En la actualidad, existen varios intentos en la búsqueda de interoperabilidad semántica entre repositorios. Entre las que podemos mencionar la realizada por [11] que consiste en un mecanismo diseñado para recuperar los OA desde ROA heterogéneos utilizando un framework de interoperabilidad semántica a través de elementos de metadatos. El ROA incluye dos operaciones centrales: la de obtener los metadatos de los diferentes ROA y llevarlos a uno central dando como resultado la centralización en la búsqueda desde un solo lugar. De los ROA con los que se conecta extrae los metadatos más utilizados como title, keyword, description, location los cuales son utilizados como entrada para el LORiuMET (Learning Object Repositories interoperability using metadata).

Otra propuesta es la definida por [12] donde se plantea un modelo de interoperabilidad entre los sistemas de información documental de Colombia, que incluye Repositorios Institucionales y Bibliotecas Digitales, El modelo propuesto incluye la descripción de estándares y normas en la que se basará BDCOL (Biblioteca Digital Colombiana) para realizar el intercambio y recolección de metadatos y de objetos digitales. Para lograr la interoperabilidad sintáctica utiliza un esquema de codificación de caracteres UTF-8 y estándares de metadatos según las colecciones. Fueron analizados los estándares DC, DC

calificado, ETD-Ms entre otros. En cuanto a la interoperabilidad semántica se normalizó la tipología documental y se sugiere la utilización de vocabularios controlados. Para la interoperabilidad estructural se sugiere el uso del protocolo OAI-PMH.

Una propuesta más entre las analizadas es la de [13] que plantea un modelo donde los principales componentes son: los repositorios, el sistema multiagente que está compuesto por un Agente Indexador y un Agente Buscador; un mapeo de metadatos (utiliza de prueba dos repositorios uno que utiliza DC y el otro LOM) que es una base de datos diseñada para realizar la correlación de los diferentes patrones de metadatos que fueron procesados por el sistema; la ontología de dominio que es un set de ontologías de los tipos de objetos de aprendizaje de los repositorios (como por ejemplo una ontología de seguridad de la información) y un Servicio de Búsqueda que provee una interfaz.

La propuesta de [14], proponen el manejo de la interoperabilidad semántica entre repositorios heterogéneos utilizando enfoques basados en la Web Semántica, donde cada Librería Digital conserva las características específicas y no requiere que se realicen modificaciones para llevar a cabo los servicios de intercambio, reuso y cosecha de recursos digitales. Se presenta un marco tecnológico y un método para la publicación y enlazado de datos bibliográficos digitales que abarca las actividades de: selección de fuentes de datos, cosecha de metadatos desde repositorios, modelamiento del vocabulario u ontologías, conversión de datos a formato RDF, enlazado de datos a través de sus relaciones semánticas y publicación y explotación de datos. Este marco de trabajo fue implementado en un conjunto de repositorios digitales ecuatorianos y pudo comprobarse que “las actividades desarrolladas aseguran la reproducibilidad del ciclo de publicación de datos enlazados sobre cualquier otro repositorio OAI”.

Por otro lado, Agosti [15] toma como base dos modelos que proporcionan un framework para librerías digitales: “DELOS References Model” y “Streams, Structures, Spaces, Scenarios, Societies (5S)”. Teniendo en cuenta que, según la opinión de los autores, estos modelos no mejoran lo suficiente la interoperabilidad de los sistemas, modelan a través de ontologías y tecnologías de la Web Semántica y Linked Data a los modelos de referencias. La ontología diseñada permite modelar y mapear los conceptos de alto nivel del modelo 5S y DELOS, es así que se presenta un modelo para el dominio de usuario, de contenido, de funcionalidad, de calidad, de políticas y de arquitectura. Los autores hacen especial referencia en que los dominios de usuario, funcionalidad y contenido les permiten obtener una interoperabilidad de alto nivel entre los actores y la información/objetos digitales de la librería digital, como así también las funciones y servicios

III. MODELO PROPUESTO

Las propuestas antes mencionadas realizan una muy buena aproximación a la búsqueda de la interoperabilidad semántica, pero presentan una serie de limitaciones. En algunos casos solo se toman dos de los estándares más utilizados, como lo son DC y LOM; en otras, los estándares de metadatos utilizados en las

bibliotecas de un país en particular; o bien la extracción de los metadatos de repositorios heterogéneos, independiente del estándar de metadato, pero solo tomando las etiquetas más utilizadas como ser *title*, *keyword*, *description* and *location*.

En el modelo que se propone en el presente artículo se pretende encontrar una solución general, que incluya cualquier estándar de metadato utilizando la interoperabilidad que se puede obtener con el uso de ontologías. Para ello, se propone la implementación de un enfoque híbrido [16]. Este enfoque combina las ventajas de las metodologías de ontologías simples y la de ontologías múltiples. Donde las fuentes de datos originales heterogéneas tienen su propia ontología (ontología local) que son representadas de forma independiente; a su vez éstas ontologías locales son relacionadas tomando como base el desarrollo de una ontología global a través de un vocabulario compartido. El vocabulario compartido contiene términos básicos o primitivos del dominio.

Para este último, se analizó las propuestas actuales que realizan aportes que pretenden agregar significado educacional a los estándares de metadatos como DC. Entre ellos, se encuentra la propuesta de [17], donde se plantea un perfil para metadatos educacionales (EMP: Educational Metadata Profile) para ser utilizado en la descripción de recursos digitales educativos, y en particular aquellos utilizados para la modalidad a distancia. El perfil proporcionado se basa en los metadatos utilizados por LOM con el objetivo de resaltar los metadatos educacionales; completando la descripción con metadatos como los resultados de aprendizaje esperado y el contexto instruccional (con valores como educación a distancia, blended learning, educación presencial); como así también el adiconado de valores para la etiqueta Tipo de Recurso Educativo. Los autores plantean además una ontología para el EMP con el objetivo de capturar y procesar las relaciones semánticas entre los recursos educativos. En este sentido, otra experiencia de adaptación de metadatos para su correcta utilización para la descripción de objetos de aprendizaje, es la propuesta por [18], donde se realiza una correlación entre los metadatos utilizados en DC cualificado y LOM. Buscando de esta manera incluir información pedagógica, competencias digitales y estilo de aprendizaje. La prueba se realiza sobre el repositorio institucional GREDOS de la Universidad de Salamanca.

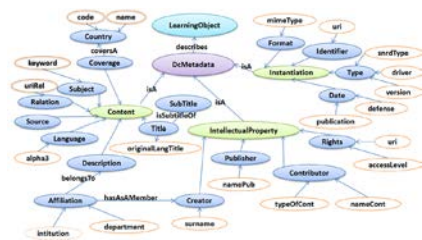


Fig. 1. Ontología DCOntoRep

Si bien, estas propuestas abarcarían lo que se pretende representar en el vocabulario compartido, en el presente artículo se propone tomar como base el trabajo realizado por [19], donde se modela una ontología basada en el estándar DC y las directrices del Sistema Nacional de Repositorios Digitales (SNRD), figura 1.

La ontología DCOntoRep describe los metadatos involucrados en el estándar DC, clasificados en tres categorías: contenido, instanciación y propiedad intelectual. A esta base, se le han agregado recomendaciones del SNRD como parte del proceso de enriquecimiento de la ontología, tales como:

- La utilización de subtítulo, en donde se agrega el concepto de subtítulo relacionado con título, a través de la relación *isSubTitleOf*, donde las restricciones de repetición y obligatoriedad se implementan a través de restricciones de cardinalidad.
- La utilización de estándares como la ISO 639 y la ISO 3166, para las etiquetas lenguaje y cobertura respectivamente. En este caso se importaron las ontologías que conceptualizan dichas normas.
- En el caso del concepto type se agregaron atributos para que responda al vocabulario controlado DRIVER, y un subtipo acordado por el SNRD para los resultados científicos; así como también la versión del objeto digital. La obligatoriedad de estos atributos se implementa a través de restricciones de cardinalidad.
- El concepto descripción debe ser extendida indicando la filiación de los autores involucrados en el objeto digital. Para poder cumplir con éstas recomendaciones se incluyen: una nueva etiqueta para la afiliación y las relaciones necesarias para que queden enlazadas con las etiquetas descripción y autor. Además de axiomas de integridad, como por ejemplo para indicar que cada autor debe tener al menos una filiación.
- Incorporación de reglas Semantic Web Rule Language (SWRL) que permiten clarificar ciertas reglas de negocio que no han podido expresarse a través de clases, atributos y relaciones.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, se propone en este trabajo la conceptualización de los metadatos utilizando ontologías, las cuales no sólo representan un vocabulario común sino también que definen restricciones, axiomas, inferencias y emparejamiento de conceptos, brindando una solución a la interoperabilidad sintáctica y semántica de la información. La figura 2 muestra la propuesta donde se utiliza un enfoque

híbrido, formada por un vocabulario común y ontologías locales para los diferentes estándares de metadatos.

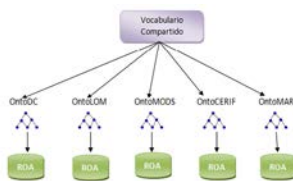


Fig. 2. Enfoque híbrido propuesto

C. Ontologías locales o múltiples

Los estándares de metadatos utilizados en cada uno de los repositorios estarán representados por ontologías locales. En este caso se utilizarán las ontologías existentes y disponibles en la red como las de MODS¹, LOM², DC³, CERIF⁴ y MARC⁵ (Figura 2). Proponiéndose a los repositorios la utilización de estas ontologías si el estándar de metadato seleccionado se encuentra entre los propuestos. En el caso de que se requiera la implementación de otro estándar, será importante para mantener la interoperabilidad de los repositorios el desarrollo de la ontología local.

D. Vocabulario Compartido

Para la implementación del vocabulario compartido, como se mencionó en la sección anterior, se toma el trabajo realizado por [19], donde se toma como base el estándar DC agregándole los metadatos necesarios para cumplir con las directrices SNRD. Asimismo, se considera pertinente la incorporación de metadatos relacionados directamente con el ámbito educativo/pedagógico, ya que nuestra implementación se hará en los ROA. Tanto el estándar DC como las directrices SNRD no tienen en cuenta estas características particulares para la descripción de OA.

Para poder lograr este vocabulario compartido con las etiquetas relacionadas al ambiente educativo, se comparó los estándares anteriormente mencionados, y se concluyó en agregar metadatos, que son parte del estándar LOM, ya que resulta el más adecuado teniendo en cuenta que está desarrollado específicamente para objetos de aprendizaje. Las etiquetas que se incorporaron son las siguientes: *tipo de interactividad*: se consideraron como tipos posibles los definidos en LOM: expositivo, activo, mixta, no definida; *tipo de recurso educativo*, donde los valores pueden ser: ejercicios, simulación cuestionario, diagrama, figura, gráfica, índice, diapositiva, tabla, texto descriptivo, examen, experimento, presentación de problema, autoevaluación; *destinatarios* podría seleccionarse entre: profesores, autores, estudiantes, administradores;

¹ Metadata Object Description Schema. MODS RDF Ontology.

<https://www.loc.gov/standards/mods/modsrdf/>

² Ontología LOM. <http://slor.sourceforge.net/ontology/lom.owl>

³ Dublin Core in OWL 2- http://bloody-byte.net/rdf/dc_owl2/dlcterms

⁴ The Common European Research Information Format Ontology. CERIF

Ontology 0.2. <http://eurocris.org/ontologies/cerif/1.3/index.html>

⁵ MarcOnto – Integration Ontology for Bibliographic Description Formats - <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.155.2018&rep=rep1&type=pdf>

contexto, donde los posibles valores son: educación primaria, educación secundaria, educación superior primer ciclo, educación superior segundo ciclo, formación profesional, formación continua, formación de adultos; *rango de edades* a los cuales va dirigido; *difficultad*: los grados de dificultad definido son: sin dificultad, fácil, dificultad media, difícil, muy difícil

Con estas incorporaciones el vocabulario compartido quedaría como se muestra en la figura 3.



Fig. 3. DCOnto enriquecida con metadatos educativos de LOM

A la ontología se agrega la clase *EducationalMetadata* para describir los metadatos específicamente relacionados con el área educativo/pedagógico. Esta clase se relacionada con la clase *learningObject* a través de la relación *isDescribedBy*. La clase incorporada tiene como atributos: *learningResourceType*, *endUserRole*, *typicalAgeRange*, *context* y *difficulty*. Los valores de cada uno de estos atributos son incorporados como valores predeterminados. Se agregó, además una clase *interactivity* con los atributos *type* y *level* que describen tanto el tipo de interactividad y el nivel de interactividad del objeto de aprendizaje. La clase *interactivity* se relaciona con la clase *EducationalMetadata* a través de la relación *hasInteractivity*.

Al realizar las inclusiones antes mencionadas, resulta necesario agregar reglas SWRL que permiten clarificar algunas reglas dentro de los tipos que no pueden ser modeladas a través de clases, atributos y relaciones. Se muestran a continuación algunos ejemplos. Un caso a tener en cuenta es que si un OA es del tipo *driver*: *article*, *book*, *bookPart*, *conferenceObject*, *doctoralThesis*, *masterThesis*, *bachelorThesis*, *patent*, *review*, *workingPaper*, *report*, *other* (conjunto de datos) y *other* (proyecto de investigación) le corresponde en cuanto al tipo de interactividad "expositive" y como nivel "muy bajo", lo cual se especifica en la siguiente regla (1):

$$\text{Type}(?t) \wedge \text{driver}(?t, \text{"article"}) \vee \text{driver}(?t, \text{"book"}) \vee \text{driver}(?t, \text{"bookPart"}) \vee \text{driver}(?t, \text{"conferenceObject"}) \vee \text{driver}(?t, \text{"doctoralThesis"}) \vee \text{driver}(?t, \text{"masterThesis"}) \vee \text{driver}(?t, \text{"bachelorThesis"}) \vee \text{driver}(?t, \text{"patent"}) \vee \text{driver}(?t, \text{"review"}) \vee \text{driver}(?t, \text{"workingpaper"}) \vee \text{driver}(?t, \text{"report"}) \vee \text{driver}(?t, \text{"other"}) \rightarrow \text{type}(?i, \text{"expositive"}) \wedge \text{level}(?i, \text{"very low"}) \quad (1)$$

De igual manera, cuando tenemos el tipo *driver other*, con su correspondiente instancia de *srnd*: *fotografía*, *plano*, *mapa*, *diapositiva*, *póster*, *imagen satelital*, *radiografía*, *transparencia*, *diapositiva de microscopio*, *película*, *documental* y *videogración* le corresponde también el tipo de interactividad *expositive*, pero en cuanto al nivel sería *bajo* porque hay una pequeña intervención del usuario, la regla sería como sigue (2):

$$\text{Type}(?t) \wedge \text{driver}(?t, \text{"other"}) \wedge \text{srnd}(?t, \text{"fotografía"}) \vee \text{srnd}(?t, \text{"plano"}) \vee \text{srnd}(?t, \text{"mapa"}) \vee \text{srnd}(?t, \text{"diapositiva"}) \vee \text{srnd}(?t, \text{"póster"}) \vee \text{srnd}(?t, \text{"imagen satelital"}) \vee \text{srnd}(?t, \text{"poster"}) \vee \text{srnd}(?t, \text{"radiografía"}) \vee \text{srnd}(?t, \text{"transparencia"}) \vee \text{srnd}(?t, \text{"diapositiva de microscopio"}) \vee \text{srnd}(?t, \text{"película"}) \vee \text{srnd}(?t, \text{"documental"}) \vee \text{srnd}(?t, \text{"videogración"}) \rightarrow \text{type}(?i, \text{"expositive"}) \wedge \text{level}(?i, \text{"low"}) \quad (2)$$

Así también cuando tenemos un documento del tipo *driver* como *conference object* y su correspondiente *srnd* documento de *conferencia*, en ese caso será necesario agregar la regla (3) que indica que este tipo de objeto es del *learningResourceType* como *lecture*.

$$\text{Type}(?t) \wedge \text{driver}(?t, \text{"conference object"}) \wedge \text{srnd}(?t, \text{"document de conferencia"}) \rightarrow \text{learningResourceType}(?t, \text{"lecture"}) \quad (3)$$

E. Estructura y servicios propuestos

Con el objetivo de que pueda utilizarse el vocabulario compartido, relacionarlo con las ontologías locales y proveer además servicios de búsqueda y depósito, considerando que son dos de las funciones principales de los ROA, se propone la estructura de la Figura 4.

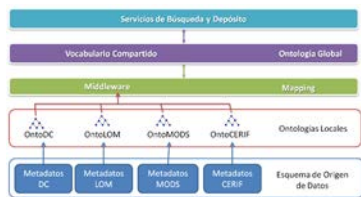


Fig. 4. Estructura y servicios propuestos

En la estructura anterior pueden diferenciarse los diferentes niveles que componen el modelo propuesto teniendo como base un enfoque híbrido. En el primer nivel se encuentra el esquema de origen de datos representado por los metadatos de los diferentes estándares de metadatos implementados por los ROA. Cada uno de estos esquemas son representados localmente a través de ontologías locales. Entre estas y la ontología global, que representa el vocabulario compartido, se encuentra una capa intermedia que denominamos "middleware" que tiene como objetivo realizar el mapeo entre los conceptos de las ontologías locales y la global para poder dar respuesta a los servicios propuestos de búsqueda y depósito que se encuentra en el nivel superior. Este mapeo pretende manejar la heterogeneidad a nivel semántico, es decir realizar una correcta interpretación de los criterios de búsqueda, por ejemplo, independientemente del estándar de metadato que utilice un ROA. Asimismo, completar la descripción de los OA almacenados en los repositorios, como

puede ser el depósito de un OA en un repositorio que toma el estándar DC y que requiere de mayor detalle incluyendo entre sus metadatos las recomendaciones SNRD, y los metadatos educacionales, sugeridos por LOM.

IV. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

En este trabajo se presentó un modelo para lograr interoperabilidad entre los repositorios institucionales que utilizan diferentes estándares de metadatos. Para ello se presenta un enfoque basado en ontologías donde se combinan las ontologías locales con una ontología que representa un vocabulario común. Dicho vocabulario está basado en los metadatos de DC considerando las recomendaciones del SNRD incluyendo las mismas a través de nuevos conceptos, reglas y relaciones; como así también metadatos sugeridos por LOM para la descripción específica de la parte educacional. La elección de DC como base para la construcción del vocabulario común, está fundamentada en la necesidad de cumplir con el protocolo OAI-PMH para que el repositorio pueda ser cosechado.

Si bien, el vocabulario compartido se encuentra implementado a través de la correspondiente ontología, queda por realizar el mapeo entre las ontologías locales y la ontología global teniendo en cuenta que en la actualidad se encuentran disponibles ontologías específicas de los estándares de DC, LOM, MODS, MARC y CERIF.

REFERENCIAS

- [1] JORUM+ Project. (2004). The JISC Online Repository for [learning and teaching] Materials.
- [2] IEEE. Learning Object Metadata Working Group. Online Version 2002. Available on Web site: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&number=1032843>
- [3] D. A. Wiley, "Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy" Utah State University, Digital Learning Environment research Group, The Instructional Use of Learning Objects: Online Version, 2000. Disponible en: <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>.
- [4] COAR Roadmap. Future Direction for Repository Interoperability. Online Version 2015. Disponible en: <https://www.coar-repositories.org/activities/repository-interoperability/coar-interoperability-project/coar-interoperability-roadmap/>
- [5] COAR The Current State of Open Access Repository Interoperability. Online Version October, 2012. V2. Disponible en: <https://www.coar-repositories.org/es/activities/repository-interoperability/coar-interoperability-project/the-current-state-of-open-access-repository-interoperability-2012/>.
- [6] IEEE Standard Computer Dictionary: A Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries. Online Version 1995. Disponible en: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=467542>
- [7] E. Rodríguez, "Challenges and Opportunities of Interoperability for Open Access Repositories", China Open Access Week. Beijing, October 2012.
- [8] H. Garrido Arenas, M. Lisowska Navarro, "¿Estamos preparados para trabajar en red? Interoperabilidad: desafíos para la región latinoamericana". XX ISTE (Ibero-American Science & Technology Education Consortium) General Assembly. Puebla, México. Marzo 2014.
- [9] T. R. Gruber, "A translation approach to portable ontology specification. Knowledge acquisition", 5(2), 199-200, 1993
- [10] [The Open Archive Initiative Protocol for Metadata Harvesting. Protocol Version 2.0. Disponible en: <http://www.openarchives.org/OAI/2.0/openarchivesprotocol.htm#Introduction>
- [11] M. H. Sarip Maarof and Y. Yahya, "LORJUMET: Learning Object Repositories interoperability using metadata," Information Technology, 2008. ITSIM 2008. International Symposium on, Kuala Lumpur, 2008, pp. 1-5.
- [12] Gómez-Dueñas, L. F., "Modelos de interoperabilidad en bibliotecas digitales y repositorios documentales: Caso Biblioteca Digital Colombiana-BDCOL", 2009.
- [13] J. Vian, R. L. R. Campos, C. E. G. Palomino and R. A. Silveira, "A Multilingent Model for Searching Learning Objects in Heterogeneous Set of Repositories," Advanced Learning Technologies (ICALT), 2011 11th IEEE International Conference on, Athens, GA, 2011, pp. 48-52.
- [14] Piedra, N., Chicaiza, J., Quichimbo, P., Saquiecela, V., Cadme, E., López, J., ... & Tovar, E. (2015). Marco de trabajo para la integración de recursos digitales basado en un enfoque de web semántica. RISTI-Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação, (SPE3), 55-70.
- [15] Agosti, M., Ferro, N., & Silvello, G. (2016). Digital library interoperability at high level of abstraction. Future Generation Computer Systems, 55, 129-146
- [16] H. Wang and Z. Ye, "Building Multi-Level Data Warehouse Based on Hybrid-Ontology," *Computer Network and Multimedia Technology, 2009. CNMT 2009. International Symposium on*, Wuhan, 2009, pp. 1-4.
- [17] Solomou, G., Pierrakeas, C., & Kameas, A. (2015). Characterization of educational resources in e-learning systems using an educational metadata profile. Journal of Educational Technology & Society, 18(4), 246-260
- [18] Morales Morgado, E. M. M., Campos Ortuño, R. A. C., Yang, L. L., & Ferreras-Fernández, T. (2014). Adaptation of Descriptive Metadata for Managing Educational Resources in the GREPOS Repository. International Journal of Knowledge Management, 10(4), 50-72
- [19] Sandobal Verón, Valeria C.; Ale, Mariel; Gutiérrez, María de los Milagros; "DCOntoRep: hacia la interoperabilidad semántica de Repositorios Institucionales de Acceso Abierto", Proceedings of the 1st Argentine Symposium on Ontologies and their Applications (SAOA 2015) Rosario, Argentina, September 2-3, 2015

Recursos Digitales II

Learning Object Repositories with Dynamically Reconfigurable Metadata Schemata

Joaquín Gayoso-Cabada, Daniel Rodríguez-Cerezo, José-Luis Sierra
Fac. Informática
Universidad Complutense de Madrid
Spain
{jgayoso,drcerezo,jsierra}@fdi.ucm.es

Abstract—In this paper we describe a model of learning object repository in which users have full control on the metadata schemata. Thus, they can define new schemata and they can reconfigure existing ones in a collaborative fashion. As consequence, the repository must react to changes in schemata in a dynamic and responsive way. Since schemata enable operations like navigation and search, dynamic reconfigurability requires clever indexing strategies, resilient to changes in these schemata. For this purpose, we have used conventional inverted indexing approaches and we have also devised a hierarchical clustering-based indexing model. By using *Clavy*, a system for managing learning object repositories in the field of the Humanities, we provide some experimental results that show how the hierarchical clustering-based model can outperform the more conventional inverted indexes-based solutions.

Keywords—learning object repository, metadata schemata, dynamic reconfigurability, learning object indexing, browsing

I. INTRODUCTION

The dominant trend in the production of Learning Object (LO) repositories [15] follows a *top-down* approach, based on the heavy use of standards and recommendations (e.g., metadata standards like LOM [10], packaging proposals like IMS CP [21], SCORM [5] or IMS Common Cartridge [6], and interoperability proposals like IMS DRI¹ or OAI-PMH²). These standardization efforts make it possible, for instance, the federation and interoperability of LO repositories in distributed networks (being AGREGA [17] a well-known example in the context of Spain).

However, the top-down approach is not particularly oriented to facilitate the inductive creation of domain-specific metadata schemata (i.e., the schemata that norm how LOs are described). It is a critical aspect in learning settings like the Humanities, in which metadata schemata must be frequently created, revised and modified in parallel to the creation of the repositories [20].

In order to facilitate the inductive construction and refinement of metadata schemata, in this paper we describe how to support a more *bottom-up* approach, according to which communities of users (e.g., instructors, researchers and students) collaborate in the construction of these schemata in addition to use these to describe learning materials. This collaboration supposes not only to define new schemata and/or use existing ones, but also to reconfigure these schemata. As consequence, the repository must react to the changes in schemata

accordingly. In addition, since typically schemata are reconfigured with experimental and/or exploratory purposes in mind, it is necessary to ensure that users don't need to wait for long periods until the schemata reconfigurations are reflected in the repository; on the contrary, ideally they should be able to realize the reconfiguration's effects immediately after changing the schemata. From a system architecture perspective, this is a particularly demanding requirement, since reconfigurations in schemata can affect to the way in which the repository is browsed and / or searched. Thus, in this paper we introduce indexing strategies able to face with these strong requirements posed by dynamic reconfigurability.

The rest of the paper is organized as follows. Section II introduces our model of repository with dynamically reconfigurable metadata schemata. Section III analyzes dynamic reconfigurability in these repositories. Section IV proposes some indexing approaches to enable dynamic reconfigurability and provides some comparative results. Section V analyzes some related works. Finally, section VI outlines the final conclusions and some lines of future work.

II. THE REPOSITORY MODEL

This section introduces our model of repository with dynamically reconfigurable metadata schemata. Subsection II.A describes the repository's structure, and subsections II.B, II.C, II.D and II.E their different parts (resources, metadata schemata, LOs, and navigation maps).

A. Structure of the repository

According to our model, repositories comprise the following parts:

- A set of *resources*. These resources are the atomic digital assets that integrate the LOs.
- A set of *metadata schemata*. These schemata characterize how to describe the types of objects that can integrate the repository.
- A set of LOs. These LOs aggregate resources and simpler LOs in educationally-meaningful clusters.
- A *navigation map*. This map makes it possible to navigate the repository using the structures imposed on LOs by metadata schemata.

Fig. 1 sketches an example of repository structured according to our model (it is a repository concerning artistic

¹ www.imsglobal.org/digitalrepositories

² www.openarchives.org/OAI/openarchivesprotocol.html

objects from the Prehistoric and Protohistoric artistic periods in Spain).

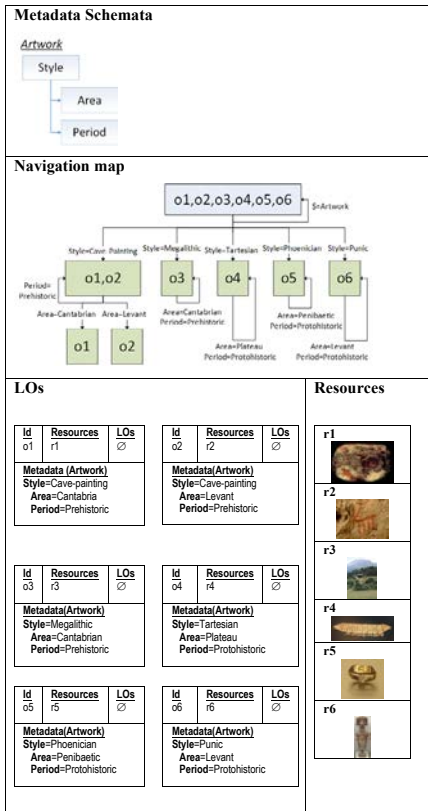


Fig. 1. A small repository

B. Resources

Resources in our model can be any digital entity with educational value. Therefore, resources can be archives of different types (images, sound or video archives, electronic documents, e-books, etc.), external resources identified by a URL, or even entities of more abstract nature (tuples of a table

in a relational database, records in a bibliographical catalog, elements in an XML document, rows in a spreadsheet, etc). Each resource has associated a unique identifier, which is useful to refer the resource from LOs.

For instance, the repository of Fig. 1 includes six image archives as resources, corresponding to photographs of different artistic objects (Fig. 1 actually shows thumbnails of these images).

C. Metadata Schemata

Metadata schemata are a cornerstone aspect of the repositories. In our proposal, users can freely create new schemata and editing existing ones³. In this way, it is necessary to adopt a schemata model general and agnostic-enough to accommodate a great variety of users' expressive needs. For this purpose, our model is inspired by generalized markup languages (e.g., SGML or XML) [2]. In this way, each schema, in addition to have a unique name, is a hierarchical arrangement of *elements*. Each element is characterized by a descriptive name, and it can be of one of the following two types:

- *Description element*. These elements introduce descriptive values.

- *Structural element*. These elements do not introduce values, but they are useful to create intermediate structures.

Thus, by providing suitable hierarchies of structural and description elements, it is possible to mimic the description capabilities of common metadata schemata (e.g., LOM).

For instance, the repository of Fig. 1 includes one single schema, named *artwork*, oriented to provide a simplified description of an artistic object in terms of its artistic *style*, and, within this cultural style, in terms of the geographical *area* and the cultural *period*.

D. Learning Objects

Concerning LOs, they comprise the following parts:

- A (possible empty) set of references to resources (references are made by id).

- A (possible empty) set of references to other LOs.

- A *metadata document*. It is a tree-like structure conforming one metadata schema. For this purpose, suitable values are assigned to the description elements (this assignment does not need to be complete: by default, values will be initialized to ⊥).

The repository of Fig. 1 includes one LO for each resource included in the repository (notice, however, that this one-to-one correspondence between resources and LOs cannot be necessarily extrapolated to other repositories). For each LO there is a metadata document indicating the artistic style, geographical area and cultural period associated to the LO.

³ In concrete implementations it is possible to restrict editions to privileged users (e.g., instructors), as well as to introduce a more complex permission system.

E. Navigation map

- Finally, the navigation map is a directed graph in which:
- Nodes represent sets of LOs, and arcs are labelled with *element-value* pairs used to narrow down the LOs: an arc's target node will contain only those LOs exhibiting the *element - value* pair in the source node.
 - The structure of the map is constrained by the schemata hierarchies. In this way, nodes only can be narrowed down with *element - value* pairs comprising child elements of elements present in incoming arcs.
 - There is also a root node, which represents the overall set of LOs. It can be narrowed down by a special element S, whose values are the different schemata names, and whose child elements are the schemata root elements.

Fig. 1 also shows a navigation map for the repository. Notice how each path in this map is constrained by the schemata structure (in this way browsing starts by selecting a value for the artistic style, and then continues by selecting a value either for the geographical area or for the artistic period).

III. RECONFIGURABILITY

In this section we address the concern of dynamically reconfiguring the metadata schemata of a repository. Subsection III.A analyzes how this reconfiguration is carried out and the effects in the different parts of the repository. Subsection III.B describes how avoid such effects in LOs representation. Subsection III.C describes, in its turn, how to deal with navigation.

A. Reconfigurable Metadata Schemata

Our model lets users reconfigure metadata schemata by rearranging the hierarchical organization of elements. For instance, Fig. 2a shows an example concerning the repository in Fig. 1, which primes the artistic period as primary classification focus instead of the cultural style (as in the example of Fig. 1).

Since the organization of a repository ultimately relies on its schemata, by reconfiguring these schemata the overall repository's structure is also reconfigured. More precisely:

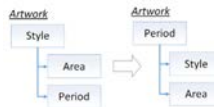
- The metadata documents of each LO must be changed to reflect the new hierarchical organization of elements. As an example, this effect is made apparent in Fig. 2b.
- The navigation map is also deeply affected by the reconfiguration. For instance, Fig. 2c shows how, after reconfiguring the schema of the repository of Fig. 1, the navigation map is also altered to reflect the change in focus represented by the reconfiguration (entering by *period* and refining by *style* or by *area* instead of entering by *style* and refining by *period* or by *area*).

B. Reconfigurable metadata documents

In order to address the effect of schemata' reconfigurations in metadata documents, it is needed to find document representations resilient to reorganizations of the element hierarchies. Fortunately, since all the metadata documents

conforming a particular schema share a common structure (indeed, that represent by the schema), the solution in this case is easy: documents can be represented as tables assigning values to elements in the schemata instead of the whole hierarchical structure. Fig. 3a exemplifies this representation for the repository in Fig. 1. Notice that these tables remain invariant whatever the reorganizations carried out in the element hierarchies. In addition, the additional cost incurred by the representation is negligible: one indirection level. Indeed, structure recovering is a simple matter of traversing the corresponding metadata schema and of querying the table for each traversed element.

(a)



(b)

| | | |
|---|--|--|
| o1 Metadata (Artwork) Period=Prehistoric Style=Cave-painting Area=Cantabrian | o2 Metadata (Artwork) Period=Prehistoric Style=Cave-painting Area=Levant | o3 Metadata (Artwork) Period=Prehistoric Style=Megalithic Area=Cantabrian |
| o4 Metadata (Artwork) Period=Protohistoric Style=Tartessian Area=Plateau | o5 Metadata (Artwork) Period=Protohistoric Style=Phoenician Area=Penibaetic | o6 Metadata (Artwork) Period=Protohistoric Style=Punic Area=Levant |

(c)

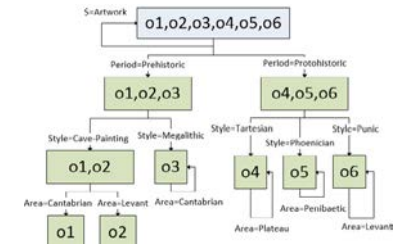


Fig. 2. (a) A reconfiguration of the schema of the repository in Fig. 1; (b) Effect of the reconfiguration in the metadata documents; (c) Effect in the navigation map

C. Reconfigurable navigation maps

The reconfiguration of the navigation map is a substantially more convoluted matter. Indeed, as Fig. 2 makes apparent, a simple reconfiguration in a metadata schemata can involve a complete reconfiguration of the underlying navigation map. Therefore, it is needed to look for alternatives to the explicit

representation of such a map.
 Subsection III.B describes how avoid such effects in LOs representation. Subsection III.C describes, in its turn, how to

deal with navigation.

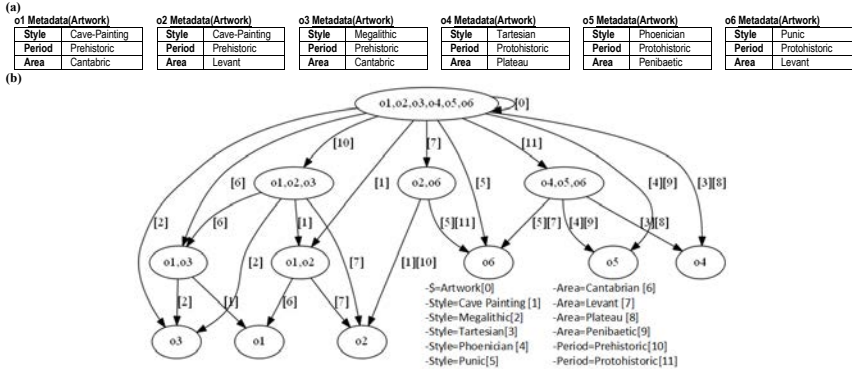


Fig. 3. (a) Tabular representations of the metadata documents in the repository of Fig. 1. (b) navigation automaton for the repository of Fig. 1

Ideally, it would be convenient to provide a structure able to represent *all* the possible navigations induced by *all* the possible reconfigurations of the schemata in a compact and unified way. For this purpose, it is needed to free *element-value* pairs from the hierarchical organizations induced by these schemata. Therefore, a plain set of *element-value* pairs must be considered and, in each interaction state of the navigation process, the applicability of all the meaningful selections must be envisioned. The result can be represented as a finite state machine, which we will call a *navigation automaton*. This automaton will consist of *states* labelled by sets of LOs, and *transitions* labelled by element-value pairs.

More precisely:

- There will be an initial state labelled by all the LOs in the repository.
- Given a state S labelled by a set of LOs O , for each element-value pair $e=v$ in the metadata document of some LO in O there will be a state S' labelled by *all* the LOs in O with $e=v$ in their metadata documents, as well as a transition from S to S' labelled by $e=v$.¹

Fig. 3b shows the navigation automaton for the repository in Fig. 1. Notice that the navigation automaton does not depend on the hierarchical organization of elements in the schemata, but only on the element-value pairs in the metadata documents.

¹ Notice that S and S' can be the same -when all the LOs in O have $e=v$ in their metadata documents.

² Indeed, navigation automata can be actually thought as an explicit representations of concept lattices. As indicated in [12], the problem of determining the size of concept lattices is proved to be a #P-complete one

Therefore, it is not affected by reconfigurations in the schemata.

Unfortunately, and although the explicit availability of the navigation automaton provides an efficient and elegant solution to navigation in the presence of reconfigurable schemata, in some cases the number of states in this automaton can grow very fast (in the worst case, exponentially with respect to the repository's size). This fact can be realized by identifying states in navigation automata with *formal concepts in concept lattices* (such as these are understood in *formal concept analysis* [18])². The most extreme case, in which the number of states is 2^n-1 (with n the number of LOs), arises, for instance, by distinguishing each pair of metadata documents in a single *element-value* pair³.

This worst-case exponential growth ratio conforms a theoretical barrier that can hinder the explicit representation of the navigation automaton, especially in live and open scenarios as those faced by a general-purpose LO repository. Therefore, it can be recommendable to look for alternative indexing approaches.

IV. INDEXING APPROACHES

This section introduces two indexing approach to enable the dynamic recreation of navigation automata: *inverted indexes* (subsection IV.A) and *navigation dendrograms* (subsection

(i.e., harder than NP-complete). Thus, the exponential factor underlying the intrinsic complexity of the problem can hinder the direct applicability of the technique on repositories of moderate or large sizes.

³ This construction is actually suggested by the proof of theorem 1 in [12]

IV.B). Subsection IV.C provides some experimental results comparing both approaches.

A. Inverted indexes

Inverted indexes are standard artifacts used for information retrieval [24]. Basically, for each element-value pair, an inverted index associates the set of LOs including such a pair in its metadata document. Fig. 4a shows an example of inverted index for the repository in Fig. 1.

Notice that this kind of inverted index can be used to determine the set of selected objects in each navigation path by intersecting the sets associated with the element-value pairs traversed. The cost of evaluating the cited intersection operations constitutes the main shortcoming of the approach. While there has been extensive research in performing these intersection operations efficiently [3], the cost is not negligible. On the positive side is the availability of many mature implementations and frameworks that can be used in a straightforward way to support the technique. For instance, in our experiences, we used Lucene [14] for such a purpose.

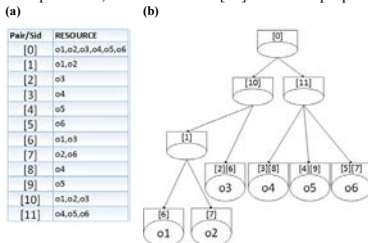


Fig. 4. (a) An inverted index for the repository of Fig. 1; (b) A navigation dendrogram (References [0],[1],etc. are defined in Fig. 3b)

B. Navigation dendrograms

In order to avoid the proliferation of intersection operations, which is characteristic of inverted indexes representations, we have designed a tree-shaped indexing scheme inspired by *dendrograms* in hierarchical clustering [11]. The resulting structures are called *navigation dendrograms*.

Nodes in a navigation dendrogram represent subsets of the overall LO set. The LO set associated to a node is not explicitly stored in this node. Instead, each LO is only hosted in one node (the LO's *host node*). LOs placed in a node are called the mentioned node's *own* LOs. The overall LO set of a node is given by its own LOs and by all the own LOs of its descendants. Finally, in order to partition the LO space, each node has a set of *filtering* element-value pairs associated, so that all the own LOs in the node and in all their descendants' must include these filtering pairs in their metadata documents.

Navigation dendrograms can be built to contain as most $2K$

nodes (K being the number of LOs in the repository). In addition, navigation can be articulated by maintaining a set of dendrogram's nodes. Then, when an element-value pair is selected, this set is refined as follows:

- Nodes containing the selected pair in their filtering sets or having an ancestor accomplishing such a condition are preserved.
- Nodes having any descendant containing the selected pair in its filtering set are replaced by all the descendant accomplishing such a condition.
- Any other node is discarded.

By maintaining all the required information to carry out this refinement in the nodes (i.e., filtering pairs of node's ancestors, and references to descendants per filtering pairs) this process can be carried out very efficiently. Indeed, the resulting structure is a non-deterministic version of the navigation automaton that explicitly avoids the aforementioned potential exponential factor.

Fig. 4b shows an example of navigation dendrogram for the repository in Fig. 1.

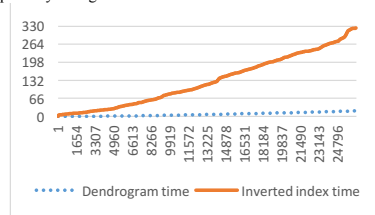


Fig. 5. Accumulated time of inverted indexes vs. dendrograms

C. Experimental evaluation

In order to compare the two approaches described, we implemented both on *Clavy*, an experimental system for managing LO repositories with reconfigurable metadata schemata⁴.

We also set up an experiment consisting of adding the LOs in *Chasqui* [20], a repository of 6283 LOs on Precolombian American archeology, to *Clavy* and to simulate runs concerning navigation and schemata reconfiguration operations. Each run interleaved 100 LO insertion with $0.1n$ navigation operations randomly interleaved with $0.01n$ reconfigurations (n being the number of LOs inserted so far). Each navigation operation consisted, in turn, of selecting a feasible element-value pair, computing the next interaction state, and visiting all the LOs filtered. Reconfiguration operations, then, consisted of feasible interchanges of two randomly selected elements,⁵ followed by a navigation step. Inverted indexes were managed using Lucene, while navigation dendrograms were managed using our

⁴ <http://clavy.fdi.ucm.es>

⁵ By *feasible* we mean avoiding cycles in the resulting schema.

own implementation. In both cases, in-memory indexes were used to avoid side effects of persistence, disturbing the experiment.

Fig. 5 shows the results obtained from the two runs (experiment run on a PC with Windows 10, with a 3.4GHz Intel microprocessor, and with 8Gb of DDR3 RAM). The vertical axis corresponds to the number of operations carried out so far. The horizontal axis corresponds to accumulated time (in seconds). As is made apparent, the dendrogram-based approach clearly outperforms the inverted indexes (even though we are using a highly optimized framework, like Lucene, for inverted indexing vs. our own in-house experimental implementation for dendrograms).

V. RELATED WORK

Our proposal is similar to browsing systems for browsing information spaces that, like ours, envision the possibility that the user reconfigures the underlying metadata schemata (e.g., [8][19]). However, these systems are typically supported by general-purpose semantic web or relational database solutions instead of by model-specific indexing approaches.

A seminal work on using concept lattices to organize and navigate information spaces is [4]. Some recent systems using concept lattices as their underlying indexing structure are [7][22]. However, all these approaches face the theoretical limit imposed by the intrinsic complexity of formal concept analysis. It is why we proposed a simpler but still practical approximation based on navigation dendrograms.

Inverted indexes have been extensively used to support hierarchical navigation (e.g., guided by faceted thesauri). Works like [23] describe efficient approaches to enable this navigation. However, all these approaches are based on the assumption of pre-established and immutable schemata. As noticed in [1], if this assumption is left out, inverted indexes can become costly due to the set operations involved.

Finally, it is worthwhile to notice that clustering techniques has been extensively used in open metadata schemata (i.e., folksonomy-like systems) to enable the discovering of useful semantic relationships among terms in order to provide better guidance to users (e.g., [9][13][16]). Thus, clustering in these approaches is oriented to enhance users' navigation efficiency, while our navigation dendrograms are oriented to enhance the internal efficiency of the supporting software.

VI. CONCLUSIONS AND FUTURE WORK

In this paper we have addressed the problem of dynamic reconfigurability in LO repositories. Since metadata schemata can be rearranged in unexpected ways, it is necessary to use internal representation mechanisms resilient to these changes. In the case of metadata documents we have shown how a tabular representation of the assignment of values to elements in the schemata suffices. However, dealing with the navigation system is substantially more cumbersome. We have shown how a concept lattice-like representation (which we have called a

navigation automaton) can elegantly address this concern. However, this representation exhibits a potential exponential factor that, at least in theory, hinders its applicability (especially in live and open settings, in which schemata evolution cannot be envisioned to priori). For this purpose, we have proposed alternative indexing approaches (one based on inverted indexes, and another one based on dendrograms). We have also provided some evidence of how dendrograms can outperform inverted indexes.

We are currently working on optimizing and persisting our representations. In addition, we want to further study the practical grow ratio of the navigation automaton in real-world scenarios, to support arbitrary Boolean queries, and to run more empirical evaluations.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work has been supported by the BBVA Foundation (grant HUM14_251) and Spanish Ministry of Economy and Competitiveness (grant TIN2014-52010-R)

REFERENCES

- [1] Berchtold, S., Böhm, C., Keim, D.-A., Kriegel, H.-P., Xiaoewi, X.: Optimal Multidimensional Query Processing Using Tree Striping. *DaWaK'00*, 244-257. 2000
- [2] Coombs, J. H., Renear, A. H., DeRose, S. J. Markup Systems and the Future of Scholarly Text Processing. *Communications of the ACM*, 30 (11), 933-947. 1987
- [3] Culpepper, J.-S., Moffat, A.: Efficient Set Intersection for Inverted Indexing. *ACM Transactions on Inf. Systems* 29(1), article 1 (2010)
- [4] Godin, R., Saunders, G. Lattice Model of Browsable Data Space. *Information Sciences* 40(2), 89-116. 1986
- [5] González-Barbone, V., Anido-Rifón, L.E. Creating the first SCORM object. *Computers & Education* 51(4): 1634-1647. 2008
- [6] González-Barbone, V., Anido-Rifón, L.E. From SCORM to Common Cartridge: A step forward. *Computers & Education* 54(1): 88-102. 2010
- [7] Greene, G.-J. A Generic Framework for Concept-Based Exploration of Semi-Structured Software Engineering Data. *ASE'15*, 894-897. 2015
- [8] Hildebrand, M., Ossenbruggen, J.-v., Hardman, L.: facet: A Browser for Heterogeneous Semantic Web Repositories. *WWW'06*, 272-285. 2006
- [9] Huang, J.-W., Chen, K.-Y., Chen, Y.-C., Yang, K.-N., Hwang, S., Huang, W.-C. A Novel Spatial Tag Cloud Using Multi-Level Clustering. *Journal of Information Science and Engineering* 30, 687-700. 2014
- [10] IEEE Standard 1484.12.1-2002. 2002. IEEE Standard for Learning Object Metadata
- [11] Jain, A.-K., Murty, M.-N., Flynn, P.-J.: Data Clustering: a Review. *ACM Computing Surveys* 31(3), 264-323. 1999
- [12] Kuznetsov, S. On computing the size of a lattice and related decision problems. *Order* 18(4), 313-321. 2001
- [13] Li, R., Shenghua, B., Fei, B., Su, Z., Yu, Y. Towards Effective Browsing of Large Scale Social Annotations. *WWW'07*, pp. 943-952. 2007
- [14] McCandless, M., Hatcher, E., Gospodnetic, O.: *Lucene in Action*, 2nd Edition. Manning Publications. 2010
- [15] Polesani, P. Use and Abuse of Reusable Learning Objects. *JODI* 3(4), 2003
- [16] Radelaar, J., Boor, A.-J., Vandic, D., van Dam, J.-W., Fasinca, F. Improving search and exploration in tag spaces using automated tag clustering. *Journal of Web Engineering* 13(3-4), 277-301. 2014
- [17] Sarasa-Cabezuelo, A., Canabal-Barreiro, J.-M., Sacristán-Heras, J.-C. *Agrega - Spanish Education Community Federation of Repositories Of Learning Objects*. eLearning 2008: 47-50

- [18] Sarmah, A-K., Hazarika, S-M., Sinha, S-K.: Formal Concept Analysis: Current Trends and Directions. *Art. Int. Review* 44(1), 47-86. 2015
- [19] Schraefel, M-C., Wilson, M., Russell, A., Smith, D-A.: MSPACE: Improving Information Access to Multimedia Domains with Multimodal Exploratory Search. *Communications of the ACM* 49(4), 47-49. 2006
- [20] Sierra, J.L., Fernández-Valmayor, A., Guinea, M., Hernanz, G. From Research Resources to Learning Objects: Process Model and Virtualization Experiences. *Ed. Tech. & Society* 9(3), 56-68. 2006
- [21] Sierra, J.L., Moreno-Ger, P., Martínez-Ortiz, I., Fernández-Manjón, B. A highly modular and extensible architecture for an integrated IMS-based authoring system: the <e-Aula> experience. *Software Practice and Experience* 37(4): 441-461. 2007
- [22] Way, T.; Eklund, P. Social Tagging for Digital Libraries using Formal Concept Analysis. *CLA'10*. 2010
- [23] Yitzhak, O-B., Golbandj, N., Har'El N. et al. Beyond Basic Faceted Search. *WSDM'08*, 33-44. 2008
- [24] Zobel, J., Moffat, A.: Inverted Files for Text Search Engines. *ACM Computing Surveys* 33(2), article 6. 2006

Un enfoque de producción de contenidos online interoperables

Daniel Pérez-Berenguer

Centro de Producción de Contenidos Digitales
Universidad Politécnica de Cartagena
Murcia, España
daniel.perez@upct.es

Jesús García-Molina

Departamento de Informática y Sistemas
Universidad de Murcia
Murcia, España
jmolina@um.es

Resumen—Las universidades se enfrentan actualmente al reto de ofrecer contenidos didácticos online e interactivos. Por ello, requieren de herramientas que faciliten a los docentes la creación de contenidos digitales y hagan el proceso de producción sostenible. Además, las universidades deberán proporcionar recursos de apoyo a los docentes como aulas de grabación, personal especializado y guías. En este sentido, la Universidad Politécnica de Cartagena ha creado el *Centro de Producción de Contenidos Digitales*. En este trabajo se presenta la plataforma UPCTMedia creada por este centro para asistir a los docentes en la creación de contenidos online basados en video. UPCTMedia abarca desde la grabación hasta la publicación de unidades de aprendizaje que pueden ser integradas de forma simultánea, a través del estándar LTI, en diferentes plataformas e-learning. El docente puede realizar la grabación de manera autónoma y después asociarle preguntas test de evaluación. Entonces UPCTMedia puede llevar a cabo la publicación del contenido en cualquier plataforma e-learning. Esto supone un ahorro de esfuerzo y mejora el mantenimiento. En este trabajo se presenta UPCTMedia con especial énfasis en la interoperabilidad basada en LTI.

Palabras clave—Contenido online; LMS; MOOC; LTI; plataforma de aprendizaje

I. INTRODUCCIÓN

Las universidades se están enfrentando al desafío de modernizar sus procesos de enseñanza/aprendizaje a través del uso de recursos e-learning. La mayoría de ellas ya han implantado “aulas virtuales” basadas, normalmente, en plataformas LMS (Learning Management System) como Moodle¹ o Sakai². Además, la creación de cursos masivos online (MOOC) también está recibiendo un gran interés de las instituciones universitarias³ a partir del auge de las plataformas MOOC como Coursera⁴, edX⁵ y Miriada X⁶.

La Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT) ha creado el Centro de Producción de Contenidos Digitales (CPCD) como unidad encargada de apoyar a los docentes en la creación de contenidos online educativos. Este centro es responsable de proporcionar los recursos necesarios para esta tarea, en particular procesos y herramientas software para la creación y gestión de contenidos, así como personal de apoyo y salas de

grabación. El centro dispone de dos salas de grabación multimedia en las que los docentes pueden grabar videos para ser publicados en el “aula virtual” o en plataformas MOOC. Dichas salas están acondicionadas con los medios necesarios para obtener contenidos de alta calidad y se utiliza Adobe Presenter⁷ como software que permite al docente realizar la grabación y post-producción de manera autónoma.

La experiencia con grabaciones en estas salas evidenció la conveniencia de desarrollar una plataforma que facilitase el almacenamiento y publicación de los videos grabados. De este modo surgió UPCTMedia, un software propio que además de la funcionalidad mencionada también permite que el docente enlace los videos, una vez están publicados, desde cualquier plataforma e-learning, al mismo tiempo que posibilita grabar sobre ellos preguntas de tipo test relacionadas. Para realizar el enlace se ha elegido el estándar LTI [1] (Learning Tools Interoperability) frente a SCORM [2] (Sharable Content Object Reference Model) dado que es soportado para una amplia variedad de plataformas e-learning [3], incluidas plataformas MOOC como Coursera o edX, dotando a la infraestructura de mayor interoperabilidad. Dado que LTI, al contrario de SCORM, no incluye funcionalidad para almacenar información sobre el aprendizaje del alumno, se ha desarrollado un componente que proporciona tal funcionalidad mediante la creación de objetivos, y además permite la actualización del estado de los mismos conforme son superados por el alumno y el registro del tiempo empleado por el alumno.

En este trabajo se presenta UPCTMedia como una iniciativa de producción de contenidos online interoperables desarrollada en la UPCT que mejora la reutilización y el mantenimiento del contenido publicado (videos y preguntas tipo test) y que suministra al docente información sobre la actividad de aprendizaje del alumno, centrándose en cómo se ha conseguido la interoperabilidad basada en LTI. Dado que el video es el principal recurso utilizado para presentar contenido en plataformas MOOC (y también en LMS) [4], el enfoque presentado podría tener interés para otras universidades e instituciones.

¹<https://moodle.org/?lang=es>

²<https://sakaiproject.org/>

³<http://www.nytimes.com/2012/11/04/education/edlife/massive-open-online-courses-are-multiplying-at-a-rapid-pace.html>

⁴<https://es.coursera.org/>

⁵<https://www.edx.org/>

⁶<https://miriadax.net/home>

⁷<http://www.adobe.com/es/products/presenter.html>

El presente artículo se ha estructurado del siguiente modo. La segunda sección ofrece una visión general de UPCTMedia. Después, en la tercera sección se describe la implementación de un escenario de interoperabilidad. Finalmente se exponen algunas conclusiones.

II. UPCTMEDIA: SOPORTE A LA PUBLICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE CONTENIDOS

UPCTMedia facilita al docente la publicación de vídeos y posibilita añadir preguntas de tipo test a dicho contenido, todo ello de manera autónoma sin requerir ayuda de personal especializado. Tras finalizar la grabación y postproducción de vídeos mediante Adobe Presenter, se generan ficheros MP4. Entonces, el docente accede a UPCTMedia, para publicar de manera automática los vídeos grabados. Para ello debe proporcionar la siguiente información: el grado y asignatura a la que van destinados; las palabras clave de búsqueda; y los ficheros MP4.

Se utiliza Vimeo como plataforma de almacenamiento y reproducción en streaming bajo demanda. UPCTMedia se enlaza a Vimeo a través de su API, de manera que tras introducir la información correspondiente se publica el video directamente.

Como puede verse en la Figura 1, UPCTMedia está formado por tres componentes: un componente de administración de contenido multimedia, un componente de generación de preguntas de tipo test y un componente de visualización de vídeos y preguntas de tipo test.

En la Figura 2 se puede ver el panel de administración que UPCTMedia proporciona al docente, a través del componente de administración, donde puede organizar el contenido multimedia en “carpetas virtuales”. Cada carpeta puede contener vídeos u otras carpetas. La plataforma también permite establecer el orden de los vídeos y de las carpetas, eliminar vídeos y cambiar las palabras clave de búsqueda. De esta forma, el docente genera el contenido multimedia y lo estructura adecuadamente. En base a la catalogación del contenido que hace el docente, la plataforma permite realizar búsquedas por grado, asignatura o profesor.

El componente de generación de preguntas de tipo test permite al docente escribir preguntas de tipo test y sus respuestas, marcando la correcta. Esta información es almacenada en formato JSON. Este componente es utilizado por UPCTMedia para enlazar los vídeos con preguntas de tipo test relacionadas con su contenido. Además, UPCTMedia proporciona una URL hacia una plataforma web donde el componente de visualización muestra el video y permite contestar las preguntas relacionadas con el mismo. Este enlace puede ser introducido en cualquier plataforma e-learning que soporte LTI.

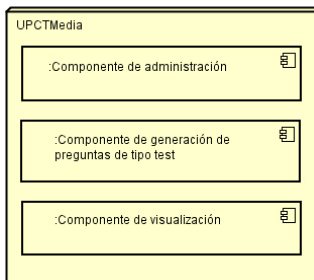


Fig. 1. Diagrama de despliegue UML de UPCTMedia

El componente de generación de preguntas de tipo test permite al docente escribir preguntas de tipo test y sus respuestas, marcando la correcta. Esta información es almacenada en formato JSON. Este componente es utilizado por UPCTMedia para enlazar los vídeos con preguntas de tipo test relacionadas con su contenido. Además, UPCTMedia proporciona una URL hacia una plataforma web donde el componente de visualización muestra el video y permite contestar las preguntas relacionadas con el mismo. Este enlace puede ser introducido en cualquier plataforma e-learning que soporte LTI.

Solo se puede acceder al componente de visualización desde una plataforma e-learning a través de LTI, cualquier otro intento de acceso es bloqueado. El uso de este componente permite un mejor mantenimiento del contenido así como la reutilización, dado que permite enlazar el mismo contenido desde diferentes plataformas e-learning.

Las preguntas aparecen deshabilitadas inicialmente y son activadas una vez el alumno ha visualizado de forma completa el video o un porcentaje del mismo según el criterio del docente. Una vez contestadas las preguntas de tipo test, la plataforma e-learning recibe la calificación desde el componente de visualización para que sea almacenada en el libro de calificaciones. A la vez, el componente de visualización almacena si se ha superado el objetivo de la reproducción del video, de manera que si se abandona la plataforma y se vuelve a la misma, no es necesario volver a visualizar el video si esta tarea ya se realizó. Además acumula el tiempo empleado por el alumno para completar la unidad.

Mediante el uso de esta iniciativa se pueden crear unidades de aprendizaje reutilizables compuestas por uno o más vídeos y las preguntas tipo test relacionadas con el contenido de dichos vídeos.



Fig. 2. Panel de administración de UPCTMedia

III. INTEROPERABILIDAD

Diversos trabajos han tratado experiencias de integración de herramientas externas en LMS a través de LTI, por ejemplo la integración de Google Docs [5], de videojuegos [6] o de laboratorios remotos [7], permitiendo que el usuario acceda a ellas como si fueran herramientas nativas del LMS. Mientras dichos trabajos se centran en la integración en LMS, en esta sección se describe una solución de interoperabilidad basada en LTI e ideada para permitir el enlace del contenido en diferentes plataformas e-learning (LMS o MOOC). En concreto se ha utilizado el framework TSUGI [8], [9] para soporte de LTI.

LTI establece una forma estándar para integrar aplicaciones de aprendizaje en plataformas e-learning y está ampliamente soportado por plataformas LMS y plataformas MOOC, como Coursera, edX, Moodle o Sakai. En LTI las plataformas e-learning son denominadas *Tool Consumer* (TC) y las aplicaciones que son enlazadas se denominan *Tool Providers* (TP). En UPCTMedia el componente de visualización es el encargado de actuar como TP. Se ha utilizado el framework TSUGI para convertir nuestro componente de visualización en un TP. Este framework proporciona la implementación del TP actuando como contenedor de nuestra plataforma.

Una vez instalado TSUGI en un servidor web, el componente de visualización se debe colocar en una de las carpetas creadas durante la instalación para ser convertido en un TP. Para crear un enlace desde una plataforma e-learning es necesario disponer de la URL absoluta hasta nuestro desarrollo web (alojada en el interior de TSUGI), de la clave de cliente y del *Shared secret*. La clave de cliente y el *Shared secret* son proporcionados por el framework TSUGI y la URL absoluta la proporciona, por cada video, UPCTMedia. Con esta información se puede crear el enlace desde una plataforma LMS así como desde una plataforma MOOC.

El uso de LTI en el componente de visualización permite el despliegue de nuestros cursos así como el retorno de las calificaciones obtenidas hacia la plataforma e-learning (Moodle y Open edX en el caso de la UPCT) para ser almacenadas en el

libro de calificaciones. Además, el framework TSUGI ha sido extendido para que sea capaz de actualizar el estado de los objetivos en las diferentes sesiones establecidas así como para acumular el tiempo empleado por los alumnos en las diferentes unidades de aprendizaje. Se ha realizado un desarrollo en PHP que crea los objetivos a superar la primera vez que el alumno accede al curso y los va actualizando conforme son superados. Estos objetivos son recuperados de ficheros JSON almacenados en los diferentes cursos elaborados. En las diferentes sesiones establecidas cada vez que el alumno entra a la plataforma, el componente de visualización recupera el estado de estos objetivos. Se acumula de la misma forma el tiempo empleado así como el número de sesiones establecidas. Una vez todos los objetivos son superados, se actualiza el estado de la unidad de aprendizaje reflejando que la unidad ha sido completada guardando la nota obtenida.

A través del libro de calificaciones de la plataforma e-learning el docente puede visualizar las calificaciones de los alumnos pero, para que pueda ampliar esta información con la información del seguimiento, se ha elaborado y publicado bajo TSUGI un módulo de calificaciones que puede ser enlazado desde una plataforma e-learning como un TP. Este módulo, tras comprobar que se trata de un docente del curso, muestra las calificaciones obtenidas en cada una de las unidades de aprendizaje así como el tiempo empleado por cada uno de los alumnos matriculados en el curso.

En la Figura 3 se puede ver un diagrama de despliegue UML de la infraestructura desarrollada para el enlace y visualización de las unidades de aprendizaje. En dicho diagrama se puede observar como desde diferentes plataformas e-learning (LMS o MOOC) se accede al componente de visualización mediante el uso de LTI a través del framework TSUGI. El componente de visualización se encarga del despliegue del contenido de la unidad de aprendizaje solicitada, del almacenamiento de la información que permite el seguimiento del aprendizaje del alumno (objetivos y tiempo empleado) y del retorno de la calificación obtenida a la plataforma e-learning para ser almacenada en el libro de calificaciones de la misma.

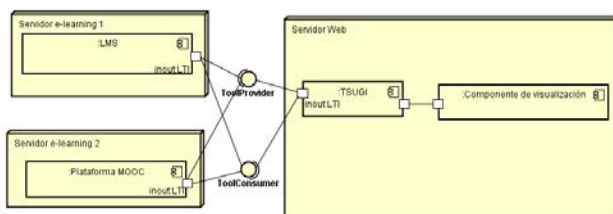


Fig. 3. Diagrama de despliegue UML de la infraestructura propuesta

IV. CONCLUSIONES

UPCTMedia proporciona autonomía al docente para publicar y gestionar los vídeos grabados sin la necesidad de la intervención de técnicos audiovisuales o informáticos, algo que supondría un coste elevado para una institución universitaria que mantenga una gran producción de contenidos online. Por otro lado, UPCTMedia hace uso del componente de visualización, que mediante LTI a través de TSUGI crea unidades de aprendizaje accesibles desde cualquier plataforma e-learning que soporte LTI; estas unidades comprenden uno o varios vídeos junto a preguntas de tipo test de evaluación. Ampliando el desarrollo TSUGI se ha conseguido registrar el progreso del aprendizaje a través de los objetivos superados así como del tiempo invertido por el alumno por cada unidad.

Cabe destacar que el enfoque presentado ofrece tres beneficios significativos. En primer lugar, se favorece el mantenimiento del contenido. Por ejemplo, sustituir, modificar o eliminar una pregunta de tipo test solo supone la modificación a través del componente de generación de preguntas de tipo test, pero no es preciso hacerlo en cada plataforma que esté compartiendo su uso. Una modificación será visible en todas las plataformas que tengan enlazada la unidad. Cabe destacar que el componente de generación de preguntas de tipo test es un componente reutilizable, enlazado desde diferentes aplicaciones desarrolladas por el CPCD.

En segundo lugar, la reutilización también es mejorada dado que cada contenido puede ser enlazado de forma simultánea desde cualquier plataforma e-learning (LMS o MOOC) que soporte LTI. Sin esta facilidad, sería necesario enlazar las unidades en cada plataforma y grabar manualmente las preguntas. Nótese que cada unidad puede estar formada por uno o varios vídeos más sus preguntas de evaluación. En tercer lugar, el docente puede controlar si los vídeos han sido visualizados en alguna plataforma y tiene información de seguimiento.

UPCTMedia se encuentra accesible desde la URL <http://media.upct.es/> y desde la URL <http://forma.upct.es/> se puede acceder a la plataforma e-learning utilizada en la UPCT donde se encuentra disponible una unidad didáctica dentro del curso de prueba denominado "Manual UPCTMedia". Para acceder a la plataforma es necesario utilizar el nombre de usuario "usuario" y la contraseña "Usuario123\$".

REFERENCIAS

- [1] IMS Learning Tools Interoperability (LTI), Version 1.0 Public Draft Specification, February 2015, Disponible en: <http://www.imsglobal.org/spec/litemv1p0> Último acceso en mayo de 2016.
- [2] SCORM ADL: advanced distribute learning. Página principal de ADL. Disponible en: <https://www.adlnet.gov/> Último acceso en mayo de 2016.
- [3] IMS Global Learning Consortium. IMS Certified Product Directory, Disponible en: <https://www.imsglobal.org/cc/statuschart.cfm> Último acceso en junio de 2016.
- [4] P. J. Guo, J. Kim y R. Rubin, "How video production affects student engagement: An empirical study of mooc videos" In Proceedings of the first ACM conference on Learning@ scale conference, 2014, pp. 41-50.
- [5] M. Alier Forment, M. J. Casany, E. Mayol, J. Piguillem, N. Galanis, F. J. García-Peñalvo, et al., "Docs4Learning: Getting Google Docs to Work within the LMS with IMS BLTI," *Journal of Universal Computer Science*, vol. 18, pp. 1483-1500, 2012.
- [6] J. Fontenla, R. Pérez y M. Caeiro, "Using IMS Basic LTI to Integrate Games in LMSs", Lessons from Game-Tel, Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2011 IEEE, 2011, pp. 299-306
- [7] P. Orduña, et al., "Generic integration of remote laboratories in learning and content management systems through federation protocols," in 2013 IEEE Frontiers in Education Conference, Oklahoma City, OK, USA, Oct. 2013, pp. 1372-1378
- [8] TSUGI. A Framework for Building PHP-Based Learning Tools, *Tsugi.org*, 2016. Disponible en: <http://tsugi.org/> Último acceso en marzo de 2016.
- [9] N. Galanis, M. Alier, M. J. Casany, E. Mayol, and C. Severance, "TSUGI: a framework for building PHP-based learning tools," in Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality, 2014, pp. 409-413.

A utilização dos Recursos Educativos Digitais: O contributo de uma investigação na Prática de Ensino Supervisionada no 1.º CEB

Joana Ribeiro

ESE – Instituto Politécnico de Castelo Branco
Castelo Branco, Portugal
joanaribeiro91@gmail.com

Henrique Gil

ESE – Instituto Politécnico de Castelo Branco
CAPP – Universidade de Lisboa
Castelo Branco, Portugal
hteixeiragil@ipcb.pt

Resumo— O presente artigo tem como objetivo refletir sobre o impacto das Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC) em contexto educativo, focando os potenciais contributos da utilização dos Recursos Educativos Digitais (RED) no processo de ensino e de aprendizagem. Para o efeito, serão apresentados os resultados da utilização do RED: Aula Digital – O Mundo da Carochinha 1.º Ano. O estudo foi concretizado numa turma do 1.º ano de escolaridade do 1.º CEB, constituída por 27 alunos, com idades compreendidas entre os 6-7 anos, num Agrupamento de Escolas da Cidade de Castelo Branco, no âmbito da Prática de Ensino Supervisionada. Os resultados obtidos após a análise e tratamento dos dados permitiram concluir que ao utilizar este RED os alunos demonstraram terem adquirido os conteúdos abordados, pelo facto de se terem potenciado níveis de maior interesse, empenho, motivação, envolvimento e espírito de iniciativa no decorrer das atividades propostas. Porém, talvez pelo facto de serem alunos de 1.º ano do 1.º CEB, não descaram a presença e o acompanhamento da professora e a utilização de recursos em suporte papel. Quer isto dizer que deve haver uma complementaridade que concilie o fator humano (professora), com a utilização de recursos em suporte digital e recursos em suporte papel (Manual).

Palavras chave—1.º Ciclo do Ensino Básico; Prática de Ensino Supervisionada; Recursos educativos Digitais; Tecnologias da Informação e da Comunicação

I. ENQUADRAMENTO INTRODUTÓRIO

A sociedade atual tem vindo a recorrer, cada vez mais, a uma panóplia de recursos digitais para as mais diferentes áreas e serviços. O recurso a estas ferramentas tem sido realizado no sentido de aperfeiçoar procedimentos e, em suma, melhorar a qualidade de vida dos cidadãos. Quer isto dizer, que se tem vindo a tornar fundamental o acesso e a aquisição respetiva de competências digitais que permitam uma natural inclusão social. Neste sentido, a escola deve promover espaços e estratégias que propiciem a utilização de recursos digitais. Atualmente existem novos meios e recursos digitais que auxiliam na organização das aprendizagens, tornando-as mais flexíveis no que diz respeito à promoção de atividades que levem à geração de diferentes formas de promover o processo de ensino e de aprendizagem.

O RED que acompanha o manual pode ser associado a uma característica inovadora no que diz respeito à inclusão de diferentes metodologias associadas a novas formas de apresentar, demonstrar e estruturar as aprendizagens. O RED

vem tornar mais flexíveis as orientações contidas no manual escolar em suporte papel, pelo facto de conter documentos em diferentes suportes (texto, áudio e animações) que se concretizam numa apresentação multimédia.

Ao integrar os RED nas atividades é introduzida, também, uma componente mais lúdica. Neste sentido, a utilização do RED deve ser encarada como um instrumento dinâmico e flexível. Essa flexibilidade é notória na medida em que se podem conjugar os múltiplos conteúdos do manual com diversas funcionalidades interativas criadas para apoiar o ensino e a aprendizagem no contexto de sala de aula.

O presente artigo encontra-se estruturado em secções. Será apresentado um breve enquadramento teórico sobre a importância da utilização das TIC em contexto educativo, será apresentado o conceito de RED, os respetivos atributos qualitativos e a sua importância no processo de ensino e de aprendizagem. Na terceira secção será apresentada a questão-problema e os objetivos que nortearam a investigação, bem como as opções metodológicas e instrumentos de investigação que se consideraram adequados. A quarta secção é dedicada ao tratamento e análise dos dados, dos dados recolhidos dos questionários aplicados aos alunos, das entrevistas semiestruturadas realizadas aos professores titulares de turma e das opiniões obtidas no seio das sessões práticas de intervenção realizadas com o RED «Aula Digital – O Mundo da Carochinha 1.º ano do 1.º CEB». Por fim, na quinta secção será apresentada uma reflexão final relacionada com as principais conclusões apuradas.

II. AS TIC NO 1.º CICLO DO ENSINO BÁSICO

A. *Selecting a Integração das TIC no 1.º CEB*

Atualmente, existem meios e recursos que sustentam na organização das aprendizagens, na eliminação da inflexibilidade no que diz respeito à criação de diferentes abordagens e formas de desenvolver atividades. Neste sentido, as TIC podem ser promotoras de novos contextos que poderão proporcionar o processo de ensino e de aprendizagem.

De acordo com [1], os professores têm oportunidade de criar outros métodos de organização, contribuindo para a criação de conhecimento e inovação com base na utilização de recursos digitais. A integração das tecnologias na Escola pode promover experiências de aprendizagem, contribuindo para que se possam

introduzir diversas formas de abordagens dos conteúdos, contrariando, assim, uma mera transmissão de conhecimentos. Nesta perspetiva [2] sublinha que as TIC entraram nos mais diversos domínios da atividade humana, fazendo hoje parte integrante da nossa cultura e, como tal, não podem deixar de ter um papel relevante na Escola. Do mesmo modo, [3] referem ainda que os mais jovens são atraídos pelas tecnologias, porém, nem sempre a Escola aproveita esse entusiasmo para as integrar. Deste modo, é necessário aproveitar pedagogicamente a oportunidade de utilizar as TIC no processo de ensino e de aprendizagem, fazendo-a reverter positivamente a favor das aprendizagens dos alunos. Quer isto dizer, que a utilização das TIC não significa apenas integrar os computadores em atividades curriculares específicas, mas antes, proporcionar ambientes de aprendizagem estimulantes. Neste âmbito, o [4] refere alguns Princípios Orientadores do Currículo que valorizam a diversidade de metodologias, estratégias e atividades de aprendizagem, em particular com recurso às TIC.

B. O papel do professor na integração das TIC

Neste contexto, [5] defende que as TIC podem ser consideradas como excelentes recursos de apoio ao processo de ensino e de aprendizagem, uma vez que permitem o acesso a softwares que dispõem de diversos recursos didáticos. O autor refere que a utilização destes recursos possuem como um fator que pode e deve potenciar processos de inovação. Neste sentido, o professor deve possuir a preocupação de fomentar o conhecimento nos alunos, procurando estratégias que motivem e respondam às suas necessidades. Desempenhando um papel fundamental na integração das TIC no processo de ensino e de aprendizagem.

De acordo com [5], com a utilização das TIC pretende-se que se possa estabelecer uma relação de proximidade entre professores e alunos, onde se possam introduzir novas abordagens para a realização das atividades.

Para o efeito, a utilização das TIC poderá ser um instrumento impulsionador de interação entre professores e alunos, dando resposta a eventuais necessidades que possam surgir no seio educativo. [6] refere que este processo deve ser muito bem analisado, utilizando o programa, as metas curriculares e recorrendo a estratégias e materiais de apoio apropriados ao ano de escolaridade em questão. Deste modo, o professor terá que adaptar o seu método de ensino perante os seus alunos para que vá ao encontro dos requisitos que a sociedade lhes irá solicitar.

C. Utilização dos Recursos Educativos Digitais em contexto educativo

Nos últimos anos, os manuais escolares passaram a integrar, de forma complementar, um manual em formato digital (CD-ROM). Na opinião de [7], um Recurso Educativo Digital (RED) pode ser uma coleção de documentos com algumas propriedades, tais como uma finalidade intrinsecamente educativa; que se enquadrem nas necessidades do sistema educativo português; que tenham identidade e autonomia; e, que correspondam a padrões de qualidade previamente definidos. Neste sentido, [8] vem complementar esta definição, salientando que os RED podem ser considerados como uma ferramenta

digital de grande importância ao permitirem que acelerem a diluição das fronteiras entre aprendizagem formal e informal.

Contudo, a existência de recursos digitais cria novas oportunidades e novos desafios aos professores para a sua prática letiva. A utilização dos RED pode contribuir e facilitar o desenvolvimento das abordagens educativas, uma vez que permitem, por parte dos professores, outras propostas de atividades. Ainda de acordo com [8], os RED podem ainda contribuir para uma oferta diversificada de recursos de aprendizagem, uma vez que permitem a utilização de materiais educativos organizados e coerentes com os objetivos e com os conteúdos contidos nos manuais escolares, uma vez que podem incluir ficheiros de texto, imagens, sons e vídeos em formato digital. Deste modo, estes instrumentos podem ser agentes potencializadores de estratégias de ensino possibilitando, por isso, a inovação das práticas pedagógicas e um maior envolvimento dos alunos durante o seu processo de aprendizagem.

Algumas das ferramentas contidas nos RED possuem uma componente que se pode assumir como tendo um caráter mais lúdico. No que diz respeito à utilização dos RED, os alunos aderem facilmente a este tipo de propostas. Os alunos tendem a apreciar esta valência, o que vem facilitar o seu envolvimento nas atividades propostas pelo professor, para além dos alunos aderirem muito facilmente aos RED. Neste contexto, [9] ao referir-se aos educadores/professores, é de opinião que para estes a utilização não é a mais direta e mais fácil. Uma possível razão para esta afirmação pode estar relacionada com o facto de estarmos perante dois tipos de cidadãos com competências digitais muito diferenciadas, tal como referido por [5], ao mencionar a importância de se perceber a forma como os nativos digitais e os imigrantes digitais utilizam as TIC.

É importante perceber e refletir sobre as principais características que o RED deve conter e quais as suas potencialidades pedagógicas. Para o efeito, [10] e [11] referem que um RED adequado para alunos deverá atender a um conjunto de características que incluem: encorajar a imaginação, exploração e resolução de problemas; refletir e consolidar aquilo que a criança já sabe; conter características audiovisuais como o som, música e voz.

III. METODOLOGIA ADOTADA E DESCRIÇÃO DO ESTUDO

Relativamente ao tipo de investigação, optou-se por uma metodologia de natureza qualitativa, na qual foi privilegiada uma investigação-ação, que foi implementada no decorrer da Prática de Ensino Supervisionada. Nesta recolha de dados houve a participação direta dos alunos da turma, da Orientadora Cooperante, do «Par Pedagógico» e dos professores titulares de turma da Escola EB1 Quinta da Granja de Castelo Branco. Como técnicas de recolha de dados foram utilizadas as notas de campo, a observação participante, a entrevista semiestruturada, o inquérito por questionário e os registos fotográficos. É importante referir que foram aplicados dois inquéritos aos alunos, devidamente validado pelo método dos juízes (especialistas no 1.º CEB e em TIC): o primeiro foi aplicado numa fase inicial prévia às sessões de intervenção, de forma a recolher informações acerca das opiniões e dos conhecimentos

dos alunos relativamente às TIC; o segundo inquérito foi aplicado após as sessões de intervenção no sentido de se recolherem dados relacionados com a avaliação que os alunos fizeram da utilização do RED.

Com a investigação pretendeu-se averiguar em que medida a utilização complementar de um recurso em formato digital, com a utilização de um recurso em formato papel, pode contribuir para melhorar a motivação e o envolvimento dos alunos no sentido de promover aprendizagens. A questão de investigação que norteou a intervenção prática foi a seguinte: **Em que medida a utilização dos RED - Recursos Educativos Digitais – poderá melhorar o processo de ensino e aprendizagem?** Partindo desta questão, os objetivos formulados foram os seguintes:

1. Promover a utilização das TIC em contexto educativo.
2. Enquadrar a utilização dos RED – Recursos Educativos Digitais - no processo de ensino e de aprendizagem.
3. Investigar quais as potencialidades do RED na promoção de aprendizagens mais significativas.
4. Implementar a diversificação de recursos educativos em contexto de sala de aula: formato papel (manual escolar) e formato digital (RED).

IV. PRINCIPAIS RESULTADOS OBTIDOS

Como mencionado anteriormente, a presente investigação possui um caráter qualitativo, procurando descrever e compreender a importância dos RED (mais especificamente o RED «Aula Digital – O Mundo da Carochinha 1.º Ano») no processo de ensino e de aprendizagem, numa turma constituída por 27 alunos do 1.º Ano do 1.º CEB. Neste sentido, para além da descrição dos acontecimentos observados em contexto sala de aula, pretendeu-se compreender e interpretar a perspetiva de todos os intervenientes para além dos alunos, nomeadamente do «Par Pedagógico», da Orientadora Cooperante e dos professores titulares do 1.º CEB.

Este RED foi utilizado e implementado no decorrer da prática, porém, para efeitos de investigação, vai incidir-se em três sessões. Estas atividades basearam-se na:

1. **Correção de trabalhos:** resolução de exercícios retirados do RED «Aula Digital – O Mundo da Carochinha 1.º Ano» e correção dos mesmos com recurso ao RED.
2. **Apresentação de novos grafemas:** exploração da grafia (grafema manuscrito e grafema de imprensa) e da forma fónica. Exemplos de palavras, relacionadas com o grafema a abordar.
3. **Realização de jogos interativos:** realização de jogos interativos, de forma a sistematizar os conteúdos abordados.
4. **Apresentação de atividades:** explicação das atividades, recorrendo à projeção do manual e do livro de fichas.

Para o efeito, a análise e o tratamento dos dados serão apresentados de forma cronológica relacionada com a sua efetivação.

Inicialmente, foram solicitadas as autorizações aos Encarregados de Educação, para a recolha de dados através de registos, questionários e fotografias dos seus educandos.

Após o tratamento dos dados do questionário inicial apurou-se que a turma era constituída por 27 alunos, pertencendo 9 ao género masculino e 18 ao género feminino, com idades compreendidas entre os 6 e 7 anos. Relativamente à utilização do computador pelos alunos em suas casas, era importante saber se o possuíam, no sentido de se poder ter a perceção relativamente ao acesso a esta ferramenta. De acordo com os dados recolhidos, todos os alunos referiram que tinham computador em casa. No que diz respeito à utilização que os alunos fazem do computador em casa, como se pode verificar na Figura 1, esta possui diversas finalidades, havendo uma distribuição das respostas nos vários itens. A maioria (52%) assinalou que gostava de utilizar o computador para «Jogar». Em seguida, a preferência registada foi para «Ver vídeos/filmes» (26%).

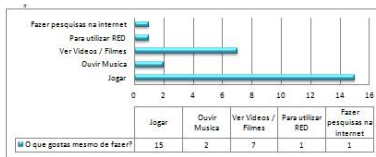


Fig. 1. «Se tens computador em casa, qual a utilização que fazes dele?»

No que diz respeito à utilização do computador na escola, a esmagadora maioria dos alunos afirma que este ano letivo já utilizou o computador.

O tipo de atividade mais referenciado diz respeito aos jogos (45%) e a exploração/utilização de programas educativos foi a segunda opção mais referenciada (42%). Dos resultados apurados, há uma preponderância de utilização do computador na área disciplinar do Português, como consequência de uma utilização mais extensiva na leitura de textos (contos/histórias).

Neste inquérito por questionário foi ainda incluída uma questão sobre o nível educativo em que os alunos utilizaram pela primeira vez o computador. A esmagadora maioria (81%) afirmou que a primeira utilização deste recurso foi na Educação Pré-Escolar. Uma minoria (15%) afirmou ter utilizado o computador pela primeira vez no 1.º CEB e apenas 1 aluno disse que nunca tinha utilizado o computador.

No que diz respeito ao local onde utilizam o computador (os alunos podiam escolher mais do que uma opção) 60% dos alunos afirma que utiliza o computador em «Casas» e 19% dos alunos em «Casa de familiares».

Relativamente aos dados obtidos das sessões de intervenção, recolhidos através das notas de campo, pode-se afirmar que a utilização deste RED envolveu os alunos de 'forma voluntária',

ou seja, sem necessidade de haver uma insistência para a realização das atividades.

Em termos de balanço, relativamente à utilização do RED, pode-se afirmar que este recurso foi bem acolhido pelos alunos e veio facilitar as novas aprendizagens. Como se pode observar através de alguns exemplos de notas de campo, os exemplos recolhidos demonstram que os alunos apreciaram a inclusão do RED: (A1): “*Tem mais cor e as coisas mexem-se.*” (A4): “*As peças tinham cor e as da folha não.*” (A8): “*Tem som.*” (A12): “*Gostei porque é um jogo.*” (A27): “*Gosto mais de fazer no computador. Porque é mais giro.*”

Os alunos referiram, no essencial, três aspetos que convém serem realçados: sentirem que o RED lhes veio criar condições para melhor poderem aprender um novo conteúdo; o terem visualizado animações dos novos conteúdos, o que para os alunos se verificou ser muito adequado por sentirem que significava uma ajuda para a concretização dos conhecimentos; por último, o facto de a estas animações ser associado som, foi também entendido como bastante importante e positivo. A existência de recursos multimédia podem ser referenciados como fundamentais na aproximação do aluno ao recurso digital por lhes ser dada a noção de existir uma ‘dinâmica’ e não a apresentação de um recurso ‘estático’.

Relativamente à utilização do RED, em contexto sala de aula, era importante recolher a opinião dos alunos sobre a utilização desta ferramenta no decorrer das atividades. Para o efeito, foi realizada a aplicação de um pós-inquérito por questionário para averiguar as opiniões dos alunos face à utilização do RED em contexto de sala de aula. Em termos conclusivos, as opiniões dos alunos referentes à utilização do RED no processo de aprendizagem foram bastante positivas, ao afirmarem que pretendem continuar a utilizá-lo também nas suas casas e ao referirem que o preferem comparativamente ao manual escolar (suporte papel), como é possível verificar na Figura 2.

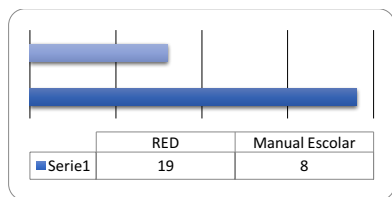


Fig. 2. «Preferência entre a utilização do RED ou do Manual Escolar»

Estes dados vêm incentivar a utilização do RED de forma mais sistemática, por razões que se prendem com as valências multimédia e lúdicas que proporcionam um ambiente mais atrativo e mais motivador para os alunos.

Dos principais resultados obtidos relativamente às entrevistas realizadas à Orientadora Cooperante e aos professores titulares de turma pode-se destacar a importância que atribuem à utilização das TIC no 1.º CEB. De um modo

geral, é possível afirmar que as TIC já fazem parte das rotinas diárias dos professores em contexto de sala de aula. Contudo, a utilização das TIC surge como uma estratégia de abordagem no processo de ensino e de aprendizagem, verificando-se que essa utilização era feita tendo por base apenas uma abordagem do tipo expositivo.

No que diz respeito à utilização de RED, apesar de os professores afirmarem que se trata de uma ferramenta que pode ser promotora de ambientes de aprendizagem mais motivadores, não pareceu existir uma utilização mais extensiva deste recurso. O facto de não utilizarem estes recursos pode estar diretamente interligada com a falta de equipamentos informáticos que lhes permitam rentabilizar este recurso e outras ferramentas digitais. No decorrer da investigação fez-se uma abordagem diferente do RED, foi explorado em conjunto com os alunos e tinha como objetivo ser encarado como mais um recurso, com caráter complementar ou não, na promoção de maiores e melhores aprendizagens.

De um modo geral, os resultados obtidos, após a análise e tratamento dos dados, permitiram concluir que ao utilizar este RED os alunos demonstraram uma maior entrega na realização das atividades. Potenciando-se, desta forma, níveis de maior interesse, empenho, motivação, envolvimento e espírito de iniciativa no decorrer das atividades propostas pela investigadora.

V. PRINCIPAIS CONCLUSÕES

No presente estudo, a existência de variadíssimos recursos digitais em associação com o fácil acesso aos mesmos, faz com que desde muito cedo as crianças tenham um contacto privilegiado com os recursos digitais. A utilização em espaços não formais destes recursos digitais é realizada com diferentes objetivos e finalidades. De um modo geral, estas utilizações são realizadas para proveito próprio onde se destaca, de forma preferencial, um enquadramento lúdico que gera nos alunos níveis de motivação e satisfação elevados.

Estes dados vêm incentivar a utilização do RED de forma sistemática, por razões que se prendem com as valências multimédia e lúdicas que, conseqüentemente, proporcionam um ambiente mais atrativo e motivador para os alunos.

De um modo geral, os resultados obtidos, após a análise e tratamento dos dados, permitiram concluir que ao utilizar este RED os alunos demonstraram uma maior entrega na realização das atividades. Potenciando-se, desta forma, níveis de maior interesse, empenho, motivação, envolvimento e espírito de iniciativa no decorrer das atividades propostas pela investigadora. O professor deve ter a preocupação de proporcionar aos alunos, para além de diferentes estratégias e abordagens, uma diversidade de recursos que sirvam de apoio para poderem realizar as suas aprendizagens.

REFERENCES

- [1] V. Leal, As TIC como actividade de enriquecimento curricular no 1.º ciclo do ensino básico. Pós Graduação em TIC em contextos de aprendizagem. Escola Superior de Educação de Paula Frassinetti, 2009.
- [2] L. Amante, *A Integração das Novas Tecnologias no Pré-Escolar: Um Estudo de Caso*. Lisboa: Tese de Doutoramento em Ciências da Educação, 2013. Acedido em fevereiro de 2015:

- http://repositorioaberto.uab.pt/bitstream/10400.2/2488/4/TeseDoutoramento_L%C3%BAcia%20Amante.pdf
- [3] L. Valente, and & A. Osório, Recursos online facilitadores da integração das TIC na aprendizagem das crianças. In Osório, A., & Puga, M. (Coords). *As Tecnologias de Informação e Comunicação na Escola*. Braga: UM/ Metaforma, 2007, Vol. 2, pp. 73-89.
- [4] Decreto-lei nº 6/2001. Ministério da Educação. Lisboa: Diário da República.
- [5] H. Gil, As TIC, os nativos digitais e as práticas de ensino supervisionadas: um novo espaço e uma nova oportunidade. In III Conferência Internacional – Investigação, práticas e contextos em educação, Leiria, 09-10 de maio: atas, pp. 89-95.
- [6] L. Correia, Inclusão e Necessidades Educativas Especiais. Um Guia para Educadores e Professores. Coleção Necessidades Educativas Especiais. 2ª Edição, 2008.
- [7] J. Ramos, Avaliação e Qualidade de Recursos Educativos Digitais. Évora: Universidade de Évora, 2008.
- [8] J. Hylén, Cadernos Sacausf. Dar conhecimentos gratuitamente – o aparecimento dos recursos educativos abertos. Lisboa, Portugal: Ministério da Educação, DGIDC, 2011.
- [9] M. Araújo, *Crianças Ocupadas*. Lisboa: Prime Books, 2009.
- [10] A. Paz, Software educativo multimédia no jardim de infância: actividades preferidas pelas crianças dos 3 aos 5 anos. Dissertação de Mestrado, Braga, Portugal, 2004.
- [11] W. Ding and G. Marchionini, A Study on Video Browsing Strategies. Technical Report. University of Maryland at College Park, 1997.

Letrinhas: Ensinar, aprender e avaliar com conteúdos multimédia

António Manuel Rodrigues Manso
Unidade Departamental de Tecnologias de Informação
Instituto Politécnico de Tomar
Tomar, Portugal
manso@ipt.pt

Pedro Miguel Aparício Dias
Unidade Departamental de Tecnologias de Informação
Instituto Politécnico de Tomar
Tomar, Portugal
pedrodias@ipt.pt

Felisbela Maria Falcão Morgado
Biblioteca Escolar
Agrupamento de Escolas Artur Gonçalves
Torres Novas, Portugal
felisbelamorgado@esagtn.com

Renato Pestana
Aluno da Licenciatura em Engenharia Informática
Instituto Politécnico de Tomar
Tomar, Portugal
renatompestanda@gmail.com

Resumo—Os dispositivos móveis criam oportunidades de aprendizagem às quais a escola não pode ficar alheia. Se aliarmos essas potencialidades a necessidades específicas de alunos e professores, estaremos a caminhar em direção ao sucesso educativo. Foi neste âmbito que surgiu o Letrinhas, sistema de informação que visa a melhoria da competência leitora dos alunos, desenvolvido pelo Instituto Politécnico de Tomar (IPT) em resposta a um desafio lançado pelo Agrupamento de Escolas Artur Gonçalves, em Torres Novas. A adesão dos professores e alunos a este sistema, bem como a avaliação já efetuada, aponta para um impacto positivo na melhoria da competência de leitura dos alunos envolvidos e criou um novo desafio aos seus autores: expandir o Letrinhas a outros conteúdos curriculares, colmatando uma necessidade evidenciada pelos professores do Agrupamento. Desta forma, apostando nas potencialidades do m-learning, foi desenvolvida uma nova versão do Letrinhas que disponibiliza novos recursos que permitem a criação de conteúdos sobre os programas curriculares de qualquer área disciplinar, bem como a sua avaliação automática. Desta forma, os docentes poderão construir cenários de aprendizagem interativos que favoreçam o desenvolvimento de competências, a reflexão e a autonomia dos seus alunos.

Palavras-chave—aprendizagem; avaliação; ensino; leitura; Letrinhas; m-learning

Célio Gonçalves Cardoso Marques
Unidade Departamental de Tecnologias de Informação
Instituto Politécnico de Tomar, Tomar, Portugal
Centro de Administração e Políticas Públicas
Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal
celiomarques@ipt.pt

Ana Paula Faria Ferreira
Biblioteca Escolar
Agrupamento de Escolas Artur Gonçalves
Torres Novas, Portugal
CESNOVA, FCSH
Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal
anaferreira@esagtn.com

Cristiana Pereira
Aluno da Licenciatura em Engenharia Informática
Instituto Politécnico de Tomar
Tomar, Portugal
cristianargpereira@gmail.com

I. INTRODUÇÃO

A evolução da tecnologia tem um grande impacto na sociedade e, conseqüentemente, na escola, sendo inúmeros os desafios que se colocam atualmente aos educadores. Nesta sociedade em rede, torna-se fundamental a criação de parcerias capazes de contribuir de forma significativa para a missão das organizações e, conseqüentemente, para o seu sucesso. Foi neste âmbito que o Agrupamento de Escolas Artur Gonçalves estabeleceu uma parceria com o Instituto Politécnico de Tomar, no sentido de encontrar respostas para necessidades específicas de alunos e professores.

Esta parceria iniciou-se com um projeto da Biblioteca Escolar que visava a concepção, implementação e avaliação de um programa de promoção da leitura, dada a importância que a competência leitora assume na aprendizagem em todas as áreas disciplinares. Este projeto consolidou-se na criação de um sistema de informação, o Letrinhas.

No sentido de avaliar a utilização do Letrinhas em alunos do 2º ano de escolaridade do Agrupamento de Escolas Artur Gonçalves, foi realizado um estudo de caso [1] cujos resultados

já disponíveis apontam para um impacto positivo na melhoria da sua competência leitora, associada a uma grande motivação, quer por parte dos alunos, quer dos próprios docentes.

Importava, por isso, tirar partido de todas as funcionalidades disponibilizadas pelo Letrinhas, associando o seu impacto positivo na área da leitura a outras áreas curriculares. Nesse âmbito, os docentes do 1º ciclo, em articulação com a equipa da Biblioteca Escolar, foram convidados a colaborar na criação de cenários de aprendizagem adequados não só aos conteúdos programáticos, mas, fundamentalmente, ao perfil dos seus alunos, para que estes se assumissem como verdadeiros agentes do seu processo de aprendizagem, assumindo o professor o papel de mediador, tal como preconiza o m-learning. De facto, se, por um lado, os testes de leitura disponibilizados pela primeira versão do Letrinhas implicam uma utilização individual, com recurso a um tutor que apoie os alunos, por outro, as restantes funcionalidades deste sistema de informação – testes de interpretação e multimédia – podem ser utilizadas em contexto de sala de aula ou de forma autónoma pelo aluno, uma vez que a sua correção é feita automaticamente pelo sistema, permitindo que os alunos pratiquem e avaliem os seus conhecimentos.

Os docentes aderiram com entusiasmo e iniciou-se a fase de criação de cenários de aprendizagem que favoreçam a motivação, a criatividade e o envolvimento dos alunos na construção do conhecimento. Com este projeto de investigação pretende-se criar cenários que fomentem a participação ativa de todos os alunos, tendo em conta as suas necessidades e interesses, num processo dinâmico de experimentação e reflexão.

II. A TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO

Os dispositivos móveis tornaram-se numa das tecnologias com mais rápido crescimento. No final do 3º trimestre de 2015 existiam cerca de 16,7 milhões de estações móveis ativas em Portugal [2] e segundo a IDC, 75% da força de trabalho será móvel até 2018 [3]. A tecnologia móvel, designadamente os smartphones e os tablets, tornou-se parte da nossa vida, alterando a maneira como trabalhamos, como nos divertimos e como aprendemos.

Os dispositivos móveis são hoje largamente utilizados por todas as faixas etárias, estando as mais baixas muito próximas dos 100%, facto que levou Rheingold [4] a atribuir a expressão “Geração Polegar” aos novos alunos, pela sua capacidade de escreverem e enviarem mensagens usando apenas os polegares.

Os alunos esperam, por isso “a inserção da tecnologia, que lhes é familiar e com a qual convivem todos os dias, em todas as situações e locais, especialmente nas escolas e nas salas de aula, onde passam grande parte do dia” (p. 1) [5].

No campo da aprendizagem estamos perante um novo paradigma educacional: o m-learning [6]. De acordo com Georgieva, Georgieva e Smrikarov [7], m-learning é a capacidade para se aprender em qualquer lugar e em qualquer momento, sem uma ligação física permanente às redes cabladas.

De acordo com Mousquer e Rolim [8] a utilização de dispositivos móveis permite ao “aluno trabalhar a sua criatividade, ao mesmo tempo em que se torna um elemento de

motivação e colaboração, uma vez que o processo de aprendizagem da criança se torna, atraente, divertido, significativo e auxilia na resolução de problemas” (p. 2).

Em Portugal temos assistido a vários projetos relacionados com a introdução de dispositivos móveis na aprendizagem, designadamente: TEA - Tablets no Ensino e na Aprendizagem. A sala de aula Gulbenkian: entender o presente, preparar o futuro; Comunidades Escolares de Aprendizagem Gulbenkian XXI; Edulabs; Creative Classrooms Lab e ManELe [9].

Apesar do aparecimento de diversas soluções, nenhuma delas foi ao encontro das necessidades específicas evidenciadas pelos docentes do Agrupamento de Escolas Artur Gonçalves, o que levou ao desenvolvimento de uma segunda versão do Letrinhas, pois as tecnologias móveis devem ser pensadas em termos de contexto, sendo tipicamente contextuais e periféricas [10].

III. O LETRINHAS

O Letrinhas é um sistema de informação que foi inicialmente desenvolvido para avaliar a fluência da leitura nos alunos dos primeiros anos de escolaridades [9]. A leitura é uma valência fundamental para o sucesso escolar dos alunos e a identificação de dificuldades numa fase precoce permite definir estratégias de intervenção que promovam de forma efetiva o sucesso escolar nesta e nas outras disciplinas do currículo. Neste sentido, desenvolveu-se um sistema de informação que é composto por um repositório digital de conteúdos didáticos e uma aplicação móvel que utiliza esses conteúdos para avaliar a qualidade da leitura.

A. Sistema de informação Letrinhas

O Sistema de informação (Fig. 1) é composto por vários módulos que desempenham tarefas distintas.



Fig. 1. Arquitetura do sistema de informação do Letrinhas

A aplicação para dispositivos móveis (App) é a parte mais visível do sistema. É através dela que são disponibilizados os elementos de informação e de avaliação. As tecnologias utilizadas para a sua implementação permitem a sua disponibilização em várias plataformas (e.g. Android, iOS, Windows) e nos diferentes formatos dos dispositivos móveis.

O *backoffice* é uma aplicação Web que permite gerir os dados que são utilizados pelo sistema (elementos de informação e avaliação; resultados dos testes; dados dos alunos, professores

e escolas; entre outros). Esta aplicação é executada num *browser* permitindo a sua utilização a partir de qualquer dispositivo com acesso à Internet.

O Servidor, tal como o nome indica, fornece os serviços de autenticação para o *backoffice* e para a aplicação para dispositivos móveis, bem como o serviço de armazenamento, acesso e processamento de dados.

A segurança da informação no Letrinhas é um fator de extrema importância uma vez que está *online* e, portanto, suscetível a ataques informáticos. A segurança é implementada através de um controle de acessos eficaz e do uso de encriptação dos dados, tanto no seu armazenamento, como nas comunicações ponto a ponto.

B. Testes de Leitura

Fazendo uso das capacidades multimédia dos dispositivos móveis o teste de leitura, que anteriormente era realizado em papel, passou a estar disponível em formato digital ao qual foram acrescentados novos elementos que enriqueceram a sua realização e correção. No formato digital, o teste passou a incluir a voz gravada do professor que permite ao aluno ter acesso a uma leitura correta em termos de entoação, velocidade e prosódia, sendo este o modelo de leitura que o aluno tentará reproduzir com a sua própria voz. O aluno pode ouvir a leitura do professor as vezes que julgar necessárias e o texto possui um sistema de sincronização com a voz que permite ao aluno associar as palavras que estão a ser ouvidas com as que estão escritas no texto.

Na realização do teste, o aluno lê o texto e o sistema grava a sua voz, que depois pode ser ouvida. O aluno pode repetir o teste se não estiver satisfeito com o resultado. O facto de este poder ouvir a sua própria voz permite que ele identifique as suas dificuldades e as tente corrigir de forma autónoma.



Fig. 2. Avaliação de um teste de leitura de texto

A avaliação da fluência da leitura é feita através da correção do teste (Fig. 2), que vai identificar os erros de leitura que o aluno cometeu. Utilizando como critérios a fluência e a precisão da leitura, [11], são avaliadas duas categorias de erros e, dentro de cada categoria, vários tipos:

a) **Exatidão:** 1) substituição de letras; 2) substituição de palavras; 3) adições; 4) omissões de letras; 5) omissões de sílabas; 6) omissões de palavras; 7) inversões;

b) **Fluidez:** 1) vacilação; 2) repetições; 3) soletração; 4) fragmentação de palavras; 5) retificação espontânea.

A avaliação pormenorizada do teste é difícil pelo processo tradicional, onde o professor ouve o aluno e tem que fazer a correção da leitura *in loco* através da audição do aluno.

As tecnologias digitais facilitam e apuram a avaliação do teste uma vez que a leitura é gravada e o professor pode ouvi-la as vezes que julgar necessárias, designadamente as partes em que o aluno cometeu erros, para dissipar as suas dúvidas. A correção é feita pela reprodução do som gravado pelo aluno e, sempre que o professor detetar um erro, a reprodução é pausada para que este selecione a categoria e o tipo de erro cometido. As palavras onde o aluno errou e o tipo de erros são assinaladas no texto e no final do teste o sistema faz uma avaliação do teste sugerindo ao professor uma nota, que é guardada em armazenamento permanente. Os dados armazenados são usados para acompanhar a evolução da aprendizagem do aluno.

O sistema identifica as palavras onde o aluno teve mais dificuldade e disponibiliza um tipo de teste onde essas palavras podem ser treinadas isoladamente (Fig. 3). Este teste apesar de estar relacionado com o teste de leitura pode ser utilizado para avaliar uma lista de palavras escolhidas pelo professor.



Fig. 3. Teste de leitura de listas de palavras em ambiente real

Ainda no âmbito da leitura desenvolvemos um novo tipo de teste que permite avaliar outras competências inerentes à leitura como, por exemplo, a identificação de palavras dentro de um texto (Fig. 4). Este tipo de teste permite identificar verbos, nomes, ou outra classe de palavras que o professor escolha para seleção.



Fig. 4. Identificação de palavras num texto

Os testes caracterizados anteriormente têm como principal objetivo o desenvolvimento da capacidade leitora dos alunos e por essa razão são acompanhados da leitura do professor em formato digital, tendo sido avaliados no estudo realizado no Agrupamento de Escolas Artur Gonçalves [1].

Dada a importância que assumem atualmente as línguas estrangeiras no currículo, foram a primeira área curricular a ser incluída no sistema de informação. As competências a adquirir são similares às da língua nativa, no entanto, a reprodução da voz torna-se ainda mais importante uma vez que a leitura é feita noutro idioma e a associação entre o léxico e o fonema tem uma importância acrescida.

IV. ENSINAR, APRENDER E AVALIAR COM MULTIMÉDIA

Os testes de leitura requerem um ambiente isolado de forma a que se possa obter uma captação correta da leitura do aluno, o que limita a sua utilização em contexto de sala de aula. Por seu lado, é necessária a intervenção do professor para fazer a sua correção, o que limita a sua utilização autónoma e a sua utilização alargada.

De forma a responder às necessidades dos docentes do Agrupamento de Escolas Artur Gonçalves foi expandido o âmbito de aplicação do Letrinhas, maximizando-se a utilidade da infraestrutura criada anteriormente [9], nomeadamente, as suas capacidades multimédia e de avaliação. Assim incluíram-se novos tipos de testes e de conteúdos curriculares.

Os novos recursos disponibilizados podem ser utilizados em contexto de sala de aula ou de forma autónoma pelos alunos. Estes recursos possuem correção automática e podem ser usados tanto em contexto de avaliação por parte do professor como de aferição do progresso na aquisição de conhecimentos na fase de aprendizagem por parte do aluno.

Estes materiais pedagógicos são formados por dois tipos de elementos: elementos de informação e elementos de avaliação. Os elementos de informação permitem que o docente disponibilize conteúdos sobre os programas curriculares enquanto os elementos de avaliação permitem aferir o grau de aprendizagem desses mesmos conteúdos por parte do aluno. Todos os elementos fazem uso das características dos dispositivos móveis, designadamente, da interação pelo toque e das capacidades multimédia.

Foram disponibilizados dois tipos de elementos de informação: um baseado em texto e outro baseado em imagens.

Os elementos de informação baseados em texto permitem que o professor disponibilize ao aluno informação sonora e visual acerca das palavras. Com este tipo de conteúdos é possível apresentar informação adicional sobre as palavras, quando o aluno lhe toca. Assim, podem ser apresentadas as classes a que determinada palavra pertence (e.g. verbo, nome, adjetivo), o seu significado (e.g. sinónimos, tradução) e ainda poderá ser reproduzido um som que pode representar a leitura, eventualmente numa língua diferente da escrita, ou qualquer outro som (e.g. som emitido por um animal).

Os elementos de informação baseados em imagens funcionam de forma similar aos de texto, no entanto, o toque identifica uma região numa imagem. Com este tipo de conteúdos é possível associar a uma determinada região da imagem a um som ou a uma legenda, permitindo ensinar, por exemplo, geografia com a identificação dos países num mapa, o seu hino, a sua língua, ou biologia com a identificação de músculos num corpo humano.

Para aferir os conhecimentos adquiridos pelos alunos, desenvolvemos um conjunto de elementos de avaliação. Estes elementos permitem fazer a avaliação automática das respostas dos alunos possibilitando a sua utilização de uma forma alargada e autónoma.

A Fig. 5 mostra um exemplo de um elemento de avaliação onde os alunos introduzem texto dentro de texto. No exemplo apresentado, os alunos tiram partido das capacidades de arrastamento de elementos multimédia dentro do ecrã para colocar os vários sinais de pontuação num texto.



Fig. 5. Arrastar palavras para dentro de texto

O Letrinhas disponibiliza um outro elemento de avaliação onde o aluno deve arrastar as palavras que estejam relacionadas com um ou mais conjuntos. Pode ser utilizado, por exemplo, para identificar o género dos nomes (Fig. 6).



Fig. 6. Arrastar palavras para dentro de conjuntos

A Fig. 7 mostra um exemplo de teste em que o aluno tem que indicar qual das respostas é a correta. O corpo da pergunta pode ser uma imagem, um texto ou um som e as respostas podem ser texto ou imagens.



Fig. 7. Selecionar opções



Fig. 8. Ligar elementos multimédia

A Fig. 8 mostra um teste que permite associar elementos de dois conjuntos através de ligações. Os elementos dos conjuntos podem ser imagens ou texto e utilizam a capacidade dos ecrãs sensíveis ao toque para fazer as ligações de uma forma simples e intuitiva.

A Fig. 9 mostra um exemplo de teste onde a resposta é dada pela seleção de regiões numa imagem. O teste está parametrizado para selecionar várias regiões dentro de uma imagem como resposta correta.

Os elementos de informação e de avaliação podem ser combinados pelo professor, criando verdadeiros objetos de aprendizagem, que podem ser utilizados para o ensino e aprendizagem de qualquer temática.



Fig. 9. Selecionar regiões de imagens

Estes elementos, ao fazerem parte de diferentes combinações, podem ser utilizados em diferentes contextos, rentabilizando o trabalho do professor e permitindo a adaptação dos conteúdos às necessidades dos alunos e à sua realidade sociocultural.

V. CONCLUSÃO

A primeira versão do Letrinhas [8] foi criada para auxiliar a aprendizagem e o aperfeiçoamento da competência de leitura, utilizando as capacidades multimédia dos dispositivos móveis. Estudos experimentais [1] confirmaram a sua eficácia na promoção da leitura e a boa aceitação por parte dos alunos e dos professores. Explorando o interesse demonstrado pelos agentes educativos, foram introduzidas novas funcionalidades no sistema de forma a incrementar a sua utilidade.

A nova versão do Letrinhas está preparada para os diversos conteúdos curriculares, utilizando as facilidades disponibilizadas pelos ecrãs sensíveis ao toque e a possibilidade de reprodução de conteúdos multimédia dos dispositivos móveis. Foram adicionados novos elementos multimédia, elementos que utilizam informação espacial fornecida pelo toque, e elementos que funcionam por arrastamento.

As novas funcionalidades introduzidas no sistema alargam o âmbito de aplicação, podendo ser utilizado em contexto de sala de aula, qualquer que seja a disciplina. A correção automática

dos testes permite uma avaliação mais fácil para o professor e a possibilidade de ser utilizado como tutor pelos alunos.

Tendo por base os testes com utilizadores e avaliação heurística realizada, pretendemos efetuar melhorias na usabilidade e fiabilidade do sistema e desenvolver novos módulos que possam ajudar os alunos a melhorar o seu sucesso escolar.

A avaliação da nova versão do Letrinhas em contexto educativo será feita no primeiro semestre do ano letivo 2016/2017.

AGRADECIMENTOS

Ao Alexandre Carvalho, ao Artur Gomes e ao Tiago Fernandes, alunos da licenciatura em Engenharia Informática da Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico de Tomar, pela sua colaboração neste projeto.

REFERÊNCIAS

- [1] A. P. Ferreira, F. Morgado, C. G. Marques, A. Manso, e P. Dias. "Aprender a ler através de dispositivos móveis. Um estudo de caso no Agrupamento de Escolas Artur Gonçalves". in A. A. Carvalho, S. Cruz, C. G. Marques, A. Moura, I. L. Santos e N. Zagalo (Orgs.), *Atas do 3.º Encontro sobre Jogos e Mobile Learning*, Coimbra: Universidade de Coimbra, Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação, LabTE, 2016, pp. 50-66.
- [2] ANACOM. "Serviços Móveis", Informação estatística, 3.º Trimestre 2015, ANACOM, consultado em 28 de fevereiro de 2016 em http://www.anacom.pt/streaming/STM_1T2012.pdf, 2015
- [3] Internext."IDC antecipa que 75% da força de trabalho será móvel até 2018", Internext, consultado em 10 de abril de 2016 em <http://tinyurl.com/gwzlzuj>, 2016.
- [4] H. Rheingold. *Smart mobs: the next social revolution*, Cambridge: Perseus, 2002.
- [5] L. F. S. Carvalho. *Utilização de dispositivos móveis na aprendizagem da matemática no 3.º Ciclo*, dissertação de mestrado, Porto, Universidade Portucalense, 2015.
- [6] A. Moura. "Geração Móvel: Um Ambiente de Aprendizagem Suportado por Tecnologias Móveis para a "Geração Potegar", in *Actas da VI Conferência Internacional de TIC na Educação (Challenges 2009)*, Braga: CCUM, 2009, pp. 49-77.
- [7] T. Georgiev, E. Georgieva, e A. Smrikarov. "M-Learning: A new stage of e-learning", in *Proceedings International Conference on Computer Systems and Technologies, CompSysTech' 2004*, Rouse, consultado em 13 de Junho de 2010 em <http://tinyurl.com/zqn2rm7>, 2004, pp. IV.28.1 – IV.28.5.
- [8] T. Mousquer e C. O. Rolim. "A utilização de dispositivos móveis como ferramenta pedagógica colaborativa na educação infantil", in D. R. Silva e V. S. Cruz (Eds.), *Anais II Simpósio de Tecnologia da Informação da Região Noroeste do Rio Grande do Sul*, XX Seminário Regional de Informática, 2011.
- [9] A. Manso, C. G. Marques, P. Dias, A. Ferreira, e F. Morgado. "Letrinhas: promoção da leitura através de dispositivos móveis", in M. R. Rodrigues, M. L. Nistal e M. Figueiredo (Eds.), *Atas do XVII Simpósio Internacional de Informática Educativa (SIIIE' 2015)*, Setúbal: Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Setúbal, 2015, pp. 116-123.
- [10] P. Patrocínio, J. F. Matos. "Mobile Learning em espaços educativos informais. Princípios para o design de cenários de aprendizagem baseados em tecnologias móveis." In A. A. A. Carvalho, T. Pessoa, S. Cruz, A. Moura & C. G. Marques (Orgs.), *Atas do Encontro sobre Jogos e Mobile Learning*, Braga: CIEd, 2012, pp. 330-335.
- [11] S. Esteves. *Fluência da leitura: da avaliação à intervenção*, Lisboa: Psicosoma, 2013.

Recursos Multimedia para el desarrollo de la competencia informacional. Diseño metodológico para el estudio comparativo en estudiantes de pregrado y posgrado en dos universidades públicas, Chile y España

Erla Mariela Morales-Morgado, Rosalynn Argelia Campos Ortuño
Departamento de Didáctica, Organización y Métodos de Investigación. Facultad de Educación
Universidad de Salamanca, USAL
Salamanca, España
{erla,rosecampos}@usal.es

Alejandra Alicia Pérez Bonilla
Departamento de Tecnologías de Gestión.
Facultad Tecnológica
Universidad de Santiago de Chile, USACH
Santiago, Chile
alejandra.perez.b@usach.cl

Resumen—En esta sociedad de la información, el desarrollo de competencias informacionales es uno de los objetivos básicos a desarrollar desde educación primaria [1], educación secundaria [2] hasta la educación superior tal como señala el informe *Horizon* [3-5] y UNESCO [6-7]. En este último nivel educativo, se puede apreciar en ambos países (Chile y España) que, en muchos casos, los estudiantes no han desarrollado de manera equitativa esas destrezas básicas propias de la competencia informacional; presentando problemas al momento de desarrollar trabajos de investigación exigidos en las distintas asignaturas, incluso proyectos de título y/o tesis de grado. La Universidad de Salamanca (USAL) ha realizado un proyecto de innovación docente [8] para crear cuatro Objetos de Aprendizaje (OAs), bajo licencia *Creative Commons*; diseñados para diversos estilos de aprender, que ayuden a los estudiantes a conocer más a fondo sobre: Fuentes de información, el Buscador Google, Metabuscadors y Plagio Académico. Según los resultados de la prueba piloto, los OAs han aumentado el interés y la motivación de los estudiantes para desarrollar esas competencias. Al detectar las mismas necesidades en la Universidad de Santiago de Chile (USACH) se está desarrollando un proyecto conjunto para adaptar y reutilizar los OAs en el contexto chileno, con la finalidad de realizar estudios comparativos, cuyo diseño se presenta en esta investigación.

Palabras clave—objetos de aprendizaje; estilos de aprendizaje; competencia informacional

I. INTRODUCTION

La importancia de gestionar la información con eficacia es uno de los principales aspectos que deben ser abordados dentro del *curriculum*, pues como señala [9], vivimos en una sociedad con exceso de información, y uno de los retos a los que se enfrenta los bancos de datos que la almacenan, es la falta de criterios adecuados y unificados para que los usuarios puedan buscar, filtrar y utilizar esa información de manera eficiente.

Las competencias informacionales, además, guardan relación, entre otros factores, con los instrumentos creados por la cultura letrada (textos impresos o digitales) y con las prácticas

sociales que se plasman en las formas de apropiación social que se hacen de éstos en las trayectorias familiares y escolares. Dichos instrumentos, empleados por los sujetos sociales para el acceso, evaluación y uso de la información en contextos académicos, se configuran como artefactos culturales que recogen la sabiduría de los colectivos disciplinares, son apropiados a través de prácticas culturales específicas de tales colectivos y se entretienen con los universos sociales de los sujetos [10-11].

Como profesoras e investigadoras, observamos entre nuestros estudiantes el desconocimiento de una de las sub-competencias básicas más importantes a desarrollar en cualquier carrera, que es la búsqueda de información de manera eficiente, no sólo a través de buscadores, sino que además a través de fuentes fidedignas de información como bases de datos, bibliotecas electrónicas, repositorios, etc. que contienen documentos publicados que han sido valorados por expertos.

La falta de este tipo de habilidades y destrezas conduce muchas veces a que los estudiantes saquen información a través de la Web sin claros criterios para valorar la calidad de la misma y contrastar la información con documentos académicos actualizados. Sumado a esto, se encuentra el problema de la falta de conocimiento de normas, como la APA, que les permitan referenciar correctamente la información, incurriendo en casos de plagio con severas consecuencias.

Anteriormente, se ejecutó un proyecto de innovación docente en la USAL [8], para diseñar prototipos de OAs que permitiera valorar si su diseño era consecuente con las necesidades reales de sus estudiantes. En base a este proyecto, y en función de los resultados obtenidos en la USAL, se han adaptado los prototipos de OAs al contexto chileno, de manera que puedan atender los requerimientos de los estudiantes de la Facultad Tecnológica de la Universidad de Santiago de Chile, para desempeñarse adecuadamente en el desarrollo de trabajos de investigación, seminarios de titulación y tesis de grado (según corresponda).

En este trabajo se presentan los fundamentos teóricos que dan origen a esta propuesta, que van desde las orientaciones sobre el desarrollo de competencias en ambos países, las características de los OAs como recursos abiertos, y la propuesta de diseño para crearlos adaptados a diversos estilos de aprender. En base a los resultados de la prueba piloto aplicada en la USAL, se presenta la propuesta de adaptación de los OAs para ser reutilizados en un repositorio abierto de la USACH.

II. MARCO TEÓRICO

A. Competencias

El desarrollo de competencias es uno de los principales objetivos en los sistemas educativos que van desde la educación primaria, hasta la educación superior. Tal como indica [8] se trata de un saber hacer complejo, que exige un conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes, valores y virtudes que garanticen la bondad y eficiencia de un ejercicio profesional responsable y excelente.

Aludiendo a las competencias dentro de un contexto educativo [12] señalan que representan una combinación dinámica de atributos, en relación al conocimiento y su aplicación, a las actitudes y responsabilidades, que describen los resultados de aprendizaje de un determinado programa o cómo los estudiantes serán capaces de desarrollarse al final del proceso educativo.

Las orientaciones de la Unión Europea insisten en la necesidad de la adquisición de las competencias clave por parte de la ciudadanía como condición indispensable para lograr que los individuos alcancen un pleno desarrollo personal, social y profesional que se ajuste a las demandas de un mundo globalizado y haga posible el desarrollo económico, vinculado al conocimiento [13].

Sobre esta base, en España a través de la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE), se han definido ocho competencias clave a desarrollar en el currículo en Primaria, ESO y Bachillerato, siendo una de ellas la Competencia Digital (CD).

La competencia digital entraña el uso seguro y crítico de las tecnologías de la sociedad de la información (TSI) para el trabajo, el ocio y la comunicación. Se sustenta en las competencias básicas en materia de TIC: el uso de ordenadores para obtener, evaluar, almacenar, producir, presentar e intercambiar información, y comunicarse y participar en redes de colaboración a través de Internet [14].

En el caso de Chile, en el año 2012 se ha definido un marco de competencias TIC a considerar por parte de diversos agentes del ámbito educativo, el cual considera competencias y estándares TIC para directores, profesión docente, jefes/as de Unidad Técnico Pedagógica, Orientadores y Coordinadores/as de las Bibliotecas escolares CRA (www.enlaces.cl).

En cuanto a los estudiantes de educación primaria y secundaria, el Centro de educación y Tecnologías, ha elaborado una matriz de habilidades TIC para el aprendizaje (<http://www.enlaces.cl/sobre-enlaces/habilidades-tic-en->

[estudiantes](#)) definiéndolas como la capacidad de resolver problemas de información, comunicación y conocimiento, así como dilemas legales, sociales y éticos en ambiente digital.

En el ámbito universitario, el desarrollo de competencias va unida a las iniciativas de las instituciones de manera autónoma, como el caso del proyecto Mi-Compu.MX, donde [15] describe el desarrollo de competencias digitales que se desarrollan en México. En Chile y España se observan esfuerzos aislados para reforzar las competencias informacionales de los estudiantes, sin embargo, no se ve una clara apuesta por el uso de recursos educativos abiertos dirigidos al desarrollo de estas competencias.

B. Recursos Educativos Abiertos

La iniciativa de los contenidos abiertos se refiere a la libre distribución, uso, copia y modificación de los resultados de cualquier actividad creativa, que incluye un amplio rango de recursos, pero con un especial impacto en las instituciones educativas en general y en las universidades en particular [16]. Como señalan [17] el conocimiento abierto es un fenómeno que se ha venido desarrollando y analizando en distintos contextos y con un ámbito completamente multicultural.

La declaración de UNESCO [18] hace una serie de recomendaciones sobre la importancia de promover el uso de recursos educativos abiertos en todos los niveles educativos, y crear oportunidades para compartir materiales bajo licencias abiertas que puedan ser adaptados a diversos lenguajes y contextos culturales. El propósito según [19] es que, mediante la colaboración entre comunidades de profesionales e investigadores, apoyadas en el uso de las TIC el conocimiento esté al alcance de un mayor número de personas, superando con ello la brecha entre países.

Con el fin de hacer realidad la visión de una representación global y accesible del conocimiento, la declaración de Berlín señala [20] que la futura Web tiene que ser sostenible, interactiva y transparente. El contenido y herramientas de software deben ser libremente accesibles y compatibles.

La organización para la cooperación económica y el desarrollo [21] analiza la importancia del *e-learning* y los OAs como recursos accesibles y compatibles. El concepto nace de la necesidad de acceder a recursos específicos de aprendizaje, de carácter digital, que puedan ser reutilizados por los usuarios en diversos tipos de plataformas.

Para procurar que los recursos promuevan efectivamente el aprendizaje, los define [22] como una unidad educativa con un objetivo mínimo de aprendizaje asociado a un tipo concreto de contenido y actividades para su logro, caracterizada por ser digital, independiente, accesible y reutilizable en distintas situaciones de aprendizaje.

Desde la aparición de los OAs, han surgido diversas propuestas para el diseño instruccional, como la *Instructional Transaction Theory* (ITT) [23] la cual define cuatro tipos de OAs (entidades, propiedades, actividades y procesos) los cuales se relacionan a un tipo y contenido de aprendizaje. También se clasifican según su finalidad y posibilidades de combinación

(fundamentales, combinados cerrados, combinados abiertos, generativos de presentación y generativos-instructivos) [24]. Por otra parte [25] aportan elementos del diseño instruccional a considerar en la construcción de una lección, módulo o curso, compuestos por diversos tipos de OAs.

Sobre esta base [26] sugieren considerar los siguientes componentes para el diseño instruccional para el desarrollo de competencias: Visión general, epígrafes o contenido teórico, tres tipos de contenidos (datos y conceptos; procedimientos y procesos; reflexión y actitud), resumen, y, finalmente, actividades de práctica y evaluación de forma opcional.

C. Diseño de objetos de aprendizaje en base a competencias y Estilos de aprendizaje

Según [27] los estilos de aprendizaje se entienden conceptualmente como variables personales que, a mitad de camino entre la inteligencia y la personalidad, explican las diferentes formas de abordar, planificar y responder ante las demandas del aprendizaje.

Para facilitar el aprendizaje de los alumnos con respecto a estas materias, se propone un diseño de los contenidos, considerando las preferencias de estilos de aprender según la teoría de cuatro estilos de aprender: activo, reflexivo, teórico y pragmático [28].

Atendiendo a la teoría de estilos (A-R-T-P), según [29] hay aspectos orientados a cada uno que considerar, y que permitirán que los estudiantes identificarse con cada estilo al interactuar con los OAs:

- **Tipo de contenido a aprender:** a la hora de elaborar materiales formativos se debe tener en cuenta los tres tipos de contenidos fundamentales: conceptuales (concep.) (conceptos), procedimentales (proc.) (generales, algorítmicos, heurísticos), actitudinales (act.) (generales y específicos), y factuales (fact.) (hechos, terminologías, principios, reglas, teorías). En el caso del modelo consideramos: para *Activos* = proc+act; para *Reflexivos*=fact.+concep; para *Teóricos*= proc+fact.; y para *Pragmáticos*= proc+concep.
- **Tipo de navegación:** guiada (índice con relaciones, menú desplegable) y no guiada (mapa conceptual, metáfora, resumen). En el caso de cada estilo tenemos: *Activos*= índice, mapa conceptual, presentación en formato IMS o HTML; *Reflexivos*=metáfora, resumen, presentación en formato IMS o HTML; *Teóricos*= menú desplegable, índice con relación de secciones, presentación en formato SCORM; *Pragmáticos*= mapa de navegación claro, guía de navegación, presentación en formato SCORM.
- **Tipo de colores:** el color es un elemento crucial en el diseño de los recursos educativos, capaz de transmitir mensajes que provocan diversas reacciones. Considerando la teoría de [30] se utilizan las siguientes gamas de colores para cada estilo: *Activos*= naranja, amarillo y rojo; *Reflexivos*= marrón, rosa, morado y verde; *Teóricos*= azul y gris; y *Pragmáticos*= marrón, rojo, amarillo y verde.

- **Organización:** considerando las partes del OAs que fundamentan la guía de diseño se organiza en función de las características de cada estilo.

Considerando el diseño anterior en base a estilos, se analizaron los OAs creados en USAL, para adaptar su contenido al contexto chileno y ser utilizados en USACH.

D. Adaptación de OAs e instrumentos al contexto chileno

Los cuatro OAs aplicados en España, fueron analizados por profesores de la Universidad de Santiago de Chile para definir los aspectos que debían ser modificados para adaptarse al contexto chileno. Sobre esta base, se modificaron algunas expresiones de los textos para facilitar la comprensión de los mismos y se agregaron más ejemplos y videos con casos de plagio, cometidos por personajes conocidos en el ámbito político de Latinoamérica.

También se incluyó información sobre la ley chilena de propiedad intelectual (Fig. 2) y un documento sobre el uso de las normas APA, elaborado por la Universidad de Santiago de Chile (USACH) (Fig. 3).



Fig. 1. Videos de casos de plagio en el contexto latinoamericano



Fig. 2. Información sobre ley Chilena de propiedad intelectual

Para poder recoger información sobre las competencias informacionales e informáticas de los estudiantes, se hizo una adaptación del instrumento traducido de [31] para recoger los datos demográficos al contexto chileno, según los niveles

educativos del país y las carreras universitarias impartidas en la USACH.



Fig. 3. Inclusión de guía elaborada por el servicio de bibliotecas de la Universidad de Santiago de Chile (USACH)

III. DISEÑO METODOLÓGICO Y ETAPAS

El estudio será realizado con estudiantes de pre y posgrado tanto de la USAL como de la USACH. Actualmente ya se ha realizado la prueba piloto, en la USAL, para valorar la influencia sobre el uso de recursos educativos adaptados a los estilos de aprendizaje en estudiantes y la valoración que hacen ellos de los OAs a través de la Herramienta de Evaluación de Objetos de Aprendizaje Reutilizables (HEODAR), diseñada por [32].

La población utilizada en el estudio piloto estuvo constituida por los estudiantes cursantes de la asignatura de TIC, ofertada en el primer año del programa de estudios del grado de Magisterio en Educación Infantil y Primaria de la Escuela Universitaria de Educación y Turismo de Ávila de la Universidad de Salamanca, curso 2012 /2013. Según [33] la muestra total (50) de tipo no probabilística de conveniencia, estuvo compuesta por estudiantes ambos grados Primaria (36) e Infantil (14).

Los estudiantes participaron en la actividad, cumplimentando el cuestionario de Estilo de Aprendizaje (CHAEA), y valorando los OAs. Con esta prueba piloto, se esperaba identificar indicios de relaciones entre las preferencias de aprendizaje y el interés de los estudiantes por los OAs diseñados, en función de las siguientes hipótesis: a) 1ª. Los estudiantes considerarán que le interesaron las actividades del OAs diseñado para su estilo de aprendizaje; b) 2ª. Los estudiantes considerarán que comprendieron mejor los contenidos del OAs diseñado para su estilo de aprendizaje; y c) 3ª. Los estudiantes valorarán con mayor puntuación el OAs diseñado para su estilo de aprendizaje.

En función de las variables interés por las actividades, comprensión de los contenidos y apreciación de los OAs, se puede destacar que, en relación a la primera hipótesis planteada, solo se confirmó para los estilos *Activo* (3.29) y *Reflexivo* (3.27), ya que valoraron con mayor puntuación los OAs diseñados para sus estilos; en cambio se rechazó para los *Pragmáticos* (3.36) y *Teóricos* (3.64). En relación a la segunda hipótesis planteada se

confirmó para los estilos *Activos* (3.36), *Reflexivos* (3.45) y *Pragmáticos* (3.63), ya que los estudiantes consideraron que comprendieron mejor los contenidos del OAs diseñado para cada uno de sus estilos, por otra parte, no se confirmó para los de estilo *Teórico* (3.29). La tercera hipótesis se confirmó parcialmente, ya que solo los *Activos* (2.93), *Teóricos* (2.82) y *Reflexivos* (3.36), dieron una mayor puntuación a los recursos diseñados para su estilo de aprendizaje. En cambio, no se confirmó para el diseñado para los *Pragmáticos*.

En cuanto a la USACH, la muestra objeto de estudio se obtiene de la facultad Tecnológica. Esta facultad se sustenta en cinco unidades académicas: Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (DECYTAL), Departamento de Tecnologías de Gestión, Departamento de Tecnologías Industriales, Departamento de Gestión Agraria y el Departamento de Publicidad e Imagen. La Población está constituida por todos los estudiantes de la facultad (la matrícula al año 2016 es de 1520 estudiantes) de post o pregrado, La muestra total (100) de tipo no probabilística de conveniencia en donde se eligen 4 cursos con criterio de nivel en el que se encuentran situados, departamento al que pertenece, duración de la carrera y si es de post o pregrado. La Tabla I resume la muestra elegida para la prueba piloto.

TABLA I. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA PARA LA PRUEBA PILOTO ENTRE USAL-USACH

| | Universidad Española | Universidad Chilena |
|-------------------------------|--|---|
| Tamaño de la muestra | 100 | 100 |
| Nivel de confianza | 95% | 95% |
| Características de la muestra | <p>Estudiantes de ingreso en asignaturas de introducción a la especialidad (Grado de Maestro en Educación Infantil y primaria)</p> <p>Estudiantes de último año en asignaturas de proyectos de fin de carrera (Grado de Maestro en Educación Infantil y primaria)</p> <p>Estudiantes de años intermedios (Grado de Maestro en Educación Infantil y primaria)</p> | <p>Estudiantes de ingreso en asignaturas de introducción a la especialidad: ✓ Tecnólogo en alimentos (50 est.) ✓ Magister en Innovación y gestión Tecnológica (5 est.)</p> <p>Estudiantes de último año en asignaturas de proyectos de fin de carrera: ✓ Ingeniería en alimentos (5 est.) ✓ Ingeniería en Agronegocios (10 est.)</p> <p>Estudiantes de años intermedios: ✓ Tecnólogo en Administración de Personal (30 est.)</p> |

Para estructurar la metodología de trabajo se han establecido cuatro etapas a desarrollar, una vez analizado los resultados de la prueba piloto, antes descrita, que está en fase de término. Las etapas del diseño metodológico son las siguientes:

A. Definición del diagnóstico del proyecto.

- Diagnóstico de la competencia informacional en estudiantes y profesores.
- Determinación del estilo de aprendizaje predominante.

B. Diseño y Desarrollo

Utilizaremos una serie de técnicas para responder a los objetivos y validar las hipótesis de investigación:

- Elaboración de un cuestionario para la primera muestra de estudiantes de la facultad Tecnológica. Para ello será necesario identificar y/o definir una serie de indicadores y variables clave que serán decisivos a la hora de determinar los datos que se desean obtener. El cuestionario, el mismo para todos los estudiantes, será validado en pruebas piloto con expertos y usuarios.
- Elaboración de un cuestionario para la primera muestra de profesores/as de la facultad Tecnológica. El cuestionario que será el mismo para todos y todas, será validado en pruebas piloto con expertos y usuarios.
- Evaluación y mejora de prototipos de OAs diseñados en la USAL para su mejora y también se crearán nuevos objetos coherentes con la realidad local.
- Publicación los OAs en una colección específica del proyecto a través de la comunidad Dired¹ almacenada en el repositorio GREDOS de la USAL y Académica 2 de la Facultad Tecnológica de la USACH².

C. Aplicación

Los estudiantes de la FACTEC de la USACH revisarán los recursos para el aprendizaje de contenidos relacionados a la competencia informacional, lo mismo harán los estudiantes y académicos que realicen investigación. Se aplicarán los instrumentos elaborados para proceder a la recogida de datos e iniciar el proceso de evaluación del impacto.

D. Análisis

En esta etapa se tratan los datos recogidos en la etapa anterior para que puedan ser analizados estadísticamente:

- Análisis estadístico básico: En particular se espera dar respuesta a las preguntas sobre las características, competencias, habilidades, etc. por parte de los estudiantes y del profesorado. Así pues, en esta etapa el objetivo es realizar una descripción, desde el punto de vista estadístico (medias multivariantes, escalas multiítems, etc.), de las principales variables relacionadas con el objeto de estudio.
- Análisis de datos avanzado: Como complemento al análisis descriptivo anterior, en esta etapa se desarrollará un análisis estadístico basado en técnicas más complejas (series temporales, modelos multivariantes, ANOVA, etc.), técnicas de minería de datos y de análisis

cualitativo. El objetivo será tratar de determinar la situación actual y la evolución futura de los principales indicadores que caracterizan los resultados.

IV. RESULTADOS ESPERADOS

Uno de los principales hallazgos que se pretenden alcanzar es la detección de las necesidades de los estudiantes para desarrollar adecuadamente sus competencias informacionales. A través de los OAs adaptados a estas necesidades, se espera promover una importante mejora en la adquisición de los conocimientos, habilidades y destrezas necesarias para conseguir un adecuado desarrollo de las competencias informacionales mínimas necesarias para desenvolverse adecuadamente en las exigencias investigativas que demanda la USACH. La verificación de los resultados se realizará a través de los instrumentos que permitirán valorar los aprendizajes y el nivel de satisfacción de los estudiantes, cuyos resultados serán difundidos a través de diversas publicaciones científicas, tanto en Chile como en España.

V. CONCLUSIONES

De los resultados de la prueba piloto aplicado en la USAL, se puede inferir que a través de los OAs adaptados a los estilos de aprendizaje, se ha contribuido a una mejor comprensión de los contenidos referidos en ellos, e interés por las actividades propuestas.

La adaptación al contexto chileno ha sido posible gracias a que los OAs creados en España disponen de una licencia *Creative Commons* que permite su reutilización y adaptación, promoviendo así, el uso de recursos educativos abiertos.

Una vez realizadas las mejoras en los OAs y realizadas las adaptaciones descritas al contexto chileno; se espera obtener una muestra más amplia en USACH para lograr tener significancia. De esta manera se pretende realizar estudios comparativos que permitan difundir el uso de recursos educativos abiertos en los repositorios institucionales de ambas instituciones.

En cuanto al impacto en la docencia, se espera que estos recursos educativos creados, permitan compartir la idea apostar por el uso de recursos educativos abiertos, y a la vez enriquecer las metodologías de enseñanza, fortaleciendo sus habilidades en el diseño y organización de los recursos. También se espera fomentar nuevas formas de ofrecer contenidos a los estudiantes, favoreciendo el reuso de dichos recursos, al estar ya diseñados para estilos de aprendizaje específicos. Esta situación, permitirá al profesor ahorrarse el tiempo de diseño en un nuevo recurso, e invertirlo en la búsqueda de metodologías para su aplicación y en el contenido real a impartir. Este resultado será medido a través de los instrumentos a aplicar a docentes y estudiantes.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto 084-2015. Concurso 2015 de Proyectos de Innovación docente, Vicerrectoría Académica, Universidad de Santiago de Chile. Convenio Marco de cooperación entre

¹ Comunidad Dired en el Repositorio GREDOS de la USAL. Enlace: <http://gredos.usal.es/jspui/simple-search?query=dired>

² Plataforma Moodle ACADEMIA2 de la USACH. Enlace: <http://academica2.usach.cl/>

Universidad de Salamanca, España y Universidad de Santiago de Chile.

REFERENCIAS

- [1] Boletín Oficial del Estado, REAL DECRETO 1513/2006, de 07 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación primaria, vol. 21409. 2006, pp. 43053-43102.
- [2] Boletín Oficial del Estado, REAL DECRETO 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria, vol. 238. 2007, pp. 677-773.
- [3] L. Johnson, S. Adams, V. Estrada, A. Freeman, P. Kamyplis, R. Vourikari, y Y. Punie, "Horizon Report Europe: 2014", 2014. [En línea]. Disponible en: <http://irie.uib.cat/es/organizacion/suport/receca-externa/798-horizon-report-europe-2014-schools-edition.html>. [Accedido: 04-jul-2016].
- [4] L. Johnson, S. Adams, V. Estrada, y A. Freeman, "NMC Horizon Report: 2015 K-12 Edition", 2015. [En línea]. Disponible en: <http://www.nmc.org/publication/nmc-horizon-report-2015-k-12-edition>. [Accedido: 04-jul-2016].
- [5] L. Johnson, S. Adams, M. Cummins, V. Estrada, y A. Freeman, "NMC Horizon Report: 2016 Higher Education Edition", 2016. [En línea]. Disponible en: <https://library.educase.edu/~media/files/library/2016/2/hr2016.pdf>. [Accedido: 04-jul-2016].
- [6] UNESCO, "Situación educativa de América Latina y el Caribe: garantizando la educación de calidad para todos; informe regional de revisión y evaluación del progreso de América Latina y el Caribe hacia la Educación para Todos en el marco del Proyecto (EPT/PRELAC)", 2007. [En línea]. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001528/1528945.pdf>. [Accedido: 04-jul-2016].
- [7] UNESCO, "Educación de calidad para todos: un asunto de derechos humanos. Documento de discusión sobre políticas educativas en el marco de la II Reunión Intergubernamental del Proyecto Regional de Educación para América Latina y el Caribe (EPT/PRELAC)", 2007. [En línea]. Disponible en: http://portal.unesco.org/geography/es/ev.php?URL_ID=7910&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html. [Accedido: 04-jul-2016].
- [8] E. M. Morales Morgado, R. A. Campos Ortuño, L. Yang, y T. Ferreras Fernández, «Proyecto DIRED: propuesta para divulgar y gestionar recursos educativos a través del repositorio Gredos», en Actas del III Congreso Ibérico de Innovación en Educación con las TIC, 2013.
- [9] D. Innerarity Grau, La democracia del conocimiento. Paidós Ibérica, 2011.
- [10] A. Kozulin, Instrumentos psicológicos: la educación desde una perspectiva socio-cultural. Paidós Ibérica, 2000.
- [11] E. M. Morales, F. J. García-Peñalvo, Á. Barrón, A. J. Berlanga, and C. López, "Propuesta de Evaluación de Objetos de Aprendizaje," in *Actas del II Simposio Pluridisciplinar sobre Diseño, Evaluación y Descripción de Contenidos Educativos Reutilizables, SPDECE'05 (Barcelona, 19, 20 y 21 de Octubre de 2005)*, 2005.
- [12] J. González y R. Wagenaar, Tuning Educational Structures in Europe - Informe Final Proyecto Piloto Fase 2 - La contribución de las universidades al Proceso de Bolonia -. Bilbao: Publicaciones de la Universidad de Deusto, 2006.
- [13] Boletín Oficial del Estado, ORDEN ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato, vol. 738. 2015, p. 6986 a 7003.
- [14] "Competencia digital - Ministerio de Educación, Cultura y Deporte". [En línea]. Disponible en: <http://www.mecd.gob.es/educacion-mecd/mc/omce/el-curriculo/curriculo-primaria-esob-bachillerato/competencias-clave/digital.html>. [Accedido: 21-jun-2016].
- [15] M. S. Ramírez Montoya, Competencias Digitales en el Marco del Proyecto Mi-ComputoMx: Investigaciones y Comunicaciones. México: Lulu Editorial Digital, 2016.
- [16] P. Tomlin, "A Matter of Discipline: Open Access, the Humanities, and Art History", *Can. J. High. Educ.*, vol. 39, n.o 3, pp. 46-49, 2009.
- [17] F. J. García Peñalvo, C. García de Figueroa, y J. A. Merlo, "Open knowledge: Challenges and facts. Online Information Review", *Online Inf. Rev.*, vol. 34, n.o 4, pp. 520-539, 2010.
- [18] UNESCO, "Paris OER Declaration", 2012. [En línea]. Disponible en: http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/CI/CI/pdf/Events/Paris%20OER%20Declaration_01.pdf. [Accedido: 04-jul-2016].
- [19] M. S. Ramírez Montoya y F. J. García Peñalvo, «Movimiento Educativo Abierto», *Rev. Virtualis*, vol. 2, n.o 12, pp. 1-13, 2015.
- [20] Max-Planck-Gesellschaft Society, «Berlin Declaration on Open Access to Knowledge in the Sciences and Humanities», 2003. [En línea]. Disponible en: <http://openaccess.mpg.de/Berlin-Declaration>. [Accedido: 04-jul-2016].
- [21] OECD, Giving knowledge for free: The emergence of open educational resources. Paris, France: Organisation for Economic Co-operation and Development, 2007.
- [22] E. M. Morales Morgado, F. J. García Peñalvo, y A. Barrón Ruiz, «Improving LO quality through instructional design based on an ontological model and metadata», *J. Unvers. Comput. Sci. JUCS*, vol. 13, n.o 7, pp. 970-979, 2007.
- [23] C. M. Reigeluth, «Instructional Design Theories and Models: A new Paradigm of Instructional Theory», *RED Rev. Educ. Distancia*, n.o 32, 2012.
- [24] D. A. Wiley, "Connecting learning objects to instructional design theory: A definition a metaphor, and a taxonomy", 2000. [En línea]. Disponible en: http://wesac.us.edu/wired/bldg-7_file/wiley.pdf. [Accedido: 04-jul-2016].
- [25] Cisco Systems, "Reusable Learning Object Strategy: Designing and Developing Learning Objects for Multiple Learning Approaches - RLOW_07_03.pdf", White Paper. [En línea]. Disponible en: http://e-novalia.com/materiales/RLOW_07_03.pdf. [Accedido: 04-jul-2016].
- [26] E. M. Morales Morgado, E. Díaz San Millán, y F. J. García Peñalvo, "Gestión de objetos de aprendizaje a través de la red, basada en el desarrollo de competencias", *Rev. Teoría Educ. Educ. Cult. En Soc. Inf.*, vol. 12, n.o 1, pp. 99-115, 2011.
- [27] F. Camarero Suárez, F. Martín del Buey, y J. Herrero Díez, "Estilos y estrategias de aprendizaje en estudiantes universitarios", *Psicothema*, vol. 12, n.o 4, pp. 615-622, 2000.
- [28] P. Honey y A. Mumford, *The Manual of Learning Styles*, Segunda. Berkshire, UK: Peter Honey Publications Ltd., 1986.
- [29] R. A. Campos Ortuño y E. M. Morales Morgado, "Influencia de Objetos de Aprendizaje basados en multiestilos", en Actas del III Congreso Ibérico de Innovación en Educación con las TIC, Salamanca, España, 2013.
- [30] P. Velasco Santos, A. L. Laureano Cruces, M. Mora Torres, y M. A. Herrera Bautista, "Diseño de agentes pedagógicos a partir de los estilos de aprendizaje; una perspectiva a través del color", en Actas del IV Congreso Mundial de Estilos de Aprendizaje, México, 2010, pp. 1015-1023.
- [31] M. Pinto, "Design of the IL-HUMASS survey on information literacy in higher education: A self-assessment approach", *J. Inf. Sci.*, vol. 36, n.o 1, pp. 86-103, ene. 2010.
- [32] E. M. Morales Morgado, D. Gómez Aguilar, y F. J. García Peñalvo, "HEODAR: Herramienta para la Evaluación de Objetos Didácticos de Aprendizaje Reutilizables", en Actas del X Simposio Internacional de Informática Educativa, Salamanca, España, 2008.
- [33] R. A. Campos Ortuño, E. M. Morales Morgado, y C. M. Orozco Rodríguez, "Deseño de Objetos de Aprendizagem adaptados para quatro estilos de aprendizagem: um estudo de caso", *Rev. Educ. Pública UFMT Bras.*, vol. 25, n.o 59/2, pp. 548-572, 2016.

Necesidades Especiales

Combinando aprendizaje cooperativo y redes sociales para enseñar habilidades laborales a estudiantes con discapacidad intelectual

David Roldán-Álvarez, Sara de Miguel
Universidad Autónoma de Madrid
Ciudad Universitaria de Cantoblanco, 28049
Madrid, España
{david.roldan, sara.demiguel}@uam.es

Estefanía Martín
Universidad Rey Juan Carlos
C\ Tulipán s/n, 28933
Móstoles, Madrid, España
estefania.martin@urjc.es

Resumen — Las Tecnologías de la Información y de la Comunicación ofrecen cada vez más posibilidades tanto a personas con discapacidad como a los profesionales que trabajan con ellos. En los últimos años, se ha investigado sobre las posibles aplicaciones y ventajas del uso de las redes sociales por personas con discapacidad, obteniendo resultados muy positivos. Sin embargo, a la hora de revisar la literatura observamos que gran parte de los profesionales no ven apropiado el uso de las redes sociales por este tipo de personas. En esta comunicación, presentamos una experiencia en la que se combinan metodologías activas innovadoras como aprendizaje cooperativo y colaborativo con ClipIt, una red social de aprendizaje a través de la creación de vídeos. El trabajo desarrollado muestra que la combinación de métodos activos y tecnologías resulta beneficiosa para los estudiantes con capacidades cognitivas diferentes mejorando tanto su motivación, como las competencias adquiridas en el proceso de aprendizaje.

Palabras clave: discapacidad cognitiva, aprendizaje cooperativo, aprendizaje colaborativo, redes sociales educativas

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos 10 años, el interés por la eficacia del aprendizaje cooperativo en el ámbito educativo ha aumentado considerablemente. Ello se debe al impacto positivo que esta metodología ha tenido en los resultados académicos [1], comportamiento social [2] y la inclusión social y educativa de estudiantes con capacidades diferentes [3] [4]. La creación de grupos que deberán alcanzar metas cooperativas y superar contingencias comunes conforma una herramienta adecuada para que esta metodología sea beneficiosa para estudiantes con discapacidad [5].

Sin embargo, a pesar de los beneficios comprobados con su aplicación, algunos docentes aún no asumen las ventajas que aporta esta metodología de aprendizaje, en parte debido a la dificultad existente para controlar los canales de comunicación y el esfuerzo extra que requiere su diseño y aplicación [6]. También se discute si esta situación podría deberse a la falta de conocimiento sobre cómo utilizar esta metodología en el aula. Gillies [7] en un estudio realizado encontró que los estudiantes desempeñaron mejor sus tareas en aquellos centros donde los profesores habían sido entrenados en la implantación y el uso de las metodologías cooperativas. Es por ello por lo que muchos investigadores comentan que es importante que los profesores

entiendan como integrar el aprendizaje colaborativo en el aula para poder fomentar la comunicación, el compromiso y la investigación cooperativa de los estudiantes [8].

En este ámbito, las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) pueden jugar un papel fundamental en la creación de entornos de aprendizaje centrados en el estudiante. El uso de las TIC, permitiría a los docentes mejorar la implantación de modelos de aprendizaje colaborativo [9], ya que facilitan acceder a una gran cantidad de recursos y contemplar la información desde múltiples perspectivas, además de permitir convertir procesos complejos en simples simulaciones. Sin embargo, vemos que la mayoría de los centros únicamente utilizan *Learning Management Systems* (LMS) que no explotan todo el potencial de la tecnología para crear redes de aprendizaje global, potenciar la colaboración o establecer redes sociales [10] [11].

Comparados con los tradicionales LMS, las plataformas de aprendizaje basadas en paradigmas de redes sociales colocan el control del aprendizaje en manos de los estudiantes [12]. El aprendizaje colaborativo apunta a conseguir que los estudiantes desarrollen capacidades orientadas a la coordinación, pensamiento creativo, capacidad para resolver problemas e integrar varias formas de comunicación, y la interacción entre los miembros del grupo, aspectos que pueden ser potenciados y controlados a través de redes sociales. En definitiva, podemos hacer uso de las redes sociales en el ámbito educativo para: i) mejorar las experiencias tradicionales de colaboración cara a cara [13]; ii) mejorar los cursos a distancia [14]; iii) mejorar el aprendizaje permanente; iv) promover la interacción social entre los estudiantes [15]; v) proporcionar apoyo a los estudiantes [16]; vi) ofrecer medios para que los estudiantes se involucren en diálogos interactivos, lo que puede ayudarles a adquirir conocimiento [17].

En la literatura podemos encontrar varios ejemplos del uso de redes sociales en educación. Por ejemplo, en el estudio de Silius et al. [18], se desarrolló una red social para fomentar el estudio colaborativo y la interacción social. Su investigación reveló que el uso de esta herramienta fue atractivo para los estudiantes y les animó a participar en el proceso de aprendizaje. En otros estudios similares se desarrollaron una herramienta social de marcadores [19], un blog [20] y una wiki [21], descubriéndose que es interesante adoptar redes sociales en el

contexto de aprendizaje ya que promueve el conocimiento colectivo y anima a que los usuarios participen.

En esta comunicación, se presenta una experiencia educativa realizada dentro del programa Promotor de la Universidad Autónoma de Madrid. En ella, estudiantes con discapacidad cognitiva han utilizado metodologías cooperativas y colaborativas para el diseño de un video relacionado con una situación laboral. Los acuerdos consensuados han dado origen a la elaboración de un guión para la elaboración de un video educativo. Posteriormente se ha utilizado la red social y educativa Clipt como pilar fundamental para el aprendizaje basado en videos, que permite compartirlos con todos los estudiantes involucrados en la actividad para posteriormente llevar a cabo un proceso de revisión entre iguales.

II. REDES SOCIALES Y DISCAPACIDAD

Con el objetivo de aprovechar las bondades que nos proporcionan las redes sociales, Blanco et al. [22] confirmaron la importancia de diferenciar a los usuarios de acuerdo a sus perfiles y destacaron la relevancia de afrontar el diseño y desarrollo de redes sociales desde diferentes puntos de vista, remarcando conceptos como grupos relacionales, necesidades relacionales y espacio de redes.

Aunque podemos encontrar varios estudios en la literatura relacionados con redes sociales o compartimiento de información entre personas con discapacidad [22], poco se conoce sobre el impacto de este software si se quiere utilizar para enseñar habilidades de trabajo y desarrollo de capacidades relacionadas con el ámbito laboral para este tipo de estudiantes. Algunos autores creen que esto se debe a que los profesores no están suficientemente preparados para satisfacer las necesidades de los estudiantes, en parte debido a una falta de entrenamiento en las tecnologías [23].

Shpigelman y Gild [24] analizaron concienzudamente la literatura sobre redes sociales y discapacidad, identificando como retos principales las dificultades que surgen debido a la comunicación textual, que afecta tanto a la accesibilidad por parte de las personas con discapacidad visual y a la inteligibilidad de las personas con problemas de comunicación. Además, a pesar de todo el potencial de las redes sociales y debido a los retos que presentan, Toking and Toking [25] indicaron que diferentes profesionales relacionados con discapacidad no están a favor de recomendar el uso de las redes sociales.

En el trabajo de Nunes et al. [26] se diseñó una red social a través de la plataforma NING para facilitar información y formación sobre múltiples discapacidades. En esta experiencia participaron 15 padres, 30 profesores y 66 estudiantes y se observó que existieron diferentes niveles de participación en el uso de la red social que desarrollaron. Por ejemplo, la participación de los profesores fue más efectiva que el compromiso de los padres. El software diseñado respondía a las necesidades requeridas por los profesores, que consistían en proporcionar acceso a información pedagógica y formación en tecnologías asistidas y múltiples discapacidades.

Las redes sociales, en general, son herramientas flexibles que permiten generar entornos de aprendizaje para fomentar la adquisición de conocimientos escenarios de la vida cotidiana de los estudiantes con discapacidad, además del desarrollo de habilidades y capacidades sociales y laborales. Los investigadores están de acuerdo a que se han convertido en nuevos sistemas de aprendizaje informal [27].

III. CLIPT

Clipt [28] es una plataforma web que apoya el aprendizaje de los estudiantes a partir de discusiones y evaluaciones en línea. Cuando se realiza una actividad en Clipt, el profesor debe definir el tema o concepto clave sobre el cual sus estudiantes van a trabajar y asociar los subtemas o subconceptos. Actualmente, a través de Clipt los estudiantes siguen principalmente tres fases: producción participativa, discusión y revisión por pares.

Los alumnos de una clase pueden ser organizados en equipos de trabajo que investigan sobre uno o varios subconceptos definidos por el profesor. Clipt proporciona las herramientas para el trabajo en equipo mediante foros de discusión, almacenamiento compartido de documentos, audios, imágenes y videos, así como el acceso al material facilitado por el docente. Las versiones no finalizadas del video pueden ser comentadas entre los diferentes miembros del equipo para decidir sobre cómo mejorar o corregir la versión final del video. Esta fase sería la de producción participativa donde los alumnos trabajan de forma interna al equipo de trabajo.

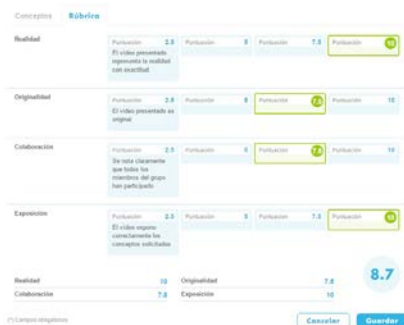


Fig. 1. Valoración a través de una rúbrica de evaluación

Una vez los estudiantes han diseñado y grabado su video, podrán hacerlo público al resto de los alumnos que se encuentran involucrados en la actividad o clase. En este momento, los estudiantes podrán dar retroalimentación sobre los videos del resto de los equipos a través de comentarios constructivos y puntuaciones basadas en una rúbrica de evaluación definida por el docente (véase la Fig. 1). Tanto la rúbrica de evaluación como el proceso de comentarios guiado, se apoya en los subconceptos definidos por el profesor dentro del tema clave que están tratando. De esta forma se guía a los alumnos en este proceso de evaluación y de comentarios guiados constructivos. Además, el

equipo que ha creado el vídeo recibe información detallada sobre los criterios incluidos en la rúbrica de evaluación, de su significado y la explicación y cobertura de los subconceptos trabajados en los vídeos.

Aquellos vídeos que aborden correctamente los subconceptos asignados, que tengan una buena calidad y que cuenten con la aprobación del profesor, podrán ser publicados fuera de la actividad, lo que hará que el vídeo sea visible para otras personas y fomentará la difusión del conocimiento. Este proceso de compartir los resultados de los vídeos creados por los propios alumnos con la comunidad educativa tiene que ser realizado por el profesor encargado de la actividad.

IV. CASO DE ESTUDIO

El objetivo de esta experiencia ha sido, por un lado, observar si los usuarios con discapacidad intelectual eran capaces de manejar correctamente la red social ClipIt y si la plataforma era accesible e intuitiva. Por otro lado, queríamos medir si tras la realización de la experiencia se generó aprendizaje significativo.

Los siguientes apartados muestran las características de los participantes, la metodología que se llevó a cabo y los instrumentos de medida utilizados.

TABLA I. GRUPOS DE TRABAJO

| Id | Respuestas correctas | Grupo |
|-----|----------------------|-------|
| P1 | 3 | G1 |
| P2 | 7 | |
| P3 | 7 | |
| P4 | 4 | |
| P5 | 4 | G2 |
| P6 | 3 | |
| P7 | 7 | |
| P8 | 6 | |
| P9 | 5 | G3 |
| P10 | 4 | |
| P11 | 7 | |
| P12 | 6 | G4 |
| P13 | 5 | |
| P14 | 6 | |
| P15 | 4 | |

A. Participantes

La experiencia se llevó a cabo con 15 estudiantes (8 chicos y 7 chicas) de entre 18 a 23 años que cursaban el primer curso en el programa de formación laboral Promotor de la Fundación Prodis y la Universidad Autónoma de Madrid. El objetivo principal de este programa es la formación de jóvenes con discapacidad intelectual, en habilidades relacionadas con el trabajo para fomentar su inclusión laboral. La mayoría de los estudiantes presentaban algún tipo de discapacidad intelectual y uno tenía discapacidad visual.

Antes de comenzar la experiencia y para poder implementar el aprendizaje cooperativo, los estudiantes fueron agrupados en tres equipos de 4 personas y un equipo de 3 personas. Esta

formación de equipos se decidió a partir de los resultados obtenidos mediante un test de conocimientos previos que constaba de 7 preguntas de selección simple. A través de este test, pudimos agrupar a estudiantes con distintos niveles de conocimientos, de manera que dentro de los equipos siempre hubiera alguien que pudiera ayudar a los demás consiguiendo equipos de trabajo heterogéneos. La Tabla I muestra los resultados de los participantes en este test y su distribución por equipos.

B. Metodología

En esta experiencia, el tema a tratar eran conocimientos básicos relacionados con el entorno laboral. Para ello, el equipo pedagógico estableció una serie de indicadores o competencias a trabajar por los estudiantes. Las competencias agrupadas en dimensiones, pretenden el desarrollo de habilidades laborales, sociales y personales como: desempeño de tareas, comprensión de funciones, organización de tareas, iniciativa, colaboración, comunicación y respeto. Para ello, a cada equipo se le asignó un caso relacionado con una situación laboral que deberían resolver y representar a través de un vídeo, describiendo la situación planteada y cómo se debería actuar.

Como se formaron cuatro equipos, se facilitó un caso diferente a cada uno de ellos. En el primer caso, los participantes tenían que atender las llamadas dirigidas a su jefe, ya que se encontraba en una reunión; en el segundo caso, los participantes debían recoger el correo postal que llegase a la empresa y distribuirlo entre los diferentes departamentos; en el tercer caso, los participantes debían acudir a una reunión como jefes del almacén para recoger necesidades de material y distribuir los pedidos de los diferentes departamentos que conforman la empresa y; en el cuarto caso, los participantes ejercen como encargados de almacén que recorren los departamentos anotando los materiales que se necesitan en cada uno de ellos.



Fig. 2. Actividad propuesta y tareas asociadas

Para que los participantes pudieran subir y trabajar con los vídeos en ClipIt, se creó una actividad cuya primera tarea consistía en la elaboración de un guión con las respuestas adecuadas, para la grabación en vídeo, una segunda tarea de revisión entre iguales y una última tarea que contendría el test final. La Fig. 2 muestra el listado de tareas realizadas dentro de esta experiencia educativa. Una vez los vídeos fueron creados, los participantes tuvieron que acceder a ClipIt y añadir el vídeo en la tarea de la actividad creada para que los miembros del resto

de los equipos pudieran acceder a dicho vídeo, valorarlo gracias a la rúbrica y comentarlo aportando mejoras y sugerencias.

La experiencia se llevó a cabo en 9 sesiones de dos horas cada una a lo largo de dos meses, realizando una sesión por semana. Una vez formados los equipos, presentamos la experiencia que se iba a realizar y se repartieron los casos que iba a trabajar cada uno de ellos. Cada equipo tenía su propio caso en el que deberían resolver la situación que se les planteaba. Desde la primera sesión hasta la sexta, los estudiantes pusieron en práctica la metodología de aprendizaje cooperativo, mientras que en la séptima y la octava sesión los estudiantes utilizaron la plataforma ClipIt para valorar de manera individual y colaborativa para ofrecer mejoras a los vídeos de los compañeros. Las tareas realizadas en cada sesión se encuentran descritas a continuación:

- Sesión 1: En esta sesión los participantes hicieron una prueba de grabación con el iPad que iban a usar para grabar los vídeos. Para ello, los participantes tuvieron que presentar a través de un vídeo el caso que se les había asignado. Posteriormente, los participantes comentaron los vídeos para detectar errores y poder mejorar futuras grabaciones.
- Sesión 2: En esta sesión, cada equipo tuvo que responder las preguntas planteadas en sus casos. Haciendo esto, obtendrían varias pistas que les ayudarían a la hora de diseñar los guiones del vídeo que tendrán que grabar.
- Sesión 3 y sesión 4: En estas sesiones los participantes trabajaron en el guión del vídeo. En la cuarta sesión, todos los equipos empezaron a ensayar sus guiones como preparación para para grabar en la siguiente sesión.
- Sesión 5 y sesión 6: Los participantes grabaron los vídeos. Debido al espacio limitado del que se disponía, el aula, sólo un grupo podría grabar en el mismo espacio de tiempo. El primer y el segundo grupo grabaron sus vídeos en la quinta sesión mientras que el tercer y el cuarto equipo grabaron sus vídeos en la sexta.
- Sesión 7 y sesión 8: En estas sesiones los equipos subieron los vídeos a ClipIt. Posteriormente, cada persona tuvo que evaluar cada uno de los vídeos de los otros grupos. Una vez completada la evaluación de los vídeos, la actividad finalizaba cuando realizaban el test de evaluación final para poder medir el conocimiento adquirido durante el estudio.
- Sesión 9: En la última sesión, los participantes formaron parte de un *focus group* en el que opinaron sobre la experiencia realizada y aquellos aspectos que mejorarían de la misma. Además, comentaron aquellos aspectos que les habían resultado más atractivos de ClipIt y los que había que mejorar.

C. Instrumentos de medida

Como se ha mencionado anteriormente, realizamos un test para obtener el conocimiento previo de los estudiantes con respecto a los conceptos que íbamos a tratar en la experiencia y agruparlos en base a los resultados. Este test inicial constaba de

un total de siete preguntas con tres posibles respuestas donde cada una de ellas hacía referencia a uno de los conceptos relacionados con las competencias a trabajar, mencionados en la sección anterior. Al final de la experiencia, realizamos un test final con siete preguntas que nos permitirían averiguar si se produjo un aprendizaje significativo. Estos tests fueron diseñados por el equipo pedagógico de la Fundación PRODIS, y se decidió poner este número de preguntas ya que era el número adecuado para que no perder la referencia a las competencias agrupadas por dimensiones. Además, durante las sesiones del estudio se utilizó la técnica de observación participante, para poder anotar tanto posibles problemas que surgiesen durante el trabajo en equipo, como aquellos que pudieran encontrar los participantes a la hora de utilizar ClipIt.

V. EVALUACIÓN

Tras terminar la experiencia, se recopilaron y analizaron los datos extraídos tanto de las observaciones directas como de los tests realizados. Un participante no se encontró disponible para realizar el test final, por lo que sólo analizaremos los resultados de los otros 14 participantes.

Durante las sesiones no se apreció ningún tipo de incidencia en ninguno de los equipos. Todos los participantes aportaban a la hora de diseñar el guión del vídeo. Si alguno tenía dificultades, entre los compañeros de su equipo se ayudaban para seguir adelante. Esto es debido al especial cuidado por parte del equipo pedagógico, en la formación de equipos heterogéneos desde el inicio de la experiencia. En ningún momento nos encontramos con situaciones de frustración que nos hiciera parar la experiencia.

Las Figuras 3 y 4 muestran los resultados obtenidos por los participantes en el test de evaluación inicial y en el test de evaluación final. En ambas figuras, el eje horizontal representa el número de respuestas correctas en el test mientras que el eje vertical representa el número de alumnos que obtuvieron un determinado número de aciertos.



Fig. 3. Resultados del test de evaluación inicial

Comparando ambas figuras, podemos observar como el número de aciertos crece considerablemente en el test de evaluación final. Numéricamente hablando, la mediana del test inicial es 5 mientras que en el test final es 6. Analizando los datos de ambos test, comprobamos a través del test de Shapiro-Wilk que la segunda distribución no se ajusta a una normal ($p =$

0,006). Esto se debe al pequeño tamaño de la muestra que se confirma al utilizar la prueba de Kolgómorov-Smirnov ($p=0,05$). Por ello, decidimos transformar los datos a una distribución normal para poder realizar la prueba T de Student. Una vez realizado este test obtenemos que $p<0,05$, por lo que podemos concluir que hubo un aprendizaje significativo por parte de los estudiantes de la Fundación PRODIS sobre los conceptos relacionados con la actividad propuesta para el desarrollo de habilidades y competencias relacionadas con el entorno laboral.

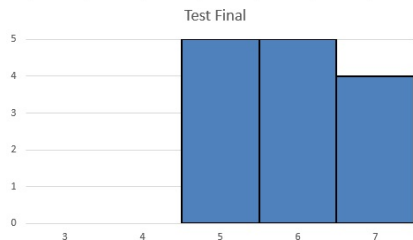


Fig. 4. Resultados del test de evaluación final

Durante todo el desarrollo de la experiencia observamos que los estudiantes se encontraban muy motivados y concentrados en el desarrollo de las tareas propuestas. Estas impresiones fueron confirmadas por los propios estudiantes en el *focus group* final dónde los participantes mostraron su satisfacción con el trabajo realizado y expresaron su interés en utilizar esta metodología de trabajo en más ocasiones.

VI. CONCLUSIONES

Esta contribución aporta datos sobre una experiencia docente innovadora y enriquecedora para el ámbito que nos ocupa. Las nuevas tecnologías, y en particular las redes sociales, se combinan con metodologías activas de aprendizaje cooperativo y colaborativo para obtener resultados muy positivos. La combinación metodológica facilita la transición desde la forma tradicional de impartir conocimientos hasta el uso de las nuevas tecnologías unido a la utilización de los nuevos modelos de metodologías activas, que paulatinamente van incluyéndose en el aula.

En el caso del estudio realizado que presentamos, el uso de una red social para que los estudiantes compartan sus creaciones ha facilitado una mejor comprensión de las tareas a realizar, lo que ha derivado en una mejora del proceso de aprendizaje. Sin embargo y debido al escaso número de participantes del estudio, sería necesario realizar futuras pruebas ampliando la muestra de estudiantes con discapacidad intelectual para poder confirmar si realmente las redes sociales son una herramienta adecuada para la enseñanza de estudiantes con capacidades intelectuales diferentes.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a los participantes que hicieron posible esta experiencia y a las profesoras y becarias del programa

Promotor de la Universidad Autónoma de Madrid por su apoyo y soporte en la realización del mismo. Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio español de Ciencia e Innovación bajo el proyecto “e-Integra: e-Training y e-Coaching para la integración socio-laboral” (TIN2013-44586-R) y por la Comunidad de Madrid bajo el proyecto “eMadrid – Investigación y Desarrollo de tecnologías para el e-learning en la Comunidad de Madrid” (S2013/ICE-2715).

REFERENCIAS

- [1] D.W. Johnson, G. Maruyama, R. Johnson, D. Nelson, & L. Skon.. Effects of cooperative, competitive, and individualistic goal structures on achievement: A meta-analysis. *Psychological bulletin*, 1981, vol. 89, no 1, p. 47.
- [2] R. Gelb, & J. L. Jacobson. Popular and unpopular children's interactions during cooperative and competitive peer group activities. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 1988, vol. 16, no 3, pp. 247-261.
- [3] D.W. Johnson. Student-student interaction: The neglected variable in education. *Educational researcher*, 1981, vol. 10, no 1, p. 5-10.
- [4] R. T. Johnson, D.W. Johnson, & M. B. Stanne. (1986). Comparison of computer-assisted cooperative, competitive, and individualistic learning. *American Educational Research Journal*, 1986, vol. 23, no 3, pp. 382-392.
- [5] R. N. Conway, & L. Gow. Mainstreaming special class students with mild handicaps through group instruction. *Remedial and Special Education*, 1988, vol. 9, no 5, pp. 34-40.
- [6] A. Kohn. Resistance to cooperative learning: making sense of its deletion and dilution. *Journal of Education*, 1992, vol. 174, no 2, pp. 38-56.
- [7] R. Gillies. The effects of cooperative learning on junior high school students' behaviours, discourse, and learning during a science-based learning activity. *School Psychology International*, 2008, vol. 29, no 3, pp. 328-347.
- [8] C. Roseth, D. Johnson., & Johnson, R. Promoting early adolescents achievement and peer relationships: the effects of cooperative, competitive, and individualistic goal structures. *Psychological Bulletin*, 2008, vol. 134, no 2, pp. 223.
- [9] E. B. Susman. Cooperative learning: A review of factors that increase the effectiveness of cooperative computer-based instruction. *Journal of Educational Computing Research*, 1998, vol. 18, no 4, pp. 303-322.
- [10] N. Dabbagh and A. Kitsantas, “Personal learning environments, social media, and self-regulated learning: A natural formula for connecting formal and informal learning,” *Internet and Higher Education*, 2012, vol. 15, no 1, pp. 3-8.
- [11] C. McLoughlin and M. Lee, “Personalised and self regulated learning in the Web 2.0 era: International exemplars of innovative pedagogy using social software,” *Australasian Journal of Educational Technology*, 2010, vol. 26, pp. 28-43.
- [12] N. Li, C. Ullrich, S. El Helou, and D. Gillet, “Using social software for teamwork and collaborative project management in higher education,” *Proc. International Conference on Webbased Learning*, 2010, vol. 6483, pp. 161-170.
- [13] L. Tonkin, E. Tonkin, Social networks, social isolation and cyber-scepticism: evaluating Twitter for users with disability, in: *Twitter and Microblogging: Political, Professional and Personal Practices*, 2013.
- [14] A. Zaidman-Zait, and J. C. Jamieson, Providing Web based support for families of infants and young children with established disabilities, *Infants & Young Children*, 2007, vol. 20, No.1, pp.11-25.
- [15] D. M. Boyd, and N. B. Ellison, Social network sites: Definition, history, and scholarship, *Journal of Computer-Mediated Communication*, 2007, vol.13, pp. 210-230.
- [16] H. C. Coelho, As redes sociais – uma proposta de escola expandida, In A. A. Carvalho (Org.), *Actas do encontro sobre Web 2.0*, 2008, pp. 133-145, Braga: CIEd.
- [17] G. Velestianos, and C. C. Navarrete, Online social networks as formal learning environments learner experiences and activities,

- The International Review of Research In Open and Distance Learning, 2012, vol.13, No.1, January, pp. 144-166. <http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/1078/2077>
- [18] K. Silius, T. Miiilumäki, J. Huhtamäki, T. Tebest, J. Meriläinen, and S. Pohjolainen, "Students' motivations for social media enhanced studying and learning," *Knowledge Management & E-Learning: An International Journal*, 2010, vol. 2, pp. 51-67.
- [19] T. M. Farwell and R. D. Waters, "Exploring the use of social bookmarking technology in education: an analysis of students' experiences using a course-specific Delicious.com account," *Journal of Online Learning and Teaching*, 2010, vol. 6, pp. 398-408.
- [20] D. Rosen and C. Nelson, "Web 2.0: a new generation of learners and education," *Computers in the Schools*, 2008, vol. 25, pp. 211-225.
- [21] S. Hazari, A. North, and D. Moreland, "Investigating pedagogical value of wiki technology," *Journal of Information Systems Education*, 2009, vol. 20, pp. 187-198.
- [22] T. Blanco, A. Marco, & R. Casas. (2016). Online social networks as a tool to support people with special needs. *Computer Communications*. 2016, vol. 73, p. 315-331.
- [23] F.J Garcia-Peñalvo, R. Colomo-Palacios, & M. D. Lytras. (2012). Informal learning in work environments: training with the Social Web in the workplace. *Behaviour & Information Technology*, 2012, vol. 31, no 8, pp. 753-755.
- [24] C.N. Shpigelman, C.J. Gill. Facebook use by persons with disabilities. *J. Comput. Mediat. Commun.* 2014, vol. 19, no 3, pp. 610-624.
- [25] L. Tonkin, E. Tonkin, Social networks, social isolation and cyberscepticism: evaluating Twitter for users with disability, in: *Twitter and Microblogging: Political, Professional and Personal Practices*, 2013.
- [26] C. Nunes, & G. Lobato Miranda. Development of an online social network for teachers and parents of students with multiple disabilities. *Information Systems and Technologies (CISTI)*, 2013 8th Iberian Conference on IEEE, 2013. pp. 1-6.
- [27] J. L. Rodríguez Illera, Como as comunidades virtuais de prática e de aprendizagem podem transformar a nossa concepção de educação, *Conferências, Sísifo. Revista de Ciências da Educação*, 2007, vol. 3, pp. 117-123.
- [28] P. Llinás, P. Haya, M. A. Gutierrez, E. Martín, J. Castellanos, I. Hernán, & J. Urquiza. Clipt: Supporting social reflective learning through student-made educational videos. In *Open learning and teaching in educational communities*. Springer International Publishing, 2014. pp. 502-505.

Portuguese research on Gender and ICT: The place of education

Eduarda Ferreira

CICS.NOVA, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas
Universidade Nova de Lisboa
Lisboa, Portugal
e.ferreira@fcsih.unl.pt

Maria João Silva

Escola Superior de Educação
Instituto Politécnico de Lisboa
Lisboa, Portugal
mjsilva@eselx.ipl.pt

Abstract—ICT/technologies are increasingly pervasive and embedded in everyday things and objects, constituting a relevant aspect of social identities. Furthermore ICT use continues to be a highly gendered area of life in all socio-economic and educational backgrounds, and a source of significant social inequality in enduring ways. Gender and ICT/technologies is an international growing field of research that explores diverse research issues, and the main objective of this paper is to characterize the Portuguese research on this topic, identifying the main areas of study and possible gaps. By analyzing institutional repositories of Higher Education in Portugal, conferences and journals on ICT and Education, this paper concludes that research on gender and ICT/technologies in Portugal is very limited and mainly on subjects related with education and occupation/jobs. To finalize the paper presents future research topics to foster knowledge on gender and ICT/technologies in Portugal.

Keywords—gender; ICT; technologies; academic research; education; Portugal

I. INTRODUCTION

Gender and ICT/technologies is an international growing field of research that explores diverse research issues, including self-reported attitudes, preferences and interests and the gender differences between them, as well as focusing on the relationship between individual activity and social norms, differences in power with respect to autonomy and self-determination, initiatives for addressing these, and the production of a gendered identity over time and across space [1]. The main objective of this paper is to characterize the Portuguese research on gender and ICT/technologies, identifying the main areas of study and possible gaps, with a particular focus on education.

The paper starts with a brief literature review on gender and ICT/technologies linking international research to the reality in Portugal by presenting results of national projects and some statistical indicators. Then it presents the methodology used to identify the Portuguese research on gender and ICT, its results and the items of analysis. The paper also reports on relevant initiatives developed in Portugal which are noteworthy contributions to this field of research. The conclusions summarize the findings and presents possible future research topics to foster knowledge on gender and ICT/technologies in Portugal.

II. GENDER AND ICT

Information and communication technologies (ICT) are pervasive in every contexts and spaces and have revolutionized

virtually every aspect of our life and work. To participate fully in the economic, social and cultural life people need the competences to navigate through a complex digital landscape [2]. Besides infrastructural barriers, as access to computers and the internet, there are intangible factors, such as cultural norms, which shape the opportunities for digital learning. The gender gap in computer experience is one of the evidences of these non-material barriers [3]. Nowadays, there are still differences between girls and boys in what concerns self-reported digital competences and experience with computers, even in countries where there is gender and socio-economic equality in access to school. These differences do not reflect material constraints, but rather students' interests and families' and educators' notions about what is suitable for them [3].

A recent research project, Net Children Go Mobile (NCGM), conducted in 2014 in six European countries, also identified gender differences [4]. Participating countries included Denmark, Italy, Romania, the UK, Belgium, Ireland and Portugal. The Net Children Go Mobile project investigated, using quantitative and qualitative methods, how the changing conditions of internet access and use – namely, mobile internet and mobile-convergent media – bring greater, fewer or newer risks to children's online safety (aged 9 to 16). The results of NCGM, in all 6 countries including Portugal, evidence that boys claim to have more digital competences and reveal more self-confidence in the use of computers and the internet. Other interesting data is the clear rise of girls' use of new mobile media, such as smartphones to go online. However, there is still a need for research to study if and how the increasing use of mobile devices by girls to go online affects their self-confidence in ICT and their digital competences.

Parents' safety concerns are often one of the reasons for placing more restrictions on girls' use of the Internet. In restricting girls' access to the internet more than they do for boys, parents may undermine girls' feelings of competence, which illustrates the potentially long-lasting consequences of such intangible factors [3]. There are about five times more men than women among those who study computing at the tertiary level [5], which may be related to feelings of incompetence (low self-efficacy) of girls and women. For example, in Portugal, the statistics of the General Directorate of Education and Science Statistics (DGEEC) [6] show that the number of graduates (20 to 29 years) in higher education in mathematics, science and technology by sex from 2002 to 2012 have significant differences (Fig. 1).

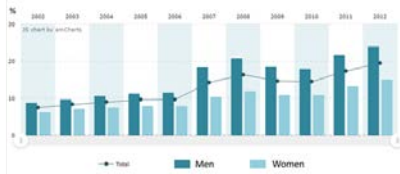


Fig. 1 - Number of graduates in higher education in mathematics, science and technology per thousand young people (20 to 29 years) and by sex in Portugal (2002-2012)

Gender disparities in decisions to pursue further education and choice of career do not stem from innate differences in aptitude of girls and boys, but rather from different attitudes towards learning and aspirations for their future. For example, social contexts that influence how girls and boys choose to spend their leisure time, and gender stereotypes that affect how self-confident they are in their own abilities, are far more decisive in future career decisions [5].

In Portugal there have been some noteworthy projects that studied how children and youth use computers and the internet: E-Generation: Media Uses of Children and Youth in Portugal (2007) [7]; the multinational research network EU Kids Online (since 2006 with regular and updated reports) [8]; and Net Children Go Mobile (2014) [9]. All these projects present results by sex, which could support an analysis of gender and ICT, however this has never been a central line of work on these projects.

Gender and ICT is an important area of research identified in multiple international researches. The gender gap in ICT has concrete consequences restraining girls and women to achieve their full potential to contribute to the social and economic development of society and the quality of life of all of us. Considering the importance of this topic, our objective is to map the academic research on gender and ICT developed in Portugal, to characterize the publications on this topic, and to identify future research possibilities.

III. METHODOLOGY

To search for academic research in Portugal related to gender and ICT, we explored the portal of the Scientific Open Access Repository of Portugal (RCAAP <https://www.rcaap.pt>) which collects, aggregates and indexes Open Access scientific contents from Portuguese institutional repositories. RCAAP portal is an aggregator (meta-repository) that collects the description (metadata) of documents deposited in the 97 institutional repositories in Portugal. It constitutes a single entry point for searching, discovery and recall of thousands of scientific and scholarly publications, namely journal articles, conference papers, thesis and dissertations, distributed by Portuguese repositories. Although its name specifically mentions "open access" the repository includes many documents that are not freely accessible, such as papers in journals, but their references and abstracts can also be included.

The RCAAP portal does not cover the entire Portuguese scientific production, given that some publications are not

included in the institutional repositories, however it is a recognized and reliable source of information developed by FCCN 'Fundação para a Computação Científica Nacional' (Foundation for National Scientific Computing) in the context of the UMIC Knowledge Society Agency. We are aware that the results obtained from searching the RCAAP portal are not comprehensive of the entire Portuguese scientific production on gender and ICT, however the results can be considered representative of the academic research in Portugal considering the number of institutional repositories included.

Our search was conducted on April 2, 2016. We used the advanced search feature, and all possible combinations in the search fields: title and abstract, of the words: gender, sex, women, ICT and technologies (Fig. 2). We confined our search to the Portuguese repositories and did not include the Brazilian repository OASISbr also available on RCAAP. The words used in the search were both in Portuguese and English, considering that there is increasingly more Portuguese scientific production written in English.

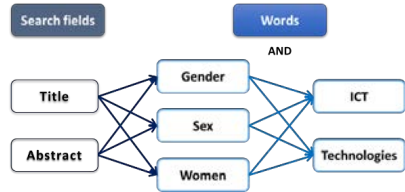


Fig. 2 – Search fields and words

To further extend the scope of our research we analyzed the call for papers of three major conferences on ICT in education in Portugal: Challenges – International Conference on ICT in Education, organized by the Competence Centre for ICT of the Education Institute, University of Minho; International Symposium on Computers in Education (SIIE) organized by diverse institutions from Spain and Portugal, and TIC Educa - International Congress ICT and Education, organized by the Institute of Education, University of Lisbon.

In addition we aimed to explore the contents of Portuguese journals related to ICT in education, however there are not many Portuguese scientific journals specifically focused on ICT. It is possible to find papers on ICT in diverse journals on education topics, but we only identified one explicitly aimed at the dissemination of research and reflection on the use and integration of Information and Technologies Communication in Education and Training: Educação, Formação & Tecnologias EFT (Education, Training & Technologies) <http://eft.educom.pt>, produced by the EDUCOM - APTE [Portuguese Association of Educational Telematics] <http://www.educom.pt>.

IV. RESULTS AND ANALYSIS

A. RCAAP

After the search in the RCAAP portal we had 24 lists of publications, 12 using the search words in Portuguese and 12 in English. On these 24 lists of publications there were several

papers that were identified in more than one list, for example, if in the title the paper has the words gender and ICT, most probably these words will also be found in the abstract. In the final count of unique publications there were 146 papers listed, however only 23 papers were related to the topic gender and ICT/Technologies. One of the reasons for such a significant reduction is that the words genre and gender in Portuguese are the same 'género'. For example, there were many papers on genre of movies that talked about technologies. Also many papers on health issues used the words women and technologies and were identified on the search.

Although we acknowledge that the RCAAP portal does not cover the entire scientific production in Portugal, given that not all authors update their academic production on their institutions repositories, it is significant that in 97 Portuguese institutional repositories with 307853 publications (at the time of our search in the portal) only 23 publications are about issues related with gender and ICT/Technologies. Master and PhD thesis are important contributions and opportunities to advance knowledge, and it is noteworthy that in 101770 Master thesis and 15454 PhD thesis registered on the RCAAP portal, there are only 11 (7 Master and 4 PhD) about gender and ICT/Technologies (Table I). Furthermore, unlike conference or journal papers, all Master and PhD thesis are registered on the institutions repositories.

TABLE I – TYPE OF DOCUMENTS

| Type of document | N |
|--------------------------------|-----------|
| Master Thesis | 7 |
| Conference paper | 5 |
| PhD Thesis | 4 |
| Paper in international journal | 3 |
| Paper in national journal | 3 |
| Book chapter | 1 |
| Total | 23 |

The earlier year of publication on the results of RCAAP search is 2005 and more recent years (2011-2015) have more publications (Table II). This evolution is similar to international research publication, however in the late 1990's and early 2000's there has been a boom of publications on gender and ICT/technologies, mostly in Anglophone countries, that did not have a visible impact on Portuguese academic research at that time. In the early 2000's there were already international comprehensive literature reviews of research on this topic [10] [11] [12] [13].

TABLE II - YEAR OF PUBLICATION

| Year of publication | 2005-2010 | 2011-2015 | Total |
|---------------------|-----------|-----------|-------|
| N | 9 | 14 | 23 |

Some publications are coauthored and the authors are affiliated with different institutions, which is why the total number of institutions is higher than the number of publications. Universidade do Minho and Universidade de Aveiro stand out

as the institutions where more research is produced on this topic (Table III). It is important to note that the 3 out of the 5 papers of Universidade de Aveiro were co-authored by researchers from ESEV, IP VISEU.

TABLE III - AUTHORS' INSTITUTIONS

| Authors' Institutions | N |
|--|-----------|
| Universidade do Minho | 7 |
| Universidade de Aveiro | 5 |
| ESEV, IP VISEU | 3 |
| FCH - Universidade Católica Portuguesa | 2 |
| ISCTE | 2 |
| Universidade da Beira Interior | 2 |
| ESEIG, IPP | 1 |
| ISEC | 1 |
| ISEG | 1 |
| Universidade Aberta | 1 |
| Universidade Portucalense | 1 |
| Total | 26 |

Analyzing the content of the 23 papers, the research main topic of 4 papers is not the interrelations of gender and ICT/technologies, although they also explore this topic. We classified the type of subjects addressed by each one of the 23 papers (each paper may address more than 1 subject), and concluded that Education and Occupation/Jobs are the most frequent subject (Table IV). Alongside with education, occupations/jobs are one of the most relevant areas of the gender gap, and ICT/technologies are closely interrelated with both [14]. One might say that notwithstanding the limited scope of Portuguese research on this topic, it addresses key issues.

TABLE IV – PUBLICATION SUBJECTS

| Subject | N |
|-------------------------------|----|
| Education | 10 |
| Occupations / Jobs | 8 |
| Equality Policies | 4 |
| Specific devices or programs | 3 |
| Digital practices and society | 1 |

On the subject Education: 6 are on Higher Education, 3 on Elementary School, and 1 on Special Educational Needs. The specific device mentioned in 1 of the papers is mobile phone and 2 papers explore social networks. The other subjects do not subdivide in sub-subjects.

The 23 publications were authored by 31 different authors, since it is common that papers have more than one author. What is more interesting when we analyze the authors of the publications is that 4 out of the 31 authors are responsible for 11 papers, which means that almost half of the 23 publications identified in the RCAAP portal were published only by 4 authors. This information further supports the evidence of the

“deserted landscape” of research in Portugal on gender and ICT/technologies.

B. Conferences

We analyzed the two last call for papers of three major conferences on ICT in education in Portugal: Challenges – International Conference on ICT in Education, organized by the Competence Centre for ICT of the Education Institute, University of Minho; International Symposium on Computers in Education (SIEE) organized by diverse institutions from Spain and Portugal; and TIC Educa - International Congress ICT and Education, organized by the Institute of Education, University of Lisbon. The calls for papers analyzed were from the conferences: Challenges 2013, Challenges 2015, SIEE 2015, SIEE 2016, TIC Educa 2014 and TIC Educa 2016 (Table V).

TABLE V – CONFERENCES’ WEBSITES

| Conference | Websites with call for papers |
|-----------------|---|
| Challenges 2013 | https://www.nonio.uminho.pt/challenges2013 |
| Challenges 2015 | https://www.nonio.uminho.pt/challenges2015 |
| SIEE 2015 | http://siee15.ese.ips.pt/osiee.html |
| SIEE 2016 | http://siie2016.adie.es |
| TIC Educa 2014 | http://ticeduca2014.ie.ul.pt |
| TIC Educa 2016 | http://ticeduca2016.ie.ulisboa.pt |

The word ‘gender’ is never mentioned in the texts of all the 6 call for papers of the aforementioned conferences. We acknowledge that although the call for papers does not specifically mentions gender issues, participants may have presented communications on the topic. However, it is noteworthy that these conferences do not include this topic in the call for papers, although the importance of gender issues in ICT and technologies is highlighted by diverse worldwide researches and reports, as for example OECD reports.. The conference call for papers guide and frame the content of the submitted communications, and certainly influence the process of decision to accept or reject a publication, thus promoting or hindering certain topics.

C. Journal EFT

Educação, Formação & Tecnologias EFT (Education, Training & Technologies) <http://eft.educom.pt> is published since 2008 and has 17 numbers published. The last number available at the time of our search (April 2016) was Vol 8, No 1 (2015). We searched all the 17 numbers of the journal for the word ‘gender’ in the search fields: title, abstract and full text. Only 5 papers included the word ‘gender’:

- 1 paper is about Brazilian teachers and the authors are Brazilian researchers;
- 1 paper although including the word ‘gender’ in the full text of the paper does not analyze any specific gender issues;
- 1 paper was already identified in the search of the RCAAP portal;
- 2 are about gender and ICT/technologies.

After 8 years publishing on education, training and technologies it is significant that only 4 papers address the topic gender and ICT/technologies, of which only 3 are from Portuguese researchers [15] [16] [17]. This is another indicator of the lack of research in Portugal on this topic.

V. RELEVANT INITIATIVES ON GENDER AND ICT IN PORTUGAL

Besides academic research produced in Portuguese Higher Education Institutions, there are some noteworthy projects on that brought significant contributes to the study of gender and ICT/technologies in Portugal. We will present 3 projects which have significantly contributed to disseminate knowledge on gender and ICT/technologies in Portugal: ‘CIAO! Women’, SACAUSEF, and the publication of education guides on gender and citizenship.

The research project ‘CIAO! Women’ (2005-2007) involved 5 partner countries: Italy, Portugal, Latvia, Bulgaria and Denmark and was carried out with the financial support from the Commission of the European Communities: DG Education and Training - Programme Socrates - Action Grundtvig. One of the 2 papers identified in the Educação, Formação & Tecnologias EFT journal [15] was the result of this project. ‘CIAO! Women’ addressed the specific lifelong learning needs of adult women in relation to Information and Communication Technology (ICT) and their perception of Information Technology, using a qualitative approach based on narrative interviews. On November 8, 2007, at the University of Évora it took place the final event of the project: ‘Ciao Women - International Conference Gender and Technology’ <http://www.minerva.uevora.pt/ciaowomen>. Besides the results of the project two of the plenary sessions were specifically on gender and ICT: Gender (in)Visibility and the Use of ICT in Education, by Maria João Duarte Silva, Professor and Researcher from ESE: School of Education, IPP, Porto, and EX.I.T.E.: girls and careers in science and technology, by Conceição Zagalo - Head of Communication & External Programmers from IBM. The combination of academic research and enterprise initiatives was an important contribution of this conference.

SACAUSEF - System of Evaluation, Certification and Support of Software for Education and Training - was an initiative of the General Directorate of Curriculum Innovation and Development of the Ministry of Education in partnership with the Institute for Quality Education and the Commission for Equality and Women’s Rights. The main objective of this initiative was to provide an evaluation system of software for education and training, and to collect and disseminate information about the quality of educational digital media in Portugal. This initiative started on 2004 and published 8 books that are available online (<https://itunes.apple.com/us/itunes-u/estudos-sacausef/id563247618?mt=10>). In the first book, published in 2005, the dimension of gender equality was clearly identified as one of the items of the evaluation system of software for education and training [18]. In the second book of SACAUSEF, published in 2006, there was a chapter on ‘Equality, non-discrimination and the perception of the gender dimension: problems and perspectives in the field of Information and Communication Technologies in Education’ [19]. The third book ‘The gender dimension in educational multimedia

products' [20], published in 2007, and the eighth book 'Gender and Digital Educational Resources' [21], published in 2011, were both specifically on gender and ICT. The SACAUSEF initiative was one of the most important contributions to disseminate scientific information on gender issues in ICT in education.

Another initiative in the area of education that addressed gender and ICT was the publication of education guides on gender and citizenship, organized by CIG – Commission for Citizenship and Gender Equality (<https://www.cig.gov.pt>). There are four guides, for pre-school [22], 1st cycle (1st to 4th grade) [23], 2nd cycle (5th to 6th grade) [24] and 3rd cycle (7th to 9th grade) [25]. However, only the Education guide for the 3rd cycle has a specific chapter on gender and ICT [26]. These guides provide theoretical framework on gender and citizenship, and practical activities that teachers can use in their classes. This could have been an opportunity to further disseminate knowledge on gender and ICT, given that these guides were used as support material of in-service teachers' training courses all over Portugal. ICT is pervasive in everyday life contexts of children, since pre-school, and it would be significant to include ICT in all cycles and not only on the 3rd cycle.

Although the above mentioned initiatives were noteworthy contributions to the study of gender and ICT/technologies interrelations, in particular SACAUSEF, one might wonder why they did not originate more research on this topic.

VI. CONCLUSIONS

Research on gender and ICT/technologies in Portugal is very limited and mainly focused on subjects related with education and occupation/jobs. The relevance of education and occupation/jobs is in line with international research and reflect main areas of the gender gap in society [14]. However, notwithstanding some relevant initiatives in Portugal that produced significant and groundbreaking literature on gender and ICT/technologies, the academic production, namely Master and PhD thesis do not significantly address this topic. Conferences on ICT do not promote gender related issues, thus contributing to the "deserted landscape" of Portuguese research on gender and ICT.

One important conclusion is that Portuguese researchers should make their academic production more widely available, sharing it on their institutions repositories. Even in the case when the publications are not open access it is possible to reference them and share the abstracts. This sharing practice would significantly improve the access to knowledge produced in Portugal increasing opportunities for research networks.

The characterization of the Portuguese research on gender and ICT/technologies in this paper, did not identify some of the most significant topics that are being studied in international academic production. As such, this paper also proposes possible future research topics to foster knowledge on gender and ICT/technologies in Portugal.

ICT/technologies are increasingly pervasive and embedded in everyday things and objects, constituting a relevant aspect of social identities. Furthermore ICT use continues to be a highly gendered area of life in all socio-economic and educational

backgrounds, and a source of significant social inequality in enduring ways. Often research on the gender gap in ICT turn women into the 'problem', isolating their ICT usage from broader social factors which shape their social opportunities and social identities. Focusing on women ICT preferences and skills research can contribute to reinforce power inequalities, overlooking the more complex and substantive reasons why women do not choose to enter technological professional sectors [1]. Gender equality in ICT is not only about equal numbers of men and women, boys and girls, using technology, but it is also about using it purposefully, meaningfully and productively, in ways which enhance individual well-being as well as democracy [27]. Since education is a key area in promoting change in society, schools are powerful instruments of gender policy and workforce equity and it is of the utmost importance that they do not reproduce social inequities. Further measures and instruments of gender policy and workforce equity in society are required more widely. The emphasis should not be mainly on how schools and their ICT usage can contribute to bridge the ICT gender gap, but rather on trying to avoid ways of reproducing inequities in schools [1]. Moreover, it is also known that technology might be a driver to obtain more gender equity in society and, accordingly, ICT is "both a tool and a goal" [1].

ICT design strategies should acknowledge the diversity of 'real' people, using the gender concept as a continuum rather than a set of binary oppositions [28], avoiding the risk of exacerbating gender inequality by stereotyping women [29]. Instead of ghettoizing girls as a population that needs 'special help' in their relation to technology, we should encourage boys and girls to express aspects of self-identity that transcend stereotyped gender categories [30], broadening the range of available options in order to open up new space for a diverse range of experiences and identities for both girls and boys [31].

Research should explore the relationship between gender and ICT, based on the understanding that both gender and ICT are social constructions, focusing on how gender relations are materialized in technology and how gendered identities and discourses are produced simultaneously with technologies. In order to improve ICT products quality in terms of usability and usefulness for both female and male users, research projects could focus on identifying factors that produce gender inequalities in ICT uses. Research can contribute to explore the interrelations of gender and technologies in an educational context acknowledging that young people's gendered identities have an impact on future educational and career patterns, particularly in relation to science and technology, improving the understanding of the co-production of gender and technologies, and advancing ways to promote gender equity.

REFERENCES

- [1] OECD, 'Return to gender': Gender, ICT and Education. Background paper of OECD Expert meeting hosted by the Norwegian Ministry of Education and Research, by C. Tomte, 2008.
- [2] OECD, Students, Computers and Learning: Making the Connection, PISA, OECD Publishing, 2015.
- [3] OECD, "Inequalities in Digital Proficiency: Bridging the Divide", in Students, Computers and Learning: Making the Connection, Paris: OECD Publishing, 2015, pp. 123-143.
- [4] G. Mascheroni, and K. Ólafsson, Net Children Go Mobile. Risks and Opportunities, Second edition, Milano: Educatt, 2014.

- [5] OECD, *The ABC of Gender Equality in Education: Aptitude, Behaviour, Confidence*, PISA, OECD Publishing, 2015.
- [6] DGEEC, *Educação em Números - Portugal 2015*, Lisboa: Direção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciência, 2015.
- [7] C. Cardoso, R. Espanha, and T. Lapa, T., *E-Generation: Os Usos de Media pelas Crianças e Jovens em Portugal*. Lisboa: CIES/ISCTE – Centro de Investigação e Estudos, 2007.
- [8] P. Cristina, A. Jorge, J. A. Simões, D. S. Cardoso (org.), *Crianças e Internet em Portugal: Acessos, Usos, Riscos, Mediações: Resultados do Inquérito Europeu Eu Kids Online*, Coimbra: Minerva, 2012.
- [9] J. A. Simões, C. Ponte, E. Ferreira, J. Doretto, and C. Azevedo, *Crianças e Meios Digitais Móveis em Portugal: Resultados Nacionais do Projeto Net Children Go Mobile*, Lisboa: CESNOVA, 2014.
- [10] M. Flanagan, and A. Booth, *Reload. Rethinking Women + Cyberculture*, Cambridge, MA: MIT Press, 2002.
- [11] J. Sanders, *Gender and Technology in Education: A Research Review*, in *Handbook of Gender in Education*, C. Skelton, B. Francis, and L. Smulyan, Eds. London: Sage Publications, 2006, pp. .
- [12] M. Volman, and E. van Eck, *Gender Equity and Information Technology in Education: the Second Decade*, *Review of Educational Research* 71, 2001, pp. 613-634.
- [13] J. Sanders, and S. M. Tescione, *Gender Equity in Technology*, *Research on gender and technology, in Defining and Redefining Gender Equity in Education*, J. Koch and B. Irby, Eds. Connecticut: Information Age Publishing, 2002, pp. 99-115.
- [14] OECD, *Closing the Gender Gap: Act Now*, OECD Publishing, 2012.
- [15] R. Bencivenga, J. L. Ramos, V. Maio, and M. Festas, “Ciao Women”: Contributos para o estudo das necessidades de aprendizagem ao longo da vida específicas de mulheres adultas em relação às tecnologias de informação e comunicação, *Educação, Formação & Tecnologias*; vol. 1(1), 2008, pp. 11-22.
- [16] M. C. J. Rocha, *Quando a avaliação se torna prioridade política, a educação para a igualdade deixa de o ser: políticas de género e TIC na era da globalização*, *Educação, Formação & Tecnologias*, 4(1), 2011, pp. 4-16.
- [17] I. Jorge, *Um questionário sobre as percepções dos estudantes acerca da importância das tarefas da e-tutoria: diferenças de género, idade, formação académica e experiência tecnológica*, *Educação, Formação & Tecnologias*, 5 (1), 2012, pp. 17-32.
- [18] T. Alvarez, *A Dimensão da Igualdade de Género no Projecto SACAUSEF*, in *Utilização e Avaliação de Software Educativo*. Cadernos SACAUSEF, nº1, Sistema de Avaliação, Certificação e Apoio à Utilização de Software para a Educação e a Formação. Lisboa: Ministério da Educação, 2005.
- [19] M. J. Silva, *A igualdade, a Não Discriminação e a Percepção da Dimensão de Género: Problemas e Perspectivas no Domínio das Tecnologias da Informação e da Comunicação na Educação*, Cadernos SACAUSEF, nº 2, Sistema de Avaliação, Certificação e Apoio à Utilização de Software para a Educação e a Formação, 2006, pp. 17 - 23.
- [20] DGIDC, *Caderno SACAUSEF, nº 3, A dimensão do género nos produtos educativos multimédia*, Lisboa: Direção Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular, 2008.
- [21] DGIDC, *Caderno SACAUSEF, nº 8, Género e Recursos Digitais*, Lisboa: Direção Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular, 2011.
- [22] M. J. Cardona, C. Nogueira, C. Vieira, M. Uva, and T. C. Tavares, *Guião de Educação Género e Cidadania – Pré-Escolar*, Lisboa: Comissão para a Cidadania e a Igualdade de Género, 2015.
- [23] M. J. Cardona, C. Nogueira, C. Vieira, I. Piscalho, M. Uva, and T. C. Tavares, *Guião de Educação Género e Cidadania – 1º ciclo do Ensino Básico*, Lisboa: Comissão para a Cidadania e a Igualdade de Género, 2015.
- [24] C. Pomar, A. Balça, A. F. Conde, A. M. Garcia, C. Nogueira, C. Vieira, L. Saavedra, P. Silva, O. Magalhães, and T. C. Tavares, *Guião de Educação Género e Cidadania – 2º ciclo do Ensino Básico*, Lisboa: Comissão para a Cidadania e a Igualdade de Género, 2012.
- [25] T. Pinto, C. Nogueira, C. Vieira, I. Silva, L. Saavedra, M. J. Silva, P. Silva, T. C. Tavares, and V. Prazeres, *Guião de Educação Género e Cidadania – 3º ciclo do Ensino Básico*, Lisboa: Comissão para a Cidadania e a Igualdade de Género, 2009.
- [26] M. J. Silva, *Género e Tecnologias da Informação e da Comunicação*, in T. Pinto, C. Nogueira, C. Vieira, I. Silva, L. Saavedra, M. J. Silva, P. Silva, T. C. Tavares, and V. Prazeres, *Guião de Educação Género e Cidadania – 3º ciclo do Ensino Básico*, Lisboa: Comissão para a Cidadania e a Igualdade de Género, 2009, pp. 115-120.
- [27] N. Selwyn, K. Facer, *Beyond the digital divide. Rethinking digital inclusion for the 21st century*, Bristol: Futurelab, 2007.
- [28] H. Jenkins, and J. Cassell, *From Quake Girls to Desperate Housewives: A Decade of Gender and Computer Games*, in Y. Kafai, C. Heeter, J. Denner, and J. Sun, Eds., *Beyond Barbie and Mortal Combat: New Perspectives on Gender and Gaming*. Cambridge, MA: MIT Press, 2008.
- [29] W. Faulkner, and M. Lie, *Gender in the Information Society: Strategies of Inclusion*, *Gender, in Technology and Development*, 11(2), 2007, pp. 157-177.
- [30] J. Cassell, and H. Jenkins, *Chess for Girls? Feminism and Computer Games*, in J. Cassell, and H. Jenkins, Eds., *From Barbie to Mortal Combat: gender and computer games*. Cambridge, MA: MIT Press, 1998.
- [31] J. Cassell, and H. Jenkins, Eds., *From Barbie to Mortal Combat: Gender and Computer Games*. Cambridge, MA: MIT Press, 1998.

Percepção para a Cooperação. Estudo de Caso em editores de textos Web na perspectiva de usuários cegos

Rodrigo Prestes Machado
Área de Informática
Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Rio Grande
do Sul
Porto Alegre, Brasil
rodrigo.prestes@poa.ifs.edu.br

Débora Conforto
Núcleo de Informática na Educação
Especial
Universidade Federal do Rio Grande
do Sul
Porto Alegre, Brasil
debora.conforto@gmail.com

Lucila Santarosa
Núcleo de Informática na Educação
Especial
Universidade Federal do Rio Grande
do Sul
Porto Alegre, Brasil
lucila.santarosa@ufrgs.br

Resumo—Este artigo problematiza os limites e as possibilidades da interação de usuários cegos com editores de textos Web colaborativos. Caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa, exploratória/explicativa, cujo objeto de estudo é a implementação de regiões vivas, ferramenta de acessibilidade que opera como condição de possibilidade para a interação e a interdependência positiva entre usuários cegos e aplicativos Web cooperativos. Com base no contexto sociocultural de afirmação da diferença e nos espaços-tempo de cooperação estabelecidos pela Web 2.0, conceitualmente alicerçado na área de pesquisa da *Computer Supported Cooperative Work*, a trajetória de investigação consiste em discutir o potencial de cooperação e de autoria individual e coletiva em ferramentas de *Groupware* quando em interação com sujeitos com deficiência visual.

Palavras-chave—Web 2.0; Acessibilidade; WAI-ARIA; CSCW
Percepção para a Cooperação

I. INTRODUÇÃO

A expansão da Internet impulsionou a difusão de valores como a cooperação, a partilha e a liberdade de criação, inspirando o homem a encontrar formas diferenciadas de pensar o mundo e as relações sociais. Atualmente, vivenciamos a Cibercultura pelo exercício da transformação cultural forjada pelo ímpeto da conexão e pela busca de informações em diferentes mídias.

No contexto da Cibercultura, a interação em rede e a produção cooperativa têm suas condições de possibilidade potencializadas pela garantia de acesso a um conjunto de dispositivos tecnológicos com alto grau de interatividade, conjunto que passou a configurar a interface da segunda fase da Web [1]. A Web 2.0 amplia gradativamente os espaços de interação humana, projetando um espaço-tempo digital que supera a perspectiva de uma mera mudança estética – ao promover a socialização de ideias e projetos, ao facilitar o encontro de pessoas e de organizações, são instituídas formas de convivência e de convergência alicerçadas no respeito e na valorização das individualidades e das diferenças.

A Web 2.0 revela um novo paradigma na modelagem de interfaces para as tecnologias digitais de informação e de comunicação. Trata-se de um processo, como destaca [1], que, além de aperfeiçoar a usabilidade de interfaces para Web,

objetiva o desenvolvimento de uma Arquitetura de Participação, ou seja, sistemas computacionais devem incorporar recursos de interconexão e de compartilhamento de tecnologias e de saberes. A produção desta Cultura da Participação viabiliza-se no cumprimento da premissa estabelecida por [1] – as funcionalidades da Web se tornarão melhores à medida que aumentar o número de pessoas que passarem a utilizar seus recursos e benefícios.

Para instituir a Cultura da Participação e da Cooperação, as ações humanas necessitam ser pautadas no diálogo com as diferenças. Essa contemporânea matriz cultural é conquistada quando a exclusão prévia de qualquer grupo social e/ou a restrição dos direitos e deveres humanos são efetivamente combatidas. A perspectiva da inclusão sociodigital exige a alteração do perfil tecnológico, devendo assumir como meta a superação das restrições no desenvolvimento de *software* modelados para uma determinada especificidade sensorial ou cognitiva.

Após investigar a interação de pessoas com deficiência com recursos computacionais, [2] analisou que é necessário romper com a lógica do *software* exclusivo para cada deficiência. Programas com a etiqueta “centrados no déficit”, ainda que apresentem vantagens, uma vez que são fáceis de usar e parecem solucionar o problema físico ou sensorial, na verdade revelam sua fragilidade ao não acompanhar o desenvolvimento do usuário e ao não potencializar a interação com os demais usuários. No desenvolvimento de tecnologias para pessoas com deficiência, a ruptura com o caráter de exclusividade deve ser garantida, pois a modelagem restritiva opera sob uma lógica centrada no defeito e, por isso, na segregação digital e social.

A trajetória de investigação assumida neste artigo, estabelecida no imbricamento do cenário sociocultural de afirmação da diferença e dos contextos de interação e de protagonismo possibilitados pela Web 2.0, consiste em discutir o potencial de cooperação e de autoria individual e coletiva em ferramentas de *Groupware* quando em interação com sujeitos com deficiência visual (DV). A investigação foi conceitualmente alicerçada na área de pesquisa da *Computer Supported Cooperative Work* (CSCW)[3].

A discussão dos dados apresentados neste artigo constitui um estudo prévio da investigação de doutorado coordenada pelo Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, cujo objeto de estudo é problematizar a implementação de regiões vivas, ferramenta de acessibilidade projetada, como condição de possibilidade para a interação e a interdependência positiva entre usuários cegos e sistemas Web colaborativos.

II. DA WEB 1.0 PARA A WEB 2.0: LIMITES E POSSIBILIDADES

Nos últimos anos, foi notória a evolução da Web 1.0 – a primeira configuração da rede mundial de computadores, caracterizada como um grande repositório de informações, atualizou-se para também operar como plataforma de construção sistemas. Preocupado com questões de acessibilidade, em 1999, o *World Wide Web Consortium* (W3C) lançou a primeira versão da recomendação *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG) [4], que possuía recomendações importantes para a acessibilidade dos conteúdos digitais, estabelecendo boas práticas de acessibilidade, entre elas a atribuição de descrições textuais em imagens e o suporte à navegação por teclado.

As possibilidades de interação com a Web começaram a mudar quando a equipe de desenvolvimento do navegador Internet Explorer ofereceu uma maneira de estabelecer requisições assíncronas entre cliente-servidor. Esse modelo assíncrono, batizado posteriormente de *Asynchronous Javascript and XML* (AJAX), permitiu que novos componentes de interface (*widget*) e, consequentemente, novas aplicações pudessem ser pensados. Não demorou muito para que planilhas eletrônicas, editores de textos, mapas geográficos, entre outros aplicativos, fossem desenvolvidos. Essa nova classe de sistemas Web, com interface comparável aos aplicativos escritos para sistemas operacionais, foi então batizada de *Rich Internet Application* (RIA).

A introdução das aplicações RIA estreou uma nova forma de navegação para os usuários cegos da Web. Por meio de um leitor de tela, um cego pode percorrer os elementos de uma página de maneira sequencial. Entretanto, como as páginas das aplicações RIA sofrem atualizações constantes, era necessário um mecanismo de notificação. Para resolver essa e outras questões, o W3C escreveu uma nova recomendação, denominada *Accessible Rich Internet Applications* (ARIA) [5], que incorpora novos elementos ao HTML. Esses elementos permitem o diálogo entre tecnologias assistivas e os componentes de interface Web. Com o objetivo de informar sobre as atualizações na página, o ARIA propôs as regiões vivas (*live regions*), um mecanismo que, em conjunto com um leitor de tela, permite notificar os usuários caso ocorra alguma alteração nos elementos de um documento Web.

Os resultados da revisão bibliográfica apontaram para trabalhos que tentam identificar os problemas de acessibilidade em aplicações RIA colaborativas. Conforme revelaram as pesquisas realizadas por [6], na implementação de uma aplicação de *chat* na Web chamada de *Reef Chat*, foram utilizadas regiões vivas para permitir a participação de usuários cegos na interação. Devido ao problema de sobrecarga cognitiva pela circulação de muitas mensagens, estas foram classificadas pelo grau de

relevância. Uma mensagem recebia relevância máxima (MAX) quando continha o nome de algum usuário que estava participando do *chat*. As mensagens de relevância média (MID) foram identificadas por meio da contagem de palavras similares em comparação com as mensagens anteriores. Todas as mensagens restantes eram classificadas com uma prioridade mínima (MIN). As mensagens com importância máxima e média foram marcadas na região viva como *assertive*, fazendo com que o leitor de tela notificasse o usuário mesmo que ele estivesse realizando outra ação; as de baixa prioridade foram classificadas como *polite*, sendo lidas pelo leitor de tela somente quando o usuário estivesse parado.

Embora o artigo não apresente dados concretos sobre a validação da solução proposta, os autores mencionam, em suas discussões, uma preocupação quanto à sobrecarga de informação em ambientes com alto grau de atividade. Expuseram, também, ideias para melhorias dos leitores de telas, como, por exemplo, adicionar a possibilidade de emitir múltiplas vozes, visto que atualmente os leitores de telas sintetizam apenas uma única voz para o conteúdo HTML.

Outra investigação analisada foi a ferramenta síncrona para mediação e troca de ideias na Web [7]. Com funcionalidades similares a um sistema de Webconferência, o Quadro-Branco possuía uma área para identificar os participantes, recursos de *streaming* de áudio e vídeo, um *chat* e uma ferramenta para construção de esquemas, na qual era possível compartilhar texto, imagens e vídeos. Apesar de a ferramenta possuir sistemas de notificação, não foram coletados dados que identificassem problemas relativos à questão de sobrecarga de informação. Um ponto frágil para os cegos é o posicionamento espacial dos objetos na ferramenta de construção de esquemas, visto que a qualidade das mensagens do retorno da localização do objeto dada ao usuário é baixa. Para permitir o deslocamento de objetos para usuários que utilizam apenas o teclado, foi desenvolvida uma funcionalidade a fim de posicionar espacialmente os objetos. No entanto, o fato de a unidade de medida ser informada em *pixels* dificultava a compreensão do posicionamento por parte dos usuários.

Embora as regiões vivas implementadas tenham permitido que os usuários conseguissem escutar os anúncios referentes aos movimentos que eram realizados no sistema, eles apresentaram dificuldade de usar essa informação para interagir com o ambiente em virtude da qualidade da mensagem.

Com base nesse conjunto de desafios e de soluções apontado em pesquisas que abordam a interação de usuários cegos com aplicativos para Web, foi estabelecido o objeto de investigação deste artigo, localizado no campo de saber da acessibilidade em sistemas colaborativos: analisar os limites e as possibilidades de editores de texto cooperativos em instituir processos de interação e de interdependência positiva para usuários com DV.

III. BASE CONCEITUAL DA PESQUISA

CSCW se configura como uma área de pesquisa interdisciplinar que estabelece como um de seus focos de investigação as possibilidades de qualificar o trabalho em grupo mediado por tecnologias de informação e comunicação.

O cenário cultural instituído pela Cibercultura tem condicionado pesquisas na área da computação a fim de potencializar e viabilizar práticas de cooperação, independentemente da distância geográfica [8] [3], permitindo que equipes possam reunir membros dispersos na concretização de objetivos em comum.

O conceito de cooperação passa a ser central no âmbito da CSCW e, por isso, necessita ser delimitado. Piaget [9] aponta para a diferenciação entre colaboração e cooperação. Para esse cognitivista, a colaboração se configura como a interação na qual trocas de pensamento são efetivadas por meio da comunicação verbal e pela coordenação de pontos de vista. A colaboração otimiza e impulsiona a etapa das trocas sociais anterior à cooperação.

A cooperação se alicerça no conceito de interação, que ocorre por meio de operações racionais. Estas, para operar, exigem a formação de vínculos e a reciprocidade afetiva entre os sujeitos do processo de aprendizagem. A construção do conhecimento em ações de cooperação ocorre pela formação de sistemas de interação, na qual a estrutura operatória modifica o indivíduo e o grupo como um todo. Para que a ação de cooperação se concretize, dois conceitos devem ser observados: (1) a **interação**, processo estruturado pelo respeito mútuo, pela reciprocidade e pela autonomia entre os participantes, e (2) a **interdependência**, a imbricada relação do sujeito conhecedor com o objeto a conhecer. Destaca-se que a positividade deve gestar a interação, de forma que todos os participantes possam efetivamente atuar e realizar com êxito as ações propostas. A interação e a interdependência positiva são fatores fundamentais em desenho de atividades cooperativas.

O sucesso de tarefas de cunho cooperativo está relacionado à capacidade de o participante perceber a ação do outro para, assim, tomar consciência de sua própria ação. Para Damásio [10], a mente toma consciência do mundo por intermédio do cérebro, e o cérebro só obtém informações por meio do corpo. Portanto, o corpo é o limite sensorial que alimenta o cérebro e, posteriormente, a mente. Dessa forma, neste trabalho, utiliza-se o termo percepção no sentido de recepção, capitaneado pelo mecanismo sensorial de entrada de informações do nosso corpo. A noção de consciência está associada a planejamento, à tomada de decisões, à interação com o meio e à seleção do curso da ação. Para [10], a consciência é um sentimento sem qualquer modalidade sensorial voltada ao exterior, pois não segue nenhum padrão visual, auditivo, olfativo ou gustativo.

Para que uma prática de cooperação ocorra em aplicativos Web, é fundamental que cada participante obtenha do sistema sinais da ação dos outros, estabelecendo o contexto para suas próprias ações, o que possibilitará a tomada de consciência para a cooperação. Segundo [11], a Percepção para a Colaboração (*Collaboration Awareness*) diz respeito à percepção das capacidades temporais e espaciais que afetam um grupo de pessoas que cooperam. Dessa forma, pode-se entender que a tomada da consciência para a cooperação é proveniente da percepção sobre a disponibilidade e a comunicação distinguível entre participantes dentro de espaços-tempo compartilhados.

Entretanto, em sistemas computacionais, o contexto da cooperação proporciona uma semântica para os espaços,

caracterizando, assim, a noção de lugar. Por exemplo, uma sala de reuniões virtual possui convenções, papéis, rituais, entre outros elementos que designam um lugar. Portanto, o lugar pode associar diversas informações de percepção de um espaço para atribuir um significado concreto para os usuários.

A disponibilidade, requisito essencial em sistemas cooperativos, permite identificar o estado de cada participante (on-line/off-line) e, também, reconhecer se as pessoas estão em espaços físicos distintos. No âmbito da comunicação, seja síncrona ou assíncrona, as informações de conectividade, entrega, atraso nas mensagens, entre outras, devem ser anunciadas. Será o espaço, dentro do contexto de CSCW, que fornecerá os elementos de percepção do mundo tridimensional e, consequentemente, no gerenciamento da interação.

Existem diversos atributos de percepção relacionados com a noção de espaço que podem ser utilizados na tomada de consciência para a cooperação, como, por exemplo: (1) informações sobre a localização e a mobilidade dos indivíduos (*Location Awareness*) [12], (2) privilégios, papéis e atividades sociais (*Social Awareness*) [13], (3) espaços virtuais que definem topologias e formas de navegação (*Context Awareness*) [14], (4) interação dentro de um espaço de trabalho para realização de uma tarefa (*Workspace Awareness*) [15] e (5) processos dinâmicos de percepção, de entendimentos de eventos e de realização de ações (*Situation Awareness*) [16].



Fig 1. Esquema do conceito de Percepção para a Cooperação focalizado na investigação (Adaptado de [17])

Apesar de existirem diversos atributos importantes para a percepção dentro de um espaço/lugar, neste artigo foi avaliada a interação de usuários cegos com editores de texto cooperativos, focalizando apenas a noção de “Percepção no Espaço de Trabalho” (*Workspace Awareness*) como métrica de análise dos atributos relacionados à definição de espaço.

Segundo [15], a Percepção no Espaço de Trabalho é definida como a capacidade de perceber sinais para entender as tarefas que estão sendo realizadas no local de trabalho. As tarefas podem ser percebidas por informações de quem, o que, quando e como são realizadas.

Outra questão importante é a interação, ou seja, como o grupo interage no espaço de trabalho e que informações são necessárias para sustentar essa interação. Nesse sentido, o *feedback* para atingir um objetivo e o *feedthrough* para obter a

informação sobre as ações de outros são elementos de interação consideráveis.

Por fim, a noção sobre o espaço de trabalho conduz para o conceito de interdependência percebida pelo grupo. Vários tipos de interdependência podem ser utilizados em um sistema, como, por exemplo, suporte às atividades paralelas, atividades coordenadas e atividades ajustadas mutuamente. A Figura 1 apresenta o recorte feito sobre o conceito de “Percepção para a Cooperação” apresentado em [17] e posteriormente utilizado neste trabalho.

Observar conceitos de interação e de interdependência positiva configura-se como premissa que se afirma na garantia da participação de todos na formulação e na concretização de propostas. Ações cooperativas necessitam da democratização dos atributos de percepção para apoiar a tomada de consciência e de decisão em sistemas Web.

IV. OPÇÃO METODOLÓGICA E CENÁRIO DE PESQUISA

Os dados da pesquisa discutidos neste artigo são resultado de uma investigação de abordagem qualitativa [18] realizada no intuito de analisar os limites e as possibilidades da utilização de editores de texto on-line por usuários com DV na concretização dos conceitos de interação e de interdependência. Configura-se como uma investigação de objetivo exploratório-explicativo [18], [19] por: (1) proporcionar maior familiaridade com o objeto de estudo e (2) conduzir um aprofundamento da pesquisa bibliográfica para a construção do referencial teórico.

Quadro 1 – Checklist – Análise de ferramentas de CSCW

| Categorias | Questões de análise | C ₁ | C ₂ |
|------------------|--|----------------|----------------|
| | O sistema informa/promove: | | |
| Disponibilidade | Se os usuários estão disponíveis para cooperar (on-line, off-line)? | S | P |
| | Se outros usuários estão trabalhando de forma síncrona, assíncrona? | S | S |
| | Se a conectividade foi perdida ou recuperada? | S | S |
| Comunicação | Quando as mensagens foram entregues aos usuários de destino? | ■ | ■ |
| | Sobre o tempo gasto na entrega de uma mensagem? | ■ | ■ |
| | Quem está realizando uma tarefa em particular? | S | S |
| Tarefa | Sobre a atividade que está sendo executada por um determinado usuário? | S | S |
| | O lugar onde o usuário está trabalhando? | S | S |
| | Quando uma tarefa está sendo ou foi executada? | S | S |
| | Como uma tarefa está sendo ou foi executada? | S | S |
| | O histórico das tarefas executadas? | S | N |
| Interação | Feedback sobre as ações correntes dos usuários? | S | S |
| | Se outros estão acompanhando o que usuário está fazendo (Feedthrough)? | S | S |
| | Se outros estão seguindo o que usuário está fazendo (Back-channel Feedback)? | ■ | ■ |
| | Sinais sobre onde os usuários estão olhando? | ■ | ■ |
| Interdependência | O feedback sobre quem está falando com quem? | S | S |
| | Se os outros estão realizando atividades paralelas? | S | S |
| | Se há a realização de atividades coordenadas? | S | S |

| | | |
|--|---|---|
| Se há a realização de atividades de ajuste mútuo? | S | S |
| Quem está no controle de um objeto ou de um recurso compartilhado? | S | S |

Legendas: S – Sim; N – Não; P – Em parte; ■ Não se aplica;
 C₁ – Editor de texto do Google Drive; C₂ – Word Online.

O processo de investigação da construção da consciência para a cooperação por usuários com DV foi conduzido por um conjunto de categorias inspirado nas discussões propostas por [17]: disponibilidade, comunicação, tarefa, interação e interdependência. A escolha das ferramentas CSCW foi conduzida pela observação de três critérios: (1) ser editor de texto com possibilidade de mediar práticas de cooperação, (2) ser amplamente utilizado e (3) responder positivamente às questões de análise estabelecidas por [17]. Para a validação dos aplicativos que compuseram o cenário de investigação, também foram utilizadas as questões de análise apontadas por [17]. Essa verificação foi apoiada pelo checklist apresentado no Quadro 1, estabelecendo as unidades de análise na composição dos protocolos de investigação.

Os resultados do processo de construção dos protocolos de investigação realizados pela equipe de pesquisadores assinalaram o critério “Não se aplica” para quatro questões de análise, que, por isso, foram descartadas. Essas questões não compuseram as ações projetadas para os sujeitos de pesquisa nos protocolos e foram retiradas do checklist na análise de ferramentas de CSCW para participantes com e sem DV apresentadas no Quadro 3. Essa decisão se justifica devido ao fato de as funcionalidades relacionadas às questões de análise não serem relevantes em editores de texto e, principalmente, não comprometerem os requisitos de percepção para a cooperação em ações de produção textual.

Participaram da investigação, como sujeitos de pesquisa, dois deficientes visuais com larga experiência na utilização de sistemas Web consorciada a leitores de tela (Quadro 2). Como instrumentos de coleta de dados, foram empregadas a proposição de protocolos, a técnica de observação direta e a transcrição das filmagens. Nos encontros presenciais, realizados em setembro de 2015, com a duração média de 1h, os sujeitos de pesquisa foram instruídos a pensar em voz alta (*Think-aloud*) sobre as ações que efetuavam. A discussão dos dados foi pautada na técnica de análise textual discursiva, conforme [20].

A produção textual coletiva e cooperativa foi o artefato proposto em cada protocolo de pesquisa para o grupo de participantes, com e sem DV. A delimitação do objeto da ação cooperativa estabeleceu o contexto para a categoria “Tarefa”, e as estratégias para sua concretização foram investigadas pelas questões de análise estabelecidas nas categorias “Interação” e “Interdependência”.

Quadro 2 – Caracterização dos sujeitos de pesquisa

| | |
|----------------|--|
| S ₁ | Deficiente, 24 anos, com 5% de visão residual. Graduado em Análise e Desenvolvimento de Sistemas Web. Trabalha na IBM/Brasil. Configuração tecnológica estabelecida na aplicação dos protocolos de pesquisa: Windows 8.1, Jaws 15 e Firefox 40.03. |
| S ₂ | Cego, 47 anos, graduado em Ciência da Computação e em Física, e mestre em Ciência da Computação. Larga experiência com leitores de tela Jaws. Trabalha no Centro de Processamentos de Dados da UFRGS. Configuração tecnológica estabelecida na aplicação dos protocolos de pesquisa: Windows 7, Jaws 16 e Internet Explorer 9. |

V. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

As ações estabelecidas em cada protocolo buscaram contemplar as questões de análise elencadas na *Checklist* – Análise de ferramentas de CSCW. A abordagem quantitativa dos resultados é apresentada no Quadro 3, analisando a tomada de consciência para a colaboração entre sujeitos com e sem limitação visual. Na sequência, realiza-se uma discussão qualitativa, ilustrado-a com excertos registrados das ações de cada participante.

Quadro 3 – *Checklist* – Análise de ferramentas de CSCW com e sem DV

| Categorias | Questões de análise O sistema informa/promove: | S ₀ | | S ₁ | S ₂ |
|------------------|--|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | C ₁ | C ₂ | pv | dv |
| Disponibilidade | Se os usuários estão disponíveis para cooperar (on-line, off-line)? | S | P | P | P |
| Comunicação | Se outros usuários estão trabalhando de forma síncrona, assíncrona? | S | S | P | P |
| | Se a conectividade foi perdida ou recuperada? | S | N | N | N |
| Tarefa | Quem está realizando uma tarefa em particular? | S | S | N | N |
| | Sobre a atividade que está sendo executada por um determinado usuário? | S | S | N | N |
| | O lugar onde o usuário está trabalhando? | S | S | N | N |
| | Quando uma tarefa está sendo ou foi executada? | S | S | N | N |
| | Como uma tarefa está sendo ou foi executada? | S | S | N | N |
| Interação | O histórico das tarefas executadas? | S | N | P | N |
| | Feedback sobre as ações correntes dos usuários? | S | S | N | N |
| | Se outros estão acompanhando o que usuário está fazendo (Feedthrough)? | S | S | N | N |
| | Feedback sobre quem está falando com quem? | S | S | N | N |
| Interdependência | Se os outros estão realizando atividades paralelas? | S | S | N | N |
| | Se há a realização de atividades coordenadas? | S | S | N | N |
| | Se há a realização de atividades de ajuste mútuo? | S | S | N | N |
| | Quem está no controle de um objeto ou de um recurso compartilhado? | S | S | N | N |

Códigos: S – Sim; N – Não; P – Em parte; ■ Não se aplica;
 C₁ – Editor de texto – Google Drive; C₂ – Word Online
 S₀ – Sujeito não DV; S₁ e S₂ – Sujeitos com DV.

Os resultados quantitativos dos dados coletados evidenciaram que os editores de texto analisados revelam um adequado suporte para a realização de atividade de produção textual cooperativa para pessoas sem DV. De todas as questões de análise utilizadas para mapear as possibilidades de percepção para a cooperação, apenas no contexto de pesquisa C₂, Word Online, três questões não foram positivamente avaliadas. Para o item “O sistema informa se os usuários estão disponíveis para cooperar (on-line, off-line)?”, foi parcialmente atingido, pois, quando o convite foi encaminhado por e-mail, o estado de presença do participante não foi informado de forma precisa pelo sistema, uma vez que a interface não apresentou o nome ou o e-mail, sinalizando apenas com o termo genérico “convitado”, o

que pode causar uma confusão na identificação dos participantes quando o processo de edição envolver um número maior de usuários. A questão “O sistema informa o histórico das tarefas executadas?” foi negativamente avaliada, uma vez que a funcionalidade que registraria o histórico da construção do texto não foi disponibilizada pelo aplicativo. Para “Se a conectividade foi perdida ou recuperada?”, a ausência de alertas visuais e sonoros, inviabilizaram a percepção da perda da conectividade.

Entretanto, quando o olhar sobre a análise do Quadro 3 refere-se aos usuários com limitação visual ou a cegos, os resultados revelam que os editores de textos analisados (C₁ e C₂) são inadequados para mediar ações de produção textual cooperativa, pois os requisitos de percepção essenciais à tomada de consciência para a cooperação passam a não ser garantidos.

Na categoria “Disponibilidade”, a questão de análise “O sistema informa se os usuários estão disponíveis para cooperar (on-line, off-line)?” foi parcialmente contemplada, pois, quando S₁ estava navegando pelo ambiente, percebeu a presença de outros participantes, mas não como uma ação propositiva do sistema. A percepção do S₁ resultou da livre exploração do usuário com DV, uma prática realizada com frequência para: (1) iniciar uma tarefa e, assim, construir o mapa mental do espaço de trabalho ou (2) resolver problemas de desorientação, pois o usuário DV utiliza a estratégia de retornar para o topo da página e, como consequência desse processo de navegação, percebe as alterações do sistema.

Por outro lado, o sujeito S₂ conseguiu perceber a entrada de novas participantes em C₂ (Word Online), uma vez que o anúncio “convitado está editando este documento” foi efetivado pelo leitor de tela, exemplificando o uso da ferramenta de acessibilidade proposta pela W3C, região viva. Além disso, o usuário DV também foi notificado no momento da saída de algum participante por intermédio da mensagem “convitado não está mais editando este documento”. Porém, embora o mecanismo de anúncio tenha sido implementado, as mensagens não continham o nome do usuário que estava entrando ou saindo do ambiente. Assim, pela qualidade da informação encaminhada pelo sistema, avaliou-se como parcial a capacidade de o usuário DV perceber a disponibilidade de outros participantes no espaço de trabalho.

O compartilhamento do texto, ação proposta no protocolo e concretizada pelo envio de e-mail, foi realizada com sucesso por S₁ e S₂, permitindo conhecer os participantes da tarefa cooperativa. Entretanto, essa ação não possibilitou que os usuários com DV identificassem se a ação dos demais participantes ocorria de forma síncrona ou assíncrona. Esse ponto de fragilidade para a cooperação poderia ter sido minimizado se o item “O sistema informa o histórico das tarefas executadas?” fosse uma garantia também para os sujeitos S₁ e S₂.

Permitir o acesso a diferentes versões do texto e mapear as produções individuais no coletivo são elementos de grande importância para a coordenação da produção textual cooperativa. Essa funcionalidade foi parcialmente atingida pelo sujeito S₁ no contexto C₁, pois foi possível acessar a funcionalidade do histórico por meio dos menus do sistema. No entanto, a identificação da ação de cada participante foi

implementada apenas por meio de cores, ou seja, sem relevância para usuários com DV.

É fundamental registrar que as questões de análise relacionadas com as categorias “Tarefa”, “Interação” e “Interdependência”, requisitos de percepção essenciais para a tomada da consciência visando à cooperação no espaço de trabalho, são imperceptíveis para usuários com DV. A construção coletiva do texto, artefato proposto no protocolo, foi impossibilitada para os participantes S_1 e S_2 , pois o não retorno das contribuições dos demais participantes inviabilizou a interação e, conseqüentemente, a interdependência. Os resultados dos protocolos revelaram que os editores não foram capazes de anunciar, por exemplo, que um novo parágrafo de um texto estava sendo escrito por outro usuário. Esses resultados ratificaram a pesquisa de [21], pois os participantes DV não conseguiram diferenciar o que era efetivamente texto ou comentário. Além disso, S_1 sequer conseguiu entender que estava em um editor de texto na Web – para ele, tratava-se apenas de um campo de formulário. Outro problema encontrado foram as constantes atualizações da página, que causaram desorientação para os usuários com DV. Por exemplo, em C_1 , ao receber uma mensagem, uma janela de bate-papo foi criada, acarretando uma navegação diferente da original. Nas palavras de S_1 , “essa página parece mutante” e “é difícil estabelecer um mapa mental para essa página”.

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Web 2.0 se caracteriza como forte impulsionadora da “Cultura da Participação”, cenário sociocultural no qual as ações humanas devem ser tecidas no diálogo com as diferenças. A perspectiva da inclusão sociodigital exige a alteração do perfil tecnológico para democratizar as possibilidades de participação que emergem da adoção da técnica de programação assíncrona entre cliente e servidor Web (AJAX), pois, assim, a dinamicidade dos sistemas Web passa a operar sem a exclusão prévia de qualquer grupo social. As aplicações cooperativas representam um novo desafio para construção de soluções de uso e de acesso na Web.

Os aplicativos Web analisados nesta investigação revelaram-se inadequados para mediar ações de produção textual cooperativa, pois os requisitos de percepção essenciais para a tomada de consciência visando à cooperação, como comunicação, tarefa, interação e interdependência, não foram garantidos.

A solução para os problemas expostos neste trabalho possivelmente pode ser encontrada na implementação de funcionalidades de anúncios por intermédio de regiões vivas, o que conduz a duas novas questões de pesquisa: (1) as regiões vivas são ferramentas de acessibilidade apropriadas para implementar, de forma satisfatória, questões como disponibilidade, comunicação, tarefa, interação e interdependência em aplicativos Web?; (2) se as regiões vivas se revelam como mecanismo adequado para notificação, em que medida a quantidade de anúncios poderia causar problemas de sobrecarga cognitiva, confusão ou incerteza para sujeitos com DV? São esses os desafios que projetam o futuro desta pesquisa, ao estabelecer como objeto de investigação a

proposição de estratégias em aplicativos Web, implementadas por meio de regiões vivas, para que problemas de percepção possam ser minimizados e, assim, passem a viabilizar processos de tomada de consciência para sujeitos com DV.

REFERÊNCIAS

- [1] Tim O'Reilly, “What Is Web 2.0: Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software,” 2005. [Online]. Available: <http://www.oreilly.com/pub/a/web2/archive/what-is-web-20.html>. [Accessed: 23-Apr-2016].
- [2] R. E. Castellano and R. S. Montoya, “Laptop, andamaje para la Educación Especial: guía práctica, computadoras móviles en el currículo,” Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (UNESCO), Montevideo, Uruguay, 2011.
- [3] M. Pimentel and H. Fuks, *Sistemas Colaborativos*. Elsevier Inc., 2011.
- [4] B. Caldwell, M. Cooper, L. G. Reid, and G. Vanderheiden, “Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0,” 2008. [Online]. Available: <http://www.w3.org/TR/2008/REC-WCAG20-20081211/>. [Accessed: 24-Apr-2016].
- [5] J. Diggs, J. Craig, S. McCarron, and M. Cooper, “Accessible Rich Internet Applications (WAI-ARIA) 1.1,” 2016. [Online]. Available: <http://www.w3.org/TR/wai-aria-1.1/>. [Accessed: 24-Apr-2016].
- [6] P. Thiessen and C. Chen, “Ajax live regions: ReefChat using the fire vox screen reader as a case example,” *Proc. 2007 Int. cross-disciplinary Conf. Web Access*, p. 137, 2007.
- [7] L. Santarosa, D. Conforto, and R. P. Machado, “Whiteboard: Synchronism, accessibility, protagonism and collective authorship for human diversity on Web 2.0,” *Comput. Human Behav.*, vol. 31, no. 1, pp. 591–601, 2014.
- [8] A. Moeckel, *CSCW: conceitos e aplicações para cooperação*. Curitiba, 2003.
- [9] J. Piaget, *Estudos Sociológicos*. Forense, 1973.
- [10] A. Damásio, *O Erro de Descartes*, 1st ed. Companhia das Letras, 2012.
- [11] R. Johansen, D. Sibbet, S. Benson, A. Martin, R. Mittman, and P. Saffo, *Leading Business Teams: How Teams Can Use Technology and Group Process Tools to Enhance Performance*. Boston: Addison-Wesley, 1991.
- [12] A. Dix, T. Rodden, N. Davies, A. Friday, and K. Palfreyman, “Exploiting Space and Location as a Design Framework for Interactive Mobile Systems,” *ACM Trans. Comput. Interact.*, vol. 7, no. 3, pp. 285–321, 2000.
- [13] P. Dourish, “Re-space-ing place,” in *Proceedings of the 2006 20th anniversary conference on Computer supported cooperative work - CSCW '06*, 2006, p. 299.
- [14] A. M. MacEachren, “Moving Geovisualization toward Support for Group Work,” in *Exploring Geovisualization*, Elsevier, 2005, pp. 445–461.
- [15] C. Gutwin and S. Greenberg, “The effects of workspace awareness support on the usability of real-time distributed groupware,” *Interactions*, vol. 7, no. 4, pp. 9–13, 1999.
- [16] M. R. Endsley, “Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems,” *Hum. Factors J. Hum. Factors Ergon. Soc.*, vol. 37, no. 1, pp. 32–64, Mar. 1995.
- [17] P. Antunes, V. Herskovici, S. F. Ochoa, and J. A. Pino, “Reviewing the quality of awareness support in collaborative applications,” *J. Syst. Softw.*, vol. 89, pp. 146–169, 2014.
- [18] A. C. Gil, *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*, 6th ed. Atlas, 2008.
- [19] M. Lúdice and M. E.D.A. André, *Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas*. 2013.
- [20] R. Moraes, “Uma tempestade de luz: a com-preensão possibilitada pela análise textual discursiva,” 2003. [Online]. Available: <http://www.scielo.br/pdf/cieud/v9n2/04.pdf>. [Accessed: 24-Apr-2016].
- [21] G. Mori, M. C. Buzzi, M. Buzzi, B. Leporini, and M. R. Victor, “Collaborative Editing for All: the Google Docs Example Accessibility and Usability of Google Docs Collaborative Features,” pp. 1–10, 2011.

AUTHIC: Herramienta computacional para niños con espectro autista

Tayde A. Castillo Aguilar, Concepción Pérez de Celis Herrero, Carmen Lara Muñoz, María J. Somodevilla García,
Ivo H. Pineda Torres, Karina F. de Alba Aguilar, Erick Romero Romero
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Puebla, México.
labtecsalud@cs.buap.mx

Resumen— El proyecto AUTHIC se enmarca en las denominadas Tecnologías de Ayuda y tiene como objetivo, desarrollar herramientas que auxilien a los niños con trastorno de espectro autista (TEA) a comprender y a interpretar las expresiones faciales asociadas a una emoción, mediante juegos interactivos supervisados por un terapeuta o sombra. Al tratarse de una investigación de carácter traslacional partimos de los hallazgos de las ciencias de la salud en la comprensión de la emoción y en la universalidad de las expresiones faciales de la emoción para fundamentar el desarrollo de aplicaciones multimedia que hacen uso de las metodologías del diseño centrado en el usuario y de la gamificación. Las rutinas de aprendizaje, hasta ahora realizadas, posibilitan el entrenamiento de los niños con TEA en la identificación de emociones de forma interactiva y amena.

Palabras Clave—trastorno de espectro autista; microexpresiones; tecnologías de la comunicación y la información; diseño centrado en el usuario; gamificación

I. INTRODUCCIÓN

El autismo es un trastorno neurológico con el que se vive toda la vida, forma parte de un grupo conocido como Trastornos del Espectro Autista (TEA). En 2012 la prevalencia de autismo en los Estados Unidos fue del 1.5% lo que equivale a 1 de cada 68 individuos y es más común en niños varones [1], para el caso de México un estudio reciente [2] estimó que 1 de cada 115 niños tiene autismo lo que significa que requieren de atención aproximadamente 400 mil niños y adolescentes en nuestro país.

La palabra autismo proviene del vocablo griego *autós* o *eafismos*, cuyo significado es *encerrado en uno mismo*; fue usada por primera vez en 1911, por el psiquiatra Eugen Bleuler (1857-1939), quien la utilizó para describir un conjunto de manifestaciones que se presentaban entre pacientes diagnosticados esquizofrénicos [3].

El concepto de Espectro Autista tiene su origen en un estudio realizado por Lorna Wing y Judith Gould en 1979 [4]. El inicio de este síndrome normalmente se presenta en la infancia, y algunas veces desde el nacimiento, pero se hace evidente con certeza durante los primeros tres años de vida [5], se caracteriza por falta de relaciones sociales, carencia de habilidades para la comunicación, rituales compulsivos persistentes y resistencia al cambio. El niño con este síndrome, en ocasiones sufre desajustes en el lenguaje, no se relaciona con las personas que se hallan a su alrededor y prefiere, en cambio,

jugar de manera repetitiva con un objeto, con un juguete o con su propio cuerpo.

No existe actualmente tratamientos médicos para este trastorno 100% fiables y se desconoce los factores que influyen para que una persona nazca con autismo. Pero con un correcto entorno educativo es posible desarrollar habilidades cognoscitivas de comunicación y socialización.

Uno de los principales problemas que se ha encontrado en personas con autismo es la insuficiencia que poseen en relación a la comunicación, interpretación e imitación correcta de sentimientos y emociones. Esta insuficiencia ocasiona que las personas con autismo no puedan relacionarse correctamente, creando vínculos afectivos y emocionales con familiares; afecta sus aptitudes de aprendizaje y principalmente su comunicación con otras personas generando en consecuencia aislamiento y soledad [6]. De este problema de comunicación emocional, se derivan necesidades educativas específicas que tienen como objetivo mejorar, en la medida de lo posible, las alteraciones en el plano cognitivo, intelectual y social de los pacientes con TEA auxiliándoles a mejorar el contacto social y afectivo, con el propósito de capacitarlos para expresar sus propios sentimientos establecer empatía. Existen estudios formales sobre el uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en el proceso de enseñanza y aprendizaje del alumnado con TEA [7], en los que destacan que la enseñanza en un entorno multimedia-interactivo, como apoyo al material impreso, ha demostrado que la enseñanza es más efectiva que la simple instrucción y que ayuda más a los niños a generalizar lo que aprenden.

Por consiguiente, el uso de las nuevas tecnologías (TIC), en un correcto entorno educativo, podrían reducir el tiempo de enseñanza y potenciar los resultados en niños con TEA. Consideramos el uso de estas tecnologías ya que se ha comprobado que los pacientes con TEA, no presenta ningún problema de rechazo y se muestran comúnmente muy interesados o ligados a éstas [8]. Actualmente y en base a la respuesta favorable de los pacientes frente a las TIC, se han creado y diseñado numerosas aplicaciones para el uso o complementación de las terapias [8]; lamentablemente, en nuestra opinión, muchas de esas aplicaciones no cumplen con los beneficios o expectativas que prometen, haciendo que el uso de estos pierda sus ventajas y beneficios.

El proyecto AUTHIC, actualmente en proceso de desarrollo, plantea el diseño de una serie de herramientas que ayuden a niños autistas en la comprensión de las emociones y la empatía

Proyecto apoyado por el Cuerpo Académico de Sistemas de Información-PRODEP y la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado, BUAP.; con número de proyecto VIEP-00126.

para mejorar su interacción con su entorno. Las herramientas a implementar, se proyecta fortalezcan los siguientes aspectos: Fase1) Enseñanza e identificación de las emociones básicas (Feliz, triste, enojado y asustado). En esta fase se enseña al niño por medio de pictogramas o fotografías las diferentes emociones y como ejercicio se le invita a que identifique cada una. Fase2) Elementos de una expresión. En esta fase se pretende que el niño sea capaz de identificar los elementos individuales que poseen los gestos (desde un punto de vista universal). Fase3) Reconocimiento de una emoción dado un evento. Se propondrá una situación y el niño tendrá que identificar la emoción con la que se relaciona. Fase4) Imitación de una emoción. Al niño se le pedirá que realice una expresión y este deberá gesticularla.

En esta comunicación presentamos los resultados de la primeras dos fases del proyecto. En las secciones siguientes estableceremos el contexto en que se desarrolla la aplicación así como, las necesidades y requerimientos de los usuarios (tanto terapeutas como niños con TEA y sus padres), presentaremos a continuación la herramienta desarrollada y finalmente discutiremos los resultados hasta ahora obtenidos y nuestro trabajo a futuro.

II. CONTEXTUALIZACION DEL PROYECTO

A. Síndrome del Espectro Autista

El síndrome espectro autista es un grupo de discapacidades del desarrollo que afectan varios aspectos del desarrollo de un niño.

Las principales partes afectadas son la comunicación, integración social y conducta. El síndrome afecta de diferentes maneras a las personas que lo poseen lo cual hace difícil el tratamiento. Existen algunos síntomas característicos como son [9]: a) Evitar el contacto visual y preferir estar solas. b) Dificultad para comprender los sentimientos de otras personas o para expresar sus propios sentimientos c) Retrasos en el desarrollo del habla y el lenguaje. d) Irritabilidad a los cambios mínimos. e) Intereses obsesivos. f) Aletear con las manos, mecer su cuerpo o girar en círculos. g) Reaccionan de manera extraña a la forma en que las cosas huelen, saben, se ven, se sienten o suenan

Cabe señalar que las personas autistas muestran hipersensibilidad a los estímulos que llegan a percibir de su entorno, por consiguiente llegan a presentar dificultades para interpretar las sensaciones internas y conceptos externos que les son presentados en su ambiente. Debido a ello se hacen presentes problemas perceptuales y de integración lo que no le permitirá tener una interacción eficiente o el empleo de un lenguaje comunicativo integral.

Por otra parte, la mayoría de la gente reacciona preferentemente ante estímulos visuales y auditivos, sin embargo, los niños autistas muestran una alternativa de preferencia ante estímulos que impliquen el tacto, el olfato y el gusto. Es por ello que en este proyecto, se integran estímulos visuales y auditivos para una adecuada interpretación de emociones al utilizar la aplicación.

Emociones

La real academia de la lengua española define la emoción como *la alteración del ánimo intensa y pasajera, agradable o penosa, que va acompañada de cierta conmoción somática*. Se puede decir que una emoción es una reacción generada por una situación. Las emociones se relacionan con al menos tres sistemas de respuestas que dependiendo del evento que las desencadene pueden variar en intensidad: cognitivo/subjectivo, conductual/expresivo y fisiológico/adaptativo.

Plutchik [10] define ocho emociones básicas las demás emociones son mezclas o derivados de éstas. El propone la rueda de emociones indicando que cada emoción tiene su opuesta y derivadas, menciona que cada emoción tiene su grado de intensidad a lo que se le llama pétales.

Las emociones tienen una función importante en el desarrollo humano nos permiten generar utilidad, independencia y adaptación a situaciones y entornos. Reeve [11] menciona que las emociones tienen tres funciones principales:

- Funciones adaptativas: preparan al organismo de una persona para realizar una conducta, permite movilizarnos para las tareas y dirige nuestras conductas (acercando o alejando) hacia un objetivo determinado. Las ocho emociones principales mencionadas por Plutchik están cada una relacionada con un lenguaje funcional que se identifica con estas funciones adaptativas como se indica en la Tabla I.
- Funciones sociales: son las encargas de la interacción social, controlan la conducta con los demás y permitir la comunicación. Estas funciones dependen de los estímulos para poder generar las conductas más apropiadas.
- Funciones motivacionales: Nos permiten expresar nuestras conductas pudiendo hacer que un trabajo se realice con mucho más entusiasmo o dedicación. Las emociones generan conductas motivacionales o viceversa una conducta motivacional puede generar estados emocionales

Tabla I. FUNCIONES DE LAS EMOCIONES (TOMADO DE PLUTCHIK[10])

| Lenguaje subjetivo | Lenguaje funcional |
|--------------------|--------------------|
| Miedo | Protección |
| Ira | Dstrucción |
| Alegría | Reproducción |
| Tristeza | Reintegración |
| Confianza | Afiliación |
| Asco | Rechazo |
| Anticipación | Exploración |
| Sorpresa | Exploración |

La habilidad de imitación y reproducción de las expresiones faciales voluntarias por parte de los niños, se incrementan con la edad, siendo una respuesta a la interpretación y valoración que reciben de los adultos; la emoción más fácil de reconocimiento y reproducción es la alegría, mientras que la más difícil es el miedo. La forma de expresión espontánea, no verbal, va en función de la reacción placentera o displacentera por parte del emisor. Por otra parte, es importante señalar que el reconocimiento de las emociones se da a partir de los primeros signos del proceso cognitivo activo o *consciencia*; la expresión facial es el sistema señalizador básico y promovedor del apego entre el niño y sus cuidadores, le dará la sensación de seguridad,

permitiéndole su integración en el mundo real, siendo el primer apoyo social que el niño recibirá de su entorno, ejerciendo un efecto importante en el funcionamiento de sus redes sociales personales. Las relaciones de apego monopolizan las transacciones de apoyo social, así como el desarrollo de la personalidad y la inteligencia emocional: la cual permitirá al individuo percibir, comprender, manejar y utilizar las emociones.

El presente proyecto está basado en *los efectos de las expresiones faciales* de Paul Ekman [12] quien junto a sus colaboradores hicieron un aporte importante en cuanto al estudio de las expresiones faciales; así mismo, Ekman determinó seis emociones básicas las cuales son: Miedo, Enfadado, Alegría, Tristeza, Asco y Sorpresa. Estas dos últimas son las más discutidas, la sorpresa porque su expresión facial se confunde con la del miedo, y el asco porque puede considerarse una reacción fisiológica más que una emoción.

De estas emociones, se derivan otras más que varían, en cuanto, a la intensidad y combinación de rasgos faciales de las seis emociones primarias.

Sistema de Codificación de Acción Facial y las Microexpresiones

El Sistema de Codificación de las Acciones Faciales (FACS) de Ekman y Friesen, fue ideado como un sistema de carácter general para medir toda conducta facial visible en cualquier contexto, sin limitarse a las acciones relacionadas con la emoción. El FACS especifica posibles acciones anatómicas, así como los movimientos que pueden distinguirse con facilidad. Todavía no hay datos empíricos para sostener que acciones y combinaciones faciales, puntuadas según el FACS, corresponden a emociones determinadas [13].

Las microexpresiones, según Ekman, son expresiones faciales muy breves, que duran sólo una fracción de segundo. Se producen cuando una persona ya sea deliberada o inconscientemente oculta un sentimiento. Ekman utilizó la Técnica de Clasificación del Afecto Facial (FAST), este sistema divide la cara en tres zonas: 1) La zona cejas/frente. 2) La zona ojos/párpados/área del caballete de la nariz. 3) La parte baja de la cara que comprende la zona mejilla/nariz/boca/mentón/mandíbula. Mediante este sistema identifica cada zona de la cara, reconociendo la gama de movimientos o posiciones características de cada una de las emociones representadas respectivamente. Las características de estas microexpresiones [14] para las seis emociones básicas son:

1) Cólera o Ira: Cejas bajas y contraídas al mismo tiempo.; Líneas verticales entre las cejas.; Párpado inferior tenso; puede estar levantado o no.; Párpado superior tenso y pudiendo estar bajo o no por la acción de las cejas.; Mirada dura en los ojos, que pueden parecer hinchados.; Labios en una de estas dos posiciones básicas: a) Mutuamente apretados con las comisuras rectas o bajas. b) Abiertos, tensos y en forma cuadrangular, como si gritaran.; Las pupilas pueden estar dilatadas, aunque esta posición no es exclusiva de la expresión facial de ira, pudiéndose adaptar también a la expresión facial de tristeza, a menos que la cólera se registre en las tres zonas faciales.

2) Sorpresa: Cejas levantadas, colocándose curvas y elevadas; Piel estirada debajo de las cejas; Arrugas horizontales surcan la frente; Párpados abiertos; Párpado superior levantado y párpado inferior bajado; El blanco del ojo suele verse por encima del iris aunque en ocasiones también se coloca por debajo; La mandíbula cae, abierta de modo que los labios y los dientes quedan separados, pero no hay tensión ni estiramiento de la boca.

3) Miedo: Cejas levantadas y contraídas al mismo tiempo; Las arrugas de la frente se sitúan en el centro y no extendidas por toda la frente; Párpado superior levantado, mostrando la esclerótica, con el párpado inferior en tensión y alzado; Boca abierta y labios o bien tensos y ligeramente contraídos hacia atrás o bien estrechados y contraídos hacia atrás.

4) Disgusto o Asco: Labio superior levantado; Labio inferior también levantado y empujado hacia arriba el labio superior, o bien tirado hacia abajo y ligeramente hacia adelante; Nariz arrugada; Mejillas levantadas; Aparecen líneas debajo del párpado inferior, y el párpado está levantado, pero no tenso; Cejas bajas, empujando hacia abajo al párpado superior.

5) Felicidad o Alegría: Comisuras de los labios hacia atrás y arriba; La boca puede estar abierta o no, con o sin exposición de dientes; Una arruga (naso-labial) baja desde la nariz hasta el borde exterior, más allá de la comisura de los labios; Mejillas levantadas; Aparecen arrugas por debajo del párpado inferior que puede estar levantado, pero no tenso; Las arrugas denominadas pata de gallo van hacia afuera desde los ángulos externos de los ojos.

6) Tristeza: Los ángulos interiores de los ojos hacia arriba; La piel de las cejas forman un triángulo, con el ángulo interior superior; El ángulo interior del párpado superior aparece levantado; Las comisuras de los labios se inclinan hacia abajo o los labios tiemblan.

Según Ekman, cualquier persona por medio de un entrenamiento, puede aprender a detectar las microexpresiones, las cuales nos ayudarán a desarrollar ciertas habilidades:

- Mejora nuestra inteligencia emocional: Aprender a leer las microexpresiones nos ayudará a reconocer los sentimientos de los demás y, al mismo tiempo, ser más conscientes de nuestros propios sentimientos.
- Desarrolla nuestra capacidad de empatía: Cuando se puede reconocer las expresiones fugaces y más evasivas, nos volvemos más sensibles a la gama de emociones que otros desean que sepan que están sintiendo.
- Mejora nuestras relaciones y habilidades sociales: Si mejoramos la capacidad para reconocer las emociones de los demás también aumentará la comprensión que nos permite conectar con otras personas.
- Reconocer y manejar mejor nuestras propias emociones: Aprender a reconocer las expresiones faciales de las emociones de los demás nos ayuda a aprender a reconocer nuestras propias emociones.

Uno de los vínculos más importantes para comunicar emociones, y facilitar la interacción social, lo constituye la expresión facial, al mismo tiempo la percepción y decodificación de estas expresiones faciales, potencia una habilidad significativa que mejorará la interacción social. Los autistas no son capaces de leer los sentimientos que otras personas manifiestan a través de expresiones faciales, o de indicaciones orales con la voz, debido a que presentan un déficit, que deteriora la comprensión de las emociones, sin embargo, existen diversas investigaciones [15], a través de las cuales se ha demostrado que las personas con TEA son capaces de identificar las caras de diferentes personas, en las que se encuentran presentes las mismas emociones, y al mismo tiempo son capaces de identificar a las mismas personas, aunque con diferentes expresiones emocionales, teniendo en cuenta, este hecho es común encontrar herramientas de apoyo que hacen uso como en nuestro caso de las imágenes de las microexpresiones para lograr mejorar la interacción social de los niños con TEA y su entorno.

III. APLICACIONES PARA ENSEÑANZA DE LAS EMOCIONES

Actualmente existen algunas aplicaciones que buscan ayudar y enseñar la comprensión de emociones. Como parte de esta investigación y el desarrollo del proyecto se analizaron 12 aplicaciones de dispositivos móviles y aplicaciones web que se muestran en el cuadro comparativo de la Tabla II., encontradas por la página www.appyautism.com dedicada a la búsqueda y prueba de aplicaciones, para niños autistas; otras fueron encontradas en el top de resultados de la búsqueda de autism emotion en la appstore y play store.

TABLA II. APLICACIONES CONSIDERADAS

| Nombre de la Aplicación | Random | Inserción | Diario de emociones | Reportes | Personal | Evolución | Personalización |
|----------------------------|--------|-----------|---------------------|----------|----------|-----------|-----------------|
| Expressions for Autism | Si | No | No | No | Si | Si | |
| Proyect@Emociones | No | No | No | No | No | Si | |
| Qué tal estás | Si | No | No | - | No | No | |
| EmoXpress | No | No | No | No | No | Si | |
| Vamos a Aprender Emociones | - | Si | - | No | No | - | |
| Termotic | Si | No | No | Si | No | - | |
| FaceSay | - | Si | No | - | Si | No | |
| Avokiddo Emotions | Si | No | No | No | Si | No | |
| Evenbettergames | No | No | No | No | No | Si | |
| Aprende con Zapo | Si | No | No | No | No | No | |
| DNA Play | Si | No | No | No | Si | No | |
| Leo te ayuda | - | Si | Si | Si | Si | Si | |

A diferencia de las aplicaciones consideradas, nuestro objetivo no es solamente ofrecer una serie de ejercicios a los niños con TEA, en el área de emociones y sentimientos para ayudarlos a comprenderse y al mundo que los rodea, si no hacerlo de forma progresiva en el aula bajo la supervisión de su guía educativo; razón por la cual en la aplicación AUTHIC desarrollamos una plataforma web en el que los maestros y terapeutas podrán crear actividades y los padres dar seguimiento a los progresos de sus hijos mediante reportes de avances.

Para mejorar la interacción de los niños con TEA y propiciar su evolución y el aprendizaje de las emociones se propone desarrollar cuatro fases de actividades, como se mencionó en la

introducción, de las cuales ya se encuentran implementadas las dos primeras fases.

IV. RESULTADOS

El proyecto Authic se implementó en un entorno web (sitio web <http://authics.net76.net/>). Para el desarrollo se utilizó HTML5, JQuery, Ajax, PHP y MySQL. En la interfaz del maestro se optó por una interfaz limpia, sencilla y bien organizada como se muestra en la Figura 1.



Fig. 1. Interfaz implementada para el terapeuta que le permite registrar nuevas actividades, llevar la historia académica de sus alumnos y generar reportes de avance, las imágenes de sus alumnos se representan con avatares en esta comunicación para guardar la identidad de los niños

El ambiente de trabajo de los pacientes es más sencilla y sin tantos elementos que puedan molestar o distraer. La creación de una aplicación para niños autistas es un poco más compleja, debe ser más detallada y conseguir que sea un espacio que impulse al niño a seguir trabajando para mejorar el aprendizaje.

Algunos aspectos que se consideraron, usando la técnica de diseño centrado en el usuario son: 1) Colores claros, que no sobre estimulan al niño y proporcionan un aspecto tranquilo y relajado. 2) Pocos elementos, el exceso de elementos puede generar incomodidad o agobio. 3) Espacios grandes entre los elementos. Muchos de los niños tienen poca coordinación, el espacio entre los elementos permite la transición más cómoda entre éstos. 4) Orden. Un estado ordenado permite al niño asimilar mejor el contenido. 5) Elementos grandes, para la correcta visualización. 6) Tipografías no entrelazadas que facilitan la lectura de los textos. 7) Apoyo auditivo para aquellos niños que no pueden leer. 8) Uso de pictogramas permitiendo el acceso a niños que no saben escribir.

Para poder acceder a la interfaz del alumno, la aplicación debe ser iniciada desde la sesión del especialista. Los alumnos inician sesión mediante la selección de su fotografía identificándose, entre las fotografías del resto de sus compañeros de grupo, para así promover el reconocimiento de su rostro; dado que algunos de los niños con TEA no pueden leer existe también apoyo auditivo. Con esta propuesta de inicio se plantea un sistema de *clave* y *contraseña* controlado para los pacientes. Proponiendo preguntas familiares y personales como *contraseña*, que también permitirán al paciente identificar y recordar información familiar y/o personal, en la Figura 2 se muestra un ejemplo de la interfaz del paciente.



Fig. 2. Interfaz de inicio de los alumnos con TEA, se utilizan las fotografías de los niños; pero por razones de confidencialidad en estas imágenes se utilizan avatares

Para la Enseñanza e identificación de las emociones básicas: Ira, Tristeza, Miedo, Alegría, Amor, Sorpresa, Aversión y Vergüenza se trabaja usualmente por medio de fotografías o pictogramas. En la implementación de esta fase se utilizaron las fotografías validadas de Ekman de estas seis emociones. Para evaluar si el niño es capaz de identificar el conjunto general de elementos, que determinan una emoción en los rostros de las fotografías mostradas, se le hacen preguntas sobre cuál de las dos caras mostradas corresponde a la emoción solicitada, siempre se comparan pares de imágenes. La selección de imágenes a comparar es aleatoria, resolviendo con esto que la dinámica se torne repetitiva y que los alumnos memoricen las respuestas; situación que ocurre con los cuadernillos impresos que los niños con TEA utilizan en sus terapias comúnmente. En la Figura 3. Se presente un ejemplo de cómo se le pide al niño que elija el rostro que corresponde a la emoción solicitada, esto se hace de forma escrita y oral; cuando el alumno responde correctamente se le felicita y en otro caso se le indica que no respondió correctamente y se le invita a tratar de nuevo.

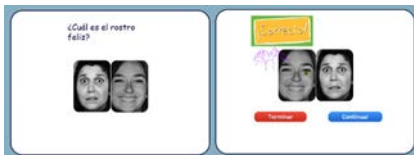


Fig. 3. En estas imágenes se presenta el caso de reconocer una expresión de alegría y la respuesta que ofrece el sistema cuando se acierta en la selección

Las actividades de la Fase 1, son de identificación y selección de la respuesta correcta. Con este primer tipo de ejercicio se introduce al paciente a la terapia por lo que se decidió que la interacción con la aplicación debe ser sencilla y fácil de usar para evitar el rechazo por parte de los niños, los cuales pueden terminar el ejercicio en el momento que lo deseen o continuar con el reconocimiento de microexpresiones siempre bajo la supervisión de su terapeuta.

En las actividades de la Fase 2, existe una mayor interacción entre los niños y la aplicación ya que son ellos, los encargados de construir caritas con la microexpresión solicitada. El objetivo de esta fase es de reconocer los elementos separados de las emociones básicas para empezar a preparar al alumno para reconocer, derivaciones de las emociones. Se busca que el alumno sea capaz de identificar la emoción más cercana que expresan los elementos como la nariz, boca y ojos

individualmente conforme a la clasificación FAST, como se muestra en la Figura 4.



Fig. 4. Imagen de la interfaz de la Fase 2: el alumno puede seleccionar entre diferentes tipos de ojos, cejas y boca para crear la expresión solicitada, una vez que considera que ha concluido con la selección puede solicitar la evaluación y si su selección corresponde a las expresión solicitada se le felicita de no ser así se le informa y se le anima a intentarlo nuevamente



Fig. 5. Interfaz de la encuesta para clasificar las diferentes caras generadas por la combinación de los componentes FAST

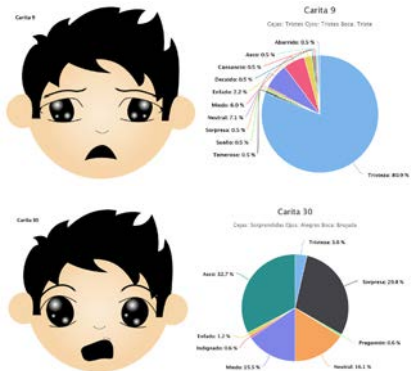


Fig. 6. Ejemplos de los resultados del análisis de las encuestas de clasificación de las emociones expresadas como resultado de la combinación de las microexpresiones. Para el caso de la cara 9 podemos ver que un 80% de los encuestados la clasifican en tristeza; sin embargo la cara 30 se clasifica como ambigua ya que no existe ninguna emoción identificada por más del 50% de los encuestados

Para esta fase se generaron 4 tipos diferentes de ojos, bocas y cejas para representar las emociones, dando un total de 64 combinaciones. Para catalogar correctamente la emoción perteneciente a cada tipo de combinación se desarrolló una

encuesta en línea, para la clasificación de éstas por voto. La Figura 5 presenta el cuestionario para la clasificación de las caritas generadas por las diferentes combinaciones de ojos, nariz y boca.

La encuesta realizada, fue contestada por 230 estudiantes universitarios (107 hombres, 123 mujeres) de diferentes áreas del conocimiento. Los resultados de la encuesta se utilizaron para establecer una clasificación validada y generar las respuestas, que se darán a los usuarios de la aplicación, por una parte y por otra para la identificación de las expresiones faciales ambiguas y neutras. Para clasificar cada una de las caras, en una emoción determinada, consideramos que deben tener el voto de más del 50% de la población encuestada. En la Figura 6 se muestra un ejemplo de los resultados de la encuesta.

Como resultado de esta encuesta pudimos observar que efectivamente las expresiones de Asco y Miedo son las más difíciles de identificar, por lo que se mejoró el diseño de los elementos expresivos de estas emociones.

V. CONSIDERACIONES FINALES

Para hacer una evaluación de aceptabilidad y usabilidad, se realizó una prueba piloto con alumnos de la escuela VALORA A.C. en la ciudad de Puebla, México. Se probó con niños de entre 7 y 15 años con una edad mental de 5 a 10 años; Se tuvo una buena aceptación por partes de los pacientes ya que, ninguno de los alumnos, presentó rechazo al entorno y mostraron interés en las actividades.

La comprensión por parte de los alumnos a las actividades, de acuerdo a la opinión de los terapeutas o sombras, fue favorable, y no se presentaron, en ningún caso, actitudes de frustración por parte de los niños que utilizaron la plataforma. Actualmente continuamos con la evaluación de las Fases 1,2 y hemos iniciado el diseño de las actividades de la Fase 3 en la que incluiremos realidad aumentada.

Cabe señalar que nuestra aplicación está pensada en particular, para los pequeños centros de ayuda que existen en numerosas comunidades de México organizados y patrocinados por los padres de familia de los niños con TEA.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la escuela VALORA A.C. su colaboración para el desarrollo de esta investigación.

REFERENCIAS

- [1] Centers for Disease Control and Prevention, <http://www.cdc.gov/ncbddd/autism/data.html>
- [2] E. Fombonne , C. Marcin, A. C. Manero, R. Bruno, C. Diaz, M. Villalobos, K. Ramsay, y B. Nealy. "Prevalence of Autism Spectrum Disorders in Guanajuato, Mexico: The Leon survey", *Journal of Autism and Developmental Disorders*, Volume 46, Issue 5, pp 1669-1685, May 2016.
- [3] J. Garrabé de Lara, "El autismo. Historia y clasificaciones", *Salud Mental*, Vol. 35, Núm. 3, pp 257-261, Mayo-Junio 2012.
- [4] J. Artigas-Pallares, y I. Paula, "El autismo 70 años después de Leo Kanner y Hans Asperger", *Rev. Asoc. Esp. Neuropsiq.* [Internet]. 2012 Sep [citado 2016 Mayo 07]; 32(115): 567-587.
- [5] M. Paluszny, *Autismo: Guía practica para padres y profesionales*. México: Trillas, 1987.
- [6] P. Howlin, S. Baron-Cohen, y J. Hadwin, Julie, *Enseñar a los niños autistas a comprender a los demás: Guía práctica para educadores*. Barcelona, España: CEAC, 2006
- [7] J. Lozano Martínez, y S. Alcaraz García. "Enseñar emociones para beneficiar las habilidades sociales de alumnado con trastornos del espectro autista", *Educatio Siglo XXI*, Vol. 28, Núm. 2, pp. 261-288, 2010
- [8] J. Lozano, F. Ballesta, M.C. Cerezo, y S. Alcaraz, "Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en el proceso de enseñanza y aprendizaje del alumnado con Trastorno del Espectro Autista (TEA)", *Revista Fuentes*, Vol. 14, pp. 193-208, 2013
- [9] M. Paluszny, *Autismo: guía práctica para padres y profesionales*, México: Fontamara, 1984
- [10] R. Plutchik, *Emotion: A Psychoevolutionary Synthesis*, Nueva York: Harper & Row, 1980
- [11] J.M. Reeve, *Motivacion y Emoción*, España: McGraw-Hill / Interamericana, 1994
- [12] H. Oster, P. Ekman, "Expresiones faciales de la emoción", *Estudios de Psicología*, Núm. 7, pp. 115-143, 1981.
- [13] P. Ekman, W. Friesen, *Facial Action Coding System: Investigator's Guide*. Consulting Psychologists Press. 1978
- [14] P. Ekman, *¿Que dice ese Gesto? Descubre las emociones ocultas tras las expresiones faciales*. Barcelona, España:RBA Libros, 2004.
- [15] A.M. Miguel Miguel, "El mundo de las emociones en los autistas", *Revista Electrónica Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, Vol. 7, Núm. 2, pp. 169-183, 2006.

Adaptando el diseño y la metodología de uso de un Agente Conversacional Pedagógico de Educación Secundaria a Educación Infantil

Silvia Tamayo-Moreno, Diana Pérez-Marín

Dto. de CC Comp., Arq. Comp., LSI y EIO

Universidad Rey Juan Carlos

Móstoles, Madrid, Spain

silviatamayomoreno@gmail.com, diana.perez@urjc.es

Resumen—Los Agentes Conversacionales Pedagógicos son sistemas educativos interactivos que dialogan con los estudiantes sobre un dominio determinado asumiendo el rol de profesor, estudiante o compañero. Se han usado con buenos resultados en las áreas superiores de enseñanza hasta Educación Primaria. Sin embargo, no se encuentran ejemplos en la literatura del campo sobre su uso en Educación Infantil. En el curso 2014/2015 varios estudiantes de Educación Infantil colaboraron con informáticos para adaptar un Agente Conversacional Pedagógico a dominios inferiores de enseñanza y proporcionaron una primera propuesta de metodología de uso en el aula que fue probada en un caso como se reporta en este artículo.

Palabras clave—agente conversacional pedagógico; sistema educativo interactivo; Educación Infantil

I. INTRODUCCIÓN

Los Agentes Pedagógicos Conversacionales son sistemas interactivos que permiten a los estudiantes repasar de una forma entretenida y amigable [1]. En la actualidad, existen cientos de agentes distintos [2] aplicados en dominios muy diversos desde la enseñanza de Sistemas Operativos en la Universidad [3], Ciencias Naturales en Educación Primaria [4], o competencias como la capacidad de contar cuentos [5] o empatizar con otras culturas en Educación Primaria [6].

Los resultados conseguidos en niveles universitarios son prometedores, con mejoras de hasta 0.8 en la puntuación final del examen de los estudiantes que usaron Autotutor [3], según los experimentos realizados por sus creadores. En el caso de Educación Secundaria y Primaria aunque no siempre se reportan mejoras significativas en la puntuación de la evaluación final, se reportan beneficios como el efecto Persona [4], según el cual la mera presencia del agente en el entorno educativo puede tener un efecto positivo en la percepción de la experiencia educativa por parte del estudiante; el efecto Proteo [7], según el cual los estudiantes pueden aprender motivados por conseguir las características de sus agentes y parecerse a ellos; y, el efecto Protégé [8], según el cual los estudiantes pueden hacer un esfuerzo mayor para enseñar a su agente que para aprender ellos mismos.

Sin embargo, en la revisión de literatura realizada no se encuentran ejemplos de agentes en Educación Infantil. Por lo

tanto, se quiere investigar si es viable la aplicación de este tipo de agentes en el aula de primer o segundo ciclo de infantil, qué adaptación requiere el agente para niños de menos de 3 años, qué metodología de uso se puede aplicar en el aula, y si resulta beneficioso su uso.

Al ser uno de los autores de este artículo profesor en asignaturas tanto de Informática como de Educación Infantil, se pidió la colaboración de ambos perfiles para investigar cómo llevar a cabo este primer estudio piloto de adaptación de un agente de niveles superiores a inferiores de enseñanza.

En particular, se propuso la adaptación del agente Dr. Roland que se había utilizado en Educación Secundaria para enseñar matemáticas [9] a Educación Infantil. El dominio escogido en esta ocasión fue Conocimiento del Medio para niños de 2-3 años de edad. Esta asignatura se escogió por su importancia en el curriculum de Infantil según nos asesoró la profesora de los estudiantes.

Dr. Roland fue usado en un aula con 23 niños, y dos profesores de Educación Infantil. Aunque no se pudo evaluar la eficacia educativa en términos del grado de mejora cuantitativa en los resultados, puesto que en estos niveles no se hacen exámenes, se realizó una primera observación de campo con entrevista a los profesores de Educación Infantil. Los resultados muestran los beneficios en la captación de atención de los niños, y un aumento de la motivación de los profesores por el uso de una tecnología innovadora en el aula. También se puede destacar desde un punto de vista metodológico como a diferencia de Secundaria, al usar el agente en Infantil hubo una serie de nuevos factores que se tuvieron que tener en cuenta. En particular, la forma de presentar e interactuar con el agente, más amena y con necesidad de combinación con elementos externos como marionetas o peluches; el momento, la asamblea al principio de la mañana y durante un tiempo más limitado que en secundaria; y la forma de evaluar, menos objetiva al no haber examen, pero posible mediante preguntas y observación directa.

El artículo está organizado en cinco secciones: la Sección 2 describe la versión de Dr. Roland para Educación Secundaria; la Sección 3 centra la propuesta de adaptación del agente a Educación Infantil y su metodología de uso; la Sección 4 recoge

la experiencia realizada; y, la Sección 5 concluye el artículo con las principales conclusiones obtenidas.



Fig. 1. Ejemplo de pantalla de Dr. Roland para Educación Secundaria

II. DR. ROLAND

La Figura 1 muestra un pantallazo del agente al que se ha llamado Dr. Roland. Se ha desarrollado teniendo en cuenta las necesidades y requisitos solicitados por los profesores y los estudiantes desde el principio y durante todo su desarrollo [9].

Como se puede observar, la figura de Dr. Roland está en la esquina superior izquierda, y las preguntas-respuestas aparecen a continuación. El fondo es un azul claro y no se utilizan más botones ni colores. La imagen fue seleccionada por los profesores, y se preguntó a los estudiantes si querían cambiarla, obteniéndose una respuesta negativa.

El agente Dr. Roland se desarrolló con el objetivo de ayudar a los estudiantes a comprender el contenido de las preguntas, y de esta forma, ayudarles a resolver problemas de matemáticas. Se formuló la hipótesis de que si los estudiantes mejoran la comprensión de ejercicios en el área de las matemáticas, también podrán mejorar su capacidad de resolverlos. Desde el principio el agente se desarrolló teniendo en cuenta las necesidades y requisitos que nos pedían los profesores y los estudiantes.

El diálogo del agente sigue el algoritmo RUANLP, que escoge cada ejercicio según su tipo (ecuaciones, reglas de tres, polinomios, etc.) y su nivel de dificultad, para adecuarse a cada estudiante, y va registrando los avances que va realizando cada estudiante y su puntuación. En cada ejercicio, el agente comprueba si el estudiante comprende el ejercicio, y en aquellos que no comprenda y/o no sepa resolver por sí solo, va prestando ayuda. Esta ayuda se presta a medida que el estudiante la va necesitando, orientada inicialmente a que el estudiante sea capaz de comprender el enunciado. Para facilitar la comprensión se seleccionan algunos parámetros indicados como importantes por

los profesores como saber identificar la frase principal, verbos, pronombres y ciertas palabras clave. Mientras el agente no haya ofrecido toda la ayuda de la que dispone, o el estudiante no haya comprendido el ejercicio, siempre podrá recibir más ayuda, hacer reintentos en la comprensión del ejercicio, verificar si lo que él ha entendido es lo que realmente le dicen, y en caso contrario, conocer la respuesta [9]. Además, la pregunta se selecciona según el nivel de dificultad que el estudiante es capaz de ir respondiendo, seleccionando preguntas más o menos difíciles en función del rendimiento previo.

Dr. Roland se utilizó durante el curso 2011/2012 por 38 estudiantes de 12-13 años y 3 profesores que se ofrecieron voluntariamente a colaborar tanto en el desarrollo del agente como en la experiencia de uso. El 24 de abril fue la primera vez que se fue al colegio y se pidió a los estudiantes que completaran el cuestionario inicial para recabar información sobre la muestra, y calificar su pre-test (8 ejercicios de 4 niveles de dificultad).

También se validó la interfaz de Dr. Roland con 19 de los 38 estudiantes (grupo test) que usaron el agente. El grupo control fue constituido con los otros 19 estudiantes que no usaron el agente. Los estudiantes del grupo control y test no hablaron entre ellos. Además, como el agente era on-line, se pidió a los estudiantes del grupo test que siguieran usando Dr. Roland en casa. También se les pidió que participaran por correo en un concurso para seleccionar la cara de Dr. Roland.

Sin embargo, no se recibió ningún correo y tampoco se registró ningún uso posterior de Dr. Roland. Por lo tanto, se solicitó a los profesores volver a clase el 3 de mayo de 2012 para poder recoger más información sobre el uso del sistema, y finalmente el 22 de mayo se pidió a los estudiantes completar el post-test, de nuevo 8 ejercicios de 4 niveles de dificultad tanto en el grupo control como en el test para estudiar si había diferencias significativas entre ambos grupos y sus opiniones al respecto.

Los niños no tuvieron ningún problema interactuando con la interfaz, y supieron manejar Dr. Roland desde el principio. Sin embargo, inicialmente se registraron dificultades a la hora de seguir el formato de entrada cuando el ejercicio tenía varios resultados para que fuera evaluado correctamente por el sistema.

Todos los estudiantes estuvieron atentos durante la clase, y se involucraron en la realización de los ejercicios, preguntando dudas y mostrando un alto nivel de interés. Respecto a los resultados numéricos, el análisis cuantitativo, aunque arroja resultados positivos, no revela evidencia significativa de mejora en la puntuación del test. Esto puede ser debido al limitado tiempo de uso del agente. Para obtener resultados más concluyentes acerca de la relación positiva observada, se necesita un mayor tiempo de exposición con el agente.

III. ADAPTACIÓN DE DR. ROLAND PARA EDUCACIÓN INFANTIL

Dado los resultados positivos en aumento de motivación en el estudio de Matemáticas en Educación Secundaria, se plantea adaptar el agente para otros dominios y niveles educativos para investigar si se mantienen los resultados recogidos.

De la experiencia del proceso de adaptación, se considera fundamental la comprensión del dominio de aplicación, y para ello es importante contar con personas con experiencia en el área de aplicación del agente conversacional, y de todas las áreas implicadas en el desarrollo, así como involucrarlas en el proceso (formando parte del mismo), con el objetivo de una mejor comprensión del contexto, de los factores que pueden afectarles, y mejor interpretación de los resultados.

Este proceso es el que se siguió para la adaptación de Dr Roland. Se inició una colaboración con dos profesores de Educación Infantil.

En particular, se pretende observar si resulta beneficioso o no usar Dr. Roland para la enseñanza y repaso de Conocimiento del Medio en alumnos de dos y tres años. Se selecciona Conocimiento del Medio por la importancia que nos indican los profesores que tiene esta materia dentro del currículo de Educación Infantil [10].

Además, se selecciona Educación Infantil puesto que según los profesores que colaboran con nosotros, el momento idóneo para comenzar la formación tecnológica es la etapa de Educación Infantil, donde hay un gran potencial y lo que se aprende en estas edades son conocimientos que asientan los pilares básicos de toda su formación.

Se espera que los alumnos que trabajen los contenidos curriculares a través de estas nuevas tecnologías despierten su curiosidad e interés, presten más atención al estar más motivados y desarrollen la competencia de aprendizaje por descubrimiento. Esto es, aumentar la participación del alumno que se convierte en el protagonista de su aprendizaje, en una evaluación continua

donde el alumno conoce sus errores y aciertos, construyendo de este modo un aprendizaje significativo dentro de un proceso positivo y enriquecedor tanto para el profesor como para el alumno.

Los profesores nos solicitaron que la interfaz en este caso fuera muy alegre, con muchos colores, intuitiva, simple, y con botones grandes para que se pudiese usar con una pizarra digital. Los niños de esta etapa no utilizan ordenador, ni ratón, sino que interactúan con la pizarra digital que tienen instalada en la clase, o con tabletas que lleva el profesor.

Esta solicitud supuso una serie de cambios en la interfaz de Dr. Roland como se muestra en la Figura 2. El fondo elegido fue multicolor, con selección por hipervínculos, vídeos, y capacidad de audio (ajustable en volumen y con opción de silenciar en caso de que no se deba reproducir en ese momento).



Fig. 2. Dr. Roland para Educación Infantil



Fig. 3. Nuevas opciones de Dr. Roland para Educación Infantil

Los profesores también nos indicaron que el algoritmo de Dr. Roland debía ser adaptado. Anteriormente, como se ha explicado en la Sección II, se basaba en un diálogo de preguntas-respuestas con ayuda contextualizada y ajuste en el nivel de dificultad del ejercicio que se iba mostrando.

En el caso de Educación Infantil se elimina el concepto de nivel de dificultad puesto que se plantea un uso colaborativo del agente con el profesor mostrando las preguntas que formula Dr. Roland según le han sido introducidas, y los estudiantes respondiendo a viva voz en grupo.

Además, puesto que los niños de estas edades no leen, se reduce la cantidad de texto en la pantalla, y se introducen más iconos, sonidos y vídeos (ver Figura 3). En general, más elementos multimedia que permiten la interacción verbal con el agente, sin necesidad de recurrir a la comunicación escrita haciendo uso del teclado (aunque se conserva el texto para el profesor).

La figura en negro que aparecía en la parte superior izquierda de la Figura 1 representando a Dr. Roland es reemplazada por un personaje de la serie de televisión “Los Lunnis”. Además, todos los ejercicios se acompañan con imágenes, sonidos y la posibilidad de contestar pulsando los botones de SI/NO si la pregunta acepta este tipo de respuesta, o las teclas en pantalla. El teclado es similar a uno de ordenador, presentando las letras, intro, barra espaciadora... con la diferencia de que las letras están ordenadas alfabéticamente con el objetivo de que los niños puedan reconocerlas antes.

El profesor puede ejemplificar una respuesta escribiéndola para que los niños vean la relación de las grafías y fonemas al realizarlo y esto les motive a querer aprender a descifrar textos y por consiguiente animarles a la lectoescritura. Además, en caso de desconocimiento de la respuesta al ejercicio, el agente ofrece la posibilidad de recibir ayuda, si dicho ejercicio la tiene disponible, en forma de imagen o vídeo.

La dinámica del agente se conserva, siendo el profesor el que va avanzando en las preguntas, esperando que la clase le responda SI/NO, o la respuesta en viva voz, y cuando el profesor teclee la respuesta, o los niños pulsen los botones, el agente responde informando de si ha habido acierto o la respuesta es incorrecta, pudiendo en cualquier caso, comentar todos juntos acerca de la respuesta o el ejercicio. A continuación, el agente pregunta si queremos continuar con otra pregunta, de este modo nos permite seguir utilizando el agente hasta cuando queramos. En el caso de querer seguir se le da al botón “SI” y el agente muestra una nueva pregunta, pudiendo parar y dejar el agente en cualquiera de ellas, y entonces el agente se despide amistosamente con un “Vuelvo pronto, nos vemos mañana” en lugar del típico botón de Salir.

IV. CASO DE ESTUDIO

El agente Conversacional Dr. Roland para Educación Infantil se puso en práctica con 23 niños de 2-3 años. Se realizaron dos sesiones en diferentes días (viernes y lunes) del último trimestre, con un fin de semana entre medias, de 30 y 45 minutos respectivamente cada una de ellas, a primera hora de la mañana durante la asamblea.

Se eligió la asamblea de primera hora de la mañana porque es una hora en la que los niños están más despejados y atentos, y al no estar cansados pueden centrar su atención mejor y, por lo tanto, se espera que la sesión resulte más fructífera.

En este caso, la Escuela Infantil no disponía de pizarra interactiva, ni ordenadores, por lo que se usó una tableta, que aunque tiene una pantalla de menor tamaño se comprueba, mediante interrogación directa a los estudiantes que permite a los alumnos ver con detalle la interfaz de Dr. Roland.

A. Primera sesión

Se empezó la primera sesión un viernes, con una duración de 30 minutos. La profesora colaboradora de Educación Infantil de la Universidad Rey Juan Carlos, en adelante, la colaboradora, fue a la clase, se presentó a la tutora de los niños y les saludó. Para comenzar, los niños se sentaron en semicírculo en las colchonetas que disponen para la asamblea, y de cara hacia la colaboradora y su tutora que permaneció junto a ella.

La colaboradora y la profesora comenzaron a hablar de lo que habían hecho en clase en la semana, que coincidía con una excursión que realizaron a la granja escuela y la visita de un pollito durante un día al aula. Esto había sido escogido de esta forma para enlazar mejor con los temas de animales de Conocimiento del Medio introducidos en Dr. Roland por los colaboradores de Educación Infantil.

La colaboradora nos sugirió introducir Dr. Roland con una marioneta, pero se descartó esta opción para evitar que los estudiantes centrasen la atención en la marioneta en lugar de en el agente. En su lugar, la colaboradora comenzó con un juego en el que tenían que llamar a una amiga que sabía mucho a cerca de los animales y se encontraba en la tableta, y quería contarles todo lo que sabía. Les dijo que esa amiga hablaba en nombre del Dr. Roland. Se refería al personaje de los Lunnis, en adelante Lulila y pidió a los niños que le cantasen canciones de animales que se supiesen y le llamasen en voz alta porque se había dormido.

En ese momento, la colaboradora mostró la pantalla de inicio de Dr. Roland, captando toda la atención de los niños que se quedaron entusiasmados ante la imagen colorida y alegre del paisaje que tiene como fondo el agente.

La colaboradora preguntó a los niños qué era lo que veían, y algunos le contestaron un campo, otros flores, una caseta, un corazón, un arcoíris, un círculo (refiriéndose al símbolo de las letras “DR” dentro de un círculo)... hasta que un estudiante dijo que veía a Dr. Roland. La colaboradora aprovechó ese comentario para presentar al agente, diciéndoles que era “un lugar que guardaba todos los secretos de los animales”, y donde además vivía Lulila, su amiga, que les iba a contar en nombre del Dr. Roland cosas sobre algunos animales.

La colaboradora les dijo que para que se lo contase tenían que llamar a Lulila en voz alta para que se despertase, ya que estaba dormida en la casita de la seta. Los niños comenzaron entonces a chillar su nombre, pero Lulila no aparecía. La colaboradora les sugirió entonces cantarle una canción a ver si de esta forma se despertaba, y les preguntó si sabían alguna canción de animales, a lo que le contestaron la mayoría casi al unísono que sí. La colaboradora pidió a un niño el nombre de una canción, recibiendo como respuesta “la granja de Pepito”. Por lo que todos empezaron a cantarla.

Después de cantar varias canciones, la colaboradora dijo: “me parece oír algo..., vamos a ver...”, y pulsó en la interfaz de Dr. Roland para que el agente empezara con el saludo inicial. La reacción de algunos alumnos fue decirle “¡hola!” con mucho entusiasmo, y otros se quedaron mirando atentos. Al ver la colaboradora que había logrado captar la atención de los

estudiantes, les preguntó quién pensaban que estaba en la tableta. Algunos contestaron Lulila y otro dijo que Dr. Roland. La colaboradora les explicó que era Lulila y que hablaba en nombre del Dr. Roland.

Uno de los alumnos más mayores preguntó dónde estaba Dr. Roland, y ahí la colaboradora se dio cuenta de que no estaba claro el concepto. Los niños al ver a otro personaje con otro nombre se podían confundir. Para solucionarlo, la colaboradora les dijo que Dr. Roland es un programa, el mismo que estaban viendo, y que Lulila hablaba como si fuese Dr. Roland aunque fuese otro personaje.

La colaboradora preguntó a los estudiantes si entendían esa explicación, y contestaron que sí. También les preguntó si sabían quién era Lulila, pero ninguno lo sabía, por lo que les dijo que era un personaje de la serie infantil los Lunnis.

La colaboradora les dijo que Lulila era capaz de escuchar todo, y que también podía hablar y pulsó el botón de audio para que saludase, lo que pareció agradar mucho a todos los niños. A continuación, la colaboradora les dijo: "Chicos, Lulila nos va a hacer preguntas para ver si nosotros sabemos tanto como Dr. Roland, ¿qué os parece? ¿Queréis que juguemos a este juego de preguntas?". Todos entusiasmados contestaron que sí. Como ningún estudiante sabía ni leer ni escribir, fueron respondiendo hablando, y la corrección la iba haciendo la tutora. Por ejemplo, uno dijo: "¿Qué tienen las aves que vuelan por el aire?". La colaboradora les preguntó en primer lugar, según el algoritmo de Dr. Roland, si entendían la pregunta, a lo que los estudiantes contestaron que sí, por lo que pulsó el botón de "SI" para responder, y se quedó escuchando respuestas como alas, pico, unos picos en sus manos, dedos y plumas, y así fueron avanzando, a veces se despistaban del tema, y entonces las preguntas con vídeos volvían a captar su interés. De hecho, estas preguntas fueron las favoritas de los estudiantes, y a las que prestaron más atención. Finalmente, apareció una pregunta en la que la colaboradora decidió utilizar el teclado, para que los estudiantes viesan las letras que al ser tan llamativas sirviesen de incentivo para que los niños quisieran aprender lo que significa cada una de las letras y ayudarles en su iniciación a la lectoescritura. Cuando la colaboradora se despidió preguntó a los estudiantes si lo habían pasado bien, a lo que le contestaron al unísono que sí, y que querían volver a jugar con Roland.

B. Segunda sesión

Esta sesión se realizó un lunes y tuvo la duración de 45 minutos. La colaboradora necesitaba más tiempo porque se decidió que en este caso los estudiantes manejarían el programa ellos mismos, así se familiarizarían con él y cogerían destreza en competencia tecnológica.

La sesión comenzó con tres alumnos menos que en la sesión pasada, sentándose al igual que la otra vez, en semicírculo, saludándose todos y recordando lo que habían visto el viernes anterior. Como estaba reciente, todos se acordaron de Dr. Roland y de Lulila, aunque los nombres no los decían con exactitud (les llamaban el Doctor Donal y Lila).

La colaboradora comentó a los estudiantes que había estado hablando con Dr. Ronald y que estaba encantado con ellos, que había disfrutado mucho viendo que respondían muy bien a las preguntas que hacía Lulila en su nombre y entonces dijo: "por cierto, Lulila... ¿se habrá despertado ya? O estará dormida como el día anterior. ¿La llamamos?"

Todos los estudiantes la llamaron en voz alta, y al ver que no aparecía, la colaboradora dijo a los estudiantes que cantasen canciones como el día anterior. De este modo volvimos a cantar las mismas canciones añadiendo una de "buenos días". Entonces, la colaboradora dijo "Yo creo que ya ha despertado, vamos a llamarla ahora", los alumnos la llamaron y la colaboradora pulsó animales para iniciar el agente. Todos saludaron a Lulila al verla y alguno incluso le preguntó qué es lo que había hecho el fin de semana.

Comenzaron las preguntas al igual que en la sesión anterior con la diferencia de que la colaboradora fue llamando uno a uno a pulsar en la tableta los botones que permitían avanzar en las preguntas. Todos querían tocar y hacer funcionar el agente, vieron todos los vídeos y alguno hizo algún intento de escribir con el teclado.

La sesión se desarrolló sin ningún problema, y con la satisfacción de ver que los estudiantes respondían correctamente todas las preguntas, incluso las que fallaron con anterioridad. El único incidente fue que un estudiante no quería parar de usar el teclado hasta que le quedase bien escrito lo que quería (competencia que aún no tienen desarrollada), y el resto de los alumnos, impacientes para que fuera su turno, protestaban y empezaban a descenderse. Por lo que la tutora tuvo que intervenir, y agradecer al alumno lo bien que utilizaba el teclado, pero que modificaría lo escrito ella, de tal manera que Dr. Roland lo entendiese mejor porque aunque estaba despierto seguía con un poco de sueño y a veces no se enteraba muy bien de lo que escribían.

A continuación, las profesoras evitaron que los estudiantes usaran el teclado y pidieron el resto de respuestas de forma oral para poder ver todos los vídeos. Para que los estudiantes aceptasen mejor esta decisión, jugaron a escenificar el animal o animales de la pregunta. Esto divirtió mucho a los estudiantes, aunque también los alborotó, pero como ya eran las últimas preguntas, dio tiempo de despedirse de Dr. Roland, hablar de la experiencia, y felicitar a todos los alumnos por haber participado de forma tan activa y haber contestado a todas las preguntas. La colaboradora les dijo que lo habían hecho fenomenal y que por ello se merecían un sellito. De este modo y siguiendo con la temática de "animales" les fue poniendo a cada uno su sellito de la forma del animal que quisieran de los que había llevado. Finalmente, la tutora nos solicitó poder usar Dr. Roland en futuras sesiones con los niños.

V. CONCLUSIONES

Ante las preguntas iniciales de si es viable usar un agente de Secundaria a niveles inferiores, qué adaptación requiere, metodología de uso y si resulta beneficioso, se concluye que sí es viable y beneficioso. Se ha podido integrar Dr. Roland que

fue diseñado inicialmente para Educación Secundaria en un aula de Educación Infantil, y los alumnos se han mostrado atentos y satisfechos de poder usar este agente.

Para poder usar Dr. Roland en infantil ha sido necesario cambiar tanto la interfaz del programa como la metodología de uso. En particular, tanto en secundaria como en infantil ha sido necesario contactar con personas expertas en las materias que se imparten y la opinión de los profesores ha sido fundamental en el diseño del agente. Su involucración marca el éxito en ambas experiencias. Sin embargo, a diferencia de secundaria, en infantil ha sido necesario combinar el uso del agente con peluches y marionetas externas a la aplicación para poder introducirlo con éxito en el aula, y mientras que en secundaria no fue necesario que estuviera el profesor en el aula, en infantil ha sido necesaria la presencia de al menos una tutora como guía del agente durante su uso al no poder escribir los niños por sí solos, aunque sí fueron capaces de utilizar por sí mismos la aplicación bajo supervisión.

Tanto en secundaria como en infantil se registra un alto nivel de motivación de los estudiantes, que se involucran más en el tema de estudio. No se observa un mayor nivel de distracción en los niños incluso cuando tienen menos de 3 años, ya que el uso de vídeos y la interacción pregunta-respuesta les mantiene atentos. En su lugar, se observa el papel lúdico del agente especialmente en infantil ya que según nos informan los profesores los niños en estos niveles aprenden jugando principalmente.

AGRADECIMIENTOS

Este artículo se enmarca dentro del proyecto TIN2015-66731-C2-1-R. Gracias a Vanesa Caballero por su ayuda.

REFERENCIAS

- [1] Johnson, W., Rickel, J., & Lester, J. (2000). Animated Pedagogical Agents: Face-to-Face Interaction in Interactive Learning Environments, *Journal of Artificial Intelligence in Education* 11, 47-78.
- [2] Pérez-Marin, D. & Pascual-Nieto, I. (2011). *Conversational Agents and Natural Language Interaction: Techniques and Effective Practices*. IGI Global.
- [3] Graesser, A., Person, N., & Harter, D. (2001). Teaching tactics and dialog in AutoTutor, *International Journal of Artificial Intelligence in Education* 12(3), 23-29.
- [4] Lester, J., Converse, S., Kahler, S., Barlow, S., Stone, B. & Bhogal, R. (1997). The persona effect: affective impact of animated pedagogical agents, SIGCHI conference on Human factors in computing systems.
- [5] Ryokai, K., Vaucelle, C., & Cassell, J. (2003). Virtual peers as partners in storytelling and literacy learning, *Journal of computer assisted learning*, 19(2), 195-208.
- [6] Hays, M., Lane, C., Auerbach, D., Core, M., Gomboc, D. & Rosenberg, M. (2009). Feedback Specificity and the Learning of Intercultural Communication Skills, *AIED*.
- [7] Yee, N., & Bailenson, J. (2007). The Proteus effect: The effect of transformed self-representation on behavior, *Human Communication Research* 33, 3.
- [8] Chase, C., Chin, D., Oprezzo, M., & Schwartz, D. (2009). Teachable agents and the protégé effect: Increasing the effort towards learning, *Journal of Science Education and Technology* 18, 334-337.
- [9] Tamayo, Silvia; Pérez-Marin, Diana Análisis De La Experiencia De Uso De Un Agente De Comprensión Lectora Con Niños En Edad Escolar. Teoría de la Educación, Educación y Cultura en la Sociedad de la Información, vol. 14, núm. 2, 2013, pp. 403-429 Universidad de Salamanca Salamanca, España 52.
- [10] Decreto 17/2008, de 6 de marzo, Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid, 12 de marzo de 2008, núm 61.

III Workshop sobre Recursos Educativos Abiertos

III Workshop sobre Recursos Educativos Abiertos. Los Recursos Educativos Abiertos como Eje de la Innovación Educativa

Manuel Caeiro-Rodríguez
E.E. Telecomunicación
Universidade de Vigo
Vigo, España
mcaeiro@gist.uvigo.es

Virginia Rodés
Universidade de la República
Montevideo, Uruguay
Virginia.rodés@cse.edu.uy

Ismar Frango
Universidade Presbiteriana
Mackenzie
Sao Paulo, Brasil
ismarfrango@gmail.com

Resumen—Esta tercera edición del workshop sobre Recursos Educativos Abiertos en el ámbito latinoamericano se ha planteado entorno al concepto de innovación educativa, tratando de buscar las relaciones y oportunidades que se presentan entre ambos dominios. Tras las dos primeras ediciones realizadas en Brasil en los años 2012 y 2015 esta edición tiene lugar en Salamanca, España. En este evento se han seleccionado 10 ponencias de los siguientes países: Argentina, Bolivia, Brasil, España, Portugal y Uruguay.

Palabras clave—Recursos Educativos Abiertos, Innovación Educativa

I. INTRODUCCIÓN

Los Recursos Educativos Abiertos (REA) son una propuesta que ya lleva desenvolviéndose hace más de 10 años en el mundo educativo, en base a los principios del movimiento abierto e inspirados en el Software Libre. Instituciones internacionales como la UNESCO o la Unión Europea, a través de la iniciativa Open Education Europa, están haciendo un esfuerzo importante en el desarrollo de este concepto, que no sólo implica un tipo de recurso nuevo, sino todo un modelo de participación e implicación personal. Los REA son vistos como una oportunidad para la innovación docente a través del empoderamiento del profesorado al que se le ofrece la posibilidad de que reuse y adapte los recursos existentes. Desde un punto de vista práctico el concepto de Recurso Educativo Abierto se está viendo favorecido por el desarrollo de nuevas aplicaciones y soluciones que favorecen el uso por parte de usuarios: formatos abiertos, aplicaciones de código libre, licencias abiertas como Creative Commons, redes sociales, repositorios, etc.

El I Workshop Recursos Educacionais Abertos se desarrolló en 2012 como parte del Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2012), centrado en la temática “*Questões para globalização e localização*”.

El II Workshop Recursos Educativos Abiertos se desarrolló en 2016 como parte del Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2015), centrado en Los Recursos Educativos Abiertos como factor de desarrollo de la Educación

Este III Workshop sobre Recursos Educativos Abiertos (III WREA) se centra en los Recursos Educativos Abiertos como eje de la innovación educativa. Entre sus objetivos se encuentra el

posicionar a los REA como fuente para la introducción de cambios a nivel pedagógico y tecnológico en las aulas, así como instrumento en torno al desarrollo de comunidades de profesores innovadores que compartan sus recursos y experiencias. Es de interés en este sentido el ciclo de producción y adopción de los mismos en el marco de redes, comunidades e instituciones, así como sus modelos de licenciamiento.

II. LÍNEAS TEMÁTICAS

Este workshop se ha planteado entorno a nueve líneas temáticas no excluyentes, que van desde los repositorios REA hasta las cuestiones relativas a los derechos de autor y la utilización de licencias abiertas en el marco de los REA. De las nueve líneas planteadas, siete están representadas por algún trabajo entre los seleccionados. A continuación se presentan las líneas temáticas ordenadas en base al número de trabajos presentes en cada una de ellas:

- Emprendedurismo y modelos de negocio vinculados a los REA. En esta línea se encuentra el trabajo presentado por Carlos Vaz de Carvalho, Paula Escudeiro del Instituto Superior de Engenharia do Porto junto con Manuel Caeiro Rodríguez y Martín Llamas Nistal de la Universidad de Vigo con el título “*Sustainability of open educational resources: the eCity case*” en el que sobre el caso del juego de simulación eCity planteado bajo el paradigma del aprendizaje basado en proyectos se discute sobre la estrategia de sostenibilidad para el mantenimiento del juego y el desarrollo de nuevas versiones del mismo.
- Derechos de autor y utilización de licencias abiertas en el marco de los REA. Dentro de esta línea se encuentra un único trabajo presentado por Virginia Rodés y Manuel Podetti de la Universidad de la República de Uruguay con el título “Promoción de los recursos educativos abiertos y de la deformación del derecho de autor Perspectivas complementarias para favorecer el derecho a la educación”, en el que se presenta una campaña de comunicación sobre el derecho a estudiar dirigida a abrir el debate en Uruguay sobre el acceso a materiales de estudio.
- Herramientas de manejo de REA. Cuenta con 2 trabajos aceptados. El primero de ellos realizado conjuntamente

por Henrique Santos y Cristina Cechinel de la UFPel – Universidade Federal de Pelotas en Brasil, junto con Franco Giustozzi, Ana Casali y Claudia Deco, de la Universidad Nacional de Rosario de Argentina se titula “*Users opinions about Learning Objects Recommendations: a case study*” presenta un estudio sobre la recomendación de REA en repositorios. En este trabajo se estudian diferentes parámetros y algoritmos de recomendación. El segundo trabajo en esta línea ha sido presentado por Ismar Frango de la Universidade Presbiteriana Mackenzie con el título “*Caminos para la apertura: recursos educativos abiertos y MOOCs*”, en el que se analizan los modelos de REA y MOOCs desde los principios de movimiento abierto, tomando en consideración especialmente el movimiento del software libre.

- Repositorios de REA. Cuenta con 2 trabajos aceptados. El primero de ellos presentado por Regina Motz y Sílvia de la Rosa de la Universidad de la República de Uruguay con el título “*¿Tenemos repositorios de REA accesibles?*” presenta la evaluación a nivel de accesibilidad que tiene los repositorios REA en países de Iberoamérica en cuanto a sus políticas de acceso abierto y de inclusión digital. El trabajo de Frango presentado en la línea anterior también se encuentra en esta línea.
- Experiencias e iniciativas para la promoción de los REA. Cuenta con 3 trabajos aceptados. El primero de ellos ha sido enviado por Emmanuel Bohrer Júnior, Marina keiko Nakayama y Rida de Cassia Clark Teodoroski de la Universidade Federal de Santa Catarina de Brasil con el título “*Iniciativas e experiências em Recursos Abertos Educacionais (REA) no ensino superior*” estudia como los autores han tratado la educación abierta hasta la actualidad en base al análisis de proyectos, programas y promoción de recursos educativos. El segundo ha sido realizado por Wilme Rodríguez del Instituto de Educación Secundaria San Juan de la Rambla de España con el título “*Aprendizaje basado en proyectos como metodología que fomente el uso de recursos educativos abiertos. Experiencia en la formación profesional de grado medio*” describe las experiencias en el uso de REA como parte de actividades de formación profesional de un ciclo formativo de grado medio, en las que se considera especialmente el estímulo a las capacidades creativas y de innovación, junto a la colaboración entre docentes. En esta línea también se encuentra el trabajo de Rodés y Podetti anteriormente descrito.
- Producción de REA: creación, uso, reutilización, remix. Cuenta con 3 trabajos aceptados. El primero de los trabajos en esta línea ha sido enviado por Miguel Said Vieira, de la Universidade Federal da ABC en Brasil, con el título “*Qualidade, reuso e ...remix: Adaptando uma metodologia de OA para REA*”, en el que se describe la

metodología INTERA como propuesta para el desarrollo de REA en base a aspectos técnicos, pedagógicos y teniendo en cuenta la reutilización de los materiales en base a criterios de calidad. En esta línea también se encuentran los trabajos de Frango y Rodríguez anteriormente descritos.

- Estrategias de adopción y sustentabilidad de los REA. Esta es la línea más numerosa pues cuenta con 7 trabajos. Dentro de esta línea se encuentran trabajos que también incluyen algunas de las ya presentadas anteriormente, como los de Santos, Cechinel, Giustozzi, Casli y Deco; Rodés y Podetti; Frango; Rodríguez; Vaz de Carvalho, Escudeiro, Caeiro Rodríguez y Llamas Nistal. De forma exclusiva en esta línea se encuentran los siguientes trabajos. Manuel Caeiro Rodríguez, Martín Llamas Nistal, Antonia Blanco Pesqueira y Francisco Javier Álvarez Lires de la Universidad de Vigo son los autores del trabajo titulado “*Encuesta sobre los usos de guías de clase como aproximación a los REA. Una aproximación a través de la investigación-acción*” en el que se muestran los resultados de una encuesta a docentes de primaria y secundaria construida bajo estas premisas. Carmelo Branimir España Villegas (natural de Bolivia) y Manuel Caeiro Rodríguez son los autores del trabajo titulado “*Propuesta de Investigación sobre la Adopción Tecnológica en el Ecosistema REA*” en el que se hace una propuesta para promover la innovación docente a partir de la adopción del modelo REA.

III. ORGANIZACIÓN

El workshop se enmarca en las acciones de la Red iberoamericana para la usabilidad de repositorios educativos RIURE (Red CYTED 513RT0471) <http://www.riure.net/>.

También recibe el apoyo y se encuentra dentro del ámbito de actuación de la Cátedra UNESCO en Educación Abierta (Unicamp) <http://educacaoaberta.org/>. Articula con la Red Mercosur para la accesibilidad y la generación colaborativa de recursos educativos abiertos (REMAR) proyectoremar.wordpress.com. REMAR del Programa de Apoyo al Sector Educativo del Mercosur (PASEM) y que tiene su temática íntimamente relacionada con los tópicos de este workshop. También se integra a las actividades de LACLO Comunidad Latinoamericana de Objetos de Aprendizaje <http://laelo.org/> responsable de Proyectos financiados por el Programa ALFA de la Unión Europea, como son la Iniciativa Latinoamericana de Libros de Texto Abiertos (LATIn) <http://latinproject.org> y el Proyecto IGUAL (Innovation for Equality in Latin American Universities) <http://www.igualproject.org/>.

AGRADECIMIENTO

Este workshop ha sido posible gracias a la colaboración de la Red 513RT0471 de CYTED RIURE (Red Iberoamericana para la Usabilidad de Recursos Educativos, www.riure.net).

Users opinions about Learning Object Recommendations: a case study

Henrique Lemos dos Santos, Cristian Cechinel
Centro de Desenvolvimento Tecnológico (CDTec)
Faculdade de Educação (FaE)
Universidade Federal de Pelotas (UFPel)
Pelotas, RS, Brazil
Email: hldsantos@inf.ufpel.edu.br
Email: contato@cristiancechinel.pro.br

Franco Giustozzi, Ana Casali, Claudia Deco
Fac. de Cs. Exactas, Ingeniera y Agrimensura
Universidad Nacional de Rosario
Rosario, Argentina
Email: fngiustozzi@gmail.com
Email: {acasali, deco}@fceja.unr.edu.ar

Abstract—The enormous growth of learning objects on the internet and the availability of preferences of usage by the community of users in the existing learning object repositories have opened the possibility of testing the efficiency of different techniques on recommending learning materials to the users of these communities. In this work, we focus on some particular parameters at the recommendation phase (different similarity algorithms), evaluating the new recommendations not only via offline analysis but also taking into account users feedback. It has been performed an online analysis over a small group of users. The recommendations were presented to these users along with a small inquiry form about each recommendation. Through this study we tried to find out which algorithm performs better from the online analysis and if it is possible to notice a similarity between the results obtained from the offline and online analysis.

Keywords—Learning objects recommendation; Collaborative filtering; Recommendation techniques; Recommendation systems evaluation

I. INTRODUCTION

Learning Objects (LOs) are any digital resources that can be repeatedly used to facilitate the learning process, e.g., LOs are learning units that can be considered the core of Technology Enhanced Learning (TEL), moreover, the LOs constitute a large portion of the open educational resources (OER) available nowadays. They can take different forms and can be reused, remix, updated, combined, separated and referenced. LOs can be used by a student who wants to learn a subject or by a teacher who wants to prepare materials for his/her class. These objects are usually described with metadata like title, description, material type, discipline, etc.

Learning objects are stored in Learning Object Repositories (LOR), which can be organized, for instance, according the subject of its objects. These repositories provide resources to communities of students, educators and other stakeholders to be consumed through different means (e.g. directly from the repository or in other platforms such as LMS - Learning Management System). Existing LORs can differ in several ways, for example, in the specificity of the area, type of materials, metadata standards, etc. [1]. Some repositories also permit the users to register themselves before they navigate through resources, allowing them to rate and comment these objects. This fact turns the repository into a social community based on learning interest. Each repository can contain thousands of

different learning objects, reason why is difficult to find relevant materials of interest.

As LORs are naturally organized around communities of interest, such platforms normally rely on the members of these communities to rate and comment the resources so that the higher-rated ones are thus shown in the first places and more visible during the search and retrieval. Therefore, a repository that contains a lot of objects and allows a community of users to rate LOs is a very good environment for a recommender system.

Recommender systems can allow students or professors the freedom to build a unique learning path that suits the students' preferences, abilities and previous knowledge. These systems provide recommendations based on different approaches, among them the best known ones are Collaborative Filtering (CF) and Content-based Filtering. Collaborative filtering techniques focus on the behavior of users towards items -which are to be recommended- rather than on the internal nature of them. These techniques work better when there is a broad user community and each user has already rated a significant number of items. On the other hand, Content-based filtering focuses on the description of the items and the user preference profile [2]. This approach prefers content semantics to social interactions or user behavior. To improve learning object discoverability, the use of recommender systems has been largely investigated [3].

The selection of relevant learning objects for each user is a subject of active research and development in the field of e-learning. While recommendation algorithms are not new, their adaptation and use with learning objects is a field still open [4]. In [5] they have developed a learning object recommendation system prototype that has been used to experiment with 3 different recommendation algorithms based on the user profile.

Despite the possible benefits that collaborative filtering algorithms adoption could provide for the field of recommender systems in TEL, there is still a lack of studies reporting results obtained specifically from the use of CF in large data samples. This could be the consequence of a major lack of sharable learning objects datasets that would be useful in order to generalize the results [6] or also consequence of the ratings sparsity normally found on these repositories. [7] stated that this lack of evaluative data about several LOs is mainly caused by the disproportion among the LORs growth (regarding number of resources) and the capacity of the community to evaluate the resources. The authors, then, proposed the automatic extraction of information quality about the LOs via Artificial Neural

Networks models using the provided metadata by the two LORs considered on the study. As exposed by [8] experiments where teachers and learners provide some feedback about recommended resources are also useful and valuable, specially if conducted on large datasets that allow real interactions between users. Also, [9] states that few researchers have tested and validated their recommendation systems on real-life data.

The enormous growth of learning objects on the internet and the availability of preferences of usage by the community of users in the existing learning object repositories have opened the possibility of testing the efficiency of CF algorithms on recommending learning materials to the users of these communities. [10] evaluated recommendations of LOs generated by different well known memory-based CF algorithms using two databases (with implicit and explicit ratings) gathered from the popular MERLOT repository. The results obtained in this study highlight the fact that these two datasets represent very different information about the preferences of the users and thus, the recommendations generated through the use of them were also highly different.

The MERLOT¹ repository is a well-known OER provider (community-based) [11] that contains thousands of learning objects (from 9 different major disciplines) and congregates not only students but also teachers and experts who are gathered into peer committees in order to review the submitted resources. [12] stated that this kind of evaluation may be a good solution to the OER selection issue, although [13] points out that this method dramatically slows down the process of quality assessment. Nevertheless, the data available from MERLOT are useful to researchers focused on solving the selection issue, either through recommendation systems or search engines, for instance.

In [14] the authors evaluate a pre-processing method through clustering for future use of CF algorithms. For that they also use a large dataset collected from MERLOT. The results of a quantitative and offline analysis point out that clustering learning objects before the use of collaborative filtering techniques can improve the recommendations performance.

The evaluation of general purpose recommendation systems is an established study field since several works have been developed along the years. Firstly, these works focused on metrics such as precision, accuracy and similar ones, but in the last years the real user opinion, gathered explicitly or not, has been pointed as the most reliable metric. For instance, previous work of [15] developed a framework to evaluate a recommender system on an user-centric approach. They analyzed not only the final result of the recommendation process but also all parts of the user's interaction with the designed system. They divided the user experience into three components: process (e.g. perceived effort, difficulty), system (e.g. perceived system effectiveness) and outcome (e.g. choice satisfaction) and found several behavioral correlations among them. [16] conducted a study where it is proposed an evaluation framework which consists in pairing two recommender systems which simultaneously compete to give the best recommendations to the same user at the same time. The authors discussed several aspects of the

evaluation process such as the recommended item presentation policy and the evaluation feedback, where the proposed framework made use of an inferring preference method although the authors stated that it is preferable to choose a method where these preferences are directly asked to the user.

In this work, following [14] we focus on comparing also an users clustering approach with the two others (traditional CF and LOs clustering), evaluating a different similarity algorithm used in the recommendation phase and evaluating the recommendations not only via traditional error metrics (offline analysis) but also taking into account users feedback. In fact, the new approach that presented the best performance at the offline analysis was chosen in order to generate the recommendations that were experimented later against recommendations made with the traditional CF.

We perform an online analysis over a small group of users, where each user was provided with one or more recommendation (the maximum of four, two provided by the traditional CF and two provided by one of the clustering methods). The recommendations were presented to the user along with a small inquiry form about each recommendation. In the form we asked about the recommendation relevance, the resource quality and also the difficulty level of the object. Therefore, during the present study we intend to answer the following questions:

- From the users feedback, which algorithm performs better?
- Is it possible to notice a similarity between the results obtained from the offline analysis and the ones obtained from the users feedback?

The paper is organized as follows. Section II describes the dataset and the techniques used to cluster users and learning objects along with the methods to generate recommendations. Section III presents the offline evaluation results comparing the recommendation methods. On Section IV an online analysis from real users feedback is exposed. Finally, on Section V conclusions are presented.

II. DATA DESCRIPTION AND TECHNIQUES

Data Description

In order to evaluate the algorithms used at the recommendation stage, we used the same Merlot dataset presented on [14], which is an updated version of a dataset earlier collected by [17]. This dataset includes data from 3659 users and 4968 LOs, and the total number of LOs comments is 9910.

In the clustering stage, we also used LOs and users metadata, such as object description and title, and user's disciplines. Then, in the recommendation stage, a group of 9910 tuples presented as <user id; object id; rating> was provided to the recommendation engine. Description and title are textual fields and the rating can be seen as a value that represents how much satisfied is a user after reading or watching (depending on

¹<https://www.merlot.org>

material type) the L.O. At Merlot, the rating range varies from 1 to 5, in a simple Likert scale.

However, the data contained at the dataset is richer than that, having others LOs attributes (e. g. material type, language, reviews, etc.) and users metadata (e. g. affiliations, member type, etc.). Furthermore, there are also other possibilities of relationship between users and LOs at Merlot, such as personal collections.

Generating clusters and recommendations

Our approach to recommendation is based on applying collaborative filtering to clusters of learning objects and users instead of recommending across all available objects. In order to do so, we first perform a content-based clustering (using TF-IDF and k-means algorithm) of objects and users and then, generate recommendations within each cluster. We analyze the performance of these recommendations when the number of clusters and parameters of the recommender algorithm is changed. The implementations used are those available in the Apache Mahout environment², version 0.7. The same environment was used to generate the offline evaluation. Also, a traditional CF recommender engine (without any content filtering) was evaluated in order to be compared with the two new methods.

To generate LOs clusters, we have chosen to represent them as a bag-of-words textual file, where the content was their description and title. Then, a TF-IDF algorithm converted each textual file into a n-dimensional weighted vector, where each position represents a single word and the value represents the word weight. This technique ideally discards stop-words by making their values closer to zero, whereas relevant words receive higher values. Moreover, resources that contain several simultaneous words tend to be converted into similar vectors. The same approach was performed to cluster the users, except from the fact that a user bag-of-words contained all the disciplines in which the user was assigned in. In this case, a direct categorization was not chosen, mainly because MERLOT users are usually attached to more than one discipline, thus, if the users were simply grouped into nine clusters (the number of primary disciplines at MERLOT), we would have lost significantly information derived from another sub-disciplines. After applying TF-IDF, the traditional k-means algorithm was chosen to group LOs, in the first scenario, and users, in the second scenario, according to their similarity. The k parameter, which indicates the number of desired clusters, was varied between 2 to 9 since higher values than 9 led to high losses on the user-space coverage.

At the recommendation phase, a user-based collaborative filtering engine was used and its parameters neighborhood size and similarity algorithm were varied between 2 to 20 and LogLikelihood Ratio to Euclidean Distance, respectively. This memory-based method basically uses the rating registry to calculate the similarity among the users (according to the similarity algorithm chosen) and then creates neighborhoods of similar individuals for each user. The recommendations are then generated within the neighborhood, since users who agreed in

the past, tend to agree again in the future - basic principle of collaborative filtering.

III. OFFLINE ANALYSIS: MAE ERROR AND COVERAGE

Objectives and methodology

We ran an offline evaluation of our new proposed methods and a traditional CF recommender. As stated by [18], offline analysis of recommender systems has the benefits of being quick even when different algorithms and parameters are tested. But it suffers from a natural weakness that is the impossibility of evaluating the appropriateness of a recommended item since no real users ratings about the item are available.

On a training-test approach, the mean average error (MAE) between predicted rating (generated by the recommender) and real user rating was measured considering all three methods: LOs clustering, users clustering and traditional CF. Each dataset was split in 90% for training and the remaining for test. It is important to note that when considering the clustering methods, a dataset is a cluster. Thus, this measurement needed to be repeated for each cluster from the k clusters generated, since there were eight different values of k. The quickness of the offline analysis was essential in order to test several combinations of parameters. Moreover, each dataset was evaluated 50 times and then the average error was calculated.

Also, an analysis of how each different algorithm impacted on user-space coverage was made. We calculated how many users stood with no recommendation for each value of k for each combination of similarity algorithm and proposal (LOs clustering, users clustering and traditional CF).

Results and discussion

Figures 1 and 2 show how each k value (including k=1 which is the entire database without any clustering) behaved regarding their recommendations accuracy for the two scenarios. On the LOs clustering approach (1), both Euclidean and Loglikelihood presented some cases that performed better than the pure CF approach. Mainly we highlight the Euclidean's 6, 7 and 8 clusters case and the 6 and 8 clusters on Loglikelihood. When comparing the two similarities between themselves, the Euclidean distance seems better by a narrowly margin. On the other hand, when it comes to users clustering situation (shown in 2), all different values of k performed worse (both Euclidean and Loglikelihood) than the no clustering approach.

We also performed an ANOVA [19] test to verify whether or not there were significant difference regarding the MAE error among different values of k. The test confirmed significant differences at the 95% confidence level for the two approaches, indicating that the means observed in the boxplots above can be considered in order to choose a best k value and also that the user clustering approach is definitely worse than the traditional CF (k=1).

Another important measure to evaluate recommender systems is the coverage. As stated by [20], coverage is related to the degree to which resources can be recommended to all potential users and the percentage of items that are effectively

²<https://mahout.apache.org/>

recommended to a user. In this work, we measured only an user-space coverage, which is the number of users to whom at least one LO were recommended. As our new approaches consisted in splitting the entire dataset into k parts, the coverage of a recommender that runs over smaller datasets is expected to be also smaller. Figure 3 shows this natural behavior: as k grows, the coverage decreases. More than that, it becomes more evident that the user clustering approach is the worst of all three, since its coverage was also worse along all k values. The general loss on the coverage is significantly for the k values that performed better on MAE error analysis when they are compared to pure CF. For instance, considering LOs clustering and Euclidean Distance similarity, $k=6$ presented a 10% loss on coverage in relation to the $k=1$ case. However, this case with $k=6$ obtained one of the smallest MAE errors of all experiment and the loss on the coverage is also smaller than the other case with good MAE error ($k=8$).

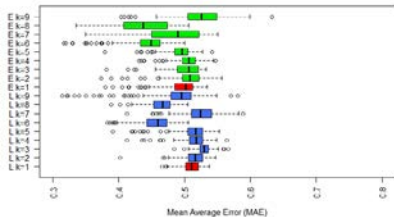


Fig. 1. Boxplots for MAE errors on LOs clustering case to Euclidean Distance (the green and red upper ones) and LogLikelihood (blue and red remaining)

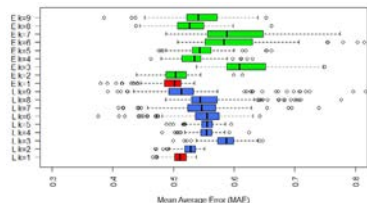


Fig. 2. Boxplots for MAE errors on users clustering case to Euclidean Distance (the green and red upper ones) and LogLikelihood (blue and red remaining)

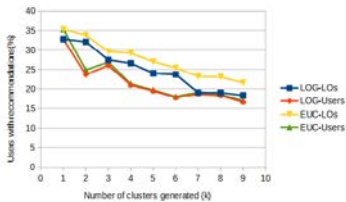


Fig. 3. General user-space coverage among k values

IV. ONLINE ANALYSIS: REAL USERS FEEDBACK

Objectives and methodology

When considering recommendation systems, the user satisfaction is not always well predicted by offline measures [21], such as MAE and other error metrics, this lack of precision can be more expressive when the recommender is built on a e-learning environment where different learning goals and contexts can change the user perception about a recommended item. In order to analyze and compare the results of our proposed method of recommending respect to the traditional CF, we asked 18 volunteers from different countries to rate some LOs at the MERLOT repository. From their contribution, we gathered 108 total ratings and joined them with our existing collected data to generate recommendations based on the traditional CF engine and on our proposed clustering methods. Specifically, taking into account the results obtained in the offline analysis (III), we have chosen a LOs clustering preprocessing approach with $k=6$ to be compared to the traditional CF, since this value presented one of the best performances overall and also caused less damage to the user-space coverage, when compared to LOs clustering with $k=8$. For both two recommendation engines, in the recommendation phase, we used the Euclidean Similarity and a neighborhood size of 10.

Later, we generated for each volunteer, at most 2 recommendations using the traditional CF approach and 2 using the LOs clustering method. Afterwards, webpages containing the recommendations and a brief questionnaire were sent to the users via email. Three Likert scale questions were presented to the users. The content of these questions is listed below.

- Q1 - How relevant do you consider this recommendation?
- Q2 - How difficult do you consider the content of this resource?
- Q3 - Which is your rating for Material Quality?

Results and discussion

We were able to generate 49 recommendations where, 26 were produced by the traditional CF engine and 23 by the LOs clustering combined with CF. Henceforward, these 26 recommendations will be called general recommendations and the 23 remaining will be treated as cluster recommendations. An initial analysis showed that 50% of the general recommendations were evaluated with a rating greater or equals to 4 in Likert scale whereas only 34% of the cluster recommendations were also highly evaluated. The ratings distribution over each case is presented on Figure 4 and shows that cluster recommendations concentrated the ratings among the lower values 3 and 2, while the general ones have almost 50% concentrated on a higher value equal to 4.

A question about the relevance of each recommendation was also asked to the users. Figure 5 denotes a similar behavior to the rating distribution with the general recommendations again concentrating their distribution over higher values of relevance while the values regarding cluster recommendations are mostly 1, 2 and 3. Figure 6 exposes how the difficulty of each recommended LO was evaluated according to each type of

recommendation. In this case, the cluster recommendations presented higher values of difficulty.

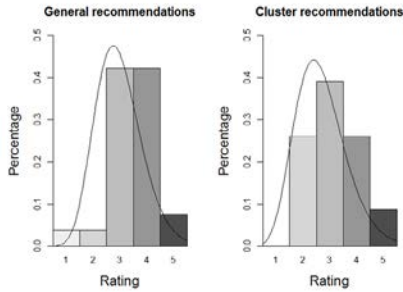


Fig. 4. Histogram for the rating distribution for general recommendations (left side) and cluster recommendations (right side)

We consider the three numeric answers presented above plus an error, which was calculated as the absolute value of the difference between the real user rating and the rating predicted by the recommender. Table I resumes the obtained results showing a better overall performance coming from the traditional CF recommender. The only parameter that have better value on cluster recommendations is the error. This can indicate that the LOs clustering recommender is a good rating forecaster but apparently not a good recommender.

However, we ran a Mann-Whitney-Wilcoxon Test [22] to identify if there were a significant difference between these three quality parameters of general recommendations and the relevance of cluster recommendations. The results showed that it is not possible to determine, with a confidence level of 95%, that rating, relevance or difficulty are significantly different among the recommendation types tested.

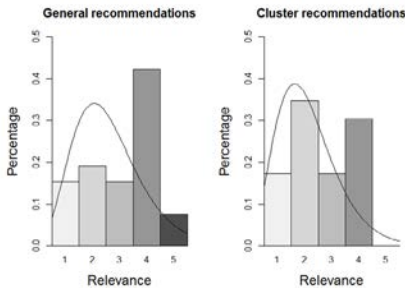


Fig. 5. Histogram for the relevance valuation distribution for general recommendations (left side) and cluster recommendations (right side)

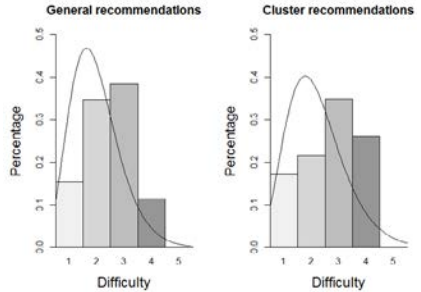


Fig. 6. Histogram for the difficulty rates distribution for general recommendations (left side) and cluster recommendations (right side)

TABLE I. AVERAGE OF THE THREE ANSWERS AND A CALCULATED ERROR

| Type | Q3 - Rating | Error | Q1 - Relevance | Q2 - Difficulty |
|---------|-------------|-------|----------------|-----------------|
| General | 3,5 | 1,3 | 3,2 | 2,5 |
| Cluster | 3,2 | 1,1 | 2,6 | 2,7 |

V. CONCLUSIONS

The present work has evaluated two new recommendation engines (both based on CF) proposals and a traditional CF method with datasets extracted from Merlot. We tested two different ways of clustering (pre-processing) and two similarity algorithms. The offline analysis covered not only the quality of generated recommendations but also how many users were able to receive a recommended LO. From that analysis, we extracted the better configuration in order to be evaluated, along with the traditional CF, by real users in the onlineanalysis. During this research we were able to answer the questions previously set.

On the one hand, from the online analysis performed with user feedback, apparently, the traditional CF presented the better means, for all questions asked (rating, relevance and difficulty) but specially for the relevance. However, a Mann-Whitney-Wilcoxon Test of medians proved that there were no significant differences between our new proposal performance and the traditional CF engine.

On the other hand, it is not possible to notice a similarity between the results obtained from the offline analysis and the ones obtained from the users feedback While the offline analysis presented significant differences in favor of our LOs clustering proposal, the users feedback showed a performance slightly better by the traditional CF algorithm, however, with no significant difference as it was proved by a test of medians.

The results gathered from the users feedback were not enough definitive to reprove the LOs clustering approach when compared to the traditional CF. Thus, future research is needed towards an ultimate conclusion, specially considering a LOR different than Merlot. Also, we plan on redoing the

recommendations for this experiment but with improvements taking into account the evaluations already made, which leads to an idea of a critiquing-based recommender system [23].

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by CYTED (Ibero-American Programme for Science, Technology and Development) as part of project "RIURE - Ibero-American Network for the Usability of Learning Repositories", code 513RT0471 (www.riure.net) and by FAPERGS (Research Support Foundation of Rio Grande do Sul – Brazil) through Edital 02/2014 - Programa Pesquisador Gaúcho – PqG (number 2296-2551/14-8).

REFERENCES

- [1] R. McGreal, "A typology of learning object repositories," in *Handbook on Information Technologies for Education and Training*, ser. International Handbooks on Information Systems, H. Adelsberger, Kinsbuk, J. Pawlowski, and D. Sampson, Eds. Springer Berlin Heidelberg, 2008, pp. 5–28.
- [2] A. Casali, V. Gerling, C. Deco, and C. Bender, "A recommender system for learning objects personalized retrieval," in *Handbook on Educational Recommender Systems and Technologies: Practices and Challenges*, O. Santos and J. Boticario, Eds. IGI Global, 2012, pp. 182–210.
- [3] N. Manouselis, H. Drachsler, K. Verbert, and O. C. Santos, *Recommender Systems for Technology Enhanced Learning: Research Trends and Applications*. Springer Publishing Company, Incorporated, 2014.
- [4] O. Santos and J. Boticario, *Handbook on Educational Recommender Systems and Technologies: Practices and Challenges*. IGI Global, 2012. [Online]. Available: <https://ademu.ia.uned.es/web/en/projects/ersat>
- [5] X. Ochoa and G. Carrillo, "Recomendación de objetos de aprendizaje basado en el perfil del usuario y la información de atención contextualizada," *Conferencias LACLO*, vol. 4, no. 1, 2013.
- [6] H. Drachsler, T. Bogers, R. Vuorikari, K. Verbert, E. Duval, N. Manouselis, G. Beham, S. Lindstaedt, H. Stern, M. Friedrich, and M. Wolpers, "Issues and considerations regarding sharable data sets for recommender systems in technology enhanced learning," *Procedia Computer Science*, vol. 1, no. 2, pp. 2849–2858, 2010, proceedings of the 1st Workshop on Recommender Systems for Technology Enhanced Learning (RecSysTEL 2010).
- [7] C. Cechinel, S. da Silva Camargo, M.-A. Sicilia, and S. Sánchez-Alonso, "Mining models for automated quality assessment of learning objects," *Journal of Universal Computer Science*, vol. 22, no. 1, pp. 94–113, jan 2016.
- [8] K. Verbert, H. Drachsler, N. Manouselis, M. Wolpers, R. Vuorikari, and E. Duval, "Dataset-driven research for improving recommender systems for learning," in *Proceedings of the 1st International Conference on Learning Analytics and Knowledge*, ser. LAK '11. New York, NY, USA: ACM, 2011, pp. 44–53.
- [9] N. Manouselis, H. Drachsler, R. Vuorikari, H. Hummel, and R. Koper, "Recommender systems in technology enhanced learning," in *Recommender Systems Handbook*, F. Ricci, L. Rokach, B. Shapira, and P. B. Kantor, Eds. Springer US, 2011, pp. 387–415.
- [10] C. Cechinel, M.-A. Sicilia, S. Sánchez-Alonso, and E. García-Barrioacanal, "Evaluating collaborative filtering recommendations inside large learning object repositories," *Information Processing & Management*, vol. 49, no. 1, pp. 34–50, 2013.
- [11] J. Hylen, "Open educational resources: Opportunities and challenges," *Proceedings of Open Education*, pp. 49–63, 2006.
- [12] K. Larsen and S. Vincent-Lancrin, "The impact of ict on tertiary education: advances and promises," 2005.
- [13] S. Downes, "Models for sustainable open educational resources," *Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects*, vol. 3, pp. 29–44, 2007.
- [14] H. L. dos Santos, C. Cechinel, R. M. Araujo, and M.-Á. Sicilia, "Clustering learning objects for improving their recommendation via collaborative filtering algorithms," in *Metadata and Semantics Research*, ser. Communications in Computer and Information Science, E. Garoufalou, R. J. Hartley, and P. Gaitanou, Eds. Springer International Publishing, 2015, vol. 544, pp. 183–194.
- [15] B. P. Knijnenburg, M. C. Willemsen, Z. Gantner, H. Soncu, and C. Newell, "Explaining the user experience of recommender systems," *User Modeling and User-Adapted Interaction*, vol. 22, no. 4-5, pp. 441–504, Oct 2012.
- [16] C. Hayes, P. Massa, P. Avesani, and P. Cunningham, "An online evaluation framework for recommender systems," in *AH2002 Workshop on Recommendation and Personalization in E-Commerce*, 2002, pp. 50–59.
- [17] M.-Á. Sicilia, E. García-Barrioacanal, S. Sánchez-Alonso, and C. Cechinel, "Exploring user-based recommender results in large learning object repositories: the case of MERLOT," *Procedia Computer Science*, vol. 1, no. 2, pp. 2859–2864, 2010, proceedings of the 1st Workshop on Recommender Systems for Technology Enhanced Learning (RecSysTEL 2010).
- [18] J. L. Herlocker, J. A. Konstan, L. G. Terveen, and J. T. Riedl, "Evaluating collaborative filtering recommender systems," *ACM Trans. Inf. Syst.*, vol. 22, no. 1, pp. 5–53, Jan. 2004.
- [19] J. Chambers and T. Hastie, "Analysis of variance and designed experiments," in *Statistical Models in S*, J. Chambers and T. Hastie, Eds. Wadsworth & Brooks/Cole, 1992, ch. 5, pp. 34–47.
- [20] M. Ge, C. Delgado-Battenfeld, and D. Jannach, "Beyond accuracy: Evaluating recommender systems by coverage and serendipity," in *Proceedings of the Fourth ACM Conference on Recommender Systems*. New York, NY, USA: ACM, 2010, pp. 257–260.
- [21] S. M. McNe, I. Albert, D. Cosley, P. Gopalkrishnan, S. K. Lam, A. M. Rashid, J. A. Konstan, and J. Riedl, "On the recommending of citations for research papers," in *Proceedings of the 2002 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work*. New York, NY, USA: ACM, 2002, pp. 116–125.
- [22] H. B. Mann and D. R. Whitney, "On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other," in *The Annals of Mathematical Statistics*, vol. 18, no. 1, 1947, pp. 50–60.
- [23] L. Chen and P. Pu, "Critiquing-based recommenders: survey and emerging trends," *User Modeling and User-Adapted Interaction*, vol. 22, no. 1, pp. 125–150, 2011.

Qualidade, reuso e... remix: Adaptando uma metodologia de OA para REA

Miguel Said Vieira

Núcleo de Tecnologias Educacionais

UFABC

São Paulo, Brasil

miguel.vieira@ufabc.edu.br

Resumo— Este trabalho apresenta algumas metodologias de desenvolvimento de objetos de aprendizagem (OA), e discute a aplicação de uma delas — a metodologia INTERA — para o desenvolvimento de REA. A metodologia INTERA (Inteligência, Tecnologias Educacionais e Recursos Acessíveis) diferenciou-se de propostas anteriores por buscar conciliar o cuidado com aspectos técnicos e pedagógicos do desenvolvimento; sua abordagem visa aumentar a reusabilidade dos materiais desenvolvidos por meio da garantia de sua qualidade em ambos esses aspectos. Pelo fato de tratar-se de uma metodologia para desenvolvimento de OA, no entanto, ela é relativamente neutra ou omissa em relação a aspectos importantes para REA — como as garantias legais para o reuso, e as condições técnicas e materiais para permitir a adaptação ou remixagem. O trabalho identifica processos e etapas da metodologia INTERA em que surgem esses aspectos (bem como os atores que devem intervir neles), e faz recomendações para que ela possa ser utilizada com sucesso também no desenvolvimento de REA.

Palavras-chave—recursos educacionais abertos; objetos de aprendizagem; metodologia

I. INTRODUÇÃO

Embora a produção de materiais educacionais seja profundamente dependente de contexto e condições locais, é também evidente que a sistematização de boas práticas metodológicas auxilia no seu desenvolvimento. Essa constatação é particularmente válida para os materiais cujo desenvolvimento é marcado pela multidisciplinaridade, como os materiais digitais — o que corresponde à grande maioria dos recursos educacionais abertos [REA] e objetos de aprendizagem [OA] (ou, no caso de OA, até mesmo à totalidade desses objetos, se concordarmos com David Wiley, que considera que OA são sempre digitais, por definição [1]).

Em ambos os casos (OA e REA), uma metodologia de desenvolvimento pode desempenhar um papel particularmente importante, uma vez que contribui para realizar dois objetivos centrais para esses tipos de materiais: possibilitar reuso (tanto para OA como para REA), e possibilitar remix ou adaptação (especificamente para REA). Garantir essas possibilidades (e aumentar a probabilidade de que ocorram) é uma tarefa nem sempre trivial, e que depende de aspectos legais, pedagógicos e técnicos; as questões envolvidas nesses aspectos são complexas, e incluem — respectivamente — licenças de uso, nível de granularidade e padrões de interoperabilidade, entre outras. A

adoção de uma metodologia pode ajudar bastante no enfrentamento dessa complexidade.

II. METODOLOGIA INTERA

Na área de OA, uma das propostas existentes é a metodologia INTERA. Desenvolvida nos últimos anos por um grupo de pesquisa multidisciplinar da Universidade Federal do ABC¹, ela tem em sua base a identificação de características de qualidade relacionados a OA: construção de habilidades pedagógicas, disponibilidade, acessibilidade, precisão, confiabilidade, portabilidade, facilidade de instalação, interoperabilidade, usabilidade, avaliação pedagógica; assim como desafios associados a essas características, como o da contextualização no uso do OA. A metodologia propõe uma estruturação do desenvolvimento de OA que enfatiza, por um lado, esses critérios de qualidade, e por outro, a questão do reuso — que também já seria beneficiada pelo incremento da qualidade; para esse fim, a abordagem da metodologia busca equilibrar as perspectivas pedagógica e tecnológica. A metodologia busca ser neutra em relação ao tipo de OA, e portanto aplicável a objetos de diferentes tipos e graus de complexidade (cursos, animações, vídeos, webconferências etc.).

Em termos objetivos, os elementos da metodologia são quatro: *papéis, fases, etapas e artefatos*.

1) *Papéis*: descrevem as funções e comportamentos a serem desempenhados pelos desenvolvedores; eles não correspondem necessariamente a um indivíduo: um papel pode ser assumido por várias pessoas (no caso de equipes maiores), e uma única pessoa pode desempenhar vários papéis. Os papéis definidos previamente na metodologia são: analista, conteudista, gerente de projetos, demandante, designer de interface, designer instrucional, equipe de desenvolvimento e equipe de teste.

2) *Fases*: são três (inicial, intermediária e de transição), e estão ligadas à sequência temporal do desenvolvimento.

3) *Etapas*: são conjuntos de atividades relacionadas a uma mesma área de interesse; na metodologia INTERA, elas são: contextualização, requisitos, arquitetura, desenvolvimento, testes e qualidade, disponibilização, avaliação, gestão de projetos, e ambiente e padrões. Embora entre elas existam certas relações de hierarquia (particularmente entre a etapa de gestão de projetos e as demais) e sequência (algumas das etapas

¹O desenvolvimento e a validação da metodologia foi objeto de uma série de publicações [2]–[6], e, embora, ela continue sendo aprimorada, uma versão

consolidada de sua documentação foi publicada em 2015 [7]; esta última é a principal fonte para a apresentação da metodologia que é feita aqui.

forneçam subsídios específicos a outras delas: sugere-se, em especial, que a contextualização seja a primeira etapa a ser iniciada), as etapas podem ocorrer concomitantemente; além disso, a metodologia enfatiza uma abordagem iterativa, de “ir e vir” entre elas.

Resumidamente, as etapas podem ser descritas da seguinte forma:

- *contextualização*: identificação do contexto pedagógico geral para o material (público-alvo, ementa de curso, objetivos pedagógicos etc.);
- *requisitos*: levantamento do que se espera em relação ao material, em termos de características técnicas e pedagógicas;
- *arquitetura*: esboço do material, incluindo a seleção das tecnologias mais adequadas para implementá-lo e a granularidade de sua estrutura;
- *desenvolvimento*: implementação do material, e produção de sua documentação (manuais);
- *testes e qualidade*: validação do material, principalmente em relação a seus aspectos técnicos;
- *disponibilização*: publicação e disseminação do material e documentação;
- *avaliação*: avaliação do material — principalmente dos seus aspectos pedagógicos — por meio da aplicação em contexto educacional prático;
- *gestão de projetos*: coordenação das etapas, incluindo análise de custos, cronograma e pessoal necessário;
- *ambiente e padrões*: gestão do ambiente técnico de desenvolvimento (versionamento, backups etc.).

Cada etapa envolve três componentes: entradas utilizadas, práticas desenvolvidas, e saídas resultantes.

4) *Artefatos*: são dados gerados no processo — na maioria das etapas, são usados como subsídios de entrada, e produzidos como saídas resultantes. Exemplos de artefatos são: documentos de especificação, manuais e código-fonte (quando o material envolver software).

A. Outras metodologias relacionadas

O desenvolvimento da metodologia INTERA inspirou-se em outras metodologias existentes — algumas desenvolvidas especificamente para OA (os processos RIVED [8] e SOPHIA [9]); outras voltadas ao desenvolvimento de software (como o processo *Rational Unified Process*, RUP), ou ao design instrucional de forma mais ampla (como o processo ADDIE — acrônimo para *Analyze, Design, Develop, Implement and Evaluate*).

Uma deficiência comum a essas metodologias é certo desequilíbrio entre aspectos técnicos (ênfatisados nas

metodologias oriundas da área de software, e nas específicas para OA — particularmente a SOPHIA) e pedagógicos (ênfatisados nas abordagens de design instrucional). A metodologia INTERA foi concebida na tentativa de contemplar ambos esses aspectos, e oferecer uma metodologia geral e sistemática, aplicável para a produção de qualquer tipo de OA.

III. METODOLOGIAS PARA REA

Embora a noção de REA possa ser considerada um subconjunto da de OA, as diferenças entre elas são importantes. A noção de REA originou-se posteriormente, e alguns estudiosos consideram que ela deve ser considerada uma evolução em relação à noção de OA — como David Wiley, que sustenta que REA é o “OA 2.0” [10, p. 110].

Wiley também analisa as diferenças entre as duas noções com base no acrônimo RAID, bastante utilizado na comunidade de OA para descrever características desejáveis nesses objetos: eles deveriam ser *reutilizáveis, acessíveis, interoperáveis e duráveis*; para Wiley, REA deve conter todas essas características, mas o “R” deve ser desdobrado em quatro: não só reutilizável, mas também *revisável, remixável e redistribuível* [10, p. 109]. Essas diferenças fazem com que uma metodologia desenvolvida para OA nem sempre dê conta das necessidades específicas ao desenvolvimento de REA.

Em levantamento bibliográfico da literatura de REA, é possível encontrar alguns trabalhos que discutem a questão das metodologias de desenvolvimento. Como exemplos, McGeal oferece sugestões práticas gerais (como: maximizar o reuso, não tentar “reinventar a roda”, ser flexível etc.), e recomenda uma abordagem análoga à das metodologias “ágeis” de desenvolvimento de software (como *extreme programming*) [11]; e alguns trabalhos de pesquisadores da Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL, Equador) propõem um ciclo de produção de REA mais colaborativo que o dos materiais didáticos tradicionais, por meio de uma abordagem baseada principalmente no modelo ADDIE, mas com componentes de tecnologias semânticas e sociais adicionados a cada fase do modelo [12], [13].

Essas propostas são bastante relevantes, por terem já em seus fundamentos o cuidado com as especificidades de REA (a importância dos direitos ao remix e à redistribuição); a dos pesquisadores da UTPL é particularmente promissora, por sua forma mais estruturada e sistemática. Por outro lado, no campo de OA, a metodologia INTERA tem a vantagem de incorporar critérios de qualidade técnica que não são contemplados explicitamente no modelo ADDIE, como acessibilidade², portabilidade e facilidade de instalação³. Uma adaptação da metodologia INTERA para REA poderia beneficiar o campo, de forma complementar a essas propostas metodológicas de REA já existentes.

IV. ADAPTANDO A METODOLOGIA INTERA PARA REA

Nesta seção serão identificados os elementos da metodologia INTERA que é preciso adaptar para que ela contemple as

critérios de qualidade avaliados pela ferramenta LORI, ela não é integrada objetivamente ao ciclo de produção que é proposto nesses trabalhos.

²Não no sentido de sua fácil recuperação, mas no sentido específico de que sejam adequados para uso com tecnologias assistivas.

³Alguns desses temas surgem na proposta da UTPL, mas de forma apenas lateral — é o caso da acessibilidade: embora seja mencionada ali (como um dos

necessidades específicas de REA em relação a OA (revisar, remixar, redistribuir).

A. Papéis

Há um *papel* que, embora não seja definido explicitamente na metodologia INTERA, é de suma importância no ciclo de vida de um material educacional: trata-se dos seus usuários efetivos; os professores e aprendizes que o utilizam na prática. Embora se possa argumentar que esses sujeitos participam indiretamente na metodologia (seja porque podem ser consultados no processo, como na etapa de *avaliação*; ou porque podem assumir alguns dos papéis explícitos da metodologia — como quando um professor que será usuário do material desempenha os papéis de *conteudista* ou de *equipe de teste*), essa exclusão sugere que a aplicação da metodologia encerra-se após a execução satisfatória de todas as etapas: o domínio do uso efetivo dos materiais estaria, assim, fora do escopo da metodologia (excetuando o período em que esses usos efetivos estão sendo monitorados para a etapa de *avaliação*).

Essa abordagem é adequada para OA; mas com REA, a situação é diferente. Mesmo depois que um material foi desenvolvido, publicado e avaliado, é necessário levar em conta que seu ciclo de produção pode ser “reativado”, quando um desses usuários decidir revisá-lo ou remixá-lo (e eventualmente redistribuir o material resultante). Em certa medida, a metodologia INTERA até poderia dar conta dessa possibilidade, ainda que parcialmente, em função de seu caráter iterativo: o remix apenas daria início a uma nova rodada de aplicação da metodologia, em que o usuário agora ocupará de fato um dos *papéis* da metodologia.

Essa solução, no entanto, é insuficiente: é necessário considerar a especificidade da situação do remix. O “usuário-remixador” é um ator singular nesse contexto: ele não é necessariamente parte da equipe de desenvolvimento inicial, não tem necessariamente o mesmo conjunto de habilidades dessa equipe, e nem mesmo tem os mesmos objetivos que guiavam o processo de desenvolvimento inicial (ele pode estar remixando o material justamente porque quer utilizar uma abordagem pedagógica diversa, ou adaptá-lo para outro público-alvo etc.); para que o remix ocorra, é preciso que a metodologia tenha em consideração as características potenciais desse usuário, e que ela busque ativamente minimizar os obstáculos à apropriação do material por terceiros — tanto a apropriação literal (ou seja, o ato de acessar e utilizar livremente o material), como a apropriação simbólica: a ressignificação e enriquecimento do material original por parte dos remixadores. A solução mais adequada para que a metodologia equacione as características do usuário e da situação de remix, assim, é definir explicitamente o *papel* do usuário.

A definição explícita do papel do usuário também tem o mérito (de caráter mais simbólico) de enfatizar a importância da transitividade entre as atividades de produção e uso de materiais educacionais: o papel do usuário é também o papel de um potencial produtor. A importância de reconhecer essa fluidez surge nos próprios textos sobre a metodologia INTERA; veja-

se, por exemplo, um dos desafios ao reuso de OA que ela identifica:

Interpretações equivocadas sobre as implicações das TIC para a Educação, levando professores a atuarem no sentido da manutenção de uma cultura de consumo das TIC, em detrimento à necessária atividade de produção de tecnologia e de inovação [7, p. 43].

B. Etapas e artefatos

Uma condição fundamental para que ocorram as atividades de remix e redistribuição é que exista a garantia legal de que elas são permitidas⁴, e que isso seja claro para os usuários do material (mesmo que eles não sejam advogados, por exemplo). Em REA, essa condição é garantida principalmente por meio do uso das chamadas licenças permissivas de conteúdo, como as Creative Commons.

Em sua versão original, a metodologia INTERA aborda o tema dos direitos autorais apenas na etapa de *desenvolvimento*, em que “direitos autorais e patrimoniais” são indicados como elementos de saída da etapa. Para contemplar as necessidades de REA, seria necessário tratar do licenciamento de forma mais ampla (não apenas considerando os direitos autorais exclusivos como um resultado fixo da produção intelectual), e em mais etapas; em particular, nas etapas de *requisitos* (em que se avaliaria as possibilidades e necessidades de reuso, remix e redistribuição do material: por exemplo, será permitido o reuso com finalidade comercial?; em caso de redistribuição, será requerido o uso da mesma licença?), *arquitetura* (em que seriam selecionadas as licenças mais adequadas a esses requisitos, e as eventuais questões de compatibilidade entre as licenças dos insumos usados naquele REA) e *disponibilização* (em que seriam atribuídos ao material os metadados que indiquem a licença utilizada — seja a usuários finais, seja aos sistemas computacionais que de alguma forma acessarão o material). A licença, seus metadados, textos e ícones explicativos também serão artefatos adicionais que deverão ser gerados no processo.

Em paralelo à garantia legal, é necessário também oferecer as condições práticas para que seja possível realizar remix e redistribuição. Isso se manifesta, por um lado, na necessidade de disponibilizar artefatos específicos, como o código-fonte e arquivos editáveis (e não apenas em formatos fechados, como o PDF) referentes ao material; e por outro lado, de garantir — em etapas como as de *testes* e *avaliação*, que a documentação e os manuais providenciados não restringem-se à mera utilização dos materiais, mas contemplam minimamente questões relacionadas à sua remixagem e redistribuição.

Além das adequações às etapas e artefatos descritas até aqui, que ajudam a garantir que as atividades de remix e redistribuição sejam possíveis, há outras adequações que são voltadas a uma finalidade complementar: potencializar os benefícios dessas atividades, por meio da organização e coordenação da colaboração em torno dos materiais.

A organização da colaboração envolve aspectos técnicos e de governança. Os aspectos técnicos dizem respeito à construção

⁴Uma vez que, se não houver manifestação em outro sentido, as leis de direitos autorais negarão essas possibilidades na maioria dos casos. O padrão é o “todos

os direitos reservados”; excetuando as poucas limitações estipuladas nas leis, os usos não autorizados sujeitam o remixador a processos futuros.

e manutenção de uma infraestrutura computacional que facilite a modularização dos materiais e, principalmente, a submissão de contribuições oferecidas por remixadores, sua avaliação, teste e incorporação ao projeto, de forma a manter versões integradas e coerentes dos materiais. Algumas das ferramentas úteis para esse tipo de infraestrutura são os sistemas de versionamento (ou VCS, *version control systems*), que permitem registrar de forma precisa as modificações feitas a um determinado projeto, reverter revisões inadequadas, visualizar sua evolução histórica, e até manter versões alternativas para desenvolvimento simultâneo; e as plataformas de edição colaborativa (como o Etherpad, para edição de texto, e os diversos softwares wiki, voltados a materiais hipertextuais) que, além de tipicamente já contarem com funcionalidades básicas de controle de versão, simplificam sobremaneira o trabalho simultâneo, e ajudam a reduzir as barreiras (geográficas, tecnológicas) à contribuição de usuários. Na metodologia INTERA adaptada para REA, as instâncias dessas ferramentas seriam artefatos de saída das etapas de *arquitetura* (no caso de o projeto prever o desenvolvimento colaborativo desde seu início) ou de *disponibilização*.

Os aspectos de governança, por sua vez, dizem respeito à construção de laços comunitários e normas sociais (tácitas ou formalizadas)³ que estimulem o desenvolvimento de visões comuns sobre os objetivos e direcionamento da iniciativa (e, consequentemente, estimulem a colaboração eficaz), facilitem a mediação e resolução de conflitos, e permitam aos diferentes contribuidores participar em tomadas de decisões relacionadas à iniciativa. Esse caráter participativo da governança é uma contrapartida necessária para o estabelecimento de uma dinâmica colaborativa de produção: estudos consolidados da colaboração em torno de recursos comuns (como é o caso de REA) demonstram que a sustentabilidade das iniciativas está associada, entre outros fatores, à existência de arranjos de escolha coletiva, por meio dos quais os atores participem na definição das regras operacionais da iniciativa [14, pp. 93–94]. Um exemplo sofisticado de governança em processos colaborativos desse tipo é a comunidade Debian de desenvolvimento de software livre, que conta com processos decisórios e representativos formalizados, e até princípios sociais codificados em uma “constituição” [15]. No que diz respeito às adaptações da metodologia INTERA, o aspecto de governança teria um caráter transversal, podendo afetar todas as etapas da metodologia; artefatos associados a ela incluem as normas formalizadas para participação.

A noção de REA não obriga a organização da colaboração descrita nos parágrafos anteriores, mas a prática do desenvolvimento colaborativo demonstra que, além de essa busca de organização ser útil para ampliar a eficiência das iniciativas, ela é praticamente inescapável quando a colaboração envolve um número grande ou heterogêneo de atores ou objetos — os casos da Wikipédia e de grandes comunidades de software livre são exemplos claros. É necessário, entretanto, avaliar o custo-benefício da implementação dessas estratégias em cada caso — particularmente em projetos mais simples, e naqueles

em que não houver previsão ou intenção de colaboração significativa.

Por fim, a adaptação da metodologia para REA torna recomendável que, sempre que possível, se dê preferência aos formatos abertos e às tecnologias baseadas em software livre, em etapas como as de *arquitetura*, *desenvolvimento*, *disponibilização* e *ambiente*. Os formatos e softwares proprietários impõem barreiras à utilização e remixagem dos materiais, uma vez que elas só são possíveis por meio de softwares específicos, frequentemente pagos ou sujeitos a restrições significativas de propriedade intelectual; os formatos abertos e softwares livres, por sua vez, além de frequentemente serem gratuitos, deixam aberta a possibilidade de utilizar e editar os materiais em diferentes dispositivos, sistemas operacionais e plataformas, sem que um ator impeça o desenvolvimento de ferramentas alternativas para utilizar e editar os materiais — uma situação que favorece tanto a autonomia dos atores envolvidos, como a velocidade da melhoria dessas ferramentas.

V. CONCLUSÃO

A metodologia INTERA é uma contribuição importante para garantir mais qualidade e reusabilidade na produção de materiais educacionais. Embora ela seja focada na produção de OA, e por isso não contemple questões importantes para a produção de REA (nomeadamente, a possibilidade de remix e redistribuição), é possível adaptá-la para esse fim. Entre as adaptações recomendadas estão: a definição explícita do usuário como um dos *papéis* da metodologia; uma abordagem mais ampla sobre a temática dos direitos autorais nas etapas de *requisitos*, *requisitos* e *disponibilização*, incluindo a adoção de licenças permissivas que garantam legalmente a possibilidade de remix e redistribuição (que passam a ser artefatos da metodologia); o oferecimento de artefatos que garantam em termos práticos a possibilidade de remix e redistribuição (como código-fonte e arquivos editáveis); a inclusão de mecanismos opcionais para organizar a colaboração, de cunho tecnológico (que afetariam as etapas de *arquitetura* e *disponibilização*, e envolveriam artefatos como os sistemas de versionamento) e social (os aspectos de governança, que podem afetar a metodologia em todas suas etapas, e envolvem artefatos tais como as normas codificadas para tomada de decisão); e a preferência por formatos abertos e softwares livres, em etapas como as de *arquitetura*, *desenvolvimento*, *disponibilização* e *ambiente*.

REFERÊNCIAS

- [1] D. A. Wiley, “Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy,” in *The Instructional Use of Learning Objects*, 2000. [Online]. Disponível em: <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>
- [2] J. C. Braga, S. Dotta, E. Pimentel, and B. Stransky, “Desafios para o desenvolvimento de objetos de aprendizagem reutilizáveis e de qualidade,” in *Anais do Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação*, 2012, pp. 90–99. [Online]. Disponível em: <http://reaparana.com.br/portal/wp-content/uploads/2014/10/Desafios-para-o-Desenvolvimento-de-Objetos-de-Aprendizagem-Reutiliz%C3%A1veis-e-de-Qualidade-2012.pdf>
- [3] J. C. Braga, R. C. Bandeira, R. R. Marcondes, S. DOTTA, and E. PIMENTEL, “Validando a metodologia INTERA no desenvolvimento de um objeto de aprendizagem do tipo aula virtual,” in *Congresso Brasileiro*

³As licenças de conteúdo, já mencionadas nesta seção, são um exemplo importante de normas sociais formalizadas, típicas no contexto de REA.

- de *Ensino Superior a Distância — ESUD*, vol. 10, 2013. [Online]. Disponível em: <http://www.aedi.ufpa.br/esud/trabalhos/poster/AT3/114367.pdf>
- [4] J. C. Braga, E. Pimentel, and S. Dotta, "Metodologia INTERA para o desenvolvimento de objetos de aprendizagem," in *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, vol. 24, 2013, p. 306. [Online]. Disponível em: <http://br-ic.org/pub/index.php/sbie/article/view/2509>
- [5] S. Dotta, E. Jorge, J. Braga, and E. Pimentel, "Relato de experiência: Processo de elaboração de um curso à distância utilizando a metodologia intera," in *Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância — ESUD*, 2012. [Online]. Disponível em: <http://www.academia.edu/download/30692210/submissao.pdf>
- [6] S. Dotta, L. S. L. Menezes, and A. K. N. Costa, "Metodologia intera para o desenvolvimento de vídeos como materiais didáticos," 2014-08-08. [Online]. Disponível em: <http://esud2014.nute.ufsc.br/anais-esud2014/files/pdf/126900.pdf>
- [7] J. Braga, *Objetos de aprendizagem: Volume 1, metodologia de desenvolvimento*. Editora da UFABC, 2015.
- [8] RIVED (Rede Interativa Virtual de Educação). Conheça o projeto. [Online]. Disponível em: <http://rived.mec.gov.br/projeto.php>
- [9] M. d. C. Pessoa and F. B. V. Benitti, "Proposta de um processo para produção de objetos de aprendizagem," *HIFEN*, vol. 32, no. 62, 2008. [Online]. Disponível em: <http://revistaselctronicas.puers.br/fass/ojs/index.php/hifen/article/view/4596>
- [10] D. Wiley, "Openness and analytics: The future of learning objects," 2010. LACLO. [Online]. Disponível em: <http://www.slideshare.net/opencontent/laclo-2010-openness-and-analytics-the-future-of-learning-objects>
- [11] R. McGreal, "Approaches to OER development," in *UOC, OU, BYU*, 2010. [Online]. Disponível em: http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/5083/6/MCGreal_2_editat.pdf
- [12] N. Piedra, J. Chicaiza, E. Tovar, and O. Martínez, "Open educational practices and resources based on social software: UTPL experience." *IEEE*, 2009-07, pp. 497–498. [Online]. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=5194287>
- [13] C. Carrión, S. Patricia, R. Morales, G. d. Rocio, R. Pelaéz, and A. Elizabeth, "OER's production cycle with social authorship and semantic tools." *IEEE*, 2010, pp. 121–128. [Online]. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/articleDetails.jsp?arnumber=5492588>
- [14] E. Ostrom, *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*, ser. The Political economy of institutions and decisions. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
- [15] F. Ferraro and S. O'Mahony, "The emergence of governance in an open source community." *Academy of Management Journal*, vol. 50, no. 5, pp. 1079–1106, 2007. [Online]. Disponível em: <http://amj.aom.org/content/50/5/1079.full>

Iniciativas e experiências em Recursos Abertos Educacionais (REA) no ensino superior

Emmanuel Bohrer Júnior, Marina Keiko Nakayma, Ricardo Azambuja Silveira, Rita de Cassia Clark Teodoroski
Universidade Federal de Santa Catarina
emmanuel.b.j@posgrad.ufsc.br; marina@egc.ufsc.br; ricardo.silveira@ufsc.br; ritateodoroski@gmail.com

Resumo—Em uma sociedade globalizada, interconectada, em rede, onde a informação e o conhecimento são um diferencial, faz-se necessário que o direito à educação com qualidade seja universalizado. Os Recursos Educacionais Abertos (REA) são materiais dos alunos, professores e pesquisadores na WEB, amparados por licenças, que auxiliam na criação, uso, reuso, renovação, disseminação e compartilhamento do conhecimento, auxiliando os processos de ensino e aprendizagem. O objetivo deste artigo é conhecer de que maneira autores têm tratado a educação aberta na atualidade – como um movimento coletivo, de pessoas e instituições públicas e privadas - em seus projetos, programas e materiais educacionais e na promoção de ações voltadas à construção de conhecimento - que tornem a educação mais acessível para todos. É relevante refletir, discutir e trazer à luz novos conteúdos que demonstrem a variação que existe sobre a utilização conceitual do REA, tanto em terminologias como nas práticas, principalmente no âmbito do ensino superior, transformando dessa maneira às concepções de tempo e espaço educacionais.

Palavras-Chave—Recursos Educacionais Abertos; REA; iniciativas em REA; experiências em REA

I. INTRODUÇÃO

Hoje em dia, o ensino superior desempenha um papel de suma importância no desenvolvimento econômico e social das nações – o período é de transições e mudanças de paradigma, no que refere aos relacionamentos com as informações, com o conhecimento e com as pessoas. Vive-se cada vez mais de forma interativa, conectada, complexa e globalizada, onde as questões de tempo e espaço estão sendo suprimidas onde a intermediação das relações, que é mediada pelas tecnologias da informação e comunicação (TICs), tem ocasionado mudança nos hábitos e nos contextos sociais. O sistema educacional está inserido neste contexto - o processo de ensino e aprendizagem, está incorporando estas TICs nos programas educacionais, na sua administração e gestão – com o intuito de atender aos estudantes graduandos e pós-graduandos de maneira mais efetiva.

Da mesma forma, é exponencial o crescimento e explosão da disseminação e compartilhamento da informação e do conhecimento, de maneira globalizada, sendo importante que todas as tratativas pedagógicas se adaptem a esse sistema, de forma segura e confiável, dentro de um padrão de qualidade, trazendo melhorias, oportunidades, experiências e incentivos no processo de ensino-aprendizagem, de acordo com as necessidades e desejos – nas mais diferenciadas áreas do conhecimento – para os estudantes do ensino superior.

A informação e o conhecimento necessitam cada vez mais serem compartilhados, e isso também deverá acontecer no nível

da educação, de forma individual e gupal – muito do que se tem feito já é construído de forma coletiva. O processo colaborativo acontece na escrita, na conferência, na correção e em várias fases do processo. Enfim sugere-se que o trabalho é, de alguma forma, uma co-autoria, e as informações digitalizadas, colocadas na Internet, vem desafiando a propriedade intelectual, a editoração e as redes sociais, pois o acesso online expande a instrução individual e consequentemente o aprendizado colaborativo, criando cada vez mais um ambiente pedagógico inovador.

Uma vez que os recursos da tecnologia digital, trabalhando em conjunto com as licenças abertas, por meio da Internet, tem potencializado a ideia de Recursos Educacionais Abertos (REA) – e a visão do REA seja o compartilhamento dos recursos disponíveis, propiciando-se sua utilização – é necessário que, cada vez mais, se informe e compartilhe informações sobre as experiências e iniciativas, com o propósito de trazer mais reflexões e desenvolvimento, por meio da criação de novas conexões. Com isso, o objetivo deste artigo é conhecer de que maneira autores têm tratado a educação aberta na atualidade – como um movimento coletivo, de pessoas e instituições públicas e privadas - em seus projetos, programas e materiais educacionais e na promoção de ações voltadas à construção de conhecimento - que tornem a educação mais acessível para todos.

A pesquisa é bibliográfica, exploratória e aplicada para métodos qualitativos e a revisão teve como foco os princípios para o desenvolvimento de conteúdo para REA reutilizáveis [1] e iniciativas em REA [2]. Para alcançar o objetivo deste estudo foi feita uma revisão sistemática que “trata-se de um tipo de investigação focada em questão bem definida, que visa identificar, selecionar, avaliar e sintetizar as evidências relevantes disponíveis” [3]. Foram utilizadas na pesquisa, as bases de dados: Web of Science, onde foram encontrados 41 artigos, a plataforma ReserchGate, onde foram encontrados 12 artigos e o Portal de Periódicos da Capes, com 17 artigos. Foram consideradas na pesquisa, as publicações ocorridas entre os anos de 2010 e 2016. Utilizou-se na busca simples os termos “Open Educational Resource” (OER) e “Recursos Educacionais Abertos” (REA) e na busca avançada foi adicionado o termo iniciativas (inglês) e iniciativas (português), onde constatou-se que a maioria das publicações são de artigos e eventos científicos, originários do Reino Unido, China, Estados Unidos e Turquia – na língua inglesa e na língua portuguesa, em Portugal e no Brasil. Contudo, para a confecção deste artigo foram elencados 28 artigos, que serão explanados no próximo tópico.

II. DESENVOLVIMENTO

Há aproximadamente quinze anos, em uma reunião da Unesco, a expressão REA foi concebida. Na ocasião, em 2002, os integrantes da reunião almejavam que o “movimento de recursos abertos para o futuro mobilizasse a comunidade internacional de educadores por completo” [4] – para que os REA fossem possíveis de serem utilizados ao nível internacional. Para tanto, é necessário que se continue a abordar a ideia, trazendo à tona as diferenciadas experiências e iniciativas que estão sendo levadas a efeito, para que se possa prosseguir com o movimento de REA.

Nas abordagens feitas em REA na última década, a ideia do compartilhamento das informações e do conhecimento na Internet foi também associada com a concepção de democratização do conhecimento. A imagem dos Open Educational Resources (OER) / REA está amparada por políticas públicas em todos os níveis, feito sob licenças abertas e, nos últimos tempos, ainda com a assimilação de mecanismos de avaliação de qualidade, visando garantias de interoperabilidade entre plataformas e sistemas, bem como na solução dos problemas relativos aos direitos autorais, assegurando sua sustentabilidade, fazendo com que a utilização dos OER passe a ser conhecida como Práticas Educacionais Abertas (PEA) – OEP em inglês [5].

Grande parte das iniciativas em REA ao nível internacional, estão sendo feitas de forma associada à outras iniciativas multidimensionais, tais como: mudanças na cultura organizacional, utilização de softwares com código aberto, otimização de motores de busca, plataformas autodesenvolvidas, criação de comunidades de co-aprendizagem e atividades colaborativas, dentre tantas outras, que miram à sustentabilidade dos REA em meio a tantos desafios tecnológicos, de normatização e principalmente dos conteúdos propriamente ditos [6].

O custo do ensino superior tem reduzindo sensivelmente, em como tem se tornado acessível a todos, pois o movimento REA oferece acesso aberto aos recursos digitais de aprendizagem. Como exemplos de modelos já estruturados e sistematizados, existem: a iniciativa do Instituto as Massachusetts of Technology (M.I.T.) – utilização da Open Course Ware (OCW), no qual se observa a superação dos direitos autorais e desafios tecnológicos, o modelo de Utah State University (USU), onde membros docentes doam seu tempo na construção de cursos online, como parte de suas funções, e modelo da Universidade Rice – Rice Connexions que permite o desenvolvimento colaborativo de cursos e módulos educacionais em todo o mundo. Portanto, estas instituições servem de exemplo, para outras organizações do ensino superior, de como o trabalho em comunidades de recursos educacionais abertos pode ser impulsionado por voluntários [7].

Os REA são muito úteis para a educação, pois apoiam a aprendizagem continuada, com o compartilhamento gratuito, com o uso de materiais mais flexíveis. Estes aspectos motivam o engajamento dos alunos, através de novas ideias, conteúdos e informações, muito além daqueles obtidos tão somente em aulas expositivas. Fazendo parte do processo de ensino-aprendizagem, os REA podem preencher as lacunas de tempo, fazendo com que

o tempo dedicado ao ensino presencial possa ser mais envolvente, com aplicações práticas, discussões, atividades de pesquisa e criatividade, e com utilização de ferramentas que auxiliam e facilitam o ensino superior, tais como:

Compartilhamento de informações educacionais do e-learning no Ambiente Virtual de Aprendizagem

A informação conduzida por educadores, especialistas dentro de suas áreas, são as fontes de conhecimento, e os educandos são participantes reflexivos - sendo que estas informações são de qualidade institucional e com direitos reservados, compartilhadas por meio de páginas disponibilizadas na WEB, testes, formulários, fórum de discussão, formulários, porém como pouca atualização [8] [9]. Em seguida, são apresentados os endereços e a finalidade de diferentes ambientes virtuais de aprendizagem que visam contribuir para melhorar a qualidade do processo educacional.

- African Virtual University (AVU) - OER@AVU - <http://oer.avu.org/> - organização intergovernamental que visa ampliar o acesso à educação superior de qualidade. Disponibilizando REA em três línguas: Inglês, Português e Francês.
- ARIADNE - <http://www.ariadne-eu.org/> - é um repositório de objetos de aprendizagem.
- Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE) - <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/> - trata-se de um repositório brasileiro, acesso público de objetos educacionais.
- Bibvirt-LabVirt - Rede Interativa Virtual da Educação. O projeto Bibvirt foi encerrado em 2006 por motivos técnicos e financeiros, e, na sequência, nasceu o LabVirt.
- Coursera - <http://www.coursera.org> - é uma empresa de educação que oferece cursos on-line gratuitamente e de forma massiva (MOOC).
- Directory of Open Access Journals - <http://www.doaj.org> - é um repositório de publicações científicas de acesso aberto.
- Free Learning - <http://freelarning.ca/searchOER.php> - visa acesso aos recursos educacionais em livros que estão disponíveis no mundo.
- Fundação Getúlio Vargas (FGV) - <http://www5.fgv.br/fgvonline/Cursos/Gratuitos> - a FGV e membro do Consórcio OpenCourseWare, alguns cursos têm patrocinadores externos e a FGV parece estar criando um novo modelo de negócio para o fornecimento de REA com as experiências sendo feitas no seu site.
- Global Learning Objects Brokering Exchange - <http://globe-info.org/> - com objetivo de busca de recursos de aprendizagem.
- JORUM repository - <http://www.jorum.ac.uk> - é um repositório de REA com produção pelo Reino Unido, onde aceita-se contribuições de todo mundo.
- MERLOT - <http://www.merlot.org/> - trata-se de uma comunidade online direcionada para o

compartilhamento artigos científicos e materiais de aprendizagem.

- Open Course Library - <http://opencourselibrary.org/> - é uma coleção de cursos de alta qualidade.
- Open eLearning Content Observatory Services project (OLCOS) - <http://www.olcos.org/> - é cofinanciado no âmbito do Programa de Learning da União Europeia e visa a construção de um (online) informação e de observação do centro para promover o conceito, a produção e utilização de aberto recursos educacionais, em particular, conteúdo educacional digital aberta (ODEC) na Europa.
- OpenLearn - <http://www.open.edu/openlearn/> - trata-se de um repositório que oferece materiais educacionais e cursos da Open University disponíveis abertamente.
- Open Learning Initiative (OLI) - <http://www.cmu.edu/oli/index.html> - projeto mantido pela Carnegie Mellon University, o OLI tem visa criar cursos para estudantes e professores de alta qualidade.
- Open Research Online (ORO) - <http://oro.open.ac.uk/> - compartilha com excelente qualidade publicações peer-reviewed da Open University, integrando pessoas, recursos e histórias
- Open Society Foundations, EUA (Projeto REA Brasil) - trabalho do projeto REA Brasil - <https://www.opensocietyfoundations.org/events/brazil-s-foreign-policy-what-kind-global-actor> - teve início no final de 2008, com o apoio da Open Society Foundation, visando desenvolver o potencial das comunidades de criar e implementar projetos de REA.
- Open University UK (Universidade Aberta do Reino Unido- a missão da Universidade Aberta é estar aberto a pessoas, lugares, métodos e ideias, apoiou diversas ações para promover a conscientização e colaboração em REA no Brasil. <http://www.open.ac.uk/>. Da mesma forma que inspirou a criação de outras universidades abertas, como a Indira Gandhi National Open University, na Índia e a Sukhothai Thammanthirat Open University, na Tailândia.
- Portal do Professor - <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/index.html> - Ministério da Ciência e Tecnologia, em 2008, com objetivo de apoiar o processo de formação de professores e enriquecer suas práticas pedagógicas. O portal e um espaço público colaborativo que pode ser acessado por todos.
- Projeto Condigital - <http://webeduc.mec.gov.br/> - o Ministério da Educação lançou um em conjunto com a Secretaria de Educação à Distância (SEED), cujo objetivo é produzir conteúdos educativos em multimídia.
- Projeto Gutenberg - <http://www.gutenberg.org> - disponibiliza livros eletrônicos gratuitamente.
- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) -

<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae> - o Sebrae oferece cursos gratuitos sobre administração de empresas e empreendedorismo. Os cursos são ministrados em um ambiente de aprendizagem virtual (plataforma web Aula).

- Senai Cursos de Educação - <http://bras.sp.senai.br/cursos/24/1348/curso-superior> - o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) é um centro de produção e disseminação de conhecimento para o setor industrial. É o maior centro de ensino profissionalizante da América Latina.
- Teachers Without Borders - <http://www.teacherswithoutborders.org/> - organismo que tem como objetivo apoiar professores localmente, melhorando a educação no mundo.
- Univerisa - <http://ocw.universia.net/pt-BR> - é um consórcio de Instituições de OpenCourseWare de língua portuguesa e espanhola.
- Unesp Aberta - <http://www.unesp.br/unespaberta> - Universidade do Estado de São Paulo oferece cursos livres, sem avaliação, assessoria pedagógica e certificação.
- TEMOA - <http://www.temoa.info/> - portal acadêmico, desenvolvido pelo Instituto Tecnológico e de Estudos Superiores de Monterrey, com o objetivo de buscar REA no mundo inteiro por intermédio da WEB.
- Xpert - <http://www.nottingham.ac.uk/xpert/> - é o repositório de REA da Universidade de Nottingham.
- Wiki Educator - http://wikieducator.org/Main_Page - foi criado pela Commonwealth of Learning (COL) e é um grupo de discussão sobre REA focado na colaboração.
- Wikipedia - <http://www.wikipedia.org/> - é uma plataforma para a produção de conteúdo colaborativo na WEB.
- Wikiversidade - https://pt.wikiversity.org/wiki/P%C3%A1gina_principal - é uma plataforma de cursos livres.

Compartilhamento de informações educacionais abertas nas redes de mídias sociais

“a recriação de novos conteúdos a partir de recursos abertos já existentes oferece oportunidade para aprendizagem aberta coletiva” [10]. Neste sentido a aprendizagem coletiva se efetiva através do acesso ao conteúdo, bem como por meio da experiência em reconstruí-los. A mídia social é importante para inovar nas formas de se aprender, criando ambientes e comunidades de aprendizagem social aberta [11]. As informações de acesso público online sobre REA, podem estar relacionadas com tecnologias, eventos, notícias, a produção de novos REA e referências bibliográficas de REA, nos mais diversificados formatos, tais como: fotos, figuras, gráficos, textos e vídeos [12].

Twitter, Facebook grupo, Blog REA, Flickr, Wikimedia Commons, YouTube, AVA, ELGG e Web Videoconferências.

Produção de vídeos e áudios educacionais abertos

Efetuada por meio de arquivos curtos de vídeo, em diferentes formatos, com licença aberta, de entrevistas, tutoriais sobre determinada tecnologia, parte de palestras, apresentações em eventos e outras produções audiovisuais que podem ser reutilizadas e remixadas por outros usuários, de acordo com as indicações da licença. Neste sentido, os usuários têm acesso tanto a ideia, como métodos e aplicativos de produção de vídeos para novas produções. Os objetivos das comunidades Colearn são “investigar estratégias úteis para facilitar a adaptação de filmes digitais, bem como analisar como as redes de mídia social podem contribuir para disseminar e recriar novas versões” [13]. Alguns exemplos dessas iniciativas são:

Academic Earth (<http://academicearth.org/>), Khan Academy Repositórios (<https://www.khanacademy.org/>), Matemática Aplicada & Repository para a Educação Ciência (<http://www5.usp.br/ensino/graduacao/cursos-oferecidos/matematica-aplicada/>), Merlot (<http://www.merlot.org/>), OER Commons (<https://www.oercommons.org/>) e iTunesU (<http://itunes.softonic.com.br/>). Ainda no Brasil em uma parceria da Open Knowledge Brasil (OKBr) do Instituto Educadigital (IED), existe a LibriVox (<http://librivox.org/>), que é uma iniciativa aberta de áudio.

Elaboração de Mapas Educacionais Conceituais Aberto

Representações gráficas de conhecimento, colocados como mapas educacionais abertos, que podem representar conceitos (Mapa Conceitual), argumentos (Mapa Argumentativo), ideias em geral (Mapa Mental) e de informações constantes na Internet (Mapa WEB), disponibilizados com licença Creative Commons, disponíveis em repositórios abertos, que ao serem acessados, o usuário poderá usufruir de seu conteúdo ou editar e adaptar para outros estudos realizando a recriação de novos a partir de recursos abertos já existentes [14]. Um exemplo deste tipo de ferramenta é:

Projeto OpenScout Tool-Library - <http://oro.open.ac.uk/> - aberta ao público e usuários. Para explorar novas tecnologias, bem como reutilizar e recriar REA, com compartilhamento de ideias, comentários e produção na rede social.

Integração em unidades educacionais abertas

Recursos que contêm elaborações amplas, com sessões práticas e conceituais, onde são focados assuntos mais específicos, que tragam a luz maior profundidade sobre determinado tema ou com apresentação de um novo conteúdo. Dentro da Comunidade Colearn cada grupo de pesquisa desenvolve uma determinada unidade educacional aberta, podendo os trabalhos serem desenvolvidos de forma colaborativa com co-autoria, onde se obtém como resultado um capítulo onde estão integrados todos os componentes midiáticos educacionais abertos (mapa, vídeo, imagem e texto), bem como onde são apresentados os objetivos para os usuários e as possibilidades de reutilização do material. Quando se têm várias unidades educacionais abertas agregadas, forma-se uma coleção, que pode ser compartilhada em diferentes repositórios com licença Creative Commons, podendo ser um livro, um programa

de curso ou uma série de unidades, em diferentes formatos (PDF, HTML, EPUB ou WIKI), para que seja possível posteriormente, ser avaliado pelos pares, ter feedbacks ou até mesmo a recriação ou reutilização em novos projetos [15].

- Iniciativas através do desenvolvimento de software aberto, tais como: GNU/Linux (<http://www.gnu.org/gnu/linux-and-gnu-pt-br.html>), Apache (<http://www.apache.org/>), Perl (<https://www.perl.org/>), BIND (<https://www.isc.org/downloads/bind/>).
- Iniciativas em livros didáticos, tais como: Flatworld Knowledge (<http://www.lpbm-blog.com.br/?tag=flatworld-knowledge>), Global Textbook (<http://www.macmillanglobal.com/>), National Academies Press (<http://www.nap.edu/>), Smarthistory (<http://smarthistory.org/>) e Wikibooks (<https://www.wikibooks.org/>).
- Iniciativas da computação distribuída, tais como: SETI@home (<http://setiathome.ssl.berkeley.edu/>) e NASA Clickworkers (<http://www.nasaclickworkers.com/>).
- Iniciativas de conteúdo compartilhado, tais como: Wikipédia (<https://pt.wikipedia.org/>), Slashdot (<https://slashdot.org/>), Kuro5hin (<http://www.kuro5hin.org/>).
- Outras experiências e iniciativas:
 - Cátedra UNESCO em Educação Aberta (<http://educacaoaberta.org/inauguracao-catedra-unesco/> - inaugurada dia 11 de novembro de 2014 na UNICAMP. O site e seu blog são mantidos pelo coordenador da Cátedra, Pesq. Dr. Tel Amiel (NIED – Núcleo de Informática Aplicada a Educação).
 - Conferências: OCW, REA, MOOC e o Futuro de la Educación Superior - <http://proeva.edu.uy/noticias/ocw-rea-moocs-y-el-futuro-de-la-educacion-superior/> - realizada em maio deste ano no Uruguai – é uma comunidade mundial com mais de cem instituições de Educação Superior e organizações associadas comprometidas com a promoção da educação aberta e seu impacto na educação global.
 - Commonwealth of Learning - <http://www.col.org/Pages/default.aspx> - é uma instituição intergovernamental comprometida com a criação e utilização de REA, com o objetivo de desenvolver políticas e assessoramento sobre REA.
 - Community College Consortium for Educational Resources - <http://oerconsortium.org>.
 - Creative Commons - <http://creativecommons.org> - licenças de uso abertas.
 - Declaração de Dakar - <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001275/1>

- 27509porb.pdf - de 2000, enfatiza a necessidade de incluir pobres, portadores de deficiências e mulheres ao tratar de educação inclusiva.
- Declaração Mundial de Educação para todos - <http://en.unesco.org/> - realizada na Tailândia, em 1990, refere-se à universalização do acesso à educação.
 - Declaração REA Paris 2012 - <http://en.unesco.org/> - convite aos governos em geral de fundamentarem a adoção de licenças abertas para o compartilhamento de conhecimentos produzidos com recursos públicos.
 - OpenCourseWare Unicamp - <http://www.ggte.unicamp.br/ggte/?q=node/22> - é um portal que foi lançado em 2011, com o objetivo de hospedar conteúdo educacional de nível superior em formato digital e foi inspirado no OpenCourseWare do Massachusetts Institute of Technology (MIT).
 - Projeto OportUnidade - <http://www.projeoportunidadejovem.com.br/> - utilização do REA em 12 universidades da América Latina, em projeto cofinanciado pela Comunidade Europeia, trazendo a realidade do uso dos REA adjunto às práticas educacionais.
 - Share.TEC - <http://www.share-tec.eu/> - dedicado à promoção de uma cultura digital mais forte no campo Tecnologia Educacional (TE), para apoiar o desenvolvimento de uma escala europeia perspectiva entre os profissionais e com a comunidade TE (sistema que foi baseado em um conjunto de REA, um projeto de 3 anos (entre 2008 e 2011), cofinanciado pelo programa eContentplus da Comunidade Europeia.
 - RIURE - <http://www.riure.net> - é uma rede Ibero-americana com o objetivo de melhorar a usabilidade de repositórios educativos, permitindo uma busca mais simples e intuitiva, que teve seu início em 2013 e tem previsão para término neste ano.
 - William and Flora Hewlett Foundation - <http://www.hewlett.org/> - é uma instituição financiadora de projetos para melhorar a educação em nível mundial. Tem realizado doações para apoiar as instituições que desenvolvem REA. ARIADNE - <http://www.ariadne-eu.org/> - é um repositório de objetos de aprendizagem.

Aprendizagem colaborativa em nuvem

Sob o conceito de ambiente de aprendizagem digital baseado em computação em nuvem (DLECC), foi construída uma plataforma – Educational Technology Space (ETS), onde os resultados experimentais demonstram que o mecanismo de co-construção e modelo de compartilhamento e de incentivo dos

DLECC podem prestar apoio a aprendizagem significativa de comunidades interativas e promover a co-construção de condizente de recursos educacionais, porém esta plataforma experimental somente foi utilizada em professores até o nível secundário [16].

Amazon Cloud
(<https://www.amazon.com/cloudrive/home>). *Kindle e de Redes Sociais.*

Recursos Educacionais Abertos de apoio à educação musical

Novas formas de uso e compartilhamento de REA/OER estão surgindo em todos níveis educacionais níveis, são incentivos para o fornecimento e a utilização dos REA por universidades e de educação básica, que são necessários no Brasil. O trabalho vem contribuir para a concepção e distribuição de um aplicativo musical, disponível para uso gratuito na Internet, sendo que a aplicação tem atividades em Realidade Aumentada e visa melhorar o entusiasmo e motivação pelos alunos, enquanto que, para o professor, a aplicação é mais um recurso pedagógico que pode ser usado gratuitamente para auxiliar no processo de ensino aprendizagem musical [17].

- **Doc Player** – <http://docplayer.com.br/10969594-Recursos-educacionais-abertos.html>.
- **Free Sound** - <http://www.freesound.org/> - repositório dos mais variados tipos de sons.

III. CONCLUSÕES

Na era da disseminação e do compartilhamento do conhecimento digital aberto, via WEB, com mídias participativas e produções coletivas, é relevante refletir e discutir sobre as oportunidades, experiências e iniciativas cada vez mais amplas para todos atores do processo de ensino-aprendizagem, visando a construção de conhecimentos em conjunto, ampliando o acesso dos docentes a conteúdos digitais, melhorando a qualidade do ensino superior público e privado, e seu consequente acesso, por meio do uso das tecnologias da informação e comunicação na educação.

Com base na literatura analisada, verificou-se as diferenças no contexto, nas terminologias e nas práticas utilizadas em Recursos Educacionais Abertos no ensino superior. Observa-se que a produção científica sobre a temática escolhida requer cada vez mais estudos e pesquisas, possibilitando desta maneira uma otimização na disseminação e compartilhamento de conteúdos relativos aos REA, principalmente no Brasil, adotando políticas mais claras quanto a utilização e reutilização dos recursos e dos direitos autorais.

Os resultados mostraram a necessidade de ampliar, compartilhar e disseminar o conhecimento e desenvolvimento de REA, enfatizaram que o REA desafia as fronteiras do ensino superior e, cada vez mais devem ser abertos espaços de afinidade que permitam a adoção da OER. Verificou-se igualmente que aumentaram as iniciativas no compartilhamento de informações educacionais do e-learning no ambiente virtual de aprendizagem e na integração em unidades educacionais abertas, da mesma forma, aumentaram as iniciativas na aprendizagem colaborativa

em nuvem e nos recursos educacionais abertos de apoio à educação musical.

Esses resultados demonstram que na medida em que a sociedade assimila e incorpora o modo virtual para aprender e evoluir, o REA passa a ser uma necessidade prioritária e não mais uma escolha.

REFERÊNCIAS

- [1] J. A. Little, Reusing online resources: a sustainable approach to E-learning. Open and flexible learning. London, UK: Kogan Page. 2003,
- [2] A. Okada, Reusing Educational eContent. Disponível em: <http://labspace.open.ac.uk/course/view.php?id=5571>. Acesso em: 02. maio 2016. 2010.
- [3] T.F. Galvão; M.G. Pereira. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília, 23(1):183-184, jan-mar 2014.
- [4] UNESCO 2002, Forum on the Impact of Open Courseware for Higher Education in Developing Countries. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001285/128515e.pdf>. Acesso em: 05. maio.2016.
- [5] G. Conole, What would learning in an open world look like? A vision for the future. Edmedia Conference 2010, 29 June-3 July 2010, Toronto, Canada. 2010.
- [6] A.I. Santos; C. Cobo e C. Costa, Compêndio Recursos Educacionais Abertos: Casos da América Latina e Europa na Educação Superior. Rio de Janeiro: CEAD-UFF (edição trilingue), 2012.
- [7] L.Yuan; S. Maccelli & W. Kraan, Open Educational Resources – Opportunities and Challenges for Higher Education. JISC CETIS. Disponível em: http://wiki.cetis.ac.uk/images/0/0b/OER_Briefing_Paper.pdf. Acesso em: maio 2016.
- [8] A. Okada, T. Connolly & P. Scott, Collaborative learning 2.0: Open Educational Resources. Hershey, PA: IGI Global. 2012.
- [9] A. Zancanaro, Produção de Recursos Educacionais Abertos com foco na disseminação do Conhecimento: uma proposta de framework. Tese (doutorado). PPGEGC – UFSC. Florianópolis: SC, p. 383. 2015.
- [10] A. Okada; A. Mikroyannidis; I. Meister & S. Little, Coaprendizagem através de REA e Redes Sociais. In: Okada, A. (2012). Open Educational Resources and Social Networks: Co-Learning and Professional Development. London: Scholio Educational Research & Publishing. 2012.
- [11] H. Ai Ram; P. Ram, P & S. Sahay, (WIMS-11), Sogndal, Norway. 2011.
- [12] A. Okada & S. Leslie, Open Educators and Colearners as Djs: Reuse, Remix and Recreate OER Collaboratively! In Okada, A. Connolly, T. & Scott P. (Eds.) (2012). **Collaborative learning 2.0: Open Educational Resources**, Hershey, PA: IGI Global.2012.
- [13] A. Okada, ISURE: Recommendations for extending effective reuse, embodied in the ICOPER CD&R: Disponível em <http://www.icoper.org/results/deliverables/D4-3>. 2011.
- [14] A. Okada, A. & T. Connolly, Designing Open Educational Resources through Knowledge Maps to enhance Meaningful learning. **International Journal of Learning Technology**, 2008.
- [15] A. Okada & S. Leslie, Open Educators and Colearners as Djs: Reuse, Remix and Recreate OER Collaboratively! In Okada, A. Connolly, T. & Scott P. (Eds.) (2012). *Collaborative learning 2.0: Open Educational Resources* Hershey, PA: IGI Global.2012.
- [16] J. Ding; C. Xiong, e H. Liu, Construction of a digital learning environment based on cloud computing. *British Journal of Educational Technology*, v.46, ed.6, 2015.
- [17] S. Nunes; V.F. Martins e A.G. Dionísio Correa, Open Educational Resources to Support Musical Education, (ed. por: Rocha, A.; Dias, GP; Martins, A.; et al.). Conferência: 10th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI) Local: Univ Aveiro, Sch Technol & Agueda Management, Agueda, Portugal. 2015.

Encuesta sobre los Usos Guías de Clase como Aproximación a los REA. Una Aproximación a través de la Investigación-Acción

Manuel Cairo-Rodríguez, Martín Llamas-Nistal

E.E. Telecomunicación
Universidade de Vigo
Vigo, España
{mcaeiro; martin}@gist.uvigo.es

A. Blanco-Pesqueira, F. J. Álvarez-Lires

F. Ciencias da Educación e do Deporte
Universidade de Vigo
Campus de Pontevedra, Pontevedra, España
{ablancop; xabierl}@uvigo.es

Resumen— En este artículo se presentan los resultados de una encuesta sobre prácticas docentes y conocimiento de Recursos Educativos Abiertos (REA). La encuesta se formula en base a la consideración de la actividad docente en base a fases de investigación acción. En este sentido se pregunta a los docentes sobre sus prácticas en la preparación de guías de clases antes de las mismas, la documentación con evidencias de lo que pasa durante las clases y los cambios que se producen en las mismas, y la reflexión posterior una vez concluyen las clases. También se incluyen preguntas sobre el conocimiento y el posicionamiento ante los REA. La encuesta se dirigió a profesorado de primaria y secundaria de Galicia y del Norte de Portugal. En total se obtuvieron 602 respuestas de las que se realizan una serie de reflexiones de cara al desarrollo de los REA.

Palabras clave—recursos educativos abiertos, investigación acción, encuesta, guía de clases

I. INTRODUCTION

Ya hace casi 15 años que la UNESCO propuso el concepto de Recursos Educativos Abiertos (REA) como aproximación del paradigma abierto en el mundo educativo [1]. Tomando como referencia el software libre, se propuso que los recursos educativos se desarrollasen como objetos no sólo fácilmente accesibles, sino también fáciles retener, modificar, combinar y redistribuir. Se desarrolló en base a estas premisas el concepto de REA. El objetivo principal de este movimiento es que los recursos educativos sean producidos, utilizados, reutilizados y valorados por la comunidad de usuarios, en especial profesores y alumnos, como actores protagonistas del proceso educativo.

Durante estos años han sido numerosos los esfuerzos e iniciativas a nivel mundial que han intentado promover la adopción de estas ideas y principios por parte de los distintos “stakeholders” educativos. Destacan en este esfuerzo instituciones como la propia UNESCO, la OCDE y la Comisión Europea en la que se destaca la iniciativa Open Education Europe. Sin embargo, a pesar de los años transcurridos y de los numerosos esfuerzos realizados hasta el momento los resultados en cuanto a adopción por parte de la comunidad educativa no han sido muy exitosos [2; 3].

En el contexto de la red de investigación TELGalicia nos hemos planteado contribuir al desarrollo del movimiento abierto en la educación y a la adopción de los REA. Para ello, una de las iniciativas consistió en la realización de una encuesta sobre el

conocimiento y uso de los REA. También nos planteamos una posible estrategia para la introducción de los REA siguiendo la aproximación de la investigación-acción en base a las actividades de preparación, uso y documentación de unidades didácticas que los profesores podrían estar realizando en su trabajo docente habitual. Nuestro planteamiento de partida se centra en la utilización por parte de los profesores de un tipo muy particular de recurso educativo: su plan de clases. Dicho plan juega un papel central en el desarrollo de su trabajo docente, ya que es utilizado como documento de presentación y guía del trabajo desarrollado en sus clases. En el plan también se incluyen referencias a los recursos que se utilizarán durante su desarrollo. Compartiendo el plan el profesor indica que hace en sus clases, que recursos utiliza, que actividades realiza con sus alumnos, que herramientas pone en práctica, etc. Más allá de esta preparación inicial, el plan de clases también puede verse modificado durante su desarrollo y puede dar lugar a reflexiones y conclusiones una vez la actividad con los alumnos ha finalizado. La realización de estas actividades y su mantenimiento en forma de REA del plan docente puede ser un punto de partida adecuado para introducir a los docentes en los REA.

En este trabajo nos hemos planteado evaluar el nivel de uso y adopción de prácticas de los docentes en relación al plan docente o de clases. Para ello hemos preparado una encuesta que ha sido distribuida entre profesores de educación primaria y secundaria, al cual se dirige la red TELGalicia. A continuación en la siguiente sección se realiza una breve introducción a la metodología de investigación-acción. En la sección III se presenta la estructura de la encuesta y en la sección IV se señalan los resultados más significativos. Por último el artículo incluye una sección de discusión y análisis de los resultados obtenidos.

II. SOBRE INVESTIGACIÓN-ACCIÓN

La investigación-acción es una aproximación dirigida a la búsqueda de soluciones problemas concretos con los que se pueden encontrar un profesional en el desarrollo de sus actividades. A diferencia de la investigación experimental o cuantitativa (basada en encuestas) en la que se buscan explicaciones generalizables, la investigación-acción se centra en problemas concretos y en contextos específicos. El profesional se convierte en un investigador que trata de buscar soluciones a sus propios problemas.

La investigación acción se ha aplicado en muchas áreas de actividad social: educación, medicina, enfermería, psicología, etc. Estas profesiones tienen el potencial de desarrollar una actividad muy significativa y gratificante socialmente. La investigación-acción se plantea desde un punto de vista de capacitar a los profesionales de estos campos para actuar como auténticos investigadores que resuelvan los problemas a los que se enfrentan en sus actividades diarias. En el campo educativo la investigación-acción se ha utilizado como un método interactivo para recoger información y utilizarla para explorar cuestiones propias de la práctica docente, desarrollo curricular, comportamiento de los alumnos en clase, etc. Un punto fuerte de este tipo de investigación es que se puede utilizar con todo tipo de aproximación educativa.

Hay varias formas en las que se ha planteado el desarrollo de la metodología investigación-acción. Stringer identifica 3 fases: mirar, pensar, actuar [4]. Kemmis y McTaggart resientan la rutina de investigación-acción participativa en la que participan un grupo de profesores en base a cuatro fases distintas que se repiten cíclicamente [5]:

- Detección de problemas y toma de decisiones sobre necesidades.
- Planear. Definir un plan de acción.
- Actuar y Observar. Implementar el plan y reunir datos e información relevante y describir la situación.
- Reflexionar. Explorar y analizar lo que está pasando e interpretar y explicar cómo y porqué lo está haciendo.

III. ENCUESTA SOBRE ACTIVIDADES DOCENTES EN BASE A INVESTIGACIÓN-ACCIÓN

Teniendo en cuenta las fases indicadas en la metodología investigación-acción nos propusimos evaluar las prácticas de los docentes en base a las mismas y con el propósito de plantear sobre ellas la adopción de REA. En concreto nos preguntamos en qué medida los profesores se ocupan de la preparación de planes antes de las clases, de la actuación y observación durante el desarrollo de los mismos durante las clases y de la reflexión una vez que concluyen. Planteamos este análisis para valorar si el nivel de realización de estas prácticas podrían servir de punto de arranque para la promoción del desarrollo de REA, considerando a los propios planes docentes como recursos educativos. En este sentido no sólo preguntamos sobre la realización de actividades de planificación, observación y reflexión, sino también sobre las herramientas y guías utilizadas en cada una de estas fases y sobre si comparten o no los productos generados.

A continuación en las siguientes secciones se introducen las preguntas incluidas en el cuestionario relativas a cada una de las fases. De forma adicional también se incluyó un conjunto de preguntas sobre el conocimiento y uso de REA en general.

A. Antes de las clases

Un primer bloque de preguntas trató sobre las actividades de preparación y planificación de planes de clase realizadas por los profesores antes de las clases. Se incluyeron las siguientes preguntas:

- Planificas de forma individual o en cooperación/colaboración con otro profesorado.
- Sigues algún tipo de directriz, como pueden ser de su centro o administración educativa.
- Utilizas algún tipo de software.
- Tienes algún documento principal en cuanto al que planificar.
- Que elementos tiene en cuenta para planificar, como pueden ser características de los alumnos, medios disponible, necesidades de otras asignaturas.
- Con qué nivel de detalle elaboras la planificación, distinguiendo entre con mucho nivel de detalle o poco.
- Qué tipos de recursos incluyes en la planificación. Se ofrecen como opciones libros de texto, documentos de texto, multimedia, aplicaciones software, dispositivos electrónicos, invitados a clase, visitas a sitios fuera del centro educativo, etc.
- Incluyes actividades TIC para los alumnos.
- Publicas/compartes la planificación, distinguiendo si lo hacen con otros profesores, con todo el centro o de forma más abierta.

B. Durante las clases

En relación al desarrollo y observación de las clases se incluyeron las siguientes preguntas:

- Sigues el desarrollo de la clase de acuerdo a la planificación.
- Documentas lo que pasa en clase, en forma de evidencias como fotos o videos, o con anotaciones realizadas directamente por el profesor.
- En caso afirmativo cómo lo haces, distinguiendo entre hacerlo en papel o utilizando algún medio electrónico.
- Sueles modificar/adaptar la planificación durante el curso.
- Reescribes la planificación para ser consistente con lo que haces en clase.
- Compartes la documentación que realiza del desarrollo y los cambios. De nuevo volvemos a preguntar sobre el ámbito en el que se comparte.

C. Después de las clases

Para la tercera fase de reflexión también se incluyeron algunas preguntas relativas a la actividad después de finalizar las mismas:

- Sueles revisar y reflexionar sobre el desarrollo de las clases en relación a la planificación.
- Publicas las reflexiones y las comparte con otros.
- Tienes criterios para analizar los resultados obtenidos.

D. Sobre REA

Cuando descubrimos el concepto REA en TELGalicia una de nuestras primeras preguntas fue sobre el conocimiento y el uso de los mismos en nuestro contexto. Por eso nos propusimos medir de alguna forma la implantación que estas ideas tenían entre los profesores y el grado de conocimiento. Un grupo de preguntas de esta encuesta trata sobre el conocimiento de los profesores sobre conceptos como copyright, dominio público, Creative Commons (CC) y REA.

En el caso de los REA intentamos ir un poco más allá y comprobar cómo entendían el concepto mismo. Para ello preguntamos sobre las propiedades que entienden que se exigen a los REA en cuanto a referenciar al autor original, poder usar, modificar o combinar, usar algún tipo de licencia y redistribuir. Las respuestas posibles son: “Debería ser”, “Podría ser” y “No tiene porque”.

En la encuesta también se preguntó en relación a las barreras y los beneficios que encontraban para la utilización de REA. Entre las barreras se situaban las siguientes:

- Conocer repositorios o sistemas de REA adecuados.
- Temor ante el incumplimiento de copyright u otras cuestiones legales.
- La falta de tiempo.
- Escepticismo sobre la utilidad.
- Falta de incentivos y reconocimiento.
- Falta de apoyo institucional.
- Posible impacto negativo en tu reputación.
- Preocupación por el impacto en la carrera profesional.
- Falta de realimentación de los usuarios.

Mientras que como posibles beneficios:

- Mejorar la reputación personal
- Mejorar el aprendizaje de los alumnos.
- Compartir buenas prácticas con otros profesores.
- Reducir coste/tiempo de desarrollo.
- Desarrollar comunidades de profesores y establecer conex
- Mejorar las prácticas actuales.
- Apoyar la educación en países en desarrollo.

IV. RESULTADOS DE LA ENCUESTA

La encuesta fue realizada en el periodo de noviembre 2004 a abril de 2005. En total se recogieron 602 respuestas profesores de Galicia y norte de Portugal. Por países se obtuvieron 392 respuestas de Galicia y 210 de Portugal.

En cuanto a la distribución por edades, ver Fig. 1, el intervalo de edad más numeroso es el que se encuentra entre 41–50 años pues acumula el 52% de los casos. A continuación y casi con el

mismo peso, se encuentran los intervalos de 31–40 años con el 20,3% de los casos y el 51–60 años con el 20,6% de los casos. El profesorado más joven, de entre 20–30 años representa el 5,3%, siendo el de más de 61 años solo el 1,8%.

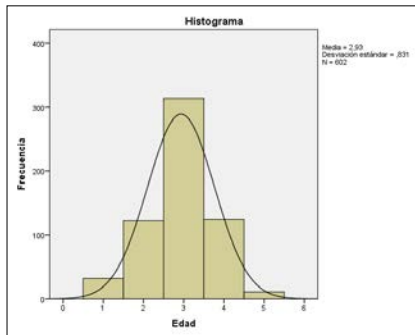


Fig. 1. Distribución por edades

La mayoría de profesorado tiene entre 6 y 35 años de experiencia, el 87,7%, ver Fig. 2. Tienen un peso similar los intervalos 16–25 y 26–35 años (31,7 y 30,4%). Entre 6–16 años se encuentran el 25,6%. La gente más joven de 0 a 5 años de experiencia representa el 7,8% del total y con más de 36 años de experiencia se sitúa el 4,5%.

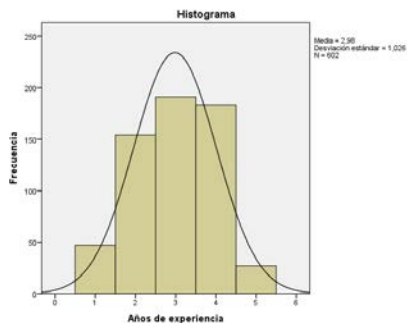


Fig. 2. Distribución por años de experiencia

A. Antes de las clases

Sobre la planificación de las clases se han recogido los siguientes resultados:

- La mayoría del profesorado (72,6%) realiza la planificación de su práctica docente de manera individual. Solamente el 27,4% coopera con otro

profesorado para realizarla. En general los profesores de primaria y secundaria imparten sus asignaturas de manera individual, ocupándose de la docencia de todo el curso. En este sentido no tienen la necesidad de realizar la planificación de forma compartida.

- La inmensa mayoría (96,8%) no sigue ningún tipo de directriz para planificar sus clases y solo el 3,2% dice utilizar alguna, ya sea del propio centro escolar o de la Administración. Los profesores tienen autonomía en la elección de las estrategias y prácticas docentes que consideran más apropiadas.
- En cuanto a la utilización de software para realizar la planificación todavía el 45,7% del profesorado no utiliza ningún tipo de recurso informático para preparar la planificación de sus clases.
- Sobre si utiliza algún documento principal en cuanto al que planificar. El 35,2% del profesorado no usa ningún documento a la hora de realizar su planificación docente, aunque el 64,8% si usa algún tipo de documentación para realizarla. En este caso suelen utilizar el libro de texto o directrices disponibles en el centro.
- Sobre los elementos que tiene en cuenta para planificar. El 12,1% del profesorado dice no tener en cuenta ningún criterio a la hora de preparar la planificación docente y sólo se ciñe a los objetivos y competencias de la misma. Frente a este dato, la inmensa mayoría, el 87,9% si tiene en cuenta algún elemento adicional (alumnado, medios, entorno físico, etc.).
- Sobre el nivel de detalle con el que elabora la planificación. Poco más de la mitad (54%) dice elaborar de manera detallada sus unidades didácticas. El 41,5% no las detalla y el 4,2% simplemente no las elabora mínimamente. En muchos casos se hace una planificación general de las asignaturas y la planificación detallada se va desarrollando durante la marcha.
- Sobre los tipos de recursos que incluye en la planificación. Un alto porcentaje de profesorado (71,4%) utiliza libro de texto, solo el 28,6% utiliza recursos de software.
- Sobre la inclusión de actividades TIC para los alumnos. Paradójicamente el 88,4% afirma incluir en la planificación actividades que implican la utilización de recursos TIC por parte del alumnado.
- Sobre si al volver a planificar si elabora o busca nuevos recursos. Solo el 12,6% del profesorado elabora o busca nuevas unidades didácticas siempre cuando se plantea volver a planificar. El 53,3% lo hace a veces y el 12,6% no lo hace nunca. En general los profesores reutilizan mucho de los recursos que ya tienen disponibles de cursos anteriores.
- En caso afirmativo ¿dónde los busca? Solo el 20,4% del profesorado busca nuevos recursos a través de otros compañeros o compañeras, en libros, en la web, en repositorios institucionales, etc. La mayoría (70,6%) no

lo hace y aporta nuevos recursos realizando elaboraciones propias.

- En caso de que los encuentre ¿realiza cambios en los recursos? Nadie en caso de encontrarlos realiza cambios en los recursos. Este hecho pone de relieve la dificultad conceptual que puede plantear el concepto de REA, como posibilidad de modificar recursos de otros autores.
- Sobre si publica/comparte la planificación con otros profesores. La mayoría del profesorado (80,4 %) dice publicar o comparte la planificación para que otros puedan verla y utilizarla, el 19,6 % no lo hace. En general los profesores están obligados por sus centros escolares a compartir la planificación dentro de los consejos escolares de los mismos.

B. Durante las clases

En relación al desarrollo y observación de las clases se obtuvieron las siguientes respuestas:

- El 65% del profesorado sigue el desarrollo de la clase de acuerdo a la planificación, mientras que el 35 % no lo hace. Es significativamente elevado el porcentaje de profesores que indican no seguir la planificación, lo que puede deberse al uso burocrático que se hace del mismo. Es decir, la planificación realizada se utiliza como justificación administrativa a la que están obligados los docentes, pero no como herramienta real de desarrollo docente en las clases.
- El 85,7% del profesorado recoge evidencias o realiza anotaciones sobre el desarrollo de la clase, el 14,3 % no lo hace. Este porcentaje muestra que la documentación de lo que sucede en las clases es una actividad adoptada por la mayoría del profesorado.
- En caso afirmativo cómo lo hace. La mayoría (61,8%) documenta el desarrollo de su clase de manera tradicional realizando anotaciones en una libreta, pero el 38,2% utiliza software para hacerlo. En este sentido la adopción de las TICs es significativo.
- Suelen modificar/adaptar la planificación durante el curso. La mayoría del profesorado (95%) suele modificar/adaptar la planificación durante el curso, el 5% restante no lo hace.
- Reescribes la planificación para ser consistente. Solo el 11,8% reescribe siempre la planificación para ser consistente con los cambios realizados, el 65% solo lo hace a veces y el 23,3% no lo hace nunca. A pesar de que la inmensa mayoría del profesorado realiza modificaciones, sólo una pequeña parte las documenta.
- Compartes la documentación que realizas del desarrollo y los cambios. El 30,1 % del profesorado dice no compartir la documentación que realiza del desarrollo y los cambios en la planificación, el 69,9% si lo hace.

C. Después de las clases

Para la tercera fase de reflexión se obtuvieron las siguientes respuestas:

- Sueles revisar y reflexionar sobre el desarrollo de las clases en relación a la planificación. La mayoría del profesorado (96,7%) suele revisar y reflexionar sobre el desarrollo de las clases en relación a la planificación.
- Sin embargo, un alto porcentaje (52,8%) no publica las reflexiones que realiza para compartirlas con los compañeros y compañeras.
- Casi en el mismo porcentaje afirman y niegan que en su centro tengan referencias o criterios para analizar los resultados obtenidos (51,5% no, frente al 48,5% si).

D. Sobre REA

En la Tabla I se muestran los porcentajes de las respuestas a las preguntas sobre conocimiento de los conceptos de dominio público, copyright, Creative Commons (CC) y REA. Los valores de mayor conocimiento se corresponden al concepto de "Copyright" mientras que los de menor se encuentran para "Creative Commons" y REA".

TABLA I.
RESULTADOS DE LA ENCUESTA REALIZADA EN TELGALICIA SOBRE LOS CONCEPTOS DOMINIO PÚBLICO, COPYRIGHT, CC Y REA

| Concepto | Mucho | Alguno | Ninguno |
|---------------------|-------|--------|---------|
| Copyright | 27% | 54% | 19% |
| Dominio Público | 21% | 56% | 23% |
| Creative Commons | 22% | 37% | 41% |
| Recursos Educativos | 33% | 30% | 37% |
| Abiertos | | | |

En la Tabla II se muestran los resultados obtenidos sobre las propiedades de los REA. Se puede comprobar como el mayor acierto se produce en relación a la referencia o cita del autor original y en cuanto a la disponibilidad gratuita. Es significativo que el porcentaje más bajo de acierto se produce en la inclusión de algún tipo de licencia. Esta idea tiene una gran trascendencia, ya que el hecho de no asignar una licencia a un recurso supone que prevalece el copyright, con lo cual por defecto queda prohibida cualquier utilización que otras personas distintas del autor puedan realizar del recurso.

TABLA II.
RESULTADOS DE LA ENCUESTA REALIZADA EN TELGALICIA SOBRE LAS PROPIEDADES REA

| Propiedades de los REA | Debería ser | Podría ser | No tiene por qué |
|--------------------------------|-------------|------------|------------------|
| Referencia al autor original | 75% | 19% | 6% |
| Disponible de forma gratuita | 74% | 21% | 5% |
| Se pueden combinar | 62% | 36% | 2% |
| Se pueden editar y modificar | 57% | 37% | 6% |
| Compartir las modificaciones | 65% | 32% | 3% |
| Incluir algún tipo de licencia | 44% | 35% | 21% |

En las Fig. 3 y Fig. 4 se muestran las respuestas a las preguntas sobre las barreras y beneficios considerados en los

REA. Es de destacar que dos de las barreras más importantes son el "Temor ante el incumplimiento de copyright u otras cuestiones legales" y el "Conocer repositorios o sistemas de REA adecuados". Sólo "La falta de tiempo" y la "Falta de apoyo institucional se sitúan a un nivel similar. En cuanto a los beneficios todos los indicadores referidos a la posibilidad de mejorar, innovar y a los beneficios del intercambio son reconocidos positivamente. Únicamente "Mejorar la reputación personal" es considerado no importante, lo cual es un poco contradictorio con respuestas a otras preguntas en la encuesta en la que se reconoce la falta de incentivos como una barrera. Se puede entender que el reconocimiento personal por parte de otros no es considerado como un incentivo, a diferencia del reconocimiento institucional.

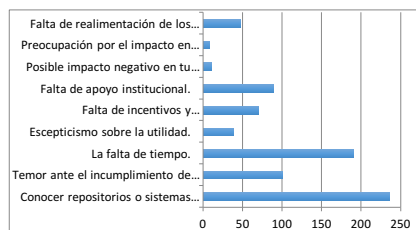


Fig. 3. Respuestas a las preguntas sobre barreras para el uso de REA

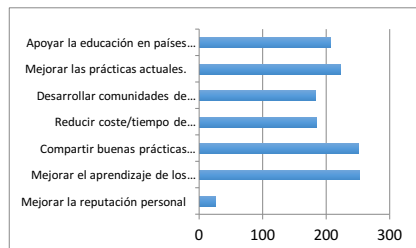


Fig. 4. Respuestas a las preguntas sobre beneficios considerados en los REA

V. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS

Sobre la documentación de las guías de clase en las distintas fases (antes, durante y después) se encuentran unos porcentajes de realización muy altos, siempre por encima del 100%. Esto nos indica que para los profesores se trata de una actividad habitual. En el caso de la preparación de las guías antes de las clases hay que tener en cuenta que se trata de una actividad a la que suelen estar obligados.

Ahora bien, frente a lo anterior llama la atención que el porcentaje de profesores que hacen públicos baja drásticamente desde la fase anterior a la clase hasta la de después de la clase. En concreto los porcentajes varía desde el 80,4%, al 69,9% hasta el 48,5%. En este sentido se puede concluir que los profesores no acostumbran a compartir tanto sus reflexiones como sus

planes iniciales. En cualquier caso se debe tener en cuenta que la publicación se hace en muchas ocasiones en círculos muy reducidos, en general dentro del ámbito del centro educativo.

Sobre la modificación de recursos es de destacar la nula modificación que se hace de los recursos que encuentran. En este sentido no se desarrolla una practica que la propuesta de los REA resulta esencial. En esta encuesta no hemos incluido preguntas adicionales sobre los motivos detrás de este dato, aunque podemos considerar las dificultades técnicas inherentes como una causa principal.

En cuanto al conocimiento de los REA y de los beneficios y barreras para su utilización, además de lo ya indicado, podemos señalar que estos resultados son similares a los que se indican en otros estudios similares en otros países. En general el conocimiento de los REA es bueno y las nociones sobre los mismos acertadas. También cabe destacar que los beneficios aportados por los REA son bien considerados, mientras que las cuestiones técnicas y la falta de tiempo son señaladas como las barreras principales.

AGRADECIMIENTO

Esta investigación ha sido co-financiada por la Xunta de Galicia a través del programa R2014/029 (Redes de Investigación), por el European Regional Development Fund (ERDF) y la Xunta de Galicia GRC2013-006 (Consolidación de Unidades de Investigación) y por la Red 513RT0471 de CYTED RIURE (Red Iberoamericana para la Usabilidad de Recursos Educativos, www.riure.net).

REFERENCIAS

- [1] UNESCO. 2012 Paris OER Declaration. Paris, 2012.
- [2] Farrow, Robert, et al. "Impact of OER use on teaching and learning: Data from OER Research Hub (2013–2014)." *British Journal of Educational Technology* 46.5 (2015): 972-976.
- [3] I. Elaine Allen, y Jeff Seaman, "Opening the Curriculum: Open Educational Resources in U.S. Higher Education", 2014.
- [4] E. T. Stringer." *Action research*". Sage Publications, 2013.
- [5] Stephen Kemmis y Robin McTaggart. "Communicative action and the public sphere." *The Sage handbook of qualitative research* 3 (2005): 559-603.

Promoción de los Recursos Educativos Abiertos y de la Reforma del Derecho de Autor. Perspectivas complementarias para favorecer el Derecho a la Educación

Virginia Rodés Paragarino
Universidad de la República
Montevideo, Uruguay
virginia.rodés@cse.edu.uy

Manuel Podetti Manzano
Universidad de la República
Montevideo, Uruguay
mpodetti@cse.edu.uy

Abstract—This paper presents a social media campaign called “Right to Study”, aimed to open a debate in Uruguay on access to study materials, promoting the copyright’s reform and open educational resources adoption among the university student population. It was an action of advocacy carried forward from the academy, aimed to empower students with scientific information that would allow them to promote public educational policy changes. During the last fifteen years different approaches, movements and infrastructure have been generated around the idea of the abundance of content and educational resources as a platform for development and innovation in learning. However, this promise is challenged by the nature of intellectual property, represented by the global battle against the public domain and open licenses, and greater protection for authors’s rights than users’s rights. The public impact of the presented social media campaign realized the importance of an integrated approach in copyright reform and OER public policy advocacy.

Keywords—Open Educational Resources; Copyright Reform; Advocacy; Strategies for the adoption

I. INTRODUCCIÓN

En el marco de la Semana de la Educación Abierta 2016 [1] el Programa de Entornos Virtuales de Aprendizaje (ProEVA), el Núcleo de Recursos Educativos Abiertos (NúcleoREA) y la Federación de Estudiantes Universitarios del Uruguay (FEUU) de la Universidad de la República (UDELAR) se unieron para realizar una campaña en medios sociales denominada Derecho a Estudiar [2]. La misma estuvo orientada a estudiantes, y tuvo por objetivo abrir el diálogo sobre el acceso a los materiales de estudio y la promoción de los recursos educativos abiertos entre la población estudiantil.

La campaña también buscó colaborar en el actual debate en el que se encuentra el Uruguay sobre las modificaciones propuestas por el Senado de la República en el Proyecto de Ley [3] que pretende armonizar la Ley de Derechos de Autor N° 9.739 del 17 de diciembre de 1937 [4] a las necesidades y prácticas actuales, incluyendo, por ejemplo las excepciones básicas necesarias para poder utilizar materiales con fines educativos, de investigación y bibliotecas. Actualmente el proyecto de Ley fue aprobado por la mayoría de la Cámara de Senadores y se encuentra en discusión en la Cámara de Diputados. Su promulgación colocaría al Uruguay en

concordancia con otros países del mundo que permiten diferentes excepciones para regular debidamente el tema.



Fig. 1. Mapa de excepciones al derecho de autor para bibliotecas. Fuente: http://www.wipo.int/edocs/mdocs/copyright/en/scr_29/scr_29_presentations

Si bien esta problemática está presente desde hace años, fue en octubre de 2013, a raíz de una serie de allanamientos policiales a locales de fotocopiado de Montevideo, que se hizo visible el tema del acceso a los libros de texto y al conocimiento público de que la ley de derecho de autor no se adapta a la realidad actual [5].

Los altos costos de los libros de texto, las fotocopias ilegales, los contenidos que se encuentran dentro de los Entornos Virtuales de Aprendizaje, la necesidad de comenzar a utilizar recursos educativos abiertos, entre otros, nunca habían sido debatidos en el ámbito estudiantil. En este sentido es que a través de la campaña Derecho a Estudiar se propuso abrir el diálogo integrando estas temáticas como dimensiones del complejo problema del acceso al conocimiento y a la cultura. Se trató de en una acción de incidencia política llevada adelante desde la academia, que buscaba empoderar a los estudiantes con información científica que les permitiera promover cambios de políticas públicas.

Durante el desarrollo de la campaña se difundió a través de las redes sociales información relevada en investigaciones sobre acceso a los materiales de estudio [6] [7] desarrolladas en el marco de [8].

A continuación en la Sección II se presentan los contenidos que formaron parte de la campaña, así como su impacto y receptividad en la población. En la Sección III se discute la necesidad de integrar la promoción de la Reforma del Derecho de Autor a la incidencia política en materia de Recursos Educativos Abiertos, como dimensiones complementarias y necesarias para garantizar el acceso a la educación. Finalmente, en la Sección IV se establecen algunas conclusiones y trabajos futuros.

II. CAMPAÑA DERECHO A ESTUDIAR

La campaña Derecho a Estudiar, orientada a estudiantes universitarios, se realizó en el período comprendido entre el 8 y el 18 de marzo de 2016. Se utilizaron para su desarrollo las cuentas institucionales y la página web del Programa de Entornos Virtuales de Aprendizaje.

La información compartida durante la campaña estuvo basada en datos tomados de un estudio realizado durante el 2012 [6] [7] desarrolladas en el marco de [8], en el que se aplicó una encuesta a estudiantes de la Universidad de la República. También se utilizó información referida a los Recursos Educativos Abiertos y la Educación Abierta.

Para la presentación de la información se desarrollaron especialmente una serie de infografías que se presentan a continuación.

La primera infografía trata sobre los tipos de texto que utilizan los estudiantes de la UDELAR. La mayoría de los estudiantes de la UDELAR utiliza para estudiar una serie diversa de recursos, tanto en papel como digitales. El formato más utilizado es la fotocopia en papel de capítulos sueltos de libros de texto (66% de los encuestados). Los libros enteros fotocopiados en papel le siguen de cerca, con 58%. Una proporción similar (43%) recurre a libros digitales bajados de la web, sin las licencias correspondientes. En cuanto a las bibliotecas, son la alternativa de acceso a libros para 49% de los estudiantes consultados. Lo escandaloso de la realidad reflejada en esos datos es que dan cuenta de que existe una “zona gris” [9] en el acceso a los recursos académicos. El alto costo de estos obliga a realizar prácticas que son ilegales en Uruguay (incluido el préstamo de libros por parte de bibliotecas).

La segunda infografía presenta datos sobre el acceso a los materiales de estudio de los estudiantes de la UDELAR. Algo más de 40% de los estudiantes dijo que no podían acceder a textos obligatorios y, entre ellos, un tercio dijo que no tenía acceso a algunos de los textos fundamentales.



Fig. 2. Tipos de texto que utilizan los estudiantes de la UDELAR



Fig. 3. Acceso a los materiales de estudio de los estudiantes de la UDELAR

La tercera infografía alude al impacto de la compra de libros de texto en el presupuesto de los estudiantes de la UDELAR. Cerca de 20% afirmó que no compraba libros, mientras que 57% aseguró que la compra de libros de textos universitarios le insumía una parte significativa de su presupuesto.



Fig. 4. Impacto de la compra de libros de texto en el presupuesto de los estudiantes de la UDELAR

La cuarta infografía aborda las características de los Recursos Educativos Abiertos, buscando promover la introducción de soluciones alternativas que favorezcan un círculo virtuoso en la creación y publicación de contenidos educativos.



Fig. 5. Características de los Recursos Educativos Abiertos

La quinta y última infografía refiere a las preferencias de los estudiantes de la UDELAR con respecto a los libros de texto digitales. Los datos que se presentan dan cuenta del interés de los estudiantes respecto al formato digital, con preferencias por la publicación gratuita y abierta. El 92% valoró como "muy importante" que los libros de texto universitarios estén "disponibles en Internet". La característica que le sigue en importancia es la gratuidad 91% lo consideran muy importante. Que los libros electrónicos "permitan imprimir libremente los textos" también recibió muchas consideraciones con un 76% de valoraciones como "muy importante". Un dato destacable es el orden de importancia que le asignan a la demanda de los libros digitales se publiquen en "formatos abiertos" con un 62% de alta valoración.



Fig. 6. Preferencias de los estudiantes de la UDELAR con respecto a los libros de texto digitales

En síntesis, durante este periodo se realizaron en el marco de la campaña 20 tweets desde las distintas cuentas obteniendo unas 14.600 impresiones, con un promedio de 1.300 impresiones por día. Esto generó una tasa de interacción promedio del 3,9 %, siendo el pico máximo de 4,2%. Paralelamente se lograron 90 clics en los enlaces de los tweets, 114 retweets y 111 me gusta.

En la web la nota de #DerechoaEstudiar tuvo 3500 visitas en el período.

III. EL CERCO DEL COPYRIGHT Y LA FALACIA DE LA ERA DE LA ABUNDANCIA

Durante los últimos quince años diferentes enfoques, movimientos e infraestructuras se han generado en torno al aprendizaje mediado por tecnologías, sustentados en la idea de

la abundancia de contenidos y recursos educativos como plataforma de desarrollo e innovación [10].

Sin embargo, esta promesa de la denominada era de la abundancia de recursos educativos ubicuos y accesibles se ve impugnada por la naturaleza de la propiedad intelectual, representada por la batalla global contra el dominio público y las licencias abiertas, y por una mayor protección hacia los autores que hacia los derechos de los usuarios. En ese contexto se materializan prácticas ilícitas de acceso a los recursos educativos, por parte de estudiantes y promovidas por los docentes, por el propio hecho de ser accesibles por medios digitales y reprográficos, que están siendo relevadas en algunos (aún escasos) estudios sobre acceso a materiales de estudio [11] [12] [6] [5].

Tradicionalmente la promoción de los Recursos Educativos Abiertos se ha presentado de forma independiente a la promoción de la reforma del derecho de autor. Los activistas del movimiento REA, e incluso de manera más amplia, los promotores del licenciamiento abierto, no se han implicado en los debates sobre la reforma de los derechos de autor, por ejemplo, para argumentar a favor de las limitaciones y excepciones al derecho de autor. Al mismo tiempo, la comunidad de los REA, y los miembros del movimiento abierto, en general, han logrado el aprovechamiento de las licencias abiertas para compartir millones de piezas de contenido puestas a libre disposición, y ha crecido el número de comunidades y defensores a pesar del estancamiento de la reforma de los derechos de autor. Esta separación entre promoción de los REA y promoción de la reforma del derecho de autor también podría guardar relación con la historia del movimiento abierto, que comenzó como una respuesta a la propia ley de derechos de autor. Por lo tanto, las licencias abiertas se han visto como un reemplazo para una ley fundamentalmente inequitativa [13].

Estos caminos de incidencia política tradicionalmente separados han visto en los últimos tiempos a miembros del movimiento abierto comenzar a participar en los debates sobre reforma de los derechos de autor no sólo porque es útil, sino necesario, teniendo al derecho a la educación como meta [13] [14] [15] [16].

En el caso de la campaña “Derecho a Estudiar” concebimos la promoción de la Reforma del Derecho de Autor y la incidencia política desde la academia en materia de Recursos Educativos Abiertos, como dos dimensiones complementarias para garantizar el Derecho a la Educación. Por un lado, la promoción de excepciones y limitaciones para el uso educativo, de investigación y bibliotecas asegura el acceso legítimo a las fuentes de conocimiento y da un marco de legitimidad a las prácticas propias de la era digital. Por el otro, la promoción de los REA se orienta a la creación de políticas públicas que permitan otros modelos de publicación para las instituciones educativas públicas y los Estados, de modo que los contenidos que se crean con fondos públicos permanezcan accesible para toda la población.

El beneficio al adoptar políticas de publicación abiertas se centra en que éstas permiten garantizar la remuneración a los autores (a través de diversos medios: salario, convocatorias concursables, etc) y, al mismo tiempo, favorecen el acceso

ilimitado de la población a los recursos educativos generados. Su diferencia radica en su modo de publicación, que se realiza optando por las licencias abiertas en lugar del copyright tradicional. Eso permite la apertura de los contenidos educativos en diversos grados, que van desde habilitar su distribución gratuita legal hasta posibilitar la traducción, modificación, mezcla, reutilización y otros usos, generando círculos virtuosos.

IV. CONCLUSIONES

El impacto público de la campaña Derecho a Estudiar da cuenta de la relevancia de un enfoque que integre reforma de derechos de autor y promoción de políticas públicas en favor de los REA.

La información científica contenida en la misma fue apropiada no solo por los estudiantes, población destinataria de la campaña, sino que alcanzó impactos en la población general, siendo retomada en medios de prensa [17] [18] e incorporada al intenso debate público en torno a la problemática del acceso a los materiales de estudio que se está procesando en este momento en Uruguay, introduciendo en el mismo la necesidad, y posibilidad, de modificar los modelos de publicación tradicionales por otros que garanticen el acceso irrestricto a los contenidos.

Esta campaña Derecho a Estudiar fue complementada con una segunda campaña orientada a docentes, denominada “Derecho de Autor” centrada en la promoción del modelo de publicación de los REA, que se efectuó entre el 25 y el 30 de abril. Se ideó como consecuencia del impacto público que generó la primera, al comenzar a circular en prensa y medios sociales la afirmación “con las excepciones y limitaciones para el uso educativo nadie tendrá interés en escribir libros porque no percibirá derechos de autor”. Durante este periodo se realizaron 9 tweets con infografías que mostraban datos de investigación sobre actitudes y prácticas de los docentes a ampliamente a favor de la publicación gratuita y abierta. Estas infografías obtuvieron unas 8.100 impresiones, con un promedio de 1.400 impresiones por día.

Como conclusión podemos afirmar que la promoción de los REA debe convertirse en un tema de conciencia ciudadana y política pública. Para ello es necesario salir del recinto académico y empoderar a la población con la información científica que les permita ejercer su incidencia política y ciudadanía.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se enmarca en las acciones del Núcleo Interdisciplinario de Recursos Educativos Abiertos Accesibles del Espacio Interdisciplinario de la UDELAR. Nuestro agradecimiento al Proyecto LATIn (DCI-ALA/19.09.01/11/21526/279-155/ALFA III(2011)-52) financiado por el Programa ALFA, una iniciativa de EuropeAid y a la Red Iberoamericana de Usabilidad de Repositorios Educativos RIURE del Programa Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (513RT0471).

REFERENCIAS

- [1] Open Education Consortium, ‘Open Education Week 2016’, Open Education Week 2016, 2016. [Online]. Available:

- <http://www.openeducationweek.org>. [Accessed: 28-May-2016].
- [2] Programa de Entornos Virtuales de Aprendizaje, 'Por el Derecho a Estudiar', Programa de Entornos Virtuales de Aprendizaje. .
- [3] Agazzi, Ernesto, Ayala, Patricia, Berterreche, Andrés, Carámbula Volpi, Marcos Gustavo, De León, Leonardo, Gallicchio Queirolo, Antonio, Lazo, Sandra, Martínez Huelmo, Rubén, Otheguy Vega, Marcos Javier, Pandiás, Yeru, Passada, Iyonne, Paysse, Daniela, Pintado, Enrique, Topolansky, Lucia, and Xavier, Mónica. 'OBRAS INTELECTUALES Y ARTÍSTICAS. REPRODUCCIÓN. REGULACIÓN.' Cámara de Senadores, 07-Jan-2015.
- [4] Poder Legislativo, Ley 9.739. 1937.
- [5] V. Rodés, P. Diaz, J. Gemetto, and M. Fossatti, 'Acceso a materiales de estudio universitarios en Uruguay', An. Workshop Congr. Bras. Informática Na Educ., vol. 4, no. 1, p. 961, Oct. 2015.
- [6] V. Rodés, A. P. Casas, X. Ochoa, and I. F. da Silveira, 'Percepciones, actitudes y prácticas respecto a los libros de texto, digitales y en formatos abiertos por parte de estudiantes de universidades de América Latina', An. Workshop Congr. Bras. Informática Na Educ., vol. 1, no. 1, 2012.
- [7] V. Rodés, A. P. Casas, 'Percepciones, actitudes y prácticas respecto a los libros de texto y al uso de libros digitales en formatos abiertos por parte de estudiantes de la Universidad de la República', Universidad de la República, Montevideo, Informe final, 2013.
- [8] Iniciativa Latinoamericana de Libros de Texto Abiertos LATIn, 'Iniciativa Latinoamericana de Libros de Texto Abiertos LATIn', ESPOL, Guayaquil, Informe final, 2014.
- [9] L. Czerniewicz, 'How do students access the resources they need? Survey finds only one in five obtain all resources legally.', Impact of Social Sciences, 07-Apr-2016. .
- [10] E. Duval, K. Verbert, and J. Klerkx, 'Towards an Open Learning Infrastructure for Open Educational Resources: Abundance as a Platform for Innovation', in Rainbow of Computer Science, C. S. Calude, G. Rozenberg, and A. Salomaa, Eds. Springer Berlin Heidelberg, 2011, pp. 144–156.
- [11] L. Czerniewicz, 'Student practices in copyright culture: accessing learning resources', Learn. Media Technol., vol. 0, no. 0, pp. 1–14, Mar. 2016.
- [12] Heidel, Evelin, 'Del calor de las fotocopadoras a las luces de los escáneres Perspectivas en digitalización desde el subdesarrollo', Rev. Luthor, vol. 28, 2016.
- [13] A. Tarkowski, 'Two sides of the same coin: open education and copyright reform: How did we get involved?. Open advocacy is not enough on its own. User rights in education are the ultimate goal. Copyright reform: why should you care?', Medium, 01-Dec-2015. [Online]. Available: <https://medium.com/copyright-untangled/two-sides-of-the-same-coin-open-education-and-copyright-reform-24eb84d30819#a71t1u3h2>. [Accessed: 28-May-2016].
- [14] Alek Tarkowski, 'Securing user rights in education - reflections from our policy debate.', International Communia Association, 27-Nov-2015.
- [15] Creative Commons, 'Creative Commons and Copyright Reform', Creative Commons. .
- [16] 'Supporting Copyright Reform', Creative Commons blog, 16-Oct-2013. .
- [17] 'Buen día Uruguay - #DERECHOAESTUDIAR', Buen Día Uruguay, Canal 4, Montevideo, 19-Apr-2016.
- [18] V. Rodés, '¿Quién escribirá los libros?', La Diaria, Montevideo, p. en línea, Miércoles Abril-2016.

Caminos para la apertura: Recursos Educativos Abiertos y MOOCs

Ismar Frango Silveira

Universidade Presbiteriana Mackenzie

São Paulo, Brasil

ismar@mackenzie.br

Resumen—Bajo un punto de vista pragmático, muchos de los principios básicos de apertura no son considerados en el diseño y desarrollo de los REA y los MOOC. La carencia de características importantes de apertura genera un desvío del sentido de las letras “A” y “O” de sus respectivos acrónimos. En ese sentido, el presente trabajo se propone discutir los desafíos, retos y caminos para instrumentalizar los conceptos de apertura en los REA y los MOOC.

Palabras clave—apertura; REA; MOOC

I. INTRODUCCIÓN

La discusión sobre la necesidad de apertura en la educación viene siendo abordada por diversos autores, como se puede ver en [1], [2], [3] y [4], por ejemplo. Esa discusión se profundiza con el surgimiento relativamente reciente de los MOOC (*Massive Open Online Courses*, Cursos Masivos Abiertos Online) y los REA (Recursos Educativos Abiertos), definidos respectivamente en [5] y [6].

En principio, los REA se presentan como elementos ideales que se constituirían como las piedras angulares en el desarrollo de MOOC, lo que garantizaría grados de apertura que permitirían a cualquier persona modificar, remixar, reutilizar y redistribuir los elementos de un curso abierto, además del acceso libre inicialmente propuesto por los MOOC.

Sin embargo, la realidad presenta un contexto completamente distinto a lo que sería esperado: al dar énfasis solamente a la apertura del acceso, los REA y los MOOC fallan en el intento de presentar otras características importantes de apertura, los que detallaremos más adelante en ese artículo. Se puede afirmar que la ausencia de algunas de esas características termina por debilitar, de manera impactante, el potencial de aplicación de los REA y los MOOC. Ese aspecto trae consigo un conjunto de desafíos que deben ser superados, de manera de proporcionar un aumento de impacto de esas iniciativas.

Con respecto a este nuevo escenario de investigación y desarrollo que podría ser revelado por la perspectiva de la apertura, este artículo pretende arrojar luz sobre el debate, dando un enfoque a las perspectivas técnicas y didácticas en relación con la generación y mantenimiento de cursos y recursos que se presenten completamente abiertos, o por lo menos con elevados grados de apertura. La organización del texto se presenta como sigue: en el ítem II se discuten los conceptos de apertura relacionados con los movimientos de los REA y los MOOC; en la sección III, son puntualizados algunos desafíos y posibles

caminos para la apertura en ese contexto; la sección IV presenta la discusión y algunas conclusiones sobre el tema, finalizando con las referencias bibliográficas.

II. MOOC, REA Y SU PROMESA DE APERTURA

El movimiento que originó los MOOC como los conocemos hoy puede haber surgido en 2008, pero como apunta Moe [5], solamente se convirtió en un fenómeno efectivamente en 2012, con la atención de los medios de comunicación sobre el acrónimo que, en verdad, ocultaba años de investigación en aprendizaje personalizada y distribuida. La ausencia de una definición más formal y consensuada sobre los MOOC denota no solamente una falta de significado en algunos términos que componen el acrónimo, sino que su propio significado lo sitúa fuera de los límites de los sistemas educativos formales, configurándose claramente como un fenómeno sociocultural.

En el escenario actual, muchos de los elementos más utilizados en los cursos que pretenden presentar algún nivel de apertura (incluyendo los MOOC) no pueden ser clasificados exactamente como REA. Como ejemplo, videos y materiales educativos desarrollados bajo formatos propietarios, por dicha razón no editables o cambiables, y licencias no abiertas, no siendo pasibles de ser compartidos o remixados. Esto genera una dicotomía en relación al propio concepto de apertura: los MOOC se presentan, cuando mucho, abiertos sólo en relación con el acceso, pero no en relación con su capacidad de adaptación. De manera paradójica, esto pasa incluso con muchos OA (Objetos de Aprendizaje) erróneamente clasificados como REA.

Por lo tanto, se puede decir que casi todos los MOOC ofrecidos por los portales (comerciales o de otro tipo) en la actualidad consisten en cursos que ofrecen un conjunto de materiales que no están diseñados o desarrollados bajo los principios del movimiento REA. Esto conduce a que los MOOC actuales sean, en última instancia, cursos de hecho cerrados bajo un punto de vista técnico, ya que no son modificables, no se pueden remixar, no son compartibles y así sucesivamente. Esta preocupación aparece en un número significativo de publicaciones recientes, como [1], [7] y [8], por ejemplo.

Además del hecho que los MOOC actuales carecen seriamente de importantes aspectos vinculados a la apertura, éstos están perdiendo gradualmente también esta función, como se muestra en [12]. Además, carecen de materiales bibliográficos y de acceso abierto coherente, lo que deviene en una serie de retos de investigación que impliquen recursos educativos abiertos [13].

La falta de apertura reduce significativamente el potencial de los MOOC para su reutilización y adaptabilidad para aplicaciones más específicas, como en situaciones de aprendizaje individualizados, por ejemplo. [9] señalan que la calidad de la educación basada en MOOC y en los modelos de negocio MOOC son dos cuestiones no resueltas - ambas relacionadas con la naturaleza inherentemente cerrada de los MOOC. Además, los MOOC podrían tener un enorme potencial para apoyar el aprendizaje adaptativo y personalizado si, y sólo si, siguieron los principios de apertura, ya que hay una amplia gama de variables involucradas con la individualización de los procesos educativos, como estilos de aprendizaje individuales, autorregulación y prerrequisitos conceptuales, por ejemplo.

En [10] presenta un conjunto de principios de apertura para los REA que podrían también ser aplicados a los MOOC. Conocidos como principios 5R, se constituyen como una extensión de su modelo anterior con cuatro principios (modificar, reutilizar, remix y redistribuir), añadiéndose el principio de retener, lo que está relacionado a aspectos de licenciamiento, como se verá adelante. Los cinco principios son:

- Reutilizar - el derecho a utilizar el contenido en una amplia gama de formas;
- Revisar - el derecho de adaptar, ajustar, modificar o alterar el contenido en sí;
- Remixar - el derecho de combinar el contenido original o revisado con otro tipo de contenido abierto para crear algo Nuevo;
- Redistribuir - el derecho de compartir copias del contenido original, sus revisiones, o sus remixes con otros;
- Retener - el derecho de poseer, controlar y hacer copias del contenido.

[11] afirman que, en este contexto, las licencias abiertas como Copyleft o CC (*Creative Commons*) emergen como una manera de permitir todas estas acciones, ya que permiten la reutilización y adaptación de fuentes digitales o sus partes, de acuerdo con diferentes grados de apertura y distribución. Mientras tanto, su uso protege los derechos morales de los autores y proporciona un conjunto de normas para copiar y compartir contenidos bajo un acuerdo legal, que es mucho más flexible que los derechos de autor convencionales.

Teniendo en cuenta la educación abierta como un desafío a ser enfrentado por la comunidad académica en general, surgen algunas preguntas acerca de cómo lograr los beneficios teóricamente publicitados por la educación abierta, manteniendo los principios básicos de la apertura defendidos en el contexto de los REA. Más específicamente, se podría preguntar: ¿cómo desarrollar y mantener cursos y recursos educativos que sean "realmente" abiertos? En ese sentido, la sección siguiente busca explicar los desafíos por detrás de esa indagación y explorar caminos que puedan llevar a la apertura deseada.

III. DESAFÍOS Y CAMINOS PARA LA APERTURA

Basado en [14], [15] y [16], [1] apunta los principales desafíos para la apertura efectiva de los MOOC y los REA, que son esquematizados en la Figura 1 y detallados a continuación.



Fig. 1. Desafíos de MOOCs y REA (Fuente: autor)

Reconocimiento insuficiente

En la realidad, pocos agentes educativos (profesores y estudiantes) son conscientes de la existencia de los REA y los MOOC. Algunos estudios [17] [18] [19] apuntan que el grado de conciencia sobre la existencia y disponibilidad de los MOOC y los REA es de alrededor de 20 a 25% de la comunidad académica.

La falta de conciencia va más allá del descubrimiento de su existencia o de conocimiento acerca de la existencia de repositorios y/o portales: ellos tendrían que ser considerados como verdaderas alternativas a los materiales y cursos utilizados en y ofrecidos por las instituciones.

Una comprensión más profunda de los beneficios y las innovaciones potenciales debe construirse. Si los REA y los MOOC son suficientemente abiertos como para adaptarse a las necesidades individuales, su conocimiento podría aumentar de forma natural. Los MOOC y los REA podrían mejorarse significativamente si se tomasen como parte de estrategias de aprendizaje en modalidad *blended*, por ejemplo.

Dificultad de descubrimiento, uso y remix

El descubrimiento y la reutilización de los REA no son simples. En ese sentido, los REA sufren de los mismo problemas que los Objetos de Aprendizaje, en la medida que muchos de los actores pedagógicos – es decir, maestros y estudiantes – simplemente desconocen los repositorios, dando preferencia a búsquedas abiertas en la Internet. Seguramente, las características específicas de los REA que siguen estrictamente los principios de apertura hacen con que estos sean más pasibles de reutilización que los Objetos de Aprendizaje desarrollados bajo una filosofía no abierta, una vez que sean descubiertos. Mecanismos como *folksonomías* y *tagging* colaborativo [20], aplicación de técnicas inteligentes de minería de los REA y una apertura más amplia de los repositorios de REA que permitan la actuación de *crawlers* de búsqueda pueden mejorar sus tasas de descubrimiento.

El escenario de los MOOC actuales es aún peor con respecto a la reutilización y remezcla, pero está relativamente mejor relacionado con el descubrimiento - pero no de sus partes individuales, ya que los portales que proveen los MOOC no poseen herramientas específicas que permitan a uno descubrir partes de un video o contenidos específicos dentro de una larga discusión.

Las licencias abiertas deben aplicarse en los contenidos de los MOOC, con el fin de hacerlos adecuados para remezclar, compartir y modificar. Estrategias similares a las sugeridas para los REA deben ser aplicadas a los artefactos que componen los MOOC, así como los estándares abiertos deben ser aplicados para los repositorios. Herramientas de remezcla y edición de multimedia en formatos abiertos deben ser desarrolladas y/o mejoradas para cumplir con estos nuevos requisitos.

Amplitud y profundidad inconsistentes

El alcance y la distribución de los REA y los MOOC disponibles es desigual en los distintos ámbitos de conocimiento. Esto es un problema clásico presente ya con los OA: como ejemplo, la Figura 2 enseña los OA disponibles en el portal gubernamental de Brasil en 2016 para la educación secundaria.

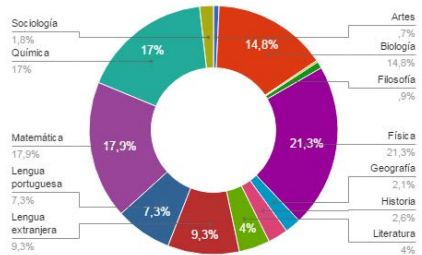


Fig. 2. Distribución de OA para la secundaria en el portal gubernamental de Brasil

Se verifica fácilmente una fuerte predominancia de los OA en las Ciencias clásicas (Física, Química y Biología) y Matemática, mientras temas de Ciencias Humanas, como Geografía, Historia, Sociología y Artes tienen una participación extremadamente más modesta.

Esa distribución, aunque similar para los REA, considerando su naturaleza cercana a los OA, es un poco distinta para los MOOC: aunque hay una predominancia de algunas áreas del conocimiento, su distribución es un poco más homogénea que los OA, aunque con predominancia del área de Computación y Programación (separadas en dos sub-áreas en la taxonomía adoptada por [21]), que representa alrededor de 17% de los cursos, así como el área de Negocios y Administración. La Figura 3, adaptada de [21], muestra la distribución de los MOOC de los principales portales por tema en 2015:

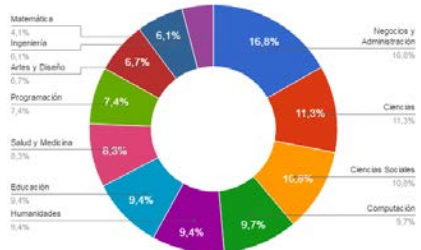


Fig. 3. Distribución de MOOCs por tema en 2015 (adaptado de [21])

Un análisis comparativo de las Figuras 2 y 3 permite inferir que algunas áreas, como la de las Ciencias clásicas, suelen ser más atractivas para la producción de OA y REA, como es el caso de Física, Química y Matemática. Posiblemente ese hecho tiene relaciones muy estrechas con el carácter experimental de ciertas áreas, lo que facilitaría el desarrollo de simulaciones como OA/REA. Por otro lado, la conformación de todo un curso en una de esas áreas involucraría un conjunto de aspectos de complejidad conceptual que hace con que áreas menos experimentales, cuyos objetivos de aprendizaje puedan ser alcanzados con más lectura y menos actividades experimentales sean elegidas en detrimento a otras áreas. Eso explicaría el número expresivo de MOOC relacionados a carreras de Humanidades y Negocios. Esas áreas tienden a presentar desafíos más tangibles a profesores y diseñadores de cursos al desarrollar textos y videos – que constituyen los medios predilectos para implementación de materiales pertenecientes a los MOOC. La presencia de un número expresivo de MOOC en Computación y Programación, que parece desafiar esta tesis, puede ser explicada por la proximidad de los grupos pioneros y entusiastas del movimiento MOOC con el área tecnológica.

Además del tema de la amplitud inconsistente, verificada por la distribución desigual entre áreas, hay que mencionar otro aspecto complementario, que es la falta de profundidad. Aunque existan modelos de verificación de calidad para los MOOC [22] y los REA [23], mecanismos de análisis efectivos de profundidad y certidumbre conceptual se vuelven muy necesarios.

Para un agente educativo, es frustrante si no hay ni OA, REA ni MOOC que no esté disponible o no sea adecuado cuando alguien se encuentra dispuesto a utilizarlo. Aunque el desarrollo de un REA parezca una tarea más puntual que la de un MOOC, aún existe una inversión de tiempo y esfuerzo, que podría ser más profunda si ese REA tuviera potencial para formar parte de un – o más – MOOC. Ya en el caso de MOOC, los principales proveedores con fines de lucro (como Coursera, Udacity, entre otros) presentan limitaciones estructurales para producir contenido para públicos específicos, mientras que los autores locales, que podrían diseñar cursos en línea abiertos relevantes, tienen limitaciones prácticas para ofrecerlos de una manera adecuada.

Los REA y los MOOC que sean ampliamente modificables y compartibles entre productores de contenidos podrían aumentar drásticamente su disponibilidad. La facilidad para compartir, licenciar, mezclar y editar los REA y los MOOC bajo una filosofía abierta podría conformar un punto de partida para crear nuevos materiales. De manera similar, plataformas abiertas (como Edx) empoderarían a los desarrolladores locales para crear cursos a fin de atender demandas específicas, así como modelos de diseño de MOOC pensados para su uso directo por parte de educadores, como en [24], podría ser otro elemento a potenciar el alcance de ese tipo de iniciativa.

Falta de evidencia de impacto

De hecho, aún existen pocos estudios que muestran, de manera inequívoca, evidencias del impacto de los REA y/o los MOOC. En el caso específico de los MOOC, los modelos de negocio adoptados por muchas empresas que los proveen hace que su potencial de efectividad sea eclipsada por las críticas de que representan una amenaza real a los modelos educacionales tradicionales, así como dudas sobre su credibilidad, fiabilidad y seriedad – como en [25], [26] y [27].

En lo que se refiere a los REA, hay iniciativas como el OERRH – OER Research Hub [28], que se propone a analizar el impacto de REA en las prácticas docentes y de los estudiantes. El estudio está basado en dos hipótesis: la de que la utilización de los REA aumenta el desempeño y satisfacción de los estudiantes; y que los aspectos de apertura de los REA hacen que éstos creen usos distintos y estándares de adopción no posibles con otros recursos digitales. La Figura 4 presenta el “mapa de evidencias” que provee el proyecto.



Fig. 4. Mapa de impactos de REA – Fuente: Proyecto OERRH

El mapa de la Figura 4 muestra un número bastante limitado de iniciativas relacionadas en el proyecto, con énfasis en EEUU y Europa. Más estudios de casos se deben desarrollar y reportar para verificar la cuestión del impacto.

Es sabido que el impacto de los MOOC y los REA depende de muchas variables, entre las cuales los factores antes mencionados: el reconocimiento, disponibilidad, además de la apertura. Además, los modelos de negocio de los MOOC deben ser compatibles con el impacto y la eficacia que proporcionan. Nuevos modelos de negocio deben ser desarrollados bajo un posible escenario de plena apertura.

Escasa evidencia de reutilización

Reutilización ha sido el factor clave para el movimiento REA; sin embargo, no hay suficientes pruebas de que los REA

vengan siendo efectivamente reutilizados en su plenitud. Hay desafíos importantes para obtener estas evidencias, ya que, como defiende [29], no toda acción de reutilización es necesariamente visible o hecha de manera apropiada, pasible de verificación posterior. La reutilización puede ocurrir de manera tan indirecta como utilizar un REA apenas para obtener inspiración para la creación de otro recurso, hasta reutilizar el REA con o sin cambios o remixes, llegando a situaciones de *repurposing*, o reutilización con fines distintos a los esperados. Ya en el escenario de los MOOC, la reutilización en muchos casos actuales se vuelve inviable debido a limitaciones técnicas, los modelos de negocios y los derechos de autor. Más allá de las licencias abiertas, los REA y los MOOC deben confiar en formatos y datos abiertos con el fin de aumentar su capacidad de reutilización.

Dependencia de los libros de texto

Los cursos tradicionales se centran en los libros de texto como su recurso educativo primario, dejando los REA y los MOOC en un segundo plano, cuando mucho como elementos complementarios. Mientras tanto, es difícil encontrar un solo libro de texto que cumpla con todas las necesidades educativas de un curso, y es común que los cursos suelen utilizar más de un libro de texto. Por otra parte, como ya ha sido explorado por [30], el coste de los libros de texto los hace inasequibles para una cantidad considerable de estudiantes. Muchos libros de texto no están disponibles en línea, incluso por medio de pago - lo que hace que su uso sea impracticable para la educación en línea.

En encuesta presentada por [31] sobre la percepción de uso de libros de texto entre 2058 estudiantes universitarios provenientes de cinco universidades en Latinoamérica, les fue preguntado sobre el impacto de los libros de texto en sus presupuestos. Las respuestas pueden verse en la Figura 5.



Fig. 5. Impacto del costo de libros de texto en el presupuesto de los estudiantes – Fuente: Adaptado de [31]

Los caminos para la apertura en este aspecto pasan por la concepción de libros de texto constituidos como REA. Iniciativas como la presentada en [30], [31] y [32] han capacitado a los profesores para construir colaborativamente sus propios libros de texto como *mashups* de REA. Estos libros, así como los que surgen de otras iniciativas de libros abiertos, como OpenStax - anteriormente Connexions [33], tienen pleno potencial para ser utilizados como referencias bibliográficas para los MOOC.

Sostenibilidad

Los MOOC actuales, además de ser ofrecidos principalmente por empresas con fines de lucro, sufren de altas tasas de deserción, lo que constituye una amenaza para su

sostenibilidad. Por otro lado, los REA siguen siendo soportados principalmente por fondos públicos y filantrópicos, que pueden afectar a su viabilidad a largo plazo.

Parte de las tasas de abandono actuales de los MOOC puede ser asociada a la no adaptación de los estudiantes a las propuestas o materiales del curso. Principios de apertura aplicados a los MOOC podrían hacerlos más adecuados para adaptarse a diferentes perfiles de estudiantes, ya que podrían sufrir modificaciones.

Seguramente, hay otros motivos para las altas tasas de abandono de los MOOC, como la complejidad del tema, ausencia de prerequisites, y el tiempo de duración. Como ejemplo, se presentan los datos de [34] en la Figura 6, que analiza 217 MOOCs ofrecidos en 15 portales distintos.

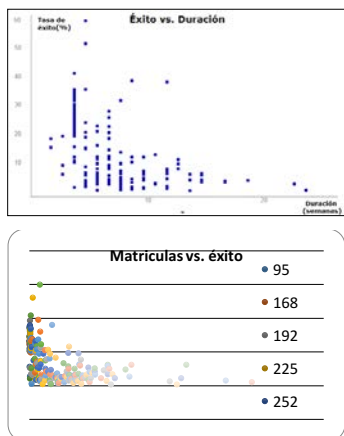


Fig. 6. Éxito vs. Duración (arriba) y Matriculas vs. éxito (abajo) – Adaptado de [34]

En su estudio, [34] verifica que los cursos cortos tienen tasas más elevadas de éxito; cursos pequeños (con un máximo de 200 inscripciones) son mucho más propensos tener una tasa de éxito de más del 20% en relación a cursos de mayor tamaño.

En un escenario de apertura, lo que reduciría los costos de producción de los MOOC, estos podrían convertirse en cursos más pequeños, individualizados para públicos específicos. Iniciativas de REA, a su vez, podrían ser auto-sostenibles si las herramientas y recursos apropiados se encuentran disponibles de manera libre, haciendo más fácil el proceso de producción para una gama más amplia de agentes educativos.

Expansión de la inclusión

La principal premisa de los MOOC ha sido abordar las cuestiones de acceso y equidad, proporcionando la democratización de la educación sobrepasando las diferencias de cultura, género, etnicidad y clases económicas. Sin embargo, muchos obstáculos (técnicos, culturales, idiomáticos, etc.)

impiden a las personas obtener acceso a ellos. Cambios en los modelos de negocio para los MOOC, de *freemium* para *Premium* [35], podrían borrar esta premisa.

El movimiento REA, a su vez, suele ayudar en la inclusión digital de las personas, ya que proporciona contenido basado en calidad digital. Sin embargo, la falta de sensibilización ya mencionada impacta en el alcance de su acceso.

Al elegir un camino de apertura, más allá del simple libre acceso, se pueden adaptar los REA y los MOOC a las necesidades específicas, como proponer contenido alternativo a media rica para conexiones a Internet más lentas o hacer adaptaciones culturales y lingüísticas, por ejemplo. Hay algunas barreras, sin embargo, que no se podrán romper solamente con la apertura: los esfuerzos provenientes de otros frentes deben ser tomados, como políticas públicas.

Infraestructura

Tal vez el reto más tangible para proporcionar acceso a los MOOC y los REA sea la infraestructura técnica, cuya falta es una realidad en muchos países, especialmente los de las zonas poco desarrolladas del mundo. Políticas públicas deben ser establecidas con el fin de mejorar el acceso a Internet, así como el acceso a los dispositivos adecuados y la adopción plena de licencias abiertas de hardware, software y contenido.

La omnipresencia de los dispositivos móviles, especialmente en los países en desarrollo, es un factor que debe ser tomado en cuenta para desarrollar MOOC y REA que sean visualizados de manera adecuada en esos aparatos. Esta tarea se hace más fácil si se siguen los principios de apertura, ya que las interfaces de recursos y cursos podrían ser cambiadas para convertirse en responsivas.

IV. CONCLUSIONES

La mezcla de REA y MOOC bajo los principios fundamentales de apertura lleva a visualizar un nuevo escenario, en el cual los MOOC puedan ser efectivamente diseñados como agregados de distintos REA, como ha sido expuesto en [36], y los propios MOOC, actuando como grandes REA – poco granulares, por supuesto. Estos, a su vez, asumen el rol de elementos mutables y remixables que pueden ser compartidos en uno o muchos MOOC.

Ese nuevo escenario trae consigo una serie de oportunidades nuevas, como la posibilidad de una efectiva personalización del aprendizaje o el surgimiento de métodos alternativos de presentación y organización de contenido y de modelos de negocio. Para la concreción de este escenario, sin embargo, es necesario enfrentar algunos de los retos en los posibles caminos de apertura discutidos en este artículo.

REFERENCIAS

- [1] Silveira, I. F. "OER and MOOC: The need for openness", in *Issues in Informing Science and Information Technology*, 13, 2016, pp. 209-223. Retrieved from <http://www.informing-science.org/Publications/3478>
- [2] Wiley, D. and Green, C. "Why Openness in Education?", in Obliger, D. G., (Ed.) *Game Changers: Education and Information Technologies*, 2012, pp. 81-89.
- [3] Weller, M. *The Battle for Open*. London, UK: Ubiquity Press, 2014
- [4] Conole, G. "Los MOOCs como tecnologías disruptivas: estrategias para mejorar la experiencia de aprendizaje y la calidad de los MOOCs", in

- Revista Campus Virtuales, II, 2013, pp. 16-28. Retrieved from <http://www.uajournals.com/campusvirtuales/campusvirtuales/numeros/3.pdf>
- [5] Moe, R. "The brief & expansive history (and future) of the MOOC: Why two divergent models share the same name", in Current Issues in Emerging eLearning, 2 (1), art. 2. Retrieved from <https://www.semanticscholar.org/paper/The-brief-expansive-history-and-future-of-the-MOOC-Moe/a9538b9958716d750ef01b2789aa7f8ed458cd19.pdf>
- [6] Atkins, D. E., Brown, J. S., and Hammond, A. L. A review of the Open Educational Resources (OER) movement: Achievements, challenges, and new opportunities. Report to the William and Flora Hewlett Foundation, 2015. Retrieved from <http://www.hewlett.org/uploads/files/ReviewoftheOERMovement.pdf>
- [7] Atenas, J. "Model for democratization of the contents hosted in MOOCs", in Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento, 12 (1), 2015, pp. 3-14. Retrieved from <http://journals.uoc.edu/index.php/rusc/article/view/12n1-atenas>
- [8] Yeager, C. and Bliss, C. A. "cMOOCs and global learning: An authentic alternative", in Journal of Asyn-chronous Learning Networks, 17(2), 2013, pp.133-147.
- [9] Hewa, K. and Cheung W. "Students' and instructors' use of massive open online courses (MOOCs): Motivations and challenges", in Educational Research Review, 12, 2014, pp. 45-58. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1747938X14000128>
- [10] Wiley, D. A. The access compromise and the 5th R, 2014. Retrieved from <http://opencontent.org/blog/archives/3221>
- [11] Diaz, P., Rodes, V., Knihš, E., Omar, N., y Silveira, I. F. "Licencias y derechos de autoría en textos educativos colaborativos abiertos para educación superior". In: Memorias de Universidad 2014. Universidad de Habana, 2014, pp. 1-10.
- [12] Yuan, L., & Powell, S. MOOCs and open education: Implications for higher education – a white paper, 2013. Retrieved from <http://publications.cetis.ac.uk/2013/667>
- [13] Rodés, V., Mustaro, P. N., Silveira, I. F., Omar, N. and Ochoa, X. "Instructional design models to support collaborative open books for open education", in Proceedings of Interaccion'2014, 2014, Tenerife, Spain, paper #93. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2662346&CFID=761853641&CFTOKEN=55770594>
- [14] Castillo, N. M., Lee, J., Zahra, F. T. and Wagner, D. A. "MOOCs for development: Trends, challenges, and opportunities", in Information Technologies & International Development, 11 (2), 2015, pp. 35-42
- [15] Chew, L. K. "Instructional strategies and challenges in MOOCs", in Advances in the Scholarship of Teaching and Learning, 2 (1), 2015, 41-50.
- [16] Allen, N., Browne, D., Forward, M. L., Green, C. and Tarkowski, A. Foundations for OER strategy development, 2015. Retrieved from <http://www.oerstrategy.org/home/read-the-doc/>
- [17] Spilovoy, T. M. and Seaman, J. Opening Public Institutions: OER in North Dakota and the Nation, 2015. Retrieved from <http://www.onlinelearningsurvey.com/reports/2015openingthepublics.pdf>
- [18] Rolfe, V. "Open educational resources: staff attitudes and awareness", in Research in Learning Technology, 20, art. 14395, 2012, Retrieved from <http://doi.org/10.3402/rlt.v20i0.14395>
- [19] Muzafarova, T. and Kaya, E. "Survey of Awareness of Massive Open Online Courses (MOOC) – a Case of International Black Sea University Students", in Georgia Journal of Education; 3(2), 2014. Retrieved from <https://journal.bsu.edu.ge/index.php/sje/article/viewFile/634/530>
- [20] Moura, M. A. "Folksonomias, redes sociais e a formação para o tagging literacy: desafios para a organização da informação em ambientes colaborativos virtuais", in Informação & Informação, Londrina, Brasil, 2009, 14, n. esp, pp. 25-45.
- [21] Shah, D. By The Numbers: MOOCs in 2015. Retrieved from <https://www.class-central.com/report/moocs-2015-stats/>
- [22] Hayes, S. MOOCs and Quality: A Review of the Recent Literature, 2015. Retrieved from <https://hochschulforumdigitalisierung.de/sites/default/files/downloads/MOOCs-and-Quality-Literature-Review-15.pdf>
- [23] Camilleri, A. F., Ehlers, U. D. and Pawlowski, J. State of the Art Review of Quality Issues related to Open Educational Resources (OER), 2014. Retrieved from <http://is-irc.europa.eu/pages/EAP/documents/201405JRC83304.pdf>
- [24] Hoyos, C. A., Sanagustin, M. P., Cormier, D. and Kloos, C. D. "Proposal for a Conceptual Framework for Educators to Describe and Design MOOCs", in Journal of Universal Computer Science, 20 (1), 2014, pp. 6-23.
- [25] Vardi, M. Y. "Will MOOCs destroy Academia?" in Communications of the ACM, 55(11), 2012, p. 5.
- [26] Finkle, T. A. and Masters, E. "Do MOOCs pose a threat to higher education?" in: Research in Higher Education J., 26, 2014, pp. 1-10.
- [27] Russel, D. M., & Klemmer, S. "Will massive online open courses (MOOCs) change education?" in CHI 2013 Extended Abstracts, April 27-May 2, 2013, Paris, France
- [28] OERRH, OER Impact Map Development Brief. Retrieved from <https://oerknowledgecloud.org/sites/oerknowledgecloud.org/files/OER%20map%20development%20plan.pdf>
- [29] Beaven, T. "Use and Reuse of OER: professional conversations with language teachers", in Journal of e-Learning and Knowledge Society, 9 (1), 2013, pp. 59-71
- [30] Ochoa, X., Sprock, A. S., Silveira, I. F. "Collaborative Open Textbooks for Latin America—the LATIn Project", in iSociety 2011, pp. 1-6. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.392.741&rep=rep1&type=pdf>
- [31] Rodés, V., Ochoa, X., Casas, A. P. and Silveira, I. F. "Percepciones, actitudes y prácticas respecto a los libros de texto, digitales y en formatos abiertos por parte de estudiantes de universidades de América Latina", in Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação, 2012. Retrieved from <http://www.br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/1893>
- [32] Rodés, V., Mustaro, P., Silveira, I. F., Omar, N. and Ochoa, X. "Instructional Design Models to support Collaborative Open Books for Open Education", in: Interacción 2014, pp. 93:1-93:7
- [33] Baker, J., Thierstein, J., Fletcher, K., Kaur, M., & Emmons, J. "Open textbook proof-of-concept via Conexions", in The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 10(5). Retrieved from <http://www.irodl.org/index.php/irodl/article/view/633/1387>
- [34] Jordan, K. MOOC Completion Rates: The Data, 2014. Retrieved from <http://www.katyjordan.com/MOOCproject.html>
- [35] Daniel, J., Vázquez Cano, E. and Gisbert, M. "The Future of MOOCs: Adaptive Learning or Business Model?", in RUSC. Universities and Knowledge Society Journal, 12(1), pp. 64-73. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.7238/rusc.v12i1.2475>
- [36] Piedra, N., Chicaiza, J., López, J. and Tovar, E.: "Seeking Open Educational Resources to compose Massive Open Online Courses", in Engineering Education. Journal of Universal Computer Science, 2015, 21 (5), pp. 679-711.

Propuesta de Investigación sobre la Adopción Tecnológica en el Ecosistema REA

Carmelo Branimir España-Villegas, Manuel Caeiro-Rodríguez
Universidad de Vigo: E.E. Telecomunicación
Vigo, España
carmelobranimir@gmail.com, mcaeiro@gist.uvigo.es

Resumen— En la literatura científica de los últimos 15 años se pueden encontrar numerosas investigaciones y experiencias sobre la adopción de las nuevas tecnologías en la educación. Las innovaciones tecnológicas han sido constantes, en muchos casos acompañadas por innovaciones pedagógicas, pero el ritmo de adopción de las mismas no es tan intenso como su desarrollo. Además no sólo cambian las tecnologías y los métodos, también cambian los alumnos y los objetivos de aprendizaje, lo que es causa en muchos casos de numerosos conflictos y dificultades. El presente artículo plantea una propuesta de investigación para analizar y promover la innovación tecnológica de los docentes en base a la adopción del modelo de educación abierto centrado en Recursos Educativos Abiertos. Se hace un estudio de los elementos que conforman este ecosistema y se plantea una metodología y un trabajo de investigación guiado por modelos de innovación tecnológica hace referencia a conceptos importantes del ecosistema de los Recursos Educativos Abiertos, innovación y modelos de adopción tecnológica.

Palabras claves—Recursos Educativos Abiertos; Ecosistema; educación digital; adopción tecnológica, TIC y educación

I. INTRODUCCIÓN

No hay duda que desde hace mucho las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) tan experimentado un crecimiento exponencial en todo el mundo durante los últimos años: Internet, Web, Web 2.0, dispositivos móviles, minería de datos, wearables, etc. La información crece y está accesible desde cualquier sitio y en cualquier lugar. Aprender con recursos disponibles en las redes es una realidad en cualquier parte del mundo. Aprovechando estas posibilidades ya desde el 2012 la UNESCO y otras instituciones clave a nivel global como la ONU, la OCDE o el Parlamento Europeo están promoviendo el desarrollo de las TIC para facilitar la educación a gran escala y sin barreras para todo el mundo.

A pesar de estos esfuerzos y de las ventajas y oportunidades considerables que ofrecen las nuevas tecnologías, la adopción de las mismas por parte de docentes y centros educativos no es igual de destacable. Diferentes informes de la OCDE¹, PISA², presentan datos que indican poco avance en la adopción tecnológica de los REA. La UNESCO en el informe de evaluación del plan “Educación para todos 2000 - 2015”³ indica que los objetivos no han sido cumplidos, pese a compromisos e inversiones económicas importantes en la educación y tecnología por parte de los países. En la literatura científica pueden encontrarse investigaciones de hace más de 10 años en

las que se hace referencia al gran éxito en el uso de la tecnología en el mundo empresarial y sin embargo a los escasos resultados presentes educación. En [1] se describe una investigación en la que se concluye que pese a inversiones en TIC en Reino Unido y otros países, se indica que hay una dicotomía no resuelta de cómo integrar las tecnologías en la educación. Los problemas de adopción de los profesores son generales y en [2] se reclama mayor investigación para mejorar las expectativas y uso de las TIC en este sector.

Una aproximación que pudiera contribuir a mejorar la innovación educativa puede encontrarse en los Recursos Educativos Abiertos (REA). Desde su inicio los REA se han propuesto como un elemento que permita el aprendizaje a través de un modelo abierto como el del software libre. Sin embargo, como las innovaciones en general en el mundo educativo su adopción presenta notables limitaciones. Investigaciones recientes establecen que aunque los REA están presentes hace más de 10 años, siguen en una etapa de infancia [3]. Es cierto que existen muchos proyectos e iniciativas, pero al investigar sobre el impacto real se encuentra que la adopción de los REA, por diversos factores, aún es compleja. La cantidad de elementos técnicos, herramientas, conceptos legislativos, modelos pedagógicos y cuestiones políticas y culturales presentes en el ecosistema educativo que se ven involucrados hace que la adopción de los REA por parte de los educadores y centros educativos se presente a numerosas dificultades.

En cualquier caso, nuestro punto de partida se sitúa en la consideración de que la adopción del modelo abierto REA contribuye a adoptar las innovaciones docentes, en especial las relacionadas con las TIC, de una forma más ágil y dinámica. Para ello nos planteamos las siguientes preguntas: ¿Qué es lo que pasa con las innovaciones y proyectos respecto de los REA? A pesar de tener muchos productos tecnológicos, financiamentos públicos, ¿Cómo podemos promover la innovación tecnológica entre los docentes en base al modelo de educación abierta REA? En general ¿Cómo contribuye la adopción del ecosistema REA en la innovación educativa? La tecnología educativa incluye muchos conceptos que están en investigación, los REA pertenecen a este ecosistema e interactúa a medida que el docente pueda adoptar la tecnología.

El Ecosistema REA tiene varios componentes y ante los cambios tecnológicos constantes se torna más complejo. El objetivo de esta propuesta, es desarrollar una metodología para **promover la innovación tecnológica de los docentes en base**

¹<http://www.mecd.gob.es/dctm/inee/internacional/panorama-de-la-educacion-2015.-informe-espanol.pdf?documentId=0901e72b81e9fa3>

²<http://educalab.es/inee/evaluaciones-internacionales/pisa/pisa-2015>

³<http://www.unesco.org/new/es/our-priorities/education-for-all/>

a la adopción del modelo de educación abierto REA, con lo que el componente humano pueda integrarse a los retos tecnológicos, con el objetivo de mejorar sus competencias digitales y adoptar en su práctica profesional el uso de los componentes del Ecosistema REA.

II. METODOLOGÍA

Se plantea la estrategia de investigación empírica denominada "Estudio de Caso", a aplicarse en la Universidad de Vigo, combinada con las metodologías de corte cuantitativo –cualitativo, formulada por [4] en el que se aplicarán diferentes herramientas de recolección de datos (entrevistas, encuestas y observaciones en campo). Fig. 1.



Fig. 1 Metodología Mixta [4]

En la Fig. 2, se muestra el procedimiento a seguir en la investigación. El esquema presentado, al utilizar un sistema de diseño incremental, permitirá incluir nuevos elementos, considerando que la innovación en la Tecnología Educativa es dinámica, se podrá realizar nuevas iteraciones de acuerdo a la necesidad que exista.

El procedimiento se realizará en 3 fases.

1ra. Fase: Investigación situación actual, aplicación de procedimiento de recolección de datos, estudio teórico de REA, innovación, adopción tecnológica, esta fase nos permitirá identificar y caracterizar los elementos necesarios para la adopción tecnológica a través del modelo abierto de REA.

2da. Fase: Diseñar la metodología y el modelo de adopción mediante un prototipo incremental, en base al análisis de datos, para una validación inicial por parte de expertos, con retroalimentación constante para la mejora de la metodología.

3ra. Fase: Aplicar en un estudio de caso la metodología de adopción tecnológica, mediante una evaluación y control, retroalimentar el prototipo incremental para presentar el análisis de resultado de la investigación.

La metodología puede aplicarse en otros entornos educativos para validar la experimentación del modelo.

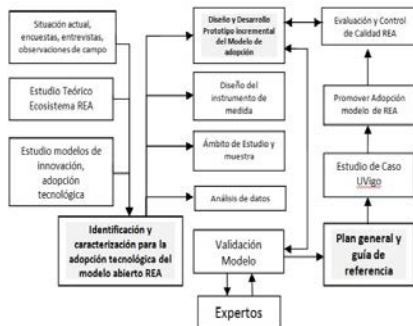


Fig. 2 Metodología para promover la innovación REA

III. RECURSOS EDUCATIVOS ABIERTOS

Ya en el año 1994, se empezó con el término objetos de aprendizaje denominado por Wayne Hodgins con la idea de que los materiales digitales pueden ser diseñados para permitir una fácil reutilización en una amplia gama de situaciones de enseñanza y aprendizaje [5]. El movimiento REA se originó a partir de la evolución de la educación abierta a distancia (ODL, por sus siglas inglés) y en el contexto más amplio de la cultura del conocimiento abierto, código abierto, libre intercambio y la colaboración entre pares, que surgió a finales del siglo XX [6] REA y *Free/Libre Open Source Software*(FLOSS), tienen muchos aspectos en común. Una conexión establecida en primer lugar en 1998 por David Wiley, quien introdujo el concepto de contenido abierto, por analogía con el código abierto [7].

Al MIT OpenCourseWare¹ se le atribuye el haber desatado el movimiento mundial pro REA ya el 2001 después de anunciar que iba a ofrecer en línea todo su catálogo de cursos y el lanzamiento de este proyecto en 2002. En una primera manifestación de este movimiento, el MIT realizó una alianza con la Universidad Estatal de Utah, donde el profesor adjunto en tecnología educativa David Wiley creó una red de apoyo entre pares para la distribución del contenido del OCW, a través de comunidades voluntarias de auto-organización de intereses.

El término "Recursos Educativos Abiertos" fue adoptado por primera vez en el Foro de la UNESCO sobre el Impacto de los Cursos Abiertos de Educación Superior en los países en desarrollo, del 2002². En 2005 el Centro para la Investigación e Innovación Educativa (CERI) de la OCDE puso en marcha un estudio. El informe "Dar conocimiento de forma gratuita: La aparición de los recursos educativos abiertos", publicado en mayo de 2007, es el principal resultado del proyecto, que involucró a una serie de expertos reunidos en 2006. En septiembre de 2007, el Open Society Institute y la Fundación Shuttleworth en reunión de expertos presentaron la "Declaración de Educación Abierta de Ciudad del Cabo" fue publicada el 22

¹ https://en.wikipedia.org/wiki/MIT_OpenCourseWare

² <http://er.educase.edu/articles/2005/1/open-educational-resources-serve-the-world>

de enero de 2008⁶, instando a gobiernos y editores a que los materiales educativos sean financiados con los fondos públicos disponibles y sin costo alguno a través de Internet. A partir de que la UNESCO y el Commonwealth of Learning publicaron el año 2012 «Directrices para Recursos Educativos Abiertos (REA) en la Educación Superior»⁷, se han realizado diferentes acciones de promoción. El proyecto Open Education Consortium, en un elemento importante del Ecosistema REA, al que se encuentran afiliadas muchas universidades del mundo, que permite acceder a cursos, repositorios, diferente material educativo, y brinda el soporte necesario a los que cuentan con membresía⁸. Actualmente existen 46 países miembros del consorcio. En el caso de España pertenecen al consorcio 22 universidades⁹.

IV. ECOSISTEMA RECURSOS EDUCATIVOS ABIERTOS

REA, integrada con todos los componentes del ecosistema debe permitir a los usuarios acceder, copiar, modificar, redistribuir sin ningún tipo de restricción o restricción limitada [8].

Una clasificación difundida de los REA establece los siguientes tipos [9]:

- **Contenidos educativos:** cursos completos (programas educativos), materiales para cursos, módulos de contenido, objetos de aprendizaje, libros de texto, materiales multimedia (texto, sonido, vídeo, imágenes, animaciones), exámenes, compilaciones, publicaciones periódicas (diarios y revistas), etc.
- **Herramientas:** Software para apoyar la creación, entrega (acceso), uso y mejoramiento de contenidos educativos abiertos. Esto incluye herramientas y sistemas para: crear contenido, registrar y organizar contenido; gestionar el aprendizaje y desarrollar comunidades de aprendizaje en línea.
- **Recursos de implementación:** Licencias de propiedad intelectual que promuevan la publicación abierta de materiales; principios de diseño; adaptación y localización de contenido; y materiales o técnicas para apoyar el acceso al conocimiento. Por lo general, quienes crean REA, permiten que cualquier persona use sus materiales, los modifique, los traduzca o los mejore y, además, que los comparta con otros. Se debe tener en cuenta que algunas licencias restringen las modificaciones (obras derivadas) o el uso comercial.

Los conceptos de compartir en el ámbito educativo no son nuevos, sin embargo los REA establecen el uso de las TIC, en el que se debate cual es la implicación real en la mejora del proceso enseñanza aprendizaje, muy cuestionado por la sociedad.

Cada elemento del Ecosistema REA, tiene sub-elementos, que pueden ser investigados independientemente, sin embargo para poder adoptar la tecnología REA, es necesario profundizar en conceptos técnicos, de políticas, contenidos, producción de materiales, etc. y brindar a los docentes herramientas de modelos de adopción tecnológica, verificables y con apoyo de sistemas informáticos para su validación.

Todo este entorno de contenidos, herramientas, tecnología, etc. en base a investigaciones realizadas en la Universidad de Minnesota en el estudio [10] y estudios realizados por [11], se presenta una clasificación resumen para la revisión bibliográfica y estado del arte, que incluye todos los elementos necesarios en el Ecosistema de Recursos Educativos Abiertos que deben ser actualizados constantemente ante las tecnologías emergentes.



Fig. 3 Ecosistema REA (Adaptación a partir de [11])

V. ADOPCIÓN TECNOLÓGICA

La Universidad de Minnesota, en el estudio “*Emerging Technologies in Higher Education*” [12] utiliza la metodología Hype Cycles for Education¹⁰, que permite realizar una valoración respecto del tiempo y expectativas de implementación de diferentes tecnologías emergentes en la educación (positiva o negativa). Hace una valoración entre 0 a 5, y en función a los conceptos de tecnología las clasifica en (ver Fig. 4): las que va ascendiendo aceleradamente, las que se encuentran en el pico de su desarrollo, las que han desilusionado en su implementación, las pendientes de despegue y las que se encuentran en producción. Es una información completa muy recomendable para la revisión a detalle.

⁶ <http://ijedict.dec.uwi.edu/viewarticle.php?id=878&layout=html>

⁷ http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/CI/CI/pdf/publications/oeer_guidelines_es.pdf

⁸ <http://www.oecconsortium.org/about-oec/>

⁹ <http://www.oecconsortium.org/members/country/Spain/>

¹⁰ <http://www.gartner.com/technology/research/methodologies/hype-cycle.jsp>

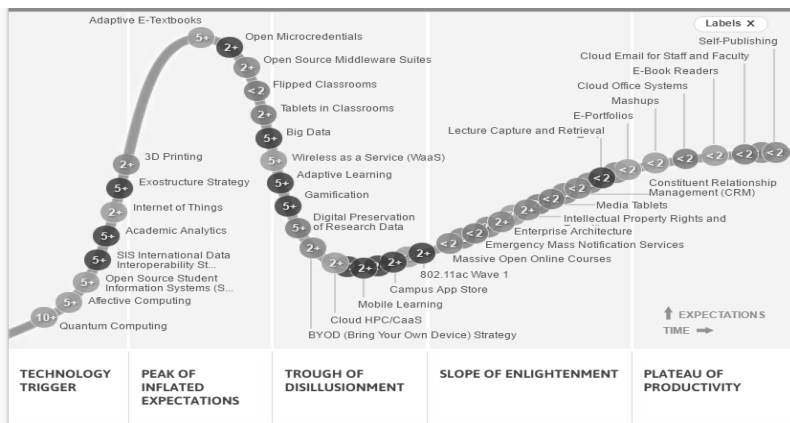


Fig. 4. Componentes de tecnología emergente en el ámbito educativo (<http://hypercycle.umn.edu>)

Los datos obtenidos sobre tecnologías emergentes en la educación, nos orientan sobre el estado actual para tomar acciones futuras, planificar y difundir los aspectos que integran las TIC. En el estudio de Minnesota se tienen en cuenta especialmente tecnologías, y no tanto aproximaciones transversales como las de los REA. Es evidente que ante la variedad de conceptos, contenidos, herramientas, recursos de implementación REA existe una saturación de información. Adicionalmente ante otro tipo de tecnologías emergentes es preciso mejorar las competencias digitales, se agrega también el componente pedagógico.

Paradójicamente, a pesar de la importancia del análisis de los factores organizativos de cambio que influyen en la adopción de innovaciones de tipo tecnológico en las universidades, los estudios se han centrado mayoritariamente en los factores de adopción de LMS por parte de los alumnos, mientras que los trabajos centrados en el por qué los profesores deberían elegir adoptarlos son mucho menos numerosos.

En la tesis doctoral [13] se hace mención a importantes conceptos sobre adopción tecnológica e indica que la disposición de los educadores a utilizar sistemas de e-learning es muy importante porque son ellos los que pueden impulsar su utilización por los estudiantes. Una ausencia de voluntad por parte de los educadores para utilizar sistemas de e-learning puede entonces implicar una infrutilización por parte de los alumnos, lo que a su vez, deriva en resultados académicos insuficientes o incluso pobres: los estudiantes reconocen la utilidad de usar sistemas tipo LMS, pero necesitan una guía de cómo utilizarlos mejor por parte de sus educadores.

A. Difusión y Adopción

Si bien resultan dos conceptos parecidos, se pueden establecer diferencias entre lo que suponen la difusión y la adopción de innovaciones. Así, la difusión supone la extensión

de una idea nueva desde su fuente de invención o creación a sus usuarios, mientras que la adopción, representa todo un proceso que comprende desde la toma de contacto del individuo con la innovación hasta el momento en que la acepta [14].

Las investigaciones sobre innovación se enfocan desde dos puntos de vista, la difusión y la adopción. Unos enfoques utilizan la perspectiva de la difusión para intentar entender cómo se propaga una innovación entre los miembros de una comunidad, habitualmente se aplica a nuevos bienes de consumo en un mercado potencial; mientras que otros autores utilizan la perspectiva de la adopción para evaluar la receptividad y los cambios de una organización o sociedad ante una innovación. El proceso de adopción es complementario al proceso de difusión [15].

B. Innovación

Según la definición de la Real Academia española, una innovación supone la "Creación o modificación de un producto, y su introducción en el Mercado" (RAE). Sin embargo, la definición propuesta por [16] es más flexible pues indica que "es el cambio que crea una dimensión de rendimiento". Hace una clasificación en varios tipos de innovación, pero la que nos interesa indica:

Innovación Tecnológica: es el proceso por el cual las nuevas tecnologías son desarrolladas o mejoradas y difundidas hasta el punto de hacerse de uso común. La innovación tecnológica es independiente del momento de creación de la tecnología en cuestión, dado que su especificidad proviene de la aplicación de la tecnología desde un enfoque diferente al existente [17].

C. Modelos de Adopción Tecnológica

Al igual que el avance tecnológico, los modelos de adopción tecnológica han ido evolucionando. La Tabla I, presenta un

detalle de los modelos de adopción tecnológica. En ella se especifican en diferentes columnas el nombre del modelo, si responde a un enfoque de difusión o de adopción. Asimismo se indica el tipo de modelo, es decir, si es una propuesta concreta de modelo -matemático o sistémico- o sólo un marco conceptual. La última columna contiene las características más significativas de cada modelo.

Cada modelo presenta diferentes características, adopta diferentes variables, se enfocan en lo social, tecnológico, organizacional, usabilidad, calidad y otros, que serán considerados para el diseño del modelo de adopción tecnológica.

La experimentación en el presente trabajo debe integrar tanto el enfoque de Difusión como de Adopción, aportando un modelo mixto.

TABLA I. MODELOS DE INNOVACIÓN (ADAPTADA DE [15]). (A) AUNQUE EXPLÍCITAMENTE NO ES UN MODELO DE DINÁMICA DE SISTEMAS, ES UN MODELO NO LINEAL CUYA VERSIÓN DE DINÁMICA DE SISTEMAS SE PUEDE VER EN INVESTIGACIONES. (B) LA SEGUNDA VERSIÓN DEL AUTOR TIENE VOCACIÓN SISTÉMICA, SI BIEN PRECISA ALGÚN AJUSTE PARA QUE SEA SOSTENIBLE

| Modelo | Enfoque | Tipo | Diseño Sistémico | Características |
|---|----------|-------------------|------------------|---|
| Modelo de difusión de Bass | Difusión | Modelo Matemático | (a) | Dos procesos: adquisiciones de innovadores y adquisiciones de imitadores Variables principales: p (coeficiencia de innovación), q (coeficiente de imitación), M (mercado potencial) |
| Modelo de difusión basado en Dinámica de Sistemas de Miling y Maier | Difusión | Modelo Sistémico | SÍ | Modelo monopolístico, modelo competitivo, modelo de sustituciones |
| Teoría de la difusión de la innovación | Adopción | Marco Teórico | NO | Variables principales: precio, calidad, publicidad, retraso en la entrega percibida, probabilidad de comprar, demanda, volumen de producción, producción acumulada, capacidad de inversión. |
| Marco Conceptual de Adopción de Frambach y Schilewaert | Adopción | Marco Teórico | NO | Dos procesos de decisión: individual y organizacional Proceso individual: conocimiento, convencimiento, decisión, implementación y confirmación Proceso organizacional: priorizar la agenda, contrastar, redefinir/reestructurar, explicar y rutina Cinco grupos de adoptadores: innovadores, adoptadores tempranos, mayoría temprana, mayoría tardía y rezagados Curva de adopción Dos sistemas sociales: heterófilos y homófilos Dos niveles de adopción: organizacional e individual |
| Modelo Dinámico de Implementación de Innovación | Adopción | Modelo Sistémico | SÍ | Variables a nivel organizacional: características percibidas de la innovación, características adoptadoras, actividades de marketing de los proveedores, la red social e influencias del entorno Variables a nivel individual: actitud hacia la innovación, facilitadores organizacionales, innovatividad personal e influencias sociales Variable principal: compromiso con la innovación |
| Modelo de Aceptación de la Tecnología | Adopción | Marco Teórico | NO | Tres bucles de realimentación: refuerzo (+), difusión (+) y presión normativa (-) Variables principales: utilidad percibida, facilidad de uso percibida, intención de uso |
| Modelo de Éxito de Sistemas de Información de Delone y Mclean | Adopción | Marco Teórico | (b) | Modelo de aceptación de la tecnología ampliado Teoría unificada de la aceptación de la tecnología a entornos ERP de Amoako-Gyampah y Salam Variables principales: intención de uso/uso, satisfacción del usuario, beneficios netos Variables externas: calidad de la información, calidad del sistema, calidad del servicio |

VI. CONCLUSIONES

El artículo describe componentes del ecosistema educativo que permitirán un mayor conocimiento para la innovación de los docentes accediendo al uso de modelos abiertos como son los REA.

La metodología para promover la innovación docente, permitirá la sistematización y desarrollo de una herramienta mediante prototipos, que permitan efectivamente que el profesor en su nuevo rol educativo, tenga la capacidad de mejorar la calidad de la enseñanza en base a un proceso experimental

documentado en un sistema de información y adoptando el modelo abierto REA.

Parecería que los problemas detectados son de fácil solución, sin embargo los componentes técnicos, pedagógicos, sociales, políticos, culturales, económicos, el avance tecnológico constante, los modelos educativos, etc. son complicados de sistematizar. Los REA son un modelo abierto que debe incluirse como elemento innovador, estamos seguros que la metodología y prototipo a generar será un aporte valioso que permitirá la adopción, difusión e innovación.

Los resultados generarán una base de datos que permita un análisis educativo en la innovación docente y que pueda aplicarse en otros entornos educativos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Proyecto EuroInkaNet, Europe and Latin America Sustainable Innovation and Knowledge Academic Network del Programa Erasmus Mundus, que financia la presente investigación.

REFERENCIAS

- [1] Watson, D. M. (2001). Pedagogy before technology: Re-thinking the relationship between ICT and teaching. *Education and Information technologies*, 6(4), 251-266.
- [2] Reynolds, D., Treharne, D., & Tripp, H. (2003). ICT—the hopes and the reality. *British journal of educational technology*, 34(2), 151-167.
- [3] Weller, M., de los Arcos, B., Farrow, R., Pitt, B., & McAndrew, P. (2015). The impact of OER on teaching and learning practice. *Open Praxis*, 7(4), 351-361.
- [4] Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*. México: Wiley.
- [5] Wiley, David (6 de febrero de 2006). Expert Meeting on Open Educational Resources. Centre for Educational Research and Innovation. Consultado el 2 de Mayo de 2016
- [6] Wiley, David (1998). «Open Content». OpenContent.org. Consultado el 02 de Mayo de 2016
- [7] Jan (2007). «El conocimiento libre y los recursos educativos abiertos». Center for Educational Research and Innovation (Paris: OECD). Consultado el 02 de Mayo de 2016.
- [8] Santos-Hermosa, G., Ferran-Ferrer, N., & Abadal, E. (2012). Recursos educativos abiertos: repositorios y uso
- [9] Boneu, J. M. (2007). Plataformas abiertas de e-learning para el soporte de contenidos educativos abiertos. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 4(1), 8).
- [10] "Emerging Technologies in Higher Education", <http://hypecycle.umn.edu/>
- [11] Zancanaro, A., Todesco, J. L., & Ramos, F. (2015). A bibliometric mapping of open educational resources. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 16(1).
- [12] Metodología Hype Cycles for Education <http://www.gartner.com/technology/research/methodologies/hype-cycle.jsp>. Consultado el 27 de Mayo de 2016
- [13] Duarte, A. R., Sandulli, F., & Baker, P. M. (2014). Un marco de análisis para la adopción de Sistemas de Gestión de Aprendizaje en las Universidades. *Globalización, Competitividad y Gobernabilidad de Georgetown/Universidad*, 8(1).
- [14] Rogers, E. M. (2002). Diffusion of preventive innovations. *Addictive behaviors*, 27(6), 989-993.
- [15] Santa Catalina, I. M. (2010). Modelo de Dinámica de Sistemas para la implantación de Tecnologías de la Información en la Gestión Estratégica Universitaria (Doctoral dissertation, Universidad del País Vasco).
- [16] Drucker, P. (2014). *Innovation and entrepreneurship*. Routledge.
- [17] Hernández-García, A. (2012). Desarrollo de un modelo unificado de adopción del comercio electrónico entre empresas y consumidores finales. Aplicación al mercado español (Doctoral dissertation, Telecomunicación).

Aprendizaje basado en proyectos como metodología que fomente el uso de Recursos Educativos Abiertos. Experiencia en la formación profesional de grado medio

Wilme Rodríguez¹

Instituto de Educación Secundaria San Juan de la Rambla
Consejería de Educación, Universidades y Sostenibilidad del Gobierno de Canarias
San Juan de la Rambla (Tenerife), España
online@wilmerodriguez.com

Resumen—El diseño de situaciones de aprendizaje, visto como actividad a desarrollar por los docentes en función del contexto social, los objetivos del centro, el trabajo colaborativo entre personas e instituciones y el propio perfil del docente, resulta clave en el diseño, la evaluación y el uso de recursos educativos abiertos para su reutilización futura. En el presente trabajo se proponen características deseables en el binomio docente-discente y en el contexto de la formación profesional, según el marco normativo español. Además, se citan experiencias que han tenido como protagonista al alumnado de un ciclo formativo de grado medio, título de Sistemas Microinformáticos y Redes. Las propuestas representan una puesta en valor y el estímulo a las capacidades creativas y de innovación, junto a la colaboración entre docentes. Las mismas, aunque focalizadas en un instituto de educación secundaria, pueden ser fácilmente extrapolables a otros entornos docentes.

Palabras clave—aprendizaje basado en problemas, coasociación, formación profesional, Informática y comunicaciones, perfil docente, reutilización de recursos

I. INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la «Informática y Comunicaciones», los títulos englobados en los diversos niveles educativos de esta familia profesional —Formación Profesional Básica (FPB) [1-2], Ciclo Formativo de Grado Medio (CFGM) [3] y Ciclos Formativos de Grado Superior (CFGS) (Real Decreto 1629/2009, de 30 de octubre, por el que se establece el título de Técnico Superior en Administración de Sistemas Informáticos en Red y se fijan sus enseñanzas mínimas, 2009) [4-6]— no pasan por alto el reconocimiento ni el ejercicio de los deberes y derechos de la actividad profesional, de acuerdo con lo establecido en la legislación vigente, pero tampoco la participación activa del sujeto en la vida económica, social y cultural. Asimismo, se contempla como objetivo para el estudiante reconocer e *identificar los cambios tecnológicos, organizativos, económicos y laborales en su actividad, analizando sus implicaciones en el ámbito de trabajo, para resolver problemas y mantener una cultura de actualización e innovación* [4-5]; inclusive, en las titulaciones LOMCE, es

necesario *adaptarse a las nuevas situaciones laborales originadas por cambios tecnológicos y organizativos en su actividad laboral, utilizando las ofertas formativas a su alcance y localizando los recursos mediante las tecnologías de la información y la comunicación* [1-2]. Del mismo modo, como se ejemplificará con experiencias propias entre un Centro de Educación de Personas Adultas (CEPA) y un CFGM de Sistemas Microinformáticos y Redes con instituciones externas vía colaboración mutua y vivencia de experiencias [7-8], a través del diseño de situaciones de aprendizaje cuidadosamente planificadas, el estudiante debe adquirir las competencias que le permitan *adaptarse a diferentes puestos de trabajo y nuevas situaciones laborales originadas por cambios tecnológicos y organizativos en los procesos productivos* [3]. Es en el diseño de estas situaciones de aprendizaje en las que los Recursos Educativos Abiertos (REA) juegan un papel importante, junto a la formación y la concienciación del docente en la materia.

II. AGENTES EN UNA SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

Profundizando en la formación y la concienciación del docente, respecto a la configuración del rol docente, su formación y concienciación en materia del uso de REA, resultan congruentes las tres dimensiones propuestas por Zabalza [9] para el profesorado universitario en el contexto de la formación profesional y la colaboración entre instituciones educativas. Si bien la formación que se imparte en los Centros de Educación de Personas Adultas (CEPA), los Institutos de Educación Secundaria (IES) y los Centros Integrados de Formación Profesional (CIFP) distan mucho del nivel académico universitario, desde la óptica de quien suscribe las dimensiones propuestas por el autor citado son aplicables, porque, entre otras consideraciones, parten de la base de que es una formación conducente a una profesión o, simplemente, son el primer escalón que el estudiante debe superar para cumplir su proyecto de vida. Así, contextualizando la expectativa respecto a un docente en organizaciones preuniversitarias y en clave de lo propuesto por Zabalza, se tiene:

a. Dimensión profesional. En este plano, el discente espera que se le expongan cuáles son sus exigencias (y en

¹Docente colaborador del Centro de Educación de Personas Adultas Comarca Nordeste de Tenerife, desde febrero de 1995 hasta junio de 2014.

especial lo que se espera, profesionalmente hablando, de su futuro perfil laboral), cómo y en torno a qué parámetros se ha de construir la identidad profesional, cuáles son los principales dilemas que caracterizan el ejercicio de la profesión en ese ámbito, cuáles son las necesidades de formación inicial y, en especial, las permanentes, etc. Así, desde la finalidad última de crear un producto tangible a ser evaluado (una obra literaria, un cartel, un cortometraje, un software, etc.), el docente debe prever lo mejor posible la situación de aprendizaje para el discente —coordinando sobre una red de contención de seguridad mínima la propuesta educativa—. En esta materia, el docente debe ostentar una formación mínima en materia del uso y distribución de los REA. A mayor abundamiento, para quien suscribe, el docente también debe ser dinamizador, profeta y explicar, desde la ejemplaridad de la primera persona, el uso de los REA.

b. Dimensión personal. No es menos cierto que el estudiante espera la implicación y el compromiso personal propios de la profesión docente, así como ser ajeno a los ciclos de vida de los docentes y a los condicionantes de tipo personal que les afecten (edad, enformo familiar, condición social, etc.). Pero, además, espera no percibir los problemas personales que suelen ir asociados al ejercicio profesional (*burn out*, estrés, desmotivación, etc.). El alumnado aspira a una desvinculación de los problemas personales del docente, pero también a una comprensión humana en el proceso formativo. Es la concienciación recíproca docentes-discente lo que, a ojos de quien suscribe, facilita la innovación y la experimentación. De esta forma, en un ambiente de empatía mutua es posible crear productos con formatos abiertos y recursos de código libre que serán reutilizados por otras entidades —con toda probabilidad también por estudiantes de la misma institución en una relación de mentoría entre estudiantes de niveles previos haciendo uso de recursos producidos por estudiantes que han vivido la experiencia previamente—, bajo licencias abiertas como Creative Commons, vía redes sociales o en repositorios públicos, etc.

c. Dimensión laboral. No menos importante son los aspectos claramente relacionados con las condiciones contractuales, los sistemas de selección y promoción, los incentivos, las condiciones laborales (carga de trabajo, horarios, obligaciones vinculadas, etc.). Es en este ámbito donde el estudiante espera recibir un mayor grado de asesoramiento, ajeno al *burn out* docente. Bajo un ambiente de colaboración y cooperación mutua, docente y discente pueden llegar a producir creaciones del tipo REA que satisfagan sus metas personales.

Bajo estas tres dimensiones (profesional, personal y laboral) el docente debe centrarse en construir situaciones de aprendizaje motivadoras, conducentes a la adquisición del aprendizaje y que utilicen algún REA. El arte empleado por el docente en el proceso del diseño y la puesta en marcha en el grupo clase de la situación de aprendizaje condicionará el éxito o el fracaso de la propuesta, siempre bajo la empatía que el discente tenga y los recursos (materiales, instituciones, etc.) con los que se cuente. Al respecto se trasluce un «saber hacer» a través de la indagación y la realización de proyectos (memorizando los conceptos básicos y utilizando las Tecnologías del Aprendizaje y Conocimiento), mediante recursos (documentos, espacios web, etc.) diseñados para tal fin. En este punto, toda la administración

pública juega un papel importante al crear y poner a disposición de los ciudadanos fuentes de datos y recursos de acceso abierto.

Con este enfoque metodológico en el que se precisa también a un estudiante proactivo, el profesorado debe evitar la presentación de soluciones únicas y exclusivas a los problemas o situaciones planteados que resten al discente la posibilidad del descubrimiento propio. Del mismo modo, para evitar la percepción por parte del estudiante de un posicionamiento pasivo del docente, se dinamizará el proceso aportando alternativas, nuevas variantes y recursos, etc. a las soluciones encontradas.

III. PROPUESTA METODOLÓGICA

Expuestas las dimensiones profesionales y como entendemos que afectaría a la promoción del uso y la creación de los REA, los autores López Cámara, González López, & de León Huertas [10] enumeran cuarenta indicadores divididos en seis dimensiones en las que pensamos se debe incidir en aras de fomentar el uso de los REA:

1. Diseño de los programas/guías docentes de la asignatura. Representa una dimensión ajena al discente, en la que la pericia de la labor docente y el marco normativo educativo juegan un papel importante. Al respecto, es importante la formación continua del docente y su implicación en los procesos de creación de programaciones y asesoramiento pedagógico. Como ejemplo cabe citar la participación en concursos cuyos productos finales se licencien como Creative Commons, o, simplemente, queden de acceso público. Del mismo modo, es clave el modo en que se evalúe el proceso de enseñanza-aprendizaje.

2. La metodología empleada. Tanto el aprendizaje basado en proyectos como el basado en la indagación representan apuestas enriquecedoras. En estas dos metodologías un papel importante es el de un estudiante investigador, adoptando la pedagogía de la coasociación. Según Prensky [11], representa una *forma totalmente opuesta a la enseñanza teórica*. Se comparte con el autor que en la *pedagogía de la coasociación el objetivo del profesor es no dar ninguna teoría (al menos a toda la clase)*. Son los estudiantes (solos o en grupos) quienes soportan la responsabilidad de buscar, hacer hipótesis, encontrar respuestas y crear presentaciones. Los productos serán después valorados y examinados por el profesor y la clase para su corrección, contexto, rigor y calidad. En palabras del autor, *se cubre el currículum obligatorio porque las preguntas que responden los alumnos son las que necesitan conocer*. Y si producto de ese proceso creativo los recursos creados son REA, los mismos podrán ser reutilizados con mayor facilidad y servir de ejemplos (o contraejemplos) en procesos educativos futuros. Como muestra cabe citar el fomento de concursos de carteles, de cuentos, de soluciones concretas a problemas reales y cercanos al estudiante. El elemento motivador puede venir dado en un reconocimiento público (en el caso del mejor cartel), en la publicación de la obra (en el supuesto de los cuentos) o en la ejecución de la obra (en el caso de ser la solución a un problema de la comunidad).

3. Las actividades prácticas. Bajo la pedagogía de la coasociación, en palabra de Prensky [11], *no contarles a los*

alumnos lo que necesitan saber, sino requerir que lo descubran por sí mismos (y después que lo compartan con sus iguales y con el profesor para que lo evalúe), pone inmediatamente a los alumnos en este nuevo y diferente papel. A mayor abundamiento, siguiendo al mismo autor y bajo la reutilización de los recursos, el hecho pone de manifiesto que un extra al hacerlo es que el papel de investigador, al ser profesional, implica un nivel de respeto que no siempre se da a meros 'alumnos', por esta razón, algunas escuelas han optado por rebautizar oficialmente a sus estudiantes como 'investigadores'.

4. Los recursos didácticos proporcionados. Aunque su disponibilidad se vincula principalmente a la institución, no es menos cierto que la pericia docente puede hacer que bajo la legalidad se introduzcan recursos inicialmente no accesibles por la institución. Adicionalmente se encuentran los recursos de elaboración propia. Es en este último punto en el que los REA toman mayor importancia. Por ejemplo, los repositorios *open data* cumplen la función básica de ser fuentes de datos accesibles y de libre uso en módulos profesiones que utilizan hojas de cálculo y bases de datos. El planteamiento educativo sería generar situaciones de aprendizaje cuyo producto final sean archivos de datos sin restricciones de uso según los derechos de autor, de patentes o de otros mecanismos de control y con los que educativamente poder crear situaciones de aprendizaje. Diseñar actividades bajo la perspectiva de repositorios *open data* incentiva a determinado alumnado a realizar el producto final bajo la óptica del reconocimiento y como trampolín laboral.

5. El sistema de evaluación. Cuando la información se encuentra a un clic, en la actualidad existen otros elementos que se deben tener en cuenta en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Según el Premio Nobel Herbert Simon, el significado de «saber» ha pasado del ser capaz de recordar y repetir al ser capaz de encontrar y utilizar la información [12]. Así, cuando se busca fomentar la comprensión y un compromiso en el aprendizaje a través del desarrollo de una práctica de «mente abierta» basada en la investigación y en el contexto de la enseñanza-aprendizaje, la evaluación se debe centrar en el proceso y el producto final. Evaluar mediante rúbricas, en especial el proceso y el producto final, conferirá la garantía necesaria para que el REA creado pueda ser utilizado por terceros con garantías mínimas.

6. La propia actitud del profesorado. No hay que ser muy perspicaz para imaginar que, como asertivamente sostiene Zabalza [9], *algunos de los aspectos que se tratan en una de las dimensiones podrían ser tratados en otra (por ejemplo, la carrera docente es tanto una cuestión laboral como profesional e incluso personal)*. Se comparte con el autor que las propias dimensiones resultan útiles para poder moverse con cierta soltura entre el enmarañado de dimensiones y cualidades que caracterizan el rol docente en la actualidad. A efectos prácticos, se propone que se demanden docentes que promuevan una metodología orientada hacia la participación, el trabajo en grupo y la reflexión del grupo clase en un contexto en el que también participen instituciones externas. Entre estas pueden estar otros centros de menor, igual o mayor escala educativa, diversos agentes de la propia localidad (asociaciones de vecinos, tejido empresarial, agentes municipales, etc.), los colegios profesionales, las universidades, etc. La transversalidad de las relaciones que debe tener el docente le llevará a un reciclaje

constante y a mantenerse en el circuito de la formación permanente.

IV. ALGUNAS PROPUESTAS DE ÉXITO

En este apartado, resulta consecuente enumerar algunos casos de éxito en los que un centro de educación secundaria que imparte el CFGM de Sistemas Microinformáticos y Redes, con un alumnado heterogéneo, ha logrado confeccionar RAE que han quedado liberados a la comunidad. Estos recursos han sido creados por estudiantes para estudiantes en un proceso compartido de aprendizaje entre docentes-discentes.

A. Museo, arte, videoconsola e imaginación

Representa una propuesta educativa en la que los productos finales fueron un video, imágenes que derivaron en camisetas, marcadores de libros, etc. y que permitieron la realización de siete exposiciones en espacios culturales en la zona de ámbito del centro educativo. La actividad fue posible gracias a la participación de docentes innovadores —adscritos al CEPA Comarca Nordeste de Tenerife— en el proyecto "Aqui Pintamos Todos" —un proyecto EducaThyssen, en colaboración con Nintendo y el juego New Art Academy, con el objetivo de aproximar las obras de la Colección Thyssen-Bornemisza a los usuarios y fomentar, al mismo tiempo, el uso de las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC)—. Al mismo tiempo, ya concluido el proyecto, representa una experiencia que conecta alumnado de un CEPA y un IES bajo el objetivo de la difusión y la reutilización de los productos finales creados en el CEPA.

Exposición: (Interactiva)

"Aqui pintamos todos"

Alumnos del CEPA Comarca Nordeste de Tenerife, utilizando la Nintendo 3DS y New Art Academy

Del 22 al 28 de abril
Sala de Exposiciones
Centro Diabólico Tifón

Del 8 al 13 de abril de 2013
Sala de Exposiciones
Casa Provincial de Artes y Oficios (Tejano)

Del 1 al 11 de mayo
Centro de Profesores de La Laguna
(San Cristóbal de La Laguna)

Del 1 al 18 de junio
Sala de Exposiciones
Comarca Escolar de Canarias
(San Cristóbal de La Laguna)

Del 1 al 18 de Agosto
Patio Central
Comercio Sra. Dominga
(San Cristóbal de La Laguna)

del 15 de Octubre al 15 de Noviembre de 2013

Lugar:
IES San Juan de la Rambla
C/ Adán Martín Martí, s/n- San Juan de la Rambla

MUSEO DE LA CIUDAD DE SAN CRISTÓBAL DE LA LAGUNA

Fig. 1. Uno de los carteles que publicitaron la experiencia. (fuente: autor)

En esta experiencia, el objeto del aprendizaje se presenta al discente en su forma final, exigiéndosele sólo que interiorice o añada el material (leyes, metodologías de trabajo, un teorema de geometría, etc.) que se le presenta de tal modo que pueda recuperarlo o reproducirlo en un momento posterior. Por tanto, bajo la óptica de la imitación en el aprendizaje, estudiantes del ciclo formativo del módulo de Aplicaciones Ofimáticas (AIF) han identificado y estudiado los productos finales y disponibles en abierto que el alumnado del CEPA ha realizado: carteles e imágenes en camisetas, marcadores, etc.

Las hojas de cálculo permiten cuantificar el coste económico del Proyecto, dentro del contexto de la tercera Unidad Didáctica (UD) de AIF. Mediante la observación directa de los productos, el alumnado del ciclo tiene la oportunidad de constatar dimensiones, calidad de los materiales, metodologías de trabajo —tipos de impresión en papel, serigrafía en tela o piedra—, etc. Por otra parte, la video-memoria del Proyecto representa un excelente ejemplo para la actividad final de la quinta UD de AIF. La unidad está dedicada a la manipulación de imágenes y video, cuya capacidad terminal radica en que el discente pueda manipular secuencias de video analizando las posibilidades de distintos programas y aplicar técnicas de captura y edición básicas. Finalmente, los numerosos carteles creados son también REA utilizados en la sexta UD dedicada a la elaboración de presentaciones multimedia —obsérvase que las herramientas de este tipo pueden ser utilizadas, en niveles no tan especializados, como programas para la edición de carteles, trípticos, etc.—. Todos los carteles del proyecto han sido elaborados con un programa de presentaciones multimedia, bajo el objetivo de la identificación de los cambios tecnológicos, organizativos, económicos y laborales propios del título.

B. Laboratorios remotos y virtuales

En esta propuesta, el concepto de REA se centra tanto en el uso de laboratorios remotos y virtuales (LAB) como en la creación de propios LAB virtuales, utilizando la metodología del aprendizaje basado en la indagación en el contexto del Proyecto GoLab —del inglés, *Global Online Science Labs for Inquiry Learning at School* (Laboratorios Globales Online de Ciencias para el Aprendizaje basado en la Indagación en la Escuela)—. La gestión y la coordinación de las acciones formativas y de uso del Proyecto en España han estado a cargo del grupo de investigación WeblabDeusto, dentro de la Universidad de Deusto.

Los contenidos curriculares se adscriben al ámbito del módulo profesional de Montaje y Mantenimiento de Equipos (MJE): medición de parámetros eléctricos, identificación de señales y conexión con sus unidades características. En la experiencia, el alumnado se ha formado haciendo uso de los productos y utilidades que deja en abierto el propio proyecto (repositorio en línea de LAB, espacios educativos para la indagación (ILS) y el acceso al sistema grasp.eu), creando sus propias propuestas (véase Fig. 2).

La apuesta ha permitido dar autonomía al alumnado en la creación de LAB mientras su profesorado coordinaba el proceso y se formaba en la creación de espacios educativos para la indagación ILS. La propuesta lleva emparejada una formación conjunta entre docentes y discente. Respecto al resultado de una

de estas sesiones formativas, y en palabras del director del proyecto en España, *la experiencia fue muy enriquecedora ya que el escenario propuesto es distinto del resto de seminarios. En este caso se trata de trabajar con alumnos expertos en el diseño de webs, y no con profesores que no lo son. Por tanto, los resultados serán distintos y claramente ayudarán a mejorar la propuesta Go-Lab en su conjunto* [13]. Naturalmente, desde las tres dimensiones citadas por Zabalza [9], hablamos de un ejemplo de propuesta educativa coordinada sobre una red de contención de seguridad mínima en la que el discente aprende y desarrolla su creatividad.

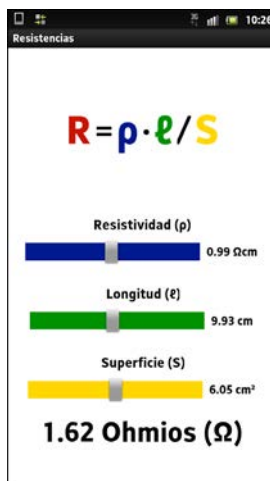


Fig. 2. Ejemplo de laboratorio virtual (LAB) creado por los estudiantes 2015/2016 (García, D. y Hernández, R.), disponible para dispositivos móviles

C. Elaboración de cortometrajes

La intercolaboración y cooperación docente a nivel del departamento de Informática del centro ha permitido que un estudiante proponga, diseñe y dirija, bajo la supervisión (no intervencionista) del equipo educativo, un cortometraje que conecta estudiantes de cuarto curso de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y de primer curso de un CFGM. La propuesta, alzada con los premios a la mejor banda sonora, mejor actor y mejor dirección, ejercerá, en palabras del director del centro, un efecto multiplicador al crearse en el centro «una cantera de jóvenes especialistas», y de docentes mejor formados, que ejerzan de referentes positivos en los niveles educativos implicados en el proyecto.

El contexto se enmarca dentro de los módulos profesionales: AIF, Aplicaciones Web (APW) e Integración (ITG). El hecho de que la idea, el guión y la dirección del cortometraje procedieran de un estudiante aporta tanto valor al REA resultante como

conexión y empatía entre el alumnado: referentes positivos a imitar.

V. EVALUACIÓN DEL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Uno de los aspectos críticos llega a la hora de evaluar el proceso de enseñanza-aprendizaje del discente, en el que se debe evidenciar una adaptación a los diversos puestos de trabajo y a las nuevas situaciones propias de la etapa. En esa evidencia de adaptación, juega un papel importante la dimensión profesional, personal y laboral del docente para adecuar las exigencias de calidad laboral del sector y el uso de criterios de valoración sólidos, transparentes y ágiles. Siguiendo esta máxima —mediante el uso de rúbricas— la evaluación consistirá en poner a examen los nuevos productos resultantes de cada actividad. La evaluación mediante rúbricas será lo que vinculará el conjunto de «resultados de aprendizaje» con los criterios y estándares de evaluación que han de ser adquiridos. Por ejemplo, en el caso del cortometraje, el trabajo bien realizado se puede condicionar a la calidad meramente técnica del producto final: duración, resolución, efectos y técnicas empleadas, etc. Pero, también, se debe condicionar la excelencia en función de la predisposición, la existencia de acuerdos con terceros y si el trabajo se premia —actuando como trampolín profesional— fuera del ámbito del centro educativo (véase Fig. 3).

| Aspecto a evaluar | Necesita mejorar | Suficiente | Bueno | Excelente |
|--|---|---|--------------------------------------|---|
| Diligencia en la entrega | El trabajo final se entrega después de la fecha límite | — | El trabajo final se entrega en plazo | El trabajo final se entrega antes de la fecha límite |
| Predisposición | No existe predisposición a investigar y es necesario pausar el diseño | Existe cierta predisposición a investigar, aunque es necesario pausar el diseño | — | Existe total predisposición y autonomía por investigar y no es necesario pausar el diseño |
| Acuerdos con terceros: música, imágenes o videos | No. Carencia de iniciativa por llegar a acuerdos con terceros | — | — | Si. Existe iniciativa por llegar a acuerdos con terceros |
| El cortometraje es el elegido para representar al centro | No | — | Si | Si. Es la propuesta ganadora del concurso |

Fig. 3. Rúbrica que condiciona la excelencia de un corometraje a factores estrictamente no técnicos. (fuente: autor)

No menos importante, se hace necesario mantener en constante evaluación el propio proceso de selección de las temáticas, de los REA y los resultados, junto al grado de satisfacción, que obtienen los estudiantes con todo el proceso.

VI. A MODO DE CONCLUSIÓN

En los procesos educativos, son capitales la formación y la actualización docentes en diversidad de ámbitos. No obstante, ante el escenario de la globalización en que vivimos, la compartición de las tareas (mediante la reutilización de los recursos) se enmarca en el uso de los Recursos Educativos Abiertos (REA). Sin embargo, desde la posición de los docentes existe la oportunidad única de favorecer el uso de los REA, propiciando situaciones de aprendizaje basadas en metodologías

del aprendizaje por proyectos/problemas y en el aprendizaje por investigación/indagación.

Desde la formación específica del área en la que se imparte docencia, pasando por la formación en higiene y salud laboral propia de la actividad docente, hasta la formación en temáticas que complementan la actividad educativa —por ejemplo, dinámicas de grupos, participación ciudadana, legislación, etc.—, es posible propiciar un efecto multiplicador en el uso de los REA si estos se integran transversalmente en las propuestas educativas.

Victor Hugo, el escritor francés autor de obras como *Los Miserables* o *Nuestra Señora de París*, decía que «lo que conduce y arrastra al mundo no son las máquinas sino las ideas». Naturalmente, se necesitan ideas que propicien el uso de los REA. Esas ideas pasan por docentes formados, estudiantes que empaticen con el proceso, instituciones comprometidas y una conexión creativa en el momento puntual. Pues se sabe que, citando a Steve Job (1996), *la creatividad simplemente consiste en conectar las cosas. Cuando le preguntas a personas creativas cómo hicieron algo, se sienten un poco culpables porque en realidad no crearon nada, simplemente vieron algo. Les fue obvio después de un tiempo. Eso es porque fueron capaces de conectar las experiencias que habían tenido y las sintetizaron de formas nuevas* [14]. Instituciones, profesorado y alumnado deben ver lo obvio, impulsando el proceso en algo creativo, abierto y reutilizable, permitiendo la adaptación a diferentes puestos de trabajo y nuevas situaciones laborales originadas por los cambios tecnológicos y organizativos en los procesos productivos —objetivo del CFGM—.

Las tres propuestas descritas han tenido en común la interconexión de ideas con las necesidades formativas de un grupo clase, en el contexto de la reutilización de productos educativos y en aras de propiciar el trampolín laboral del estudiante. Al mismo tiempo, las tres propuestas a cuál más dispar y original, tienen en común la edición de video, el diseño gráfico y una posible salida profesional propia del título: tres propuestas que también buscan satisfacer la diversidad de un grupo clase.

REFERENCIAS

- [1] *Real Decreto 127/2014, de 28 de febrero, por el que se regulan aspectos específicos de la Formación Profesional Básica de la formación profesional del sistema educativo, se aprueban catorce títulos profesionales básicos*, vol. 55, 2014.
- [2] *Real Decreto 356/2014, de 16 de mayo, por el que se establecen siete títulos de Formación Profesional Básica del catálogo de títulos de las enseñanzas de Formación Profesional*, vol. 130, 2014.
- [3] *Orden EDU/2187/2009, de 3 de julio, por la que se establece el currículo del ciclo formativo de Grado Medio correspondiente al título de Técnico en Sistemas Microinformáticos y Redes*, vol. 192, 2009.
- [4] *Real Decreto 1629/2009, de 30 de octubre, por el que se establece el título de Técnico Superior en Administración de Sistemas Informáticos en Red y se fijan sus enseñanzas mínimas*, vol. 278, 2009.
- [5] *Real Decreto 450/2010, de 16 de abril, por el que se establece el título de Técnico Superior en Desarrollo de Aplicaciones Multiplataforma y se fijan sus enseñanzas mínimas*, vol. 123, 2010.
- [6] *Real Decreto 686/2010, de 20 de mayo, por el que se establece el título de Técnico Superior en Desarrollo de Aplicaciones Web y se fijan sus enseñanzas mínimas*, vol. 143, 2010.

- [7] W. Rodríguez, «Conectando ideas, a partir de los trazos de un pincel digital: Reinterpretando a los grandes o sacando el artista que se lleva dentro.» *Davalia* (2), nº 2, pp. 36-49, 2012.
- [8] W. Rodríguez, «Aprendizaje basado en procesos de indagación. Experiencia del IES San Juan de la Rambla en el contexto del Proyecto Go-Lab.» *Davalia* (4), pp. 8-19, 2016.
- [9] M. Zabalza, *La enseñanza universitaria. El escenario y sus protagonistas.*, Madrid: Narcea, 2007, pp. 106-107.
- [10] A. B. López Cámara, I. González López y C. de León Huertas, «Perfil de un buen docente. Aplicación de un protocolo de evaluación de las competencias del profesorado universitario.» Universidad de Córdoba, 2014. [En línea]. Available: DOI: <http://dx.doi.org/10.6018/reifop.17.1.190531>. [Último acceso: 20 abril 2016].
- [11] M. Prensky, *Enseñar a nativos digitales*, Madrid: SM, 2011, pp. 26-27, 31, 33, 98, 111.
- [12] National Research Council, «Learning: From Speculation to Science.» *de How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School: Expanded Edition*, Washington, National Academy Press, 2000, p. 5.
- [13] CEP Norte de Tenerife, «Go-Lab Teaching Through Inquiry.» 2016. [En línea]. Available: <http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/edublog/cprofesortedetenerife/go-lab-teaching-through-inquiry/>. [Último acceso: 10 junio 2016].
- [14] G. Wolf, «Steve Jobs: The Next Insanely Great Thing.» 1996. [En línea]. Available: <http://www.wired.com/1996/02/jobs-2/>. [Último acceso: 2 mayo 2016].

¿Tenemos Repositorios de REAs accesibles?

Silvia Da Rosa

Instituto de Computación, Facultad de Ingeniería
Universidad de la República
Montevideo, Uruguay

Regina Motz

Instituto de Computación, Facultad de Ingeniería
Universidad de la República
Montevideo, Uruguay

Resumen—En este trabajo se presenta la evaluación del nivel de accesibilidad que tienen repositorios de REAs en algunos países de Iberoamérica que apuntan al uso de REAs con políticas de acceso abierto y de inclusión digital. Se estudian repositorios de Argentina, Brasil, Colombia, España y Uruguay. Como primer acercamiento se analiza el nivel de accesibilidad según WCAG 2.0 de la página inicial que oficia de puerta de entrada al repositorio por lo que su nivel de accesibilidad es determinante para la experiencia del usuario. A partir de este análisis se identifican necesidades de mejoras y pautas posibles de generalizarse.

Palabras clave—Accesibilidad, REA, WCAG 2.0

I. INTRODUCCIÓN

El derecho a la educación es un derecho humano reconocido por la Convención de las Naciones Unidas sobre derechos de las Personas con Discapacidad (PCD) [1] que debe ser garantizado sin discriminación de ningún tipo. Sin embargo, una PCD que pretenda acceder a su derecho a la educación se puede enfrentar a una serie de barreras, algunas de las cuales se pueden superar con el uso de REAs.

Los REA se ponen a disposición de los usuarios generalmente a través de un repositorio de recursos educativos, definido en [2] como “un repositorio digital que reúne la colección de materiales de enseñanza y aprendizaje de producción propia de los miembros de una institución académica en el desarrollo de sus actividades, creada con el objetivo de facilitar el almacenamiento, la gestión, el acceso, la distribución y la preservación de los recursos que forman la colección, y cuyo fin último es fomentar el intercambio y la reutilización de estos recursos como soporte a las actividades de enseñanza y aprendizaje”. Resulta entonces fundamental que el repositorio de REAs sea accesible vía web para cumplir cabalmente con sus objetivos.

En este trabajo presentamos el análisis realizado sobre diferentes repositorios de REAs con la finalidad de evaluar el nivel de accesibilidad web que presentan. El estudio se conduce según las metodologías y técnicas relevadas a través de la realización de una búsqueda sistemática de bibliografía que se presenta en la Sección II. A partir de los resultados de este relevamiento se implementa una metodología de evaluación presentado en la Sección III. Los resultados obtenidos se muestran en la Sección IV y finalmente la Sección V presenta algunas conclusiones y propuestas de trabajo a futuro.

II. TRABAJOS RELACIONADOS

Para identificar trabajos relacionados en metodologías y técnicas usadas en evaluación de accesibilidad web partimos de los documentos del consorcio W3C comenzando por la

Iniciativa de Accesibilidad Web (WAI del inglés)¹. La revisión inicial de la literatura nos llevó a la definición de palabras claves generales para contar con un universo amplio de evaluación de la accesibilidad. Las palabras clave con las cuales construimos las cadenas de búsqueda son: “accessibility evaluation”, “accessibility testing” y “web”. Se alternaron las cadenas “accessibility evaluation” y “accessibility testing”, combinando con “web”, realizando entonces dos búsquedas por base de datos bibliográficas. Las búsquedas se realizaron sobre los campos “Titulo”, “Abstract” y “Palabras claves” en las bases de datos bibliográficas: IEEEExplore, ScienceDirect, Revista española de documentación científica, Research in Learning Technology y SpringerLink. Luego de finalizado el proceso de inclusión/exclusión se seleccionan 39 artículos.

Al analizar las publicaciones a lo largo del tiempo, se observa que la cantidad de publicaciones anuales ha variado, encontrándose picos en 2010, 2013 y 2014. A pesar de la anomalía detectada en el año 2015, podemos decir que el interés en la evaluación de accesibilidad ha sido creciente. Las áreas foco de investigaciones han sido Gobierno (38,5%) en primer lugar y Educación (28%) en segundo.

La gran mayoría de los artículos refieren a la norma WCAG (cerca del 70%), tanto 1.0 como 2.0 e incluso en algunos casos se aplican ambas normas. En menor medida se utilizan otras normas como KWCA 1.0, SECTION 508, STANCA ACT e incluso en un caso testeos ad hoc. Para un análisis más detallado de los trabajos relacionados se seleccionan aquellos artículos cuyo objeto de estudio son sitios de Educación y aplican WCAG 2.0 para su evaluación. La elección de WCAG 2.0 se basa principalmente en que los estudios recientes usan en su mayoría dicha norma como métrica.

La mayoría de los estudios refieren a análisis directos de las pautas y criterios de WCAG 2.0, aunque algunos autores proponen nuevos enfoques como Windriyani y Ferdiana [3] que mapean Webometrics y WCAG 2.0 e Hiler et al. [4] que propone una serie de indicadores basados en las WCAG 2.0 para evaluar los primeros lugares en rankings universitarios. La propuesta de indicadores diferentes pero basados en WCAG 2.0 se presenta también en Florez et al. [5]. En este trabajo se realiza una evaluación de accesibilidad de sitios web de universidades españolas, proponiendo un coeficiente de calidad para rankear los resultados. Para generar el coeficiente se consideran algunos criterios de conformidad de WCAG 2.0 y otros factores que el autor relaciona con la usabilidad, búsqueda, calidad y los estándares web.

En la Tabla I se muestran los resultados del relevamiento

¹<http://www.w3.org/WAI/>

realizado. El 20% de las investigaciones utiliza más de una herramienta para la evaluación y las herramientas más utilizadas son EvalAccess 2.0², Achecker³, TAW⁴ y Watchfire Bobby⁵. Un 15% de las investigaciones realiza tests con usuarios a partir de tareas específicas.

TABLA I. DATOS DE TRABAJOS DEL ÁMBITO EDUCATIVO

| Ref. | Objeto de estudio | Muestra | Herramientas | País |
|------|---|---|---|--------------------------|
| [7] | 36 universidades | Página principal | Achecker, HERA ⁶ y WAVE ⁷ | Nigeria |
| [8] | 74 universidades españolas | Página principal y "alumno" o similar | TAW | España |
| [9] | 10 universidades | Página principal | Web Accessibility Checker (WAC), AChecker, SortSite, Firefox Web Developer Extension | Turquía |
| [10] | 10 cursos MOOC de diferentes universidades de Coursera. | Página principal | NVDA, Wave, WCAG Contrast Checker 1.4.3 y Accessibility Evaluator Toolbar | EEUU |
| [11] | 24 universidades | Página principal | eXaminator ⁸ , AChecker, Colour Contrast Analyser | Argentina |
| [12] | 6 universidades | Todo el sitio | TAW | Indonesia |
| [13] | 16 universidades | Página principal, tabla, con formulario | TAW, Web Developer Toolbar ⁹ , Web Accessibility Toolbar ¹⁰ , WCAG Contrast Checker ¹¹ , Colour Contrast Analyser ¹² , PEAT ¹³ , Flesh ¹⁴ , Inflesz | España, EEUU, Inglaterra |

De los trabajos analizados puede extraerse que la mayoría de los estudios recientes utiliza WCAG 2.0 para realizar las evaluaciones. La evaluación se realiza utilizando herramientas automáticas, en algunos casos exclusivamente y la más usada es TAW. Bolaños [6] realiza también una medición de la eficiencia promedio de las diferentes herramientas de evaluación automática seleccionadas destacando el desempeño de la herramienta TAW con una tasa promedio de aciertos del 85,27%.

Los tamaños de muestra varían desde el sitio completo a una sola página, aunque en general la muestra abarca entre 1 y 3 páginas del sitio evaluado y los criterios para seleccionarlas son variados.

III. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Nuestro estudio analiza siete repositorios institucionales abiertos de Iberoamérica, seleccionados con el objetivo de conocer el estado general de la accesibilidad en la región. Todos estos repositorios se autodefinen como tales y cumplen parcialmente con las funcionalidades detalladas previamente en su definición.

El análisis detallado se realiza en el período julio y agosto de 2015, complementando con un nuevo análisis en marzo de 2016 sobre las páginas de los repositorios listadas en la Tabla II.

Se analiza la conformidad con las Pautas de Accesibilidad al Contenido WCAG 2.0. Se selecciona dicha norma por poseer un alto grado de aceptación a nivel internacional, ser tecnológicamente neutras, ser sugeridas por la Metodología de Evaluación de Conformidad de la Accesibilidad Web (WCAG-EM) y por constituir un indicador de trabajos relacionados.

La metodología de evaluación que aplicamos sigue los pasos de la WCAG-EM, por ser sugerida por la W3C y por ser utilizada en estudios recientes según el relevamiento sistemático de la bibliografía de accesibilidad web que presentamos en la sección anterior. Estos pasos consisten en: 1) Definir el alcance de la evaluación, 2) Explorar el sitio web, 3) Seleccionar la muestra representativa, 4) Evaluar la muestra seleccionada y por último 5) Reportar los hallazgos de la evaluación.

En el paso 1 definimos el alcance a nivel AA, teniendo en cuenta que varias legislaciones internacionales recomiendan este nivel como el nivel mínimo de accesibilidad requerido. Luego de cumplir con el paso 2 explorando los sitios web, se realiza el paso 3, donde se selecciona como muestra la página de ingreso al repositorio, considerando que tenga un listado de recursos y, si existe, un buscador. Esta selección se basa en la consideración de que la página donde el usuario realiza las búsquedas de recursos es la más relevante para la recuperación y encuentro con el REA, objetivo fundamental del repositorio. Si bien una sola página puede parecer no representativa del estado general de la accesibilidad del repositorio, la página seleccionada es la puerta de entrada para encontrar y usar recursos, por lo que su nivel de accesibilidad es determinante para la experiencia del usuario. Este criterio es seguido en otros trabajos relacionados por considerar que el objetivo del estudio es realizar un diagnóstico y no una evaluación individual del nivel de conformidad. Aunque discutible, es un argumento que para acceder a las diferentes páginas es necesario acceder a través de la página principal, por lo que los posibles problemas de acceso determinen el acceso a las siguientes y además es común que las páginas compartan el estilo de diseño, por lo que es de esperarse que la página principal sea representativa. Finalmente, es la primera página recomendada por WCAG-EM para la evaluación.

² EvalAccess 2.0. <http://supt07.si.edu/es/evalaccess2/>

³ Achecker. <http://achecker.ca/checker/index.php>

⁴ TAW. <http://www.tawdis.net/>

⁵ Watchfire Bobby. <http://www.watchfire.com>

⁶ Hera. <http://www.sidar.org/hera/>

⁷ Wave. <http://wave.webaim.org/>

⁸ Examinator. <http://examinator.ws/>

⁹ <https://addons.mozilla.org/es/firefox/addon/web-developer/>

¹⁰ Web Accessibility Toolbar. <https://www.paciellogroup.com/resources/wat/>

¹¹ WCAG https://addons.mozilla.org/es/firefox/addon/wcag-contrast-checker/

¹² <https://www.paciellogroup.com/resources/contrastanalyser/>

¹³ PEAT. <http://trace.wise.edu/peat/>

¹⁴ Flesh. <http://flesh.sourceforge.net/>

TABLA II. PÁGINAS ANALIZADAS POR REPOSITARIO

| Nombre | País | URL analizada |
|--|-----------|---|
| Repositorio Institucional del Ministerio de Educación de la Nación | Argentina | http://repositorio.educacion.gov.ar/dspace |
| Repositorio OBAA | Brasil | http://repositorio.portalobaa.org/ |
| Campus Virtual de Salud Pública | Colombia | http://search.bvsalud.org/cvspi/index.php |
| Procomún. Red de Recursos Educativos en Abierto | España | https://procomun.educacion.es |
| Plan Ceibal | Uruguay | http://www.ceibal.edu.uy/recurso/ |
| Ceibal Jam | Uruguay | http://ceibaljam.org/drupal/?q=lista_descargas |
| Uruguay Educa | Uruguay | http://www.uruguayeducacion.edu.uy/Portal.Base/Web/VerContenido.aspx?GUID=55ccc832-1799-4fdd-ac10-9801634dcbd8&ID=106149&IDI=1878 |
| Colibri | Uruguay | https://www.colibri.udelar.edu.uy/browse?type=title |

Para realizar el paso 4 correspondiente a la evaluación de la muestra, se utiliza una lista de control basado en la lista recomendada por la W3C en el Apéndice B¹⁵ de las WCAG 2.0. Se utilizan herramientas de apoyo y se complementa la evaluación con controles manuales. Se utilizan las siguientes herramientas automáticas:

- Validación de HTML: servicio de W3C Markup Validation Service¹⁶
- Validación automática de accesibilidad: Examiner, Taw, Tanaguru¹⁷
- Herramientas de apoyo: Web Developer para Chrome¹⁸, Colour Contrast Analyzer para Chrome¹⁹, Colour Contrast Analyzer²⁰ y HeadingsMap para Mozilla Firefox²¹.

Como último paso del proceso WCAG-EM se reportan los resultados de la evaluación en la siguiente sección.

IV. RESULTADOS

En esta sección se presenta el resultado general obtenido, se comparan los resultados entre herramientas y se evalúa el avance entre las dos evaluaciones realizadas. Luego se analizan en detalle las barreras más comunes de nivel A, ya que ninguno de los repositorios llega a nivel AA de WCAG 2.0.

Los criterios de conformidad relativos a multimedia, destellos, ni parpadeo no fueron evaluados por no encontrarse ese tipo de elementos.

A. Resultados generales

La cantidad de errores de nivel A es un indicador de la complejidad de cada una de las diferentes situaciones en los repositorios analizados. En general se detecta una cantidad importante de errores diferentes en la página, pudiendo existir más de un caso para el mismo error, como puede apreciarse en la Figura 1.

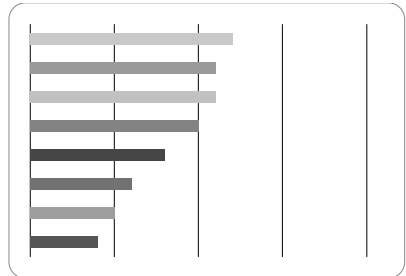


Fig. 1. Cantidad de barreras detectadas respecto a los 21 criterios de conformidad de nivel A

Los repositorios con más de 50% de criterios de conformidad sin cumplimiento son Uruguay Educa-UY con 12 y Plan Ceibal-UY y Min. Educación-AR con 11. Luego se encuentran Colibri-UY, Ceibal Jam-UY y Salud Pública-CO con 10, 8 y 6 respectivamente. Los repositorios con la menor cantidad de errores de nivel A son Procomún-ES con 4 y OBAA-BR con 5 errores.

Se comparan los indicadores de *Tanaguru* y *Examiner* en la Figura 2, confirmando la observación realizada durante el análisis que los resultados son similares. No es posible realizar la comprobación con el repositorio *Uruguay Educa-UY*, no fue posible evaluarlo con la herramienta *Tanaguru* por demoras en responder el servidor, por lo que el valor asignado figura como 0.

La herramienta *TAW* no se incluye en la correlación porque no incluye un puntaje, pero sus resultados son utilizados, al igual

¹⁵Checklist. <http://www.w3.org/TR/2006/WD-WCAG20-20060427/appendixB.html>

¹⁶Markup Validation Service. <http://validator.w3.org/>

¹⁷Tanaguru. <http://www.tanaguru.com/>

¹⁸Web Developer para Chrome. <https://chrome.google.com/webstore/detail/web-developer/bfhameiokkgbdmiekjhnmkclndhhd>

¹⁹Colour Contrast Analyzer para Chrome.

<https://chrome.google.com/webstore/detail/color-contrast-analyzer/dagdlcjhifmfgkjjkjcnnfimebll>

²⁰<https://www.paciellogroup.com/resources/contrastanalyzer/>

²¹<https://addons.mozilla.org/es/firefox/addon/headingsmap/>

que el de las otras herramientas para realizar la lista de verificación.

En la segunda evaluación se observa una situación general muy similar a la primera, con algunas variaciones leves y muchas situaciones idénticas. Nuevamente no fue posible evaluar *Uruguay Educa-UY* con *Tanaguru* y en esta ocasión lo mismo ocurre con *Colibri-UY*. El caso de *Salud Pública-CO* es esperanzador porque se observa una mejoría en el nivel de accesibilidad usando ambas herramientas. En *Examinator* pasa de 5.1 a 6.3, en *Tanaguru* pasa de 50 a 76% aumentando la cantidad de controles con resultado exitoso de 8 a 13 y disminuyendo los fallos de 8 a 4.

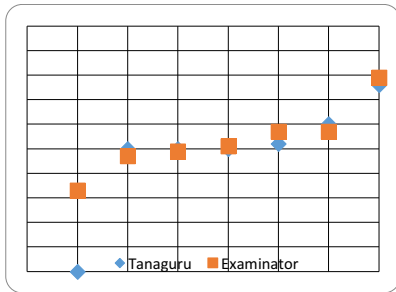


Fig. 2. Correlación de puntajes asignados por las herramientas automáticas de evaluación.

En ambas evaluaciones, el repositorio con mayor índice de accesibilidad es *OBAA-BR*. Adicionalmente es el único en declarar la intención de cumplir con algún criterio de accesibilidad y brinda una página de ayuda indicando las mejoras que se han realizado en el repositorio. Se detecta apenas un error en validación de HTML y errores de validación de accesibilidad de bajo impacto y fácilmente corregibles. Se destaca sin embargo la barrera que presenta la falta de visibilidad del foco, dificultando el acceso para personas de baja visión.

El repositorio con la tercera mejor evaluación es *Plan Ceibal-UY* con 60% según *Tanaguru* y 5,7 según *Examinator*, sin embargo, realizando una evaluación manual se detecta una barrera importante de accesibilidad con el teclado, haciéndolo inaccesible para personas con discapacidad motriz y usuarios de lector de pantalla. No es posible acceder al buscador ni al listado de recursos usando solamente el teclado, siendo esta la funcionalidad principal que está siendo analizada, se considera que tiene barreras importantes de accesibilidad. No es el único caso con problemas en el acceso a sus funcionalidades usando el teclado, lo cual se considera una barrera grave de accesibilidad para la mayoría de los usuarios.

B. Barreras de nivel A

En esta sección se analizan los criterios de conformidad de nivel A con menor índice de acierto, presentados en la Figura 3, lo cual conforman los problemas más comunes y de mayor impacto por lo que deberían ser priorizados.

El criterio de conformidad *Contenido no textual* (numerado 1.1.1 en la especificación de Nivel A) indica que todo contenido no textual que se presenta al usuario tiene una alternativa textual que cumple el mismo propósito. El beneficio de este criterio es que la información puede interpretarse a través de cualquier modalidad sensorial como por ejemplo un lector de pantalla. Su ausencia implica barreras de acceso para personas ciegas usuarias de lector de pantalla y personas con dificultades para comprender el significado de alguna imagen, entre otras. A pesar de ser probablemente el ejemplo más conocido de accesibilidad éste es un criterio de muy bajo cumplimiento en varios estudios [8,13], en nuestro análisis sólo el repositorio *OBAA-BR* lo cumple.

Una barrera de accesibilidad especialmente grave es el uso de imágenes sin alternativa textual adecuada como elementos interactivos, ya que no solo impide el acceso a cierta información sino que impide la navegación para algunos usuarios.

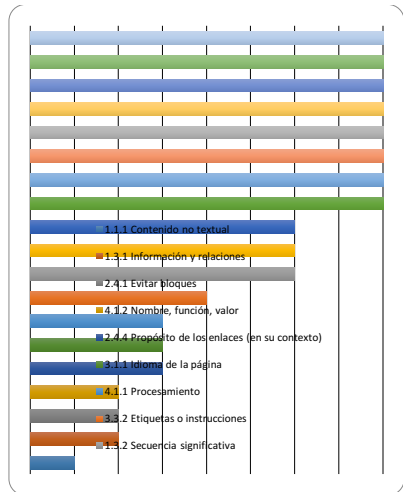


Fig. 3. Cantidad de sitios sin errores para los criterios de conformidad nivel A evaluados

En la mayoría de las páginas evaluadas se observan imágenes sin texto alternativo y con texto alternativo que no transmite la información de la imagen, como por ejemplo "banner", "animage" o "thumbnail", e imágenes de texto con texto alternativo diferente al texto de la imagen. Se utilizan imágenes como enlaces e imágenes de texto para controlar la presentación en elementos interactivos que al no contar con alternativas textuales supone una gran pérdida de información para algunos usuarios. El uso de imágenes para controlar la presentación es también un factor importante que enlentece la descarga de la página. Es así que se cuenta con elementos interactivos para

ingresar usuario y contraseña, recuperar contraseña y buscar que son enlaces con imágenes de texto sin texto alternativo. En el repositorio Min. Educación-AR se presenta también una lista de enlaces a proyectos relacionados usando imágenes de texto sin texto alternativo.

En muchos casos se detectan casos de imágenes con texto alternativo nulo, aunque todas las imágenes con texto alternativo nulo se clasificaron como decorativas se realiza la mención ya que en algunos repositorios se detectaron en exceso principalmente en el uso de iconos en listados. Este factor influye negativamente en el tiempo de carga de la página y por lo tanto en la usabilidad general, por lo que sería recomendable seguir las buenas prácticas de diseño e incluirlas desde CSS.

En tres casos se usan formularios sin etiquetas asociadas ni atributo *title*, comprometiendo seriamente las posibilidades de interacción entre el sistema y un usuario de lector de pantalla.

El criterio de conformidad *Información y Relaciones (1.3.1)* define que la información, estructura y relaciones comunicadas a través de la presentación pueden ser determinadas por software o están disponibles como texto. Existe información de la estructura que se puede transmitir visualmente, por ejemplo los títulos en general son más grandes y en negritas, las listas tienen una viñeta y sangría. Esa misma información debe estar disponible también para herramientas automáticas como los lectores de pantalla. No cumplir con este criterio perjudica principalmente a usuarios de lector de pantalla pero también a cualquier usuario que necesite modificar la interfaz como los usuarios de baja visión.

En la evaluación se nota en general la ausencia del uso de elementos semánticos para marcar la estructura y el texto especial. En particular, tres de los cuatro repositorios fallan en asociar las etiquetas con los campos de formularios, implicando una barrera importante de accesibilidad en un elemento interactivo lo cual puede impedir el acceso a algunas personas. Este resultado no es sorprendente teniendo en cuenta estudios relacionados con el mismo resultado [4, 13],4.

Si bien todos los repositorios usan hojas de estilos CSS, fallan en separar totalmente información y estructura de la presentación para permitir diferentes presentaciones, ya que además incluyen algún atributo dentro del HTML para marcar la presentación. La presentación del listado de recursos es variada y no siempre adecuada: sin estructura, usando una tabla, una lista o una lista de definición. Se detecta maquetación usando tablas anidadas lo cual puede traer problemas en la secuencia significativa de lectura al utilizar un lector de pantallas.

El criterio de conformidad *Evitar Bloques (2.4.1)* indica que existe un mecanismo para evitar los bloques de contenido que se repiten en múltiples páginas web. El objetivo de este criterio es permitir a las personas que navegan secuencialmente a través del contenido acceder directamente a la información principal de la página web, pudiendo evitar contenido repetitivo como los menús. Un usuario con visión normal generalmente ignora estos contenidos y se enfoca en el contenido central de la página. Este criterio beneficia principalmente a usuarios de lectores de pantalla, personas que navegan usando solamente el teclado y usuarios de magnificadores.

Con excepción de OBAA-BR todos los demás repositorios presentan problemas en este criterio. En algún caso se detecta la existencia del enlace pero sin funcionalidad, probablemente debido a que es parte de la herramienta original pero al ser adaptada las modificaciones realizadas no tomaron en cuenta el valor de dicho enlace.

El criterio de conformidad *Nombre, función, valor (4.1.2)* define que para todos los componentes de la interfaz de usuario (incluyendo pero no limitado a: elementos de formulario, enlaces y componentes generados por scripts), el nombre y la función pueden ser determinados por software; los estados, propiedades y valores que pueden ser asignados por el usuario pueden ser especificados por software; y los cambios en estos elementos se encuentran disponibles para su consulta por las aplicaciones de usuario, incluyendo las ayudas técnicas. Barreras mencionadas previamente indican que este criterio tampoco se cumple, como la ausencia de vinculación explícita entre etiquetas y controles de formularios, formularios que no usan controles estándares de HTML y no usar HTML de acuerdo a la especificación.

El criterio de *Propósito de los enlaces (en su contexto) (2.4.4)* indica que cada enlace puede ser determinado con sólo el texto del enlace o a través del texto del enlace sumado al contexto del enlace determinado por software, excepto cuando el propósito del enlace resultara ambiguo para los usuarios en general. En tres casos del análisis realizado el propósito de los enlaces no puede ser determinado usando el texto del enlace y el contexto. Sus consecuencias son especialmente relevantes ya que dificultan la navegación de los usuarios.

El criterio de *Idioma de la página (3.1.1)* indica que el idioma predeterminado de cada página web puede ser determinado por software. Solamente dos repositorios de los estudiados declaran el idioma de la página, mientras que uno usa textos en otro idioma sin declarar el idioma de las partes. Se observa que este es un criterio de bajo cumplimiento al igual que en otros estudios [4, 13].

El criterio de *Procesamiento (4.1.1)* indica que los contenidos implementados mediante el uso de lenguajes de marcas, los elementos deben tener las etiquetas de apertura y cierre completas; los elementos deben estar anidados de acuerdo a sus especificaciones; los elementos no contienen atributos duplicados y los ID son únicos, excepto cuando las especificaciones permitan estas características. Todos los repositorios evaluados tuvieron errores de validación del estándar (X)HTML, lo cual limita la compatibilidad con diferentes dispositivos. Dos repositorios tienen errores de validación que no implican problemas de procesamiento, pero los restantes repositorios tienen errores más importantes de procesamiento al detectarse IDs repetidos.

Esto implica también un incumplimiento en el criterio de conformidad *Nombre, función, valor (4.1.2)*. El objetivo es asegurar que las Ayudas Técnicas cuenten con información acerca de, activar (o establecer) y actualizar el estado de los controles de la interfaz de usuario. Este criterio afecta a usuarios de lectores de pantalla, magnificadores de pantalla y programas de reconocimiento de voz.

V. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Del estudio realizado surge que la totalidad de los repositorios analizados presentan barreras para todos los tipos de discapacidad, ninguno llega al nivel mínimo de accesibilidad A según WCAG 2.0, presentando limitaciones importantes como no acceso mediante teclado y maquetación usando imágenes de texto sin alternativa textual como enlaces, impidiendo el acceso a usuarios de lector de pantalla y personas que navegan usando el teclado. En general se repite la falta de alternativas textuales a imágenes y de enlaces para saltar bloques de contenido, perjudicando a los usuarios de lectores de pantalla. Otro aspecto llamativo es la falta de adherencia a estándares básicos W3C como HTML y CSS, en particular tratándose de contenidos relacionados con la educación.

Estos resultados son similares a los resultados encontrados en estudios relacionados [4,13] e incluso se observa que existen coincidencias en los criterios de conformidad con menor cumplimiento. Los resultados indican que hay mucho trabajo por hacer. La mayoría de los sitios analizados contiene errores de nivel A, no conformando las WCAG. Estos resultados son similares a los que muestran otros trabajos. Bolaños [14] también concluye que el Repositorio Institucional de la Universidad de Cataluña²² no llega al nivel mínimo de accesibilidad A, y Flores et.al. [5] detectan barreras de accesibilidad en los Repositorios y Federaciones de Objetos de Aprendizaje Merlot, La Flor, y las Páginas de Cursos Virtuales Coursera, CodeAcademy, Canvas. Por otro lado, Iniesto y Rodrigo [15] analizan la accesibilidad de OpenScout²³ en base a WCAG 2.0 concluyendo que todos fallan en al menos un criterio de conformidad de Nivel A.

Un estudio a futuro que pensamos debe realizarse es uno que incluya el análisis de la accesibilidad de recursos en formatos diferentes al HTML utilizando herramientas automáticas y semi-automáticas de evaluación, así como tests de usuarios. También resulta de interés relevar el conocimiento y la intencionalidad con respecto a la accesibilidad de los creadores de los contenidos a través de cuestionarios y entrevistas, lo cual permitirá obtener una muestra del nivel de concientización respecto al problema de accesibilidad.

REFERENCIAS

- [1] Naciones Unidas, "Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad," 13 12 2006. [Online]. Available: <http://www.un.org/esa/socdev/enable/documents/tccconv.pdf>.
- [2] A. M. D Rose, "Universal Design for Learning," *Journal of Special Education Technology*, 15(1), 67-70. 2000.
- [3] P. Windriyani and R. Ferdiana, "Accessibility evaluation using WCAG 2.0 guidelines webometrics based assessment criteria (case study: Sebelas Maret University)," in *CSI Transactions on ICT*, 2014.
- [4] José R. Hileru, Luis Fernández, Esther Suárez, Elena T. Vilar "Evaluación de la accesibilidad de páginas web de universidades españolas y extranjeras incluidas en rankings universitarios internacionales," *Revista Española de Documentación Científica*, Vol 36, No 1, 2013.
- [5] Jimena Flores Ch., Kharla J. Ruiz C., Natalia Castaño R., Valentina Tabares M., Néstor Duque M. "Accesibilidad en Sitios Web que Apoyan Procesos Educativos," *Anales de la Novena Conferencia Latinoamericana de Objetos y Tecnologías de Aprendizaje, LACLO 2014*. [Online]. Available: <http://www.laclo.org/papers/index.php/laclo/article/viewFile/225/208>. [Ultimo acceso 03/05/2016].
- [6] Laitano, M.I. (2015). "Accesibilidad web en el espacio universitario público argentino". *Revista Española de Documentación Científica*, 38 (1), 2015.
- [7] S. Adepoju and I. Shehu, "Usability evaluation of academic websites using automated tools," in *International Conference on User Science and Engineering (i-USER)*, 2014.
- [8] Antonio Chacón-Medina, Helena Chacón-López, M. Dolores López-Justicia, Carolina Fernández-Jiménez, "Dificultades en la Accesibilidad Web de las Universidades Españolas de acuerdo a la Norma WCAG 2.0," *Revista Española de Documentación Científica*, 2013.
- [9] Serhat Kurt. "The accessibility of university web sites: the case of Turkish universities. *Univ. Access Inf. Soc.* 10 (1), 101-110, 2011.
- [10] Najd A. Al-Mouh, Ather S. Al-Khalifa and Hend S. Al-Khalifa "A First Look into MOOCs Accessibility - The Case of Coursera" *Computers Helping People with Special Needs V8547 of the series Lecture Notes in Computer Science* pp 145-152, 2014.
- [11] M. I. Laitano, "Accesibilidad web en el espacio universitario público argentino," *Revista española de Documentación Científica*, 2015.
- [12] M. Aziz and Isa, "Assessing the accessibility and usability of Malaysia Higher Education Website," in *International Conference on User Science Engineering (i-USER)*, 2010.
- [13] S. Adepoju and I. Shehu, "Usability evaluation of academic websites using automated tools," in *International Conference on User Science and Engineering (i-USER)*, 2014.
- [14] Miguel Angel Bolaños, "TFC – La Accesibilidad Web en los Repositorios Institucionales. La UOC a examen," 2012. [Online]. Available: http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/12043/1/mbolanosa_TFC_0112.pdf. [Ultimo acceso 03/05/2016].
- [15] Iniesto, Francisco and Rodrigo, Covadonga. "Análisis de la accesibilidad del portal OpenScout para la búsqueda, etiquetación y difusión de OERs en redes sociales." In: *V Congreso Internacional sobre Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones Avanzadas* (Córdoba, MiguelAngel and Bengochea, Luis eds.), 2 - 4 october 2013, Universidad Continental (Perú), pp. 315-322.

²²Repositorio Institucional de la Universidad de Cataluña.
<http://openaccess.uoc.edu/>

²³OpenScout <http://learn.openscout.net/>

Sustainability of Open Educational Resources: the eCity case

Carlos Vaz de Carvalho, Paula Escudeiro
GILT – Games, Interaction and Learning Technologies
Instituto Superior de Engenharia do Porto
Porto, Portugal
{cmc, pmo}@isep.ipp.pt

Manuel Caeiro Rodriguez, Martin Llamas Nistal
Departamento de Ingeniería Telemática
Universidad de Vigo
Vigo, Spain
{mcaeiro, martin}@det.uvigo.es

Abstract— The promotion of Open Educational Resources (OER) as reusable tools for teachers and students is highly relevant but the nature of the income model requires specific strategies to maintain and update those resources. eCity is a city simulation game that supports a Problem Based Learning (PBL) pedagogical methodology in secondary schools and, at the same time, fosters the interest of students in following an Engineering career. The game is freely available through online stores and the generated interest (about 100.000 downloads so far) has raised the need to discuss and adopt a sustainability strategy for the maintenance of the game and the development of new versions. This article presents possible alternatives for that strategy.

Keywords—open educational resources, sustainability, serious games, educational games, problem based learning

I. INTRODUCTION

The concept of Open Educational Resources (OER) refers to “technology-enabled, open provision of educational resources for consultation, use and adaptation by a community of users for non-commercial purposes”, according to UNESCO’s definition [1]. Or OER are “digital learning resources offered online freely and openly to teachers, educators, students, and independent learners in order to be used, shared, combined, adapted, and expanded in teaching, learning and research” [2]. These are two very broad definitions (although the second one does force its application only in the online digital domain) leaving a lot of room for further detailing the concept. For instance, what does “open” imply? Does it mean that anyone can access and change the source of the resource (accessing the editable .docx or .pptx files, for instance) and make changes or users are just allowed to reuse static .pdf files “as is”? And what does “adaptation” mean? Do users have access to the code of educational games and applications and change it (creating, in fact, new applications) or are they just allowed to “MOD” them, that is, creating new scenarios, characters or maps that are integrated in the game? For instance, for the European OER Policy Project that supports the adoption of OER policies in Europe and advocates that all educational content (textbooks and other educational materials, including educational games) that is being produced in Europe with public funding should be available for free, that is what “open” and “adaptable” means [3]. Licensing schemes are relevant tools to define the extent of “open”, “use”, “adaptation”, “share” and all related concepts.

Understanding these aspects is fundamental to address the OER sustainability issue. The promotion of OER as reusable tools for teachers and students is highly relevant but the nature

of the supporting financial and delivery models requires specific strategies to maintain and update those resources once they normally do not directly generate income.

The sustainability of OERs is mostly related to finding ways to allow its continued use and reuse by teachers, learners and/or other educational stakeholders although some authors include also the actual cost of producing the contents as part of sustainability issue. For instance, Pegler identified several general aspects related to sustainable OER practice [4]:

- The acknowledgement of the time and effort required to create sustainable OER and therefore the creation of guides for potential producers and users.
- The buildup of academic awareness and recognition towards OER.
- The creation of incentives for sector wide sharing.
- The existence of evidence of OER effectiveness.
- The availability of easy to use tools for dissemination and deposit.
- The setup of policies to encourage and offer reward to “open” behavior, including support and advice on copyright issues and potential risk management.

In the scope of this article, we are mostly concerned with costs related to maintaining and updating existing OER. These costs are related to delivery channels (servers, fees to use online stores, etc.), to the adaptation of the OERs to changes in support platforms (like new OS versions), to localize OERs, to produce new content, etc. Depending on the OER project size and on the support organization, Wiley presented several funding models [5] following Downes’ presentation [6]:

- Endowment model – the project obtains base funding and lives upon interest earned on that fund.
- Membership or fee model – a coalition of interested organizations and/or individuals are invited to contribute a certain sum, either as seed only or as an annual contribution or subscription.
- Donations model – when a project requests and receives donations by the community.
- Conversion, segmentation or freemium model – when base services or contents are available for free but paying subscribers receive additional or advanced features.

- Sponsorship model – when companies support OER projects on a more or less explicit sponsorship basis.
- Institutional model – when an institution assumes the responsibility for an OER initiative.
- Governmental model – similar to the institutional model, the governmental model represents direct funding by government or even extra-government entities.
- Replacement model - the educational content stored, disseminated, and re-used through OER often replaces the use of other technology, software and infrastructure so the cost savings resulting from their discontinued use can be employed to fund the OER production and maintenance.
- Voluntary support model - a revenue model based on voluntary support and activities, namely through setting up communities of practice (even virtual ones).

The assumption of one (or several) of these models depends on a careful analysis of the OER in question, its authors and supporting organizations. This was the case of eCity (<http://ecity-project.eu>), a city simulation game meant to support a pedagogical methodology that stimulates the integration and continuous exploitation of Problem Based Learning (PBL) in secondary schools and, at the same time, intended to foster the interest of school students in following a career in Engineering [7].



Fig. 1. The eCity Game

The game was developed in the scope of a European Lifelong Learning Programme (LLP) project and was grounded on the identified difficulty that secondary education students have with Mathematics and other Science topics which later prevents them from following a technical or scientific academic path. The project assumed that this was not due to lesser skills of these youngsters but mostly due to wrong teaching strategies. Students belong to the "net-generation" and they are "digital natives": they are technologically-savvy, they quickly absorb information but in shorter chunks, they expect instant responses and feedback and they want to be active in their learning [8]. Games have been demonstrated to be particularly fit for experiential learning and to support competence development for engineering [9][10] so there was a clear fit to the project objectives.

The main result of the project, the game, is now freely available in online stores and has been already downloaded about 100,000 times. This demonstrates how well it has been received by the target audience and raises very interesting prospects in terms of exploitation so there was the need to identify possible strategies and models to support its sustainability (and the one of the associated products) including the provision of copyright issues and licensing schemes. This article presents that discussion as a way to foster the debate on the subject.

II. LICENSING OER

OER are frequently reused "as-is" (that means without any change) either because users don't have the technical ability to edit the resources or they don't have the rights to do it. However teachers do like to make changes to existing resources to make them better fit to their course curricula. For instance they might break up long presentations so that they fit the length of a lecture or so that they can be used to support group activities. Or localization changes can be made to allow for usage in specific cultural contexts. User annotations are also a form of adapting/changing those contents.

Licensing schemes define all the possibilities for the use and exploitation of the educational resources as established by the resource owner (normally also the author). In this context it is important to compare Creative Commons (CC) licensing scheme (suitable to the eCity associated results) to specific free software licenses more adjusted to the nature of the eCity game.



















A. Creative Commons

Creative Commons is a nonprofit initiative that offers free, easy-to-use copyright licenses to specify which rights to reserve and which rights to waive about a piece of work [11]. CC allows users to search, share, use and adapt, in full legality, hundreds of millions of works — from songs and videos to scientific and academic material. All Creative Commons licenses follow a set of basic principles:

- Credit the creator;
- Provide the title of the work;
- Provide the URL where the original work is hosted;
- Indicate the type of license it is available under and provide a link to the license terms;
- Keep intact any copyright notice associated with the work.

Table I shows the CC licenses in version 4.0. This set of CC licenses extends from the most restrictive approach, prohibiting any type of usage for the resources, to the most permissive option by offering the resource to the public domain, allowing users to change the original content and distributing those changes.

TABLE I. CREATIVE COMMONS LICENSES [11]

| | | Commercial use? | New versions can be created? |
|--|---|---|--|
| Attribution CC-BY |  |  |  |
| Attribution-ShareAlike CC BY-SA |  |  |  licensed under CC BY-SA |
| Attribution-NoDerivatives CC BY-ND |  |  |  |
| Attribution-NonCommercial CC BY-NC |  |  |  licensed as NonCommercial |
| Attribution-NonCommercial-ShareAlike CC BY-NC-SA |  |  |  licensed as CC BY-NC-SA |
| Attribution-NonCommercial-NoDerivatives CC-NC-ND |  |  |  |

B. Software licenses FSF and OSI

In the case of software licenses the most relevant proposals are the ones from the Free Software Foundation (FSF) and from the Open Source Initiative (OSI).

The Free Software Foundation (FSF) is a foundation that seeks to promote the development and use of free software. The foundation's mission is "to preserve, protect and promote the freedom to use, study, copy, modify, and redistribute computer software, and to defend the rights of free software users" [12].

The Open Source Initiative (OSI) is an organization dedicated to the promotion of open source. The organization defines itself as a "...global non-profit organization that promotes and supports the open source movement." Among other things, the organization maintains a list of licenses that comply with that definition [13].

According to FSF, an application is free software if the users have four essential freedoms [12]:

- The freedom to run the program as they want, for any purpose (freedom 0).
- The freedom to study how the program works, and change it as they want (freedom 1). Access to the source code is a precondition for this.
- The freedom to redistribute copies so that the user can help other users (freedom 2).

- The freedom to distribute copies of the modified versions (freedom 3). Access to the source code is a precondition for this.

The General Public License (GPL) is a FSF license that allows end users to freely use the software in addition to studying, copying and modifying it (also called copyleft) [13].

An application must also meet certain requirements to be considered open source [14]. These requirements are consistent and extend the four freedoms of free software:

1. Free Redistribution.
2. Access to Source Code.
3. Creation of Derived Works.
4. Integrity of the Author's Source Code.
5. No Discrimination Against Persons or Groups.
6. No Discrimination Against Fields of Endeavour.
7. Distribution of License.
8. License Must Not Be Specific to a Product.
9. License Must Not Restrict Other Software.
10. License Must Be Technology-Neutral.

III. ECITY SUSTAINABILITY

The funding model of the eCity game (and related products) relied initially on the government model, through a grant from EACEA, the Education, Audiovisual and Culture Executive Agency, the entity responsible for managing several European Union's programmes on these areas. This initial funding supported the creation, testing and validation of the eCity products and their initial delivery. A post-grant sustainability strategy for eCity had to be thought, prepared and implemented while the products were being created and tested. Options considered were the freemium model (keeping the existing versions free and releasing new versions with paid services) and the voluntary support model. In either cases, an extended used adoption would be required so a continuous valorization process was organized, together with several pilot implementation and exploitation events. The idea was somehow to follow Wiley's idea of creating communities of users, learning and practice [5] that could, through interaction, sharing and socializing, promote the use of the game and related tools.

A. Market Analysis

A search for existing projects related to the eCity concept was conducted to analyze best practices about the use of games in PBL and engineering education.

In this context, urban simulation was intended to model the development of an urban area, reflecting the most important features that conditions/fosters that development. Urban simulators are used in the most diverse contexts and environments, from professional urban planning and sociological studies to games. In the context of the eCity project urban simulation is used as a game environment that supports

the setup and resolution of problems and challenges to be used in the context of PBL.

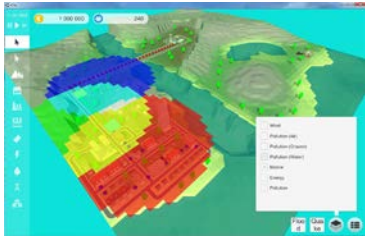


Fig. 2. Mobile antenna placement problem in eCity

Therefore it was important to analyze existing urban simulation games and platforms for the development of urban simulation to assess their suitability for the project objectives. The main conclusion from the 12 games assessed was that some exemplary cases existed, like the SimCityEdu approach (<http://www.simcityedu.org/>) but none covered the full scope of eCity's objectives at least in terms of the learning/serious purposes, as reported in [15].

B. Dissemination and valorization

The project dissemination approach was designed to increase the range of adopters of the materials by creating early interest in the contents and methodology. The dissemination focused, on one side, on Engineering Education entities and secondary/vocational schools to promote the methodology and, on another side, on the general public for awareness raising. Education authorities and educational deciders were also addressed by specific dissemination events. One of the largest engineering associations in the world, the IEEE, has been involved, as an associate partner, through the Portuguese and Spanish chapters of its Education Society. Other national engineering associations and Higher Education networks were also involved. The main dissemination actions were:

- Creation and maintenance of the Project Web Site (including information on the project, objectives, methodology, partnership and results). The web site was translated in eight different languages. In the end the website reported over 250,000 hits.
- Creation and distribution of an electronic newsletter with periodic updates and information sent to all the registered users from the web site but also to teachers and engineering education entities. The final list of newsletter recipients was about 2600 individuals and entities.
- Creation & distribution of flyers, brochures, booklets and other elements for publicity and image promotion. About 2,500 physical elements were distributed in conferences, workshops and other events. This includes dissemination outside of the European scope, in Asia and South and North America.

- Publication of articles and presentations in conferences and seminars reaching about 1,750 participants.
- Contact with media and press reaching over 1 million viewers all over Europe.
- Contact with engineering education authorities and engineering professional associations representing more than 50,000 engineers.
- Presentation of the eCity game to Serious Games Associations, reaching over 1,500 members.

C. Piloting

The piloting was carried out in 5 different countries: Portugal, Greece, Spain, Turkey, and Italy with a view to test but also to valorize the project results. The testing included students enrolled in upper secondary level courses in vocational high schools and students enrolled in post-secondary level courses in higher technical institutes and universities. In total there were 1,240 students involved in the testing, 885 from the upper-secondary level institutes and 355 from the post-secondary level institutes. Around 150 teachers took part in the testing, in focus groups and interviews.



Fig. 3. Students piloting eCity game in Volos, Greece

The majority of the students involved in testing were secondary (and vocational) school students (71%) in comparison to 29% of higher education students. The reason is that the platform was primarily aimed at high school students, also in terms of the content, to attract them to study engineering subjects and to motivate them into choosing a university engineering path after high school. The higher education students accounted for a research sample that can provide relevant feedback in terms of the adaptability of the software for higher age groups, and suggestions on its possible use and adaptations for higher education levels. Secondary education students were monitored by their teachers and, in some cases, by university students involved in tutoring assignments. Sessions lasted, on average, from 2 to 2:30 hour, giving the students enough time to test 2 scenarios per session.

The assessment methodology gathered the feedback of the final users through a holistic approach in the evaluation of the platform aspects. The feedback gathered from the end users was used to implement the final version of the game and was therefore considered essential for the successful implementation in formal and non-formal learning environments.

For all the students interviewed, it was evident that a convincing majority (65.08%) found the game fun or very fun to play, and only 11.69 % found it little or not interesting to play. The satisfaction shown by the students was due to a number of positive aspects: the possibility to approach real life representative problems and solve them, the simplicity of the game controls, the feeling of “reality” of the game, an entertaining, fresh approach to study school subjects, the ability to control the results of their actions and the immediate feedback on choices. One of the most rewarding aspects of the game was the feeling of having to “put the mind to work” and use all individual resources and knowledge.

The 11.69% poor satisfaction level can be attributed to the fact that some students were impatient when trying to solve the game, not taking enough time to study the game, the objectives and options available so they often found themselves losing the game after a short while. Some also commented on the fact that computer games were not “their sort of entertainment”, not something they usually enjoy or use as a pastime.

In general though, most of the students believed that the game was fun to play and enjoyable to replay. They found the game like an alternative activity to do during their classes and in their free time, that can be beneficial for their learning process. There was also a positive feedback from the teachers that were playing the game as passionately as the students, especially those teaching STEM subjects. They recognized the potential of eCity to be used in the classroom. Both students and teachers expressed the desire to have access to the eCity platform and the possibility of having it on their smartphones.

When it comes to the comparison between male and female users, the numbers show a higher interest by the male users, but only for a small difference. Only 9.00% of the male users found the game little or no satisfying at all, in comparison to 17.96% of the female users. This ratio of the interest in the nature of this game is equivalent to the imbalance of the interest of female and male population in engineering and STEM subjects in general, that has tended to be in favor of the male population. However, the results show that also the female students have a solid interest in the game, 54.95% of the female participants denoting the platform is fun or very fun to use. This confirms the general trend in serious game playing that shows that games for learning tend to appeal to both males and females.

IV. DISCUSSION

The consortium selected which of the project results would be most valuable as OER and discussed the individual licensing and corresponding openness:

1. The eCity game binary executable (or equivalent) files in its version 1.5.1, available for Windows, MacOS and Linux operating systems will be available for free, inside and outside the consortium. No commercial use will result from this component. New scenarios can be created by the teachers and can be automatically uploaded to the server without human intervention. An embedded rating system is in place to filter and clean the list of scenarios. The eCity source files are treated as confidential by project partners

and shall not be distributed outside the consortium. As such the City game will allow users Freedom 0 and Freedom 2.

2. The pedagogical guidelines for teachers that explain and provide examples of use of the game are freely available (including sources) under the Attribution-NonCommercial CC BY-NC licensing scheme which allows to use, share and edit but not for commercial purposes.
3. The resources (3D models, animations, graphics, images, fonts, algorithms, etc.) embedded in the eCity game have been acquired externally and thus cannot be shared accordingly to the original license.

Finally, the selected funding model to support project results was the conversion, segmentation or freemium model where base services and contents are available for free but paying subscribers receive additional or advanced scenarios and problems to use in their classrooms. Potentially this model can be combined with the governmental model. The potential fixed costs for this model are the following:

- Delivery platform for the different game versions with a reasonable bandwidth, backup insurance. Includes a server to host new scenarios created by the teachers. The cost relates to a commercial provider hosting the platform (250 €/year) plus the generation of new versions of the game required due to technology changes (500 €).
- New scenarios can be created by consortium members to focus on specific issues or problems. These scenarios can be distributed freely or based on a fee scheme (2,500 €).
- New versions and uploads required due to distribution to new platforms (2,500 €).
- Update of game elements, adding new models, graphics, images, etc. and adjusting the simulation engine accordingly (25,000 €).

Potential revenue sources to support those costs are the following:

- Scenario fees resulting from the use of paid scenarios whenever created by the partners. This covers all the optional costs related to the production of new scenarios and new platform versions (5,000 €).
- Funding from public programmes or government entities (50,000€).

V. CONCLUSIONS

eCity is a city simulation game meant to support a pedagogical methodology that stimulates the integration and continuous exploitation of Problem Based Learning (PBL) in secondary schools and, at the same time, to foster the interest of school students in following a career in Engineering. The main result of the project, the game, is now freely available in online stores and has been already downloaded about 100,000 times. eCity is also recommended by the Turkish and the Greek Education Ministry as an educational resource and is available at the Scientix repository, the European central repository for Science related educational contents.

This demonstrates how well eCity was received by the target audience and raised very interesting prospects in terms of exploitation so there was the need to identify possible strategies and models to support its sustainability (and the one of associated products) including the provision of copyright issues and licensing schemes.

The final decision was to adopt the conversion, segmentation or freemium model where base services and contents are available for free but paying subscribers receive additional or advanced scenarios and problems to use in their classrooms. Potentially this model can be combined with the governmental model through grants. Hopefully, this model will allow eCity to continue to be supported and updated in the next few years.

ACKNOWLEDGEMENT

Part of this work was financed by the European Commission under the Lifelong Learning Programme, KA3 action, Project eCity, ref. 543573-LLP-1-2013-1-PT-KA3-KA3MP and by the RIURE-NET project, funded by the CYTED programme.

REFERENCES

- [1] UNESCO, "UNESCO Promotes New Initiative for Free Educational Resources on the Internet", retrieved from: http://www.unesco.org/education/news_en/080702_free_edu_ress.shtml
- [2] J. Hyllén, D. V. Damme, F. Mulder, S. D'Antoni, "Open Educational Resources: Analysis of Responses to the OECD Country Questionnaire", OECD Education Working Papers, No. 76, OECD Publishing, 2012, <http://dx.doi.org/10.1787/5k990rjhtvln-sv>
- [3] A. Tarkowski, European Open Educational Resources Policy Project, retrieved from: https://wiki.creativecommons.org/wiki/European_OER_Policy_Project
- [4] G. Pegler. How can we achieve sustainability in OER? Retrieved from <http://www8.open.ac.uk/score/print/oeer-and-sustainability-leeds-manifesto-draft>.
- [5] D. Wiley, "On the Sustainability of Open Educational Resource Initiatives in Higher Education", Retrieved from: <http://www.oecd.org/edu/oeer>
- [6] S. Downes. Models for Sustainable Open Educational Resources. (A. Koochang, Ed.), Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects, 3, 2007
- [7] M. Rodríguez Bermúdez, M. Caeiro Rodríguez, M. Llamas Nistal, C. Vaz de Carvalho and F. Nogueira, "eCity: Virtual city environment for engineering problem based learning," 2015 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), Tallinn, 2015, pp. 159-166. doi: 10.1109/EDUCON.2015.7095966
- [8] R. Batista and C. Vaz de Carvalho, "Work in progress - learning through role play games," 38th Annual Frontiers in Education Conference, Saratoga Springs, NY, 2008, pp. T3C-7-T3C-8. doi: 10.1109/FIE.2008.4720599
- [9] D. Gouveia, D. Lopes, C. Vaz de Carvalho, "Serious Gaming for Experiential Learning", Proceedings of FIE - IEEE Frontiers in Education Conference, Rapid City, South Dakota, October 12 - 15, 2011 (IEEE Catalog Number: CFP11FIE-USB, ISBN: 978-1-61284-467-1)
- [10] C. Vaz de Carvalho, "Is Game-Based Learning Suitable for Engineering Education?", Proceedings of the EDUCON 2012 - Third IEEE Global Engineering Education Conference, Marrakesh, Morocco, 17-20 April 2012, ISBN: 978-1-4673-1456-5
- [11] Creative Commons, "About", Retrieved from: <https://creativecommons.org/about/>
- [12] Free Software Foundation, "About". Retrieved from <http://www.fsf.org/about>
- [13] Free Software Foundation, "A Quick Guide to GPLv3", Retrieved from: <http://www.gnu.org/licenses/quick-guide-gplv3.html>
- [14] Open Source Initiative, "About". Retrieved from: <https://opensource.org/about>
- [15] Manuel Caeiro Rodríguez, Martín Llamas Nistal, Melisa Rodríguez Bermúdez, Carlos Vaz de Carvalho, "eCity Environment Specification", Technical Report of the eCity Project, Retrieved from: http://ecity-project.eu/site/assets/files/1/wp3_specification_report_v8.pdf

PARTE IV.

Proyecto eMadrid

Proyecto eMadrid: Autoría, Reutilización y Laboratorios Remotos

Miguel Rodríguez Artacho
ETS de Ingeniería Informática
Universidad Nacional de Educación
a Distancia, 28040 Madrid
miguel@lsi.uned.es

Manuel A. Castro Gil, Gabriel
Díaz, Sergio Martín, Elio
Sancristóbal
ETS de Ingeniería Industrial
Universidad Nacional de Educación
a Distancia, 28040 Madrid
mcastro@ieec.uned.es

Xavier Alamán, Juan Mateu, M.
José Lasala, G. M. Sacha, F.
Jurado
Dpto. Ing. Informática
Universidad Autónoma de Madrid
xavier.alaman@uam.es
sacha.gomez@uam.es

Roberto Centeno
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática
Universidad Nacional de Educación a Distancia, 28040 Madrid
rccenteno@lsi.uned.es

Resumen—En este artículo se detallan los principales logros en la autoría y reutilización de material educativo en el marco del proyecto eMadrid.

Palabras clave—etiquetación semántica, laboratorios remotos; recursos en abierto, rating de recursos, realidad virtual y mixta, juegos educativos

I. INTRODUCCIÓN

En el marco del proyecto eMadrid se desarrollan fundamentalmente 10 objetivos, siendo uno de ellos el relacionado con las herramientas y procesos de autoría y reutilización de material educativo.

En general los procesos de autoría se suelen relacionar con las herramientas encargadas de la agregación, desagregación y composición de material usando para ello formatos estandarizados o paquetes de contenido como los conocidos desarrollos de IMS y de ADL. En este sentido son muchos los éxitos que han tenido en el pasado herramientas de autoría como xELearning o Reload, entre otras.

Sin embargo son menos conocidas las técnicas relacionadas con la autoría pensando en el proceso de recolección, búsqueda y catalogación de recursos. En este sentido hay por un lado un proceso de búsqueda que permite la categorización de los recursos y la posterior etiquetación semiautomática (bien con metadatos, o bien mediante la integración en estructuras semánticas) y por otro lado, la de proporcionar un mecanismo de rating o de reputación que permita clasificar la calidad de estos recursos.

También se tiene en cuenta en este contexto de la autoría, la integración en el material educativo de recursos físicos y digitales externos o distribuidos, como es el caso de los laboratorios remotos.

II. AUTORÍA Y CLASIFICACIÓN SEMÁNTICA

En esta primera fase, en la UNED se ha analizado el estado

Queremos agradecer el apoyo en la financiación de los proyectos eMadrid – Investigación y Desarrollo de Tecnologías Educativas de la Comunidad de Madrid (S2013/ICE-2715) y Go-Lab, Global Online Science Labs for Inquiry Learning at School Programa FP7: Acción de investigación - FP7-ICT-2011-8 (project number 317601) de la Unión Europea.

del arte sobre la creación de capas semánticas en repositorios de objetos educativos, así como sobre la búsqueda y recuperación de recursos basada en contextos formales y su aplicación a la recuperación basada en criterios instruccionales. Se puede concluir que la autoría y la reutilización de material educativo evolucionan desde los modelos basados en repositorios etiquetados con metadatos hacia modelos semánticos basados en datos enlazados. Por otro lado, la etiquetación se hace más social en consonancia con las tendencias en la red. En este sentido, en el marco de eMadrid se han definido las consultas semánticas a repositorios y creación de los dominios instruccionales sobre los que se realizarán las consultas.

También se ha consolidado el uso de la herramienta de autoría CREASE desarrollada parcialmente en el marco de la red eMadrid para la integración en campus virtuales [1] que permite la creación de material basado en niveles instruccionales. En cuanto a la etiquetación semántica de recursos, está en curso la realización de una tesis doctoral en el marco de la extracción de términos a partir de material educativo y la etiquetación en forma de relaciones semánticas basadas en datos enlazados. En este trabajo se está empezando a usar como fuente de contenidos el formato en eBook, explorando la adaptación en este tipo de formato. En concreto se está comenzando a colaborar en este ámbito con el proyecto ADB del IEEE (<https://ieec-sa.imeetcentral.com/adb>) en el que se exploran las posibilidades adaptativas del material en formato eBook y la analítica del estudiante en el mismo mediante un vocabulario ad-hoc basado en sentencias xAPI.

III. RATING DE RECURSOS ONLINE

El grupo LTCS de la UNED ha desarrollado métodos que permiten la selección de recursos con un algoritmo que mejora el rating basado en puntuación, hacia un rating basado en comparativas entre pares que permiten mayor fiabilidad y además proporcionan una mejora en la manera de obtener un ranking de reputación. En concreto hemos publicado resultados preliminares de este algoritmo aplicado a MOOCs, mediante el uso de este algoritmo de evaluación entre pares aplicado a recursos educativos de la comunidad que interviene en el curso [2].

En cuanto al material adaptativo y evaluación del estudiante, en el marco de eMadrid se ha definido un modelo de calibración de tests basado en el ajuste de parámetros de técnicas psicométricas (de la Teoría de Respuesta al Ítem) para proporcionar realimentación y mejora de la evaluación del estudiante. En este aspecto también se utilizan técnicas semánticas para la clasificación de los tests. Este trabajo se realiza en colaboración con la Universidad Tecnológica de Bolívar, socio colaborador del proyecto.

Por parte del grupo UPM, se ha desarrollado una plataforma de autoría y reutilización de recursos educativos en abierto, a través del proyecto europeo STARTUP, para formadores y aprendices en el área de emprendimiento. A través de esta plataforma se elaboran itinerarios de aprendizaje particularizados al perfil de usuario de que se trate.

IV. AUTORÍA DE SISTEMAS DE REALIDAD VIRTUAL Y MIXTA

En la Universidad Autónoma de Madrid se ha desarrollado un conjunto de herramientas para la construcción de sistemas de realidad mixta para la educación. Este conjunto de herramientas se llama Virtual Touch, y permite la construcción de interfaces de usuario tangibles para interactuar con Mundos Virtuales, mediante un middleware especialmente desarrollado con este propósito. Cualquier persona con conocimientos técnicos básicos puede crear aplicaciones educativas que utilizan módulos de realidad mixta, aplicando una filosofía similar a las construcciones Lego.

Empleando Virtual Touch se han creado y probado varias aplicaciones educativas, entre las que destacan:

- CUBICA, un mundo virtual donde los estudiantes de informática (a nivel de enseñanza secundaria) pueden visitar casas temáticas en las que pueden encontrar material educativo sobre algoritmos de ordenación, empleando como mecanismo de interacción un modelo “tangible” de “array” [3].
- Virtual Eye, un mundo virtual donde estudiantes inmigrantes pueden realizar diferentes actividades que les permiten practicar las habilidades lingüísticas, empleando como mecanismo de interacción figuras geométricas de madera [4].
- Virtual Book, un mundo virtual que, a través de la interacción con un libro tangible, se estudia la mitología griega [5].
- FlyStick y PrimBox, que son dos interfaces tangibles que permiten interactuar con un mundo virtual en el que se pueden estudiar conceptos geométricos [6].

Estos cuatro mundos virtuales han sido probados con alumnos de varios centros de enseñanza secundaria, y los resultados obtenidos han sido muy satisfactorios desde el punto de vista de la mejora del aprendizaje.

V. AUTORÍA DE VIDEOJUEGOS EDUCATIVOS

También en la Universidad Autónoma de Madrid se colabora entre el Departamento de Ingeniería Informática y la Facultad de Humanidades para la aplicación de mundos virtuales en la reconstrucción de excavaciones arqueológicas. A través de esta

colaboración se han desarrollado herramientas de divulgación basadas en distintos formatos de alta interactividad con los usuarios que se han empleado exitosamente en centros de educación primaria y secundaria. En las jornadas realizadas con estas herramientas, los alumnos han aumentado su conocimiento sobre distintas épocas históricas y también sobre las herramientas y técnicas de excavación arqueológica. A continuación, se listan algunas de las herramientas desarrolladas.

- Reconstrucción virtual de la Tumba Tebana 209 [7]. Desarrollada a partir de la información adquirida en la excavación durante la campaña de 2015 y con el motor Unity Pro 5. En esta aplicación los alumnos pueden moverse por el interior y exterior de la excavación donde, además de explorar el entorno de Montaña Tebana en Lúxor donde se ubica la excavación, pueden acceder a material audiovisual donde se describen las distintas actividades realizadas en la excavación.
- Motor de diseño de videojuegos tipo aventura gráfica [8]. El motor de juegos desarrollado permite a los alumnos de grado de la universidad diseñar sus propios juegos basados en los contenidos docentes que estén cursando en ese momento. Este diseño ha sido empleado en sustitución a métodos tradicionales de exposición de trabajos en el aula, donde se usaban mayoritariamente aplicaciones estándar de presentación.
- Reconstrucción virtual del Templo de Debod. Esta aplicación, realizada con Unity Pro 5 y blender se emplea como complemento a la visita física que se realiza en la universidad en las asignaturas de Egiptología e Historia Antigua y sirve como refuerzo para comprender la lógica de la distribución espacial de las distintas estancias del templo.

Estas herramientas se han empleado a distintos niveles de enseñanza, que van desde edades de 5 años hasta las últimas etapas de la universidad. Se han obtenidos resultados muy interesantes en cuanto al aumento de la motivación en el aprendizaje, así como su interacción con la eficiencia del mismo [9].

VI. LABORATORIOS REMOTOS

Usando diversas tecnologías (plug&play) y focalizando en el trabajo en proyectos como Go-Lab y el desarrollo de sistemas de referencia y buenas prácticas, se han diseñado y desarrollado los laboratorios:

- Brazo robotizado.
- Laboratorio solar.
- Laboratorio eólico.

Dichos laboratorios fueron integrados en la plataforma Graasp del proyecto Go-Lab que permiten el uso de recursos federados, como herramientas para formular hipótesis o el uso de otros laboratorios virtuales que complementan a los desarrollados. Dichos laboratorios remotos fueron desarrollados utilizando nuevas tecnologías como WebSockets, frameworks como node.js, Y plataformas hardware usando sistemas de bajo coste (Lego) y como controladores Raspberry Pi y Arduino.

Actualmente la gran mayoría de los laboratorios remotos son

diseñados como un todo. No existe una forma de crear nuevas interfaces de usuario y reutilizarlas o de utilizar determinados componentes para crear otros laboratorios. Basándonos en esta idea y en el concepto de Internet de las cosas, la UNED está trabajando en el concepto de "smart devices" y en la estandarización de este concepto, frente a los diseños ad-hoc que se están realizando.

El uso de laboratorios remotos y virtuales es una realidad en la docencia de carreras de ingeniería, así como en diferentes ámbitos profesionales. El desarrollo de este tipo de recursos se asocia de manera directa a proyectos individualizados, que no tienen en cuenta los servicios de gestión de estos recursos compartidos, lo que lleva a realizar métodos de integración con otros tipos de servicios y el consecuente esfuerzo/coste de desarrollo. Tampoco tienen en cuenta la posible "federación" de servicios y laboratorios con una metodología de uso y definición común. De esta manera, y con el fin de cumplir estos objetivos, se desarrolló RELATED como un marco de especificación del desarrollo de laboratorios remotos/virtuales, así como la explotación de los mismos mediante la integración transparente con los servicios de gestión de los recursos: autenticación/acceso, almacenamiento de datos experimentales, control de acceso al recurso (reservas y tokens de acceso) y seguimiento de trabajo (sesiones), entre otros.

La UNED ha contribuido a la creación del primer estándar industrial para la utilización de laboratorios remotos en la enseñanza. En concreto uno de los investigadores del proyecto ha realizado en 2015 una estancia en la Universidad de Quebec (TELUQ) en Montreal en colaboración con el Profesor Hamadou Saliah-Hasanne, coordinador del grupo de estandarización P1876 del IEEE. Durante esa estancia se ha confeccionado el primer borrador de la norma IEEE P1876 presentado en el congreso Frontiers for Education IEEE en El Paso, TX en Octubre de 2015. El trabajo en el estándar ha sido también presentado en Montreal en el marco del capítulo local del IEEE con agradecimientos a la financiación de eMadrid. Este proyecto tiene como finalidad este objetivo integrar los laboratorios remotos en plataformas de elearning de manera que los laboratorios remotos son un elemento pedagógico que debe ser plenamente integrado en un proceso de aprendizaje con el fin de tener éxito.

También en cuanto a la adaptación a dispositivos industriales como RPi o Arduino, la UNED ha realizado varios desarrollos siguiendo lo marcado en esta actividad.

Remarcar la organización desde la UNED y la UPM del Congreso REV 2016, (<http://www.rev-conference.org/REV2016/>) donde se reunieron los máximos exponentes mundiales en la instrumentación remota y los laboratorios virtuales y remotos así como su uso en la industria y en la Universidad, y donde en su cierre se realizó una sesión específica organizada por la red eMadrid, "Nuevas Experiencias en Laboratorios Remotos" (<http://www.emadrinet.org/es/seminario-emadrid-sobre-nuevas-experiencias-en-laboratorios-remotos-2016-02-26>).

VII. CONCLUSIONES

La autoría y la reutilización de material educativo configuran elementos esenciales para a agregación y desagregación de forma que el docente pueda tener los grados de libertad adecuados en la preparación del material de enseñanza. En este artículo se han mostrado diversos aspectos de la autoría y la reutilización desarrollados por los grupos de investigación que colaboran en el marco de eMadrid.

Se han presentado las actividades en marcha en el desarrollo y utilización de los laboratorios remotos y su conexión con el resto de áreas analizadas y expuestas.

En el marco de los siguientes meses se espera tener resultados en algunos ámbitos que todavía están pendientes de desarrollo como son el de la creación de libros interactivos y la estandarización de la integración de laboratorios remotos en el marco de grupos como el IEEE-SA P1876.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración de todos los investigadores y grupos de eMadrid que han contribuido en diferentes actividades y eventos dentro de las áreas aquí presentadas.

REFERENCIAS

- [1] A Navarro, JM Cigarrán, F Huertas, M Rodríguez-Artacho A Cogollado "An Integration Architecture of Virtual Campuses with External e-Learning Tools" in *Journal of Educational Technology & Society* 17 (3), 252-266
- [2] R. Centeno, E. Sancristóbal, F. García, G. Díaz, M. Castro, M. Rodríguez-Artacho et al. "Towards learning resources rankings in MOOCs: A pairwise based reputation mechanism" 6th IEEE Global Engineering Education Conference (EDU/CON 2015)
- [3] J. Mateu, X. Alamán, "An Experience of Using Virtual Worlds and Tangible Interfaces for Teaching Computer Science". Proceedings of the 6th Ubiquitous and Ambient Intelligence conference, Vitoria-Gasteiz, Spain, 3-5 December 2012; pp. 478-485.
- [4] J. Mateu, M.J. Lasala, X. Alamán, "Tangible Interfaces and Virtual Worlds: A New Environment for Inclusive Education". Proceedings of the 7th Ubiquitous and Ambient Intelligence conference, Guanacaste, Costa Rica, 2-6 December 2013; pp. 119-126.
- [5] J. Mateu, M.J. Lasala, X. Alamán, "Virtual Touch Book: A Mixed-Reality Book for Inclusive Education". Proceedings of the 8th Ubiquitous and Ambient Intelligence conference, Belfast, Northern Ireland, 2-5 December 2014; pp. 124-127, 2014.
- [6] A. Ayala, G. Guerrero, J. Mateu, L. Casades, X. Alamán, "Virtual Touch FlyStick and PrimBox: two case studies of mixed reality for teaching geometry". Proceedings of the 9th Intl. Conf. On Ubiquitous Computing and Ambient Intelligence (UCAmI'15), Puerto Varas, Chile, 1-4 december 2015.
- [7] M. A. Molinero-Polo, C. Hernández, D. M. Méndez-Rodríguez, T. Naranjo, Y. Díaz, S. Pérez-Ruiz, A. Acebo, P. Molins-Ruano, F. Jurado, P. Rodríguez, S. Atrio and G. M. Sacha, 2016 "Bringing Egyptology to the Classroom: Virtual Reconstruction of the TT 209 Site" Proceedings of 2016 13th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV), pp. 300-304.
- [8] P. Molins-Ruano, C. Sevilla, S. Santini, P. A. Haya, P. Rodríguez and G.M. Sacha, 2014 "Designing videogames to improve students' motivation," *Computers in Human Behavior*, vol. 31 pp. 571-579.
- [9] M.A. Molinero Polo, S. Pérez-Ruiz, A. Acebo, S. Atrio Cerezo, G.M. Sacha 2016 "Uso de las nuevas tecnologías en el aula: análisis de su potencial motivador y docente. Organización y Gestión Educativa, 3. pp. 26.

Proyecto eMadrid: MOOCs y Analítica del Aprendizaje*

Carlos Delgado Kloos, Carlos Alario-Hoyos, Carmen Fernández-Panadero, Iria Estévez-Ayres, Pedro J. Muñoz-Merino

Departamento de Ingeniería Telemática
Universidad Carlos III de Madrid

Ruth Cobos, Jaime Moreno
Departamento de Ingeniería Informática
Universidad Autónoma de Madrid

Edmundo Tovar, Rosa Cabedo
Escuela de Ingeniería Informática
Universidad Politécnica de Madrid

Nelson Piedra, Janneth Chicaiza, Jorge López
Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador

Resumen—Tanto los MOOCs como la analítica del aprendizaje son dos temáticas emergentes en el ámbito de las tecnologías educativas. En este artículo se muestran las contribuciones fundamentales en estas dos temáticas dentro de la red eMadrid en los dos últimos años (2014-2016), así como las previsiones de trabajos futuros dentro de la red. Las contribuciones en el ámbito de los MOOCs incluyen el diseño y autoría de los materiales, la mejora del proceso de revisión entre iguales o experiencias de impartición de estos cursos e implantación institucional. Las contribuciones en el ámbito de la analítica del aprendizaje incluyen la inferencia de información de alto nivel, la realización de dashboards, la evaluación del proceso del aprendizaje o la predicción y clustering.

Palabras clave—MOOCs; analítica del aprendizaje; educación; tecnologías educativas

I. INTRODUCCIÓN

Los MOOCs (Massive Open Online Courses) han emergido en los últimos años como cursos en línea, generalmente sin coste, en los que puede inscribirse cualquier persona. Por este motivo, este tipo de cursos suelen alcanzar un gran número de participantes, desde los cientos hasta los cientos de miles.

Los MOOCs suponen un nuevo paradigma en educación a distancia. En los MOOCs se pueden aplicar nuevas pedagogías que tienen una repercusión en las herramientas tecnológicas a utilizar, surgen problemas de escalabilidad al tener un gran número de participantes matriculados, y aparecen nuevos retos a la hora de diseño de los contenidos educativos a utilizar.

Por otro lado, la analítica del aprendizaje (learning analytics) también ha ganado importancia en los últimos años como forma de aprovechamiento de todos los datos que se recogen en las plataformas y servicios educativos. Por analítica del aprendizaje se entiende al proceso completo de recogida, análisis y presentación de datos relacionados principalmente con las

acciones de los alumnos sobre un contenido de aprendizaje específico, o un curso en general, con el objetivo de mejorar el proceso educativo.

Aunque los MOOCs y la analítica del aprendizaje son dos conceptos diferentes, entre ellos tienen una estrecha relación, ya que la aplicación de la analítica del aprendizaje en MOOCs es de vital importancia. En entornos como los MOOCs, con una gran cantidad de alumnos, eventos e interacciones, es muy útil que los alumnos puedan conocer información sobre su propio aprendizaje ya que la realimentación que pueden proporcionar los profesores está limitada por la gran cantidad de alumnos en el curso. Las técnicas de learning analytics pueden proporcionar ese feedback y ofrecer recomendaciones fruto del análisis de los datos. Así mismo, a los profesores se les debe proporcionar la información del proceso del aprendizaje de una manera clara para su toma de decisiones. La analítica del aprendizaje también permite evaluar los MOOCs a modo global.

No obstante, las técnicas de analítica del aprendizaje pueden aplicarse también en entornos que no son MOOCs con diferentes propósitos; y los MOOCs presentan una serie de retos que no tienen nada que ver con la analítica del aprendizaje, como por ejemplo las metodologías y pedagogías a aplicar, o el diseño eficiente de los cursos.

En este artículo se presenta un resumen de los trabajos de investigación fundamentales que se han llevado a cabo en la red eMadrid en los dos últimos años relacionados con MOOCs y analítica del aprendizaje. Así mismo, se enumeran algunas previsiones de trabajos futuros en la red en estas dos temáticas para los próximos años.

* Los desarrollos descritos en este trabajo han sido parcialmente financiados por el Proyecto eMadrid (S2013/ICE-2715) financiado por la Comunidad de Madrid, el Proyecto RESET (TIN2014-53199-C3-1-R) financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad, el proyecto FLEXOR (TIN2014-S2129-R) financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad, el proyecto "Adaptación de la Metodología Phymel a la Formación Científica mediante el Uso de Simuladores" financiado por la empresa Medical Simulator, y los proyectos Erasmus+ MOOC-Maker (561533-EPP-1-2015-1-ES-EPPKA2-CBHE-JP) y SHEILA (562080-EPP-1-2015-BE-EPPKA3-PI-FORWARD) financiados por la Comisión Europea.

II. INVESTIGACIÓN EN MOOCS

A. Trabajos realizados

En los dos últimos años, desde el proyecto eMadrid se ha propuesto una metodología para el diseño y despliegue de MOOCS. Esta metodología es genérica y extensible, y está basada en la experiencia y buenas prácticas recogidas a partir de la realización de los primeros MOOCS en las plataformas edX¹ y MiriadaX² [1], [2], [3] y [4]. Como parte del diseño de MOOCS se han identificado los elementos propios de este tipo de cursos (logísticos, tecnológicos y pedagógicos) comparándolos con los cursos tradicionales, y se han proporcionado sistemas y herramientas de apoyo para el diseño de MOOCS, como por ejemplo el MOOC Canvas [5], basados en buenas prácticas y criterios de calidad en todo el ciclo de vida.

Usando dicha metodología, se han diseñado y puesto en marcha un total de 10 MOOCS en la plataforma edX por parte de la Universidad Carlos III de Madrid (UC3M)³. Dos de ellos fueron realizados por miembros de UC3M del proyecto eMadrid. Estos dos MOOCS forman parte de una serie de tres cursos para aprender a programar (usando el lenguaje Java). El primero de estos cursos "Introduction to Programming with Java - Part 1 Starting to Code in Java" ha superado en sus dos ediciones (Abril-Junio 2015, Noviembre 2015-Junio 2016) los 200.000 participantes inscritos⁴. El segundo de estos cursos "Introduction to Programming with Java - Part 2 Writing Good Code" ha finalizado recientemente con éxito la impartición de su primera edición (Abril-Junio 2016). A lo largo del próximo año se pondrá en marcha la tercera parte, concluyendo así la trilogía de MOOCS dedicados al aprendizaje de programación. Los tres MOOCS proporcionan una serie de videos, aunque merece la pena destacar que han sido diseñados para ofrecer un gran número de actividades interactivas [6].

Por otro lado, desde la Universidad Autónoma de Madrid (UAM) se ha diseñado y puesto en marcha un total de 8 MOOCS en la plataforma edX⁵. Los cursos tratan de tecnología, medicina, derecho, ciencias, humanidades, educación y psicología. Uno de sus cursos masivos sobre humanidades ha sido utilizado dentro del Campus como refuerzo a las clases tradicionales [7].

La UPM ha publicado dos MOOCS en edX a través del canal OECx del Open Education Consortium, siendo los primeros cursos publicados en español. Tanto la coordinación del proceso de publicación, la discusión con Open Education Consortium (OEC) sobre las buenas prácticas a considerar así como la autoría de uno de los dos MOOCS⁶ ha sido responsabilidad de miembros del grupo eMadrid.

En la línea de publicación de MOOCS como parte del movimiento en abierto este grupo ha asumido el concepto de "abierto" bajo los términos de acceso al uso y reutilización de materiales educativos bajo licencias abiertas. En este sentido se ha diseñado una arquitectura basada en tecnologías web

semánticas que soporta la incorporación de OER procedentes de distintos repositorios en MOOCS [8].

También desde la red eMadrid se ha estudiado la utilización de tecnologías MOOC para su uso dentro del Campus (MOOC on-campus) como refuerzo a las clases tradicionales, diseñando e implementando en UC3M tres cursos 0 en Open edX sobre Matemáticas, Física y Química [9], [10]. Estos cursos, se habían impartido en años anteriores con la ayuda de una instancia de la plataforma Khan Academy. Además, se ha propuesto un marco para la clasificación de MOOCS y SPOCS [11]. En la UAM, se ha utilizado su MOOC titulado "La España de *El Quijote*" en una asignatura de Humanidades haciendo uso de la clase invertida (flipping class) en dicha docencia.

Además desde la red eMadrid se ha colaborado con edX en el desarrollo e implementación de código para la plataforma Open edX de MOOCS, realizándose un recomendador de recursos basado en similitudes con otros alumnos y los módulos ANALYSE [12] y OpenDLAs [13] de analítica visual, siendo justamente estos tres casos tres ejemplos de intersección entre las temáticas de analítica del aprendizaje y los MOOCS.

Dentro de las líneas de trabajo de la red eMadrid también se incluye la investigación acerca del comportamiento de los participantes en las redes sociales que se establecen alrededor de los MOOCS. Como parte de esta investigación se han establecido perfiles de alumnos en función de su nivel de actividad y se ha determinado la preferencia del foro por encima de otras redes sociales [14].

El soporte que pueden proporcionar los profesores a los alumnos en los MOOCS es muy limitado, debido a la gran cantidad de participantes. Por este motivo es importante que los estudiantes adquieran técnicas de autoaprendizaje y sean capaces de enfrentarse por sí mismos a este tipo de cursos, organizando adecuadamente su tiempo en función de las tareas a realizar. MyLearningMentor es una aplicación móvil que ha sido diseñada para apoyar a los participantes en los MOOCS a lo largo de su proceso de aprendizaje proporcionándoles una planificación personalizada de las tareas pendientes [15].

Así mismo, las actividades de revisión entre iguales son clave en los entornos de MOOCS, ya que debido al elevado número de alumnos, se hace imposible por el profesor corregir a todos los alumnos y se hace necesario la revisión entre los propios alumnos de una forma que sea justa, escalable y apropiada. En esta línea, desde el proyecto eMadrid se ha diseñado e implementado un algoritmo para la mejora de la revisión por pares en entornos MOOCS [16].

Un elemento poco explorado aún en los MOOCS es el aprendizaje de técnicas que requieran interacción o habilidades físicas por parte de los estudiantes. Por eso, desde la red eMadrid, se ha empezado a explorar las necesidades de aprendizaje de disciplinas relacionadas con las ciencias de la salud y se ha utilizado la metodología PhyMEL (Physical,

¹<https://www.edx.org/>

²<https://miriadax.net/home>

³<https://www.edx.org/school/uc3mx>

⁴<https://www.edx.org/course/introduction-programming-java-part-1-uc3mx-it-1x-0>

⁵<https://www.edx.org/school/uamx>

⁶<https://www.edx.org/course/responsabilidad-social-corporativa-y-soc-ecce-b1156-x>

Mental and Emotional Learning) [17] [18] para el despliegue de la plataforma Learning Space en varios hospitales y centros de salud a nivel nacional. Gracias a esta colaboración entre la UC3M y la empresa Medical Simulator se ha podido formar a los profesores sobre cómo desplegar sus cursos semipresenciales en plataformas de aprendizaje en la Escuela Universitaria San Juan de Dios, el hospital 12 de Octubre, el Hospital General de Castellón y la Universidad Católica San Antonio de Murcia, y en breve se utilizará la misma metodología para su despliegue en Blanquerna (Universitat Ramon Llull) y el hospital la Paz.

Este tipo de plataformas enriquecen mucho la experiencia de aprendizaje ya que, además de permitir ver vídeos y realizar ejercicios y cuestionarios, permiten grabar la interacción de los estudiantes durante su práctica clínica para analizarla posteriormente en la fase de recapitulación o debriefing donde se realiza el aprendizaje reflexivo. Esta etapa es clave en la práctica clínica donde no es suficiente con evaluar el nivel del alumno en un determinado momento, sino que hay que conseguir que todos los estudiantes superen los niveles de competencia requeridos. Para conseguirlo, es necesario evaluar las competencias prácticas y proporcionar realimentación personalizada para llegar a los niveles mínimos exigidos para garantizar la seguridad de los pacientes.

El análisis del desarrollo de habilidades técnicas, clínicas o de comunicación por parte del personal de la salud se evalúa tradicionalmente mediante listas de observación que cumplimenta algún profesor durante la práctica. La introducción de plataformas de aprendizaje en estos entornos permite sistematizar la recogida de datos y mejorarla para mejorar el aprendizaje reflexivo durante los procesos de debriefing.

El hecho de instrumentalizar la recogida de datos permite no sólo recoger evidencias del aprendizaje en vídeo, sino también integrar simuladores físicos como maniqués de alta fidelidad en la experiencia de aprendizaje. De modo los estudiantes pueden practicar habilidades clínicas e instrumentales como masaje cardiaco, coger una vía o intubar a un paciente y todos estos procedimientos quedan recogidos en la plataforma junto con el vídeo de la interacción.

El hecho de sincronizar la recogida de datos de diferentes fuentes: varias cámaras de vídeo, datos procedentes del maniquí (eventos como paradas cardio-respiratoria y constantes vitales), anotaciones temporales del profesor, y guardar toda esta información en función del tiempo, facilita enormemente el análisis posterior durante la fase de recapitulación o debriefing. Durante este análisis posterior, donde el elemento fundamental es el aprendizaje reflexivo, se puede recuperar cualquier marca de tiempo y ver de nuevo sincronizadas todas las fuentes de información. Esto permite al alumno ver en vídeo su propia intervención (auto-evaluación), la de sus compañeros (evaluación por pares) o hacer un análisis colectivo, junto al profesor sobre lo que se debe y no se debe hacer durante la interacción con el paciente o el equipo de intervención. El sistema permite visualizar simultáneamente: (1) el vídeo de la intervención clínica desde diferentes ángulos, (2) lo que le estaba ocurriendo al paciente (maniquí) durante la intervención (nivel de saturación, frecuencia cardíaca, etc.) y cómo evolucionaban

esas constantes vitales con las diferentes intervenciones del estudiante (medicación, oxígeno, masaje cardiaco, etc.), y (3) las anotaciones del profesor durante la práctica.

La tasa de abandono es muy elevada en los MOOCS, en muchos casos más del 90% de los estudiante que inician los cursos no los terminan. Se barajan varias razones para este hecho, entre las que están la diversidad de perfiles y de condiciones socio-económicas, culturales y tecnológicas de los alumnos, también el desajuste entre los intereses de los promotores y los consumidores de los cursos, así como la forma en que los MOOCS se implementan y la experiencia de usuario que provocan. Desde la UAM se está investigando en la detección de abandono en función del análisis de indicadores de comportamiento de usuario, así como en este fenómeno en sí, por un lado estudiando la influencia de la experiencia de usuario en él, y por otro lado analizando el efecto de la aceptación tecnológica de este tipo de cursos en los países emergentes.

B. Trabajos futuros

Algunas de las líneas de actuación futura de la red eMadrid respecto a los MOOCS son las siguientes:

- En lo que respecta al diseño de MOOCS, se seguirá trabajando en la recolección de buenas prácticas para la generación de guías de apoyo al profesorado y se llevará a cabo un MOOC sobre cómo hacer un MOOC en Open edX.
- En lo que respecta a la actividad en MOOCS y SPOCS, se continuarán generando nuevos cursos en temáticas atractivas y relevantes, haciendo especial énfasis en su utilización dentro del campus.
- En lo que respecta a predicción de alumnos en riesgo, se crearán nuevos modelos basados en learning analytics, apoyados por los resultados parciales de los alumnos en los cursos y también por su comportamiento en las redes sociales del MOOC, particularmente en el foro.
- En lo que respecta a la revisión entre pares, se mejorarán los algoritmos de asignación y revisión, incluyendo información previa del comportamiento de los alumnos.
- En lo que respecta a los servicios ofrecidos a los participantes de los MOOCS, se ampliarán los servicios de recomendación, los sistemas de visualización, y las herramientas para una mejor planificación de las tareas pendientes.
- En lo que respecta al uso de plataformas de aprendizaje para el aprendizaje de habilidades físicas se continuará el análisis inicial de necesidades en el campo de la salud mediante el despliegue de la plataforma Learning Space utilizando la metodología PhYMEL en diferentes hospitales y centros educativos a nivel nacional.

III. INVESTIGACIÓN EN LEARNING ANALYTICS

A. Trabajos realizados

Desde la red eMadrid, se han realizado varios trabajos sobre analítica del aprendizaje. Las principales líneas de trabajo han sido:

- Realización de indicadores del aprendizaje fruto de la transformación de datos en crudo.
- Visualizaciones para alumnos y profesores sobre el proceso del aprendizaje para diferentes plataformas.
- Modelos de predicción y clustering.
- Análisis de las interacciones sociales en el proceso educativo.
- Evaluación de diferentes experiencias educativas.

Respecto a la realización de indicadores del aprendizaje, se puede destacar el cálculo preciso de la efectividad en MOOCS fruto de la interacción de los alumnos con vídeos y ejercicios [19], así como la detección de la interacción con elementos opcionales [20] el gusto por la gamificación por parte de los alumnos [21] o los estados afectivos de los alumnos [22].

Respecto a herramientas de visualizaciones para alumnos y profesores se ha realizado la ampliación de ALAS-KA [23], una herramienta para la plataforma Khan Academy. Así mismo, se ha realizado un producto software denominado ANALYSE [12], que es una herramienta de analítica del aprendizaje para la plataforma Open edX, que contiene varios módulos y que incorpora los resultados de varias investigaciones de analítica realizadas en el proyecto. Por un lado, es capaz de transformar datos de bajo nivel en información inteligente como la evolución de la actividad de los alumnos y la clase, en qué partes del vídeo se interacciona más, en qué momentos del día se tiene mayor interacción, los porcentajes de reparto de la actividad en ejercicios, vídeos o secciones, etc. Por otro lado, proporciona un conjunto de visualizaciones de los alumnos y de la clase sobre esta información. Para la plataforma Open edX también se ha realizado la herramienta OpenDLAs [13] para poder visualizar el progreso de aprendizaje de sus estudiantes.

La UAM ha colaborado con la University of Southampton (U.K.) en la elaboración de una herramienta de analíticas de aprendizaje para la plataforma FutureLearn (U.K.). Esta herramienta se ha presentado en el congreso eMOOCs 2016 (Graz, Febrero 2016) [24].

Respecto a los modelos de predicción y clustering, destacan la realización de la realización por parte de UC3M de un modelo de predicción de ganancias de aprendizaje en función de múltiples variables como la utilización de vídeos o ejercicios [25] o un modelo de clustering de alumnos teniendo en cuenta sus indicadores de gamificación [21]. Ambos modelos se han realizado en la plataforma de la Khan Academy.

Dada la gran diversidad de las personas que se registran en MOOCS y la carencia del conocimiento previo que se dispone de sus perfiles en UPM se ha seguido distintas aproximaciones para conocer más acerca de las posibles redes que pueden establecerse entre ellos. En primer lugar se han analizado las interacciones sociales a través de la aplicación de la técnica Social Network Analysis (SNA), con el propósito de comprender y visualizar patrones de interacciones entre individuos de forma cuantitativa. Pero, además, el uso de SNA ha permitido tomar una aproximación de learning analytics para datos procedentes de MOOCS, complementando así el análisis

estadístico, a través del estudio de las propiedades de participantes adquiridas a través de relaciones explícitas o implícitas con otros participantes. Las redes constituidas por aprendices que responden de manera similar a las mismas preguntas reflejan grupos de usuarios con comportamientos comunes pudiendo determinar la forma de influir en ellos [26] [27].

Así mismo, en segundo lugar, con los datos recogidos con encuestas a participantes de MOOCS de idiomas a través de la participación de UPM en el proyecto europeo MOOCKNOWLEDGE se han aplicado técnicas de clustering para identificar perfiles posibles de participantes [28].

También desde UC3M se ha realizado un estudio de utilización de herramientas sociales en experiencia educativa y modelo de predicción de quienes contribuyen más en función de múltiples variables [29]. Esta experiencia se ha realizado en la plataforma de MiriadaX.

En cuanto a las evaluaciones, se han realizado múltiples trabajos en plataformas y contextos educativos, formulando hipótesis, diseñando experiencias para validarlas, etc. Los objetivos son la mejora del aprendizaje y de la tecnología asociada. A continuación se resumen algunos de los más relevantes:

- Desarrollo de instrumentos y metodologías para evaluar y mejorar la motivación de los estudiantes y profesionales en Ingeniería Software validado empíricamente en estudiantes y profesionales del sector, así como ha desarrollado un marco para la garantía de calidad de formación learning para las comunidades indígenas, validada en dos comunidades de Bolivia.
- Evaluación de experiencias de entornos de aprendizaje localizado y aprendizaje colaborativo para ver si la enseñanza mejora con la introducción de etiquetas inteligentes [30]. Experiencia realizada con tecnología NFC.
- Evaluación de materiales en plataforma Open edX utilizando el módulo ANALYSE en un centro de secundaria (CEPA Sierra Norte de Torrelaguna) [31].
- Evaluación de la usabilidad del sistema de visualización de la recursividad SRec, así como el rendimiento académico de los alumnos y el efecto de SRec en su motivación.
- Evaluación de las malas concepciones de los alumnos de informática sobre conceptos de optimización, usando la herramienta OptimEx.
- Evaluación del desempeño y motivación de los alumnos de informática mediante la herramienta GreedEx, teniendo en cuenta el esquema didáctico y sus estilos de aprendizaje.

Trabajos futuros

Respecto a la analítica del aprendizaje, algunas de las actividades que están planificadas realizarse en los dos próximos años son:

- Módulos avanzados de visualización de información, que tengan en cuenta por ejemplo la escalabilidad al tener que visualizar información relacionada con un gran número de alumnos.
- Módulos de recomendación.
- Evaluaciones avanzadas de experimentos en tutores inteligentes, juegos, plataformas MOOCS, etc. (ganancias de aprendizaje, comparación entre situaciones, etc.) como en sistemas de competición para educación [32] así como en redes sociales.
- Interoperabilidad entre diferentes soluciones de analítica del aprendizaje. La importancia de la interoperabilidad entre diferentes servicios educativos ha sido ampliamente estudiada [33].

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a todas las personas que han contribuido al despliegue de estas experiencias, así como en el diseño y desarrollo de las diferentes herramientas que han contribuido de alguna manera a la consecución de los trabajos comentados de la red eMadrid.

REFERENCIAS

- [1] C. Delgado-Kloos, M.B. Ibañez-Espiga, C. Alario-Hoyos, P.J. Muñoz-Merino, I. Estévez-Ayres, C. Fernández-Panadero, J. Villena-Román, "From Software Engineering to Courseware Engineering," Proceedings of the IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON 2016, pp. 1122-1128, 2016.
- [2] C. Delgado-Kloos, C. Alario-Hoyos, M. Pérez-Sanagustín, "Tips and Techniques for MOOC Production," Proceedings of the 2015 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education, ITICSE 2015, pp. 329, 2015.
- [3] C. Alario-Hoyos, M. Pérez-Sanagustín, C. Delgado-Kloos, I. Gutiérrez-Rojas, D. Leony, H.G. Parada, "Designing your first MOOC from scratch: recommendations after teaching Digital Education of the Future," eLearning papers, From the field, vol. 37(3), pp. 1-7, 2014.
- [4] C. Alario-Hoyos, M. Pérez-Sanagustín, C. Delgado-Kloos, P.J. Muñoz-Merino, "Recommendations for the design and deployment of MOOCs: Insights about the MOOC Digital Education of the Future deployed in MiríadaX," Proceedings of the 2nd International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality, TEEM 2014, pp. 403-408, 2014.
- [5] C. Alario-Hoyos, M. Pérez-Sanagustín, D. Cormier, C. Delgado-Kloos, "Proposal for a conceptual framework for educators to describe and design MOOCs," Journal of Universal Computer Science, vol. 20(1), pp. 6-23, 2014.
- [6] C. Alario-Hoyos, C., C. Delgado-Kloos, I. Estévez-Ayres, C. Fernández-Panadero, J. Blasco, S. Pasirana, G. Suárez-Tangil, J. Villena-Román, "Interactive activities: the key to learning programming with MOOCs," Proceedings of the Fourth European MOOCs Stakeholders Summit, EMOOCs 2016, pp. 319-328, 2016.
- [7] I. Claros, R. Cobos, G. Sandoval, M. Villanueva, "Creating MOOCs by UAMx: experiences and expectations," Proceedings of the EMOOCs 2015 European MOOC Stakeholders Summit, Mons, BE, pp. 18-20, 2015
- [8] N. Piedra, J. Chicaiza, J. López, E. Tovar, "Seeking Open Educational Resources to Compose Massive Open Online Courses in Engineering Education: An Approach Based on Linked Open Data," Journal of Universal Computer Science, vol. 21 (5), pp. 679-711, 2015
- [9] C. Delgado-Kloos, P.J. Muñoz-Merino, C. Alario-Hoyos, I. Estévez-Ayres, C. Fernández-Panadero, "Mixing and Blending MOOC Technologies with Face-to-Face Pedagogies," Proceedings of the IEEE

- Global Engineering Education Conference, EDUCON 2015, pp. 967-971, 2015.
- [10] C. Delgado-Kloos, P.J. Muñoz-Merino, M. Muñoz-Organero, C. Alario-Hoyos, M. Pérez-Sanagustín, H.A. Parada, J.A. Ruipérez-Valiente, J.L. Sanz, "Experiences of Running MOOCs and SPOCs at UC3M," Proceedings of the 2014 IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON 2014, pp. 884-891, 2014.
- [11] M. Pérez-Sanagustín, I. Hilliger, C. Alario-Hoyos, C. Delgado-Kloos, S. Rayyan, "Describing MOOC-based Hybrid initiatives: The H-MOOC Framework," Proceedings of the Fourth European MOOCs Stakeholders Summit, EMOOCs 2016, pp. 159-172, 2016.
- [12] J. Santofimia Ruiz, H. Pijera Diaz, J.A. Ruipérez-Valiente, P.J. Muñoz-Merino, C. Delgado Kloos, "Towards the development of a learning analytics extension in open edX," Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality, pp. 299-306, 2014.
- [13] R. Cobos, S. Gil, A. Lareo, F.A. Vargas, "Open-DLAs: An Open Dashboard for Learning Analytics," L@S 2016.
- [14] C. Alario-Hoyos, M. Pérez-Sanagustín, C. Delgado-Kloos, H.G. Parada, M. Muñoz-Organero, "Delving into participants' profiles and use of social tools in MOOCs," IEEE Transactions on Learning Technologies, vol. 7(3), pp. 260-266, 2015.
- [15] C. Alario-Hoyos, I. Estévez-Ayres, M. Pérez Sanagustín, D. Leony, C. Delgado Kloos, "Myl.eLearningMentor: A Mobile App to Support Learners Participating in MOOCs," Journal of Universal Computer Science, vo. 21(5), pp. 735-753, 2015.
- [16] I. Estévez-Ayres, R.M. Crespo García, J. Arias Fisteus, C. Delgado Kloos, "An Algorithm for Peer Review Matching in Massive Courses for Minimising Students' Frustration," Journal of Universal Computer Science, vol. 19(15), pp. 2173-2197, 2013.
- [17] C. Fernández-Panadero, C. Delgado Kloos, "PhyMEL: A Framework to Integrate Physical, Mental and Emotional Learning in Meaningful Experiences and Multidimensional Reports," Proceedings of 3rd European Immersive Education Summit, London, UK, pp. 203-209, 2013.
- [18] C. Fernández-Panadero, V. de la Cruz Barquero, C. Delgado Kloos, D. Morán Nuñez, "PhyMEL-WS: Physically Experiencing the Virtual World. Insights into Mixed Reality and Flow State on Board a Wheelchair Simulator," Journal of Universal Computer Science, vol. 20(12), pp. 1629-1648, 2014.
- [19] P.J. Muñoz-Merino, J.A. Ruipérez-Valiente, C. Alario-Hoyos, M. Pérez-Sanagustín, C. Delgado Kloos, "Precise Effectiveness Strategy for analyzing the effectiveness of students with educational resources and activities in MOOCs," Computers in Human Behavior, 47, pp. 108-118, 2015.
- [20] J.A. Ruipérez-Valiente, P.J. Muñoz-Merino, C. Delgado Kloos, K. Niemann, M. Scheffel, M. Wolpers, "Analyzing the Impact of Using Optional Activities in Self-Regulated Learning," IEEE Transactions on Learning Technologies, 2016.
- [21] J.A. Ruipérez-Valiente, P.J. Muñoz-Merino, C. Delgado Kloos, "Detecting and Clustering Students by their Gamification Behavior with Badges: A Case Study in Engineering Education," International Journal of Engineering Education, Aceptado para publicación, 2016
- [22] D. Leony, P.J. Muñoz-Merino, J.A. Ruipérez-Valiente, A. Pardo, C. Delgado Kloos, "Detection and Evaluation of Emotions in Massive Open Online Courses," Journal of Universal Computer Science, vol. 21(5), pp. 638-655, 2015.
- [23] J.A. Ruipérez-Valiente, P.J. Muñoz-Merino, D. Leony, C. Delgado Kloos, "ALAS-KA: A learning analytics extension for better understanding the learning process in the Khan Academy platform," Computers in Human Behavior, vol. 47, pp. 139-148, 2015.
- [24] M. León, R. Cobos, K. Dickens, S. White, Hugh, H. Davis, "Visualising the MOOC experience: a dynamic MOOC dashboard built through institutional collaboration," European MOOC Stakeholder Summit 2016 (eMOOCs 2016), pp. 461-470, 2016.
- [25] J.A. Ruipérez-Valiente, P.J. Muñoz-Merino, C. Delgado Kloos, "A Predictive Model of Learning Gains for a Video and Exercise Intensive Learning Environment," Proceedings of the Artificial Intelligence in Education, pp. 760-763, 2015.

- [26] J. López Vargas, N. Piedra, J. Chicaiza, E. Tovar Caro, "OER Recommendation for Entrepreneurship Using a Framework Based on Social Network Analysis," IEEE RITA Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje. 10 - 4, pp. 262.
- [27] N. Piedra, J. Chicaiza, J. López, E. Tovar Caro, "Towards a Learning Analytics Approach for Supporting discovery and reuse of OER," IEEE Global Engineering Education Conference, pp. 978 - 988, 2015.
- [28] M. Kalz, K. Kreijns, J. Walhout, J. Castaño Muñoz, A. Espasa, E. Tovar Caro, "Setting-up a European cross-provider data collection on open online courses," International Review of Research 2 - 77. Athabasca University, Elsevier B.V., 2015.
- [29] C. Alario-Hoyos, P.J. Muñoz-Merino, M. Pérez-Sanagustín, C. Delgado Kloos, H.P. Parada, "Who are the top contributors in a MOOC? Relating participants' performance and contributions," Journal of Computer Assisted Learning, 2016.
- [30] M. Pérez-Sanagustín, P.J. Muñoz-Merino, C. Alario-Hoyos, X. Soldani, C. Delgado Kloos, "Lessons learned from the design of situated learning environments to support collaborative knowledge construction," Computers & Education, vol. 87, pp. 70-82, 2015.
- [31] D. Redondo, P.J. Muñoz-Merino, J.A. Rui Pérez-Valiente, C. Delgado Kloos, H.J. Piñeira Díaz, J. Santofimia Ruiz, "Combining Learning Analytics and the Flipped Classroom in a MOOC of maths", Workshop on Applied and Practical Learning Analytics, 2015.
- [32] P.J. Muñoz-Merino, M. Fernández Molina, M. Muñoz-Organero, C. Delgado Kloos, "An adaptive and innovative question-driven competition-based intelligent tutoring system for learning," Expert Systems with Applications, vol. 39(8), pp. 6932-6948, 2012.
- [33] P.J. Muñoz-Merino, C. Delgado Kloos, J. Fernández Naranjo, "Enabling interoperability for LMS educational services," Computer Standards & Interfaces, vol. 31(2), pp. 484-498, 2009.

Proyecto eMadrid: Aprendizaje Ubicuo, Adaptación, Adaptabilidad y Accesibilidad

Rosa M^a Carro, P. Molins-Ruano, Pilar Rodríguez,
G.M. Sacha
Dpto. de Ingeniería Informática
Universidad Autónoma de Madrid
{rosa.carro, pablo.molins, pilar.rodriguez,
sacha.gomez}@uam.es

Carlos Delgado Kloos, Pedro J. Muñoz Merino, M.
Muñoz Organero
Universidad Carlos III de Madrid
{cdk, pedmume, munozm}@it.uc3m.es

Manuel Castro, S. Martin
Dpto. de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control
Universidad Nacional de Educación a Distancia
{mcastro, smartin}@ieec.uned.es

Resumen—Presentamos una serie de trabajos e investigaciones realizadas dentro del proyecto eMadrid, de la Comunidad Autónoma de Madrid. Estos trabajos se han centrado en dos líneas: por una parte, aprendizaje ubicuo y apoyado en dispositivos móviles; por otra, adaptación, adaptabilidad y accesibilidad.

Palabras clave—Aprendizaje ubicuo, mLearning, Adaptación, Adaptabilidad, Accesibilidad, Modelos de usuario

I. INTRODUCCIÓN

El proyecto “eMadrid-CM – Investigación y Desarrollo de Tecnologías Educativas en la Comunidad de Madrid” (o simplemente eMadrid) fue concedido dentro de la “Convocatoria de Programas de I+D en Tecnologías 2013” de la Comunidad Autónoma de Madrid. El Proyecto es una continuación del proyecto del mismo nombre seleccionado en la convocatoria de 2009.

El proyecto se estructura según 10 objetivos científico-técnicos, de los cuales en esta comunicación presentamos los resultados más relevantes obtenidos en dos de ellos: aprendizaje ubicuo y apoyado en dispositivos móviles, y adaptación, adaptabilidad y accesibilidad.

En la sección segunda se detallarán las aportaciones realizadas hasta ahora por el consorcio en los dos objetivos que se plantean en el presente trabajo. A continuación, en la sección 3, se presentarán las aplicaciones que se han desarrollado en relación a los resultados obtenidos en la sección 2. Por último, se presentan las conclusiones y posibles líneas de trabajo futuras.

II. RESULTADOS ACTUALES

A continuación presentamos los principales resultados obtenidos hasta la fecha dentro del proyecto eMadrid en los dos objetivos generales presentados en este artículo.

Los autores desean manifestar su agradecimiento expreso a la red de excelencia eMadrid, “Investigación y desarrollo de tecnologías educativas en la Comunidad de Madrid” (S2013/ICE-2715), así como a los Proyectos E-Integra (TIN2013-44586-R) y RESET (TIN2014-53199-C3-1-R), financiados por el Ministerio de Economía y Competitividad, y a los Proyectos Erasmus+ IN-CLOUD: Innovation in Universities and Businesses (2015-1-IT0-KA202-00473) y SHEILA (562080-EPP-1-2015-BE-EPPKA3-PI-FORWARD), financiados por la Comisión Europea. Igualmente, los autores están especialmente agradecidos al Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control de la UNED por el soporte recibido (2016-IEE13, 2016-IEE15 y 2016-IEE16).

Aprendizaje ubicuo y apoyado en dispositivos móviles

En este ámbito, se han desarrollado prototipos de aplicaciones de mlearning con soluciones de aprendizaje mediante dispositivos móviles, como pueden ser smartphones o tabletas, que pueden ser empleados simultáneamente a otros tópicos desarrollados en el proyecto, como pueden ser learning analytics o serious games. Estas aplicaciones hacen uso de tecnologías de última generación, como el incipiente HTML5 o CSS3, además de las mencionadas aplicaciones nativas para Android.

También se han utilizado los sistemas móviles para desarrollar e implementar sistemas de apoyo a personas con diversidad funcional cognitiva, creando por ejemplo un sistema de ayuda para la orientación en vías públicas [1].

Se ha experimentado con contenidos web adaptados a móvil que incluyen simulaciones interactivas de circuitos de electrónica digital, video-clases, video-ejercicios, y resolución interactiva de ejercicios. Dichos contenidos han sido utilizados con resultados muy satisfactorios por más de 70 alumnos de Grado de Ingeniería Electrónica y Automática de la UNED.

También se ha experimentado con gamificación en sistemas móviles. Para ello se ha llevado a cabo una experiencia educativa en una asignatura de gestión de seguridad de redes del tercer curso del grado de Ingeniería Informática de la UNED. En esta experiencia se ha llevado a cabo el envío de preguntas técnicas a los dispositivos móviles de los estudiantes con una alta frecuencia (habitualmente cada día recibían preguntas). El resultado de las respuestas de los alumnos generó un ranking general, de manera que se fomentó la competitividad. Esta clasificación estaba disponible públicamente y en línea, de manera que cualquier estudiante podía comprobar su posición en el ranking respecto a sus compañeros. La herramienta elegida en la experiencia fue Qstream, que es muy útil como soporte para la entrega de las

preguntas y proporciona un análisis de calidad de la actuación curso y el alumno en tiempo real.

Dentro de esta línea de actuación, también se han utilizado mesas multicontacto como plataforma para varios proyectos educativos. Se han realizado juegos en mesa multicontacto para favorecer la adquisición de habilidades de integración y socialización de los niños [2] o para la adquisición de habilidades básicas, como vestirse adecuadamente para cada ocasión [3][4]. Además, se han desarrollado aplicaciones en estos dispositivos para ser utilizadas como parte de una terapia dirigida a niños con déficit de atención e hiperactividad. Por un lado, se busca ayudar a los pacientes a mejorar su capacidad de concentración y control de impulso guiándoles por la realización de varias actividades según sus necesidades. Por otro, son útiles al equipo terapéutico para dirigir la terapia y monitorizar el proceso. Los resultados preliminares apuntan a un alto potencial de mejora a través de estos métodos [5].

Finalmente, la complejidad de la integración de la tecnología de realidad aumentada en la enseñanza representa un gran problema por diversos motivos. En primer lugar porque muchos profesores ni siquiera conocen la tecnología. Para muchos puede resultar confusa; por otro lado, aquellos que la conocen no piensan en emplearla en las aulas ya que no saben exactamente en qué consiste esta tecnología; aquellos otros que la conocen y saben en qué consiste no la emplean puesto que el desarrollo de los contenidos virtuales (objetos 3D, videos etc.) es una tarea compleja y laboriosa; y por último, y los que menos son los profesores que sí la emplean en el aula y que han desarrollado experiencias educativas en esta línea. En el proyecto se han realizado diversos estudios y análisis que han llevado al desarrollo de una serie de aplicaciones de realidad aumentada que serán descritas en la siguiente sección.

Adaptación, adaptabilidad y accesibilidad

Dentro del proyecto de e-Madrid, a lo largo de los dos años se han desarrollado distintas metodologías y procesos centrados en adaptación. A continuación se citan los resultados más relevantes y recientes en esta área.

En un contexto de entornos de aprendizaje donde los servicios adaptativos se pueden dar de manera distribuida [6], se ha propuesto un modelo que permite combinar reglas de adaptación que son atómicas, interoperables, parametrizables, reusables y con entradas y salidas, tal que permiten formar diferentes servicios de adaptación combinándolas y se ha ilustrado su aplicación a un sistema de pistas adaptativo [7].

Así mismo, se han desarrollado sistemas adaptativos de evaluación asistida por ordenador que han sido probados por profesores de distintas áreas: historia, pedagogía e ingenierías, demostrando sus beneficios independientemente de los conocimientos informáticos del profesorado y alumnado [8][9].

También se han utilizado sistemas adaptativos para probar nuevas formas de evaluación basadas en la comparación con el conocimiento de expertos, y para estudiar cómo afectan las

distintas estrategias de estudio de los alumnos en su aprendizaje [10].

En otra línea de trabajo relacionada con la adaptabilidad se ha combinado la adaptación con la gamificación y la competición en educación en el sistema ISCARE [11], que permite realizar torneos compuestos de varias rondas en los que los alumnos compiten dos a dos respondiendo una serie de preguntas. Tanto las preguntas como los adversarios son adaptados en el sistema. Actualmente, hemos realizado estudios para evaluar diferentes características de este sistema, entre ellas la adaptación.

También se han logrado avances en la creación de modelos de usuario sofisticados, que repercuten en mejoras en múltiples áreas: se han utilizado técnicas de procesamiento de lenguaje natural para evaluar la carga emocional en procesos de creación de software [12], en la interacción de los usuarios en redes sociales [13][14][15] o para estudiar la motivación de los estudiantes y su impacto en sus logros académicos. También se ha creado un modelo de usuario para la recomendación de recursos educativos abiertos.

Se han creado un conjunto de indicadores que se han aplicado en entornos MOOCs, pero también extensibles a otros entornos virtuales de aprendizaje, que permiten modelar al usuario en diferentes aspectos como la efectividad mediante la interacción en recursos educativos [16], el grado de actividad en elementos opcionales [17], los sentimientos [18] y otros indicadores y parámetros que se han recogido en una herramienta de analítica visual [19].

Asimismo, se han explorado múltiples facetas de usabilidad e interacción persona ordenador centradas en la introducción de la usabilidad en el desarrollo de proyectos software Open Source, la obtención de patrones para la usabilidad web o la creación de interfaces usables para mundos virtuales educativos [20]. Se han desarrollado otras investigaciones enfocadas a la mejora de los procesos de la ingeniería del software para mejorar la usabilidad del sistema final.

III. APLICACIONES DESARROLLADAS

A lo largo del proceso de obtención y análisis de resultados de la sección anterior, se han desarrollado múltiples sistemas software disponibles en abierto, tanto en entornos móviles como en entornos web. Estas herramientas han tenido una doble función en el proyecto. Inicialmente han sido empleadas como herramienta de soporte y análisis de datos en las experiencias piloto. Tras esta etapa, se han adaptado para su posterior uso en distintas fases de explotación, tras ser convenientemente adaptadas para su uso en un entorno abierto al público en general.

e-valUAM

Sistema de apoyo al aprendizaje basado en test adaptativos a través de cuestionarios online. Este software ha sido desarrollado por la UAM. Permite a los docentes crear cuestionarios adaptativos que pueden ser usados como parte de

una evaluación o como una herramienta de autoevaluación de los alumnos [21]. En las últimas versiones del software se ha incluido la opción de emplear distintos tipos de preguntas abiertas, de opción múltiple o incluso basadas en la ejecución en tiempo real de un algoritmo de programación. Está disponible para cualquier docente en <https://evaluam.ii.uam.es/> y además el código se ha liberado bajo una licencia de software libre.

SentBuk

Esta herramienta, desarrollada en la UAM, permite la creación de modelos de usuario a través del análisis de redes sociales, sentimientos y personalidad. SentBuk analiza mensajes escritos por los estudiantes en Facebook y los clasifica según su polaridad. Esta información puede ser utilizada en sistemas e-learning adaptativos para personalizar las recomendaciones basándose en el estado anímico del usuario. Así mismo, puede ser utilizada como feedback para los docentes, especialmente en la educación online, donde no pueden obtener el feedback de contactos directos con los alumnos [13].

Realidad aumentada

En URJC y UC3M se han desarrollado prototipos de aplicaciones de realidad aumentada (URJC, UC3M) para el estudio de nuevas tecnologías e interfaces de realidad aumentada a través de wearables (del estilo de las conocidas Google Glasses) o proyecciones para su uso en aprendizaje.

Tras estudiar las diferentes características de las herramientas descritas, en la UNED se optó por desarrollar una herramienta de autoría propia, que debe ser una herramienta libre que permita añadir objetos 3D, junto con otro tipo de contenido multimedia de una forma sencilla, intuitiva y orientada a la educación (deberá poder contextualizar los recursos virtuales y así ayudar a los alumnos a comprender lo que están visualizando). Para ello se optó por emplear el potencial de las herramientas de RA de programadores para desarrollar un entorno de RA para no programadores que cumpla con los requisitos anteriores. El objetivo es animar a los profesores a incorporar la tecnología de RA en sus actividades docentes, pero de una forma sencilla y transparente. Con este entorno de aprendizaje, el profesorado entre otras opciones podrá incorporar diverso contenido multimedia como video, imágenes, objetos en 3D e incluso objetos 3D animados (en formato MD2) a sus libros, apuntes, ejercicios, etc. Una de las más importantes características que distingue ARLE [22] de otras herramientas de autoría es la posibilidad que tiene el profesor de incorporar una descripción o narrativa acerca del recurso virtual que va a desarrollar. La contextualización y descripción de los recursos a través de un material de soporte facilitará a los estudiantes la comprensión y asimilación de los contenidos que están observando sea cual sea la tecnología empleada.

TeachOnSnap

La UC3M ha desarrollado una aplicación multidispositivo basada en HTML5 para el aprendizaje ubicuo basada en tres pilares principales: diseminación de conocimiento basado en píldoras multimedia, autoevaluación formativa y aprendizaje colaborativo basado en microblogging.

La aplicación se basa en lecciones breves enriquecidas mediante realimentación del alumno en formato microblogging de 140 caracteres como máximo. Los conceptos se suben por parte del profesor a la plataforma como elementos multimedia (se permiten video, audio, e imágenes, que constituyen el punto de entrada a la lección como medio de comunicación hacia el alumno, pero siempre respetando el concepto de formato breve). Se permite la subida directa mediante la captura de la cámara del dispositivo móvil de forma que sea fácil la captura de segmentos educativos ofrecidos en modalidad presencial. Se permite subir también referencias a otros recursos de información para poder profundizar con más detalle si el alumno tiene interés en el tema. Otro elemento central de la aplicación es el facilitar el debate constructivo, con comentarios integrados para que el profesor y los alumnos puedan resolver dudas o profundizar en el tema creando un entorno dinámico, colaborativo y ágil para el aprendizaje. La aplicación añade también la funcionalidad de crear pruebas para la autoevaluación formativa basadas en cuestionarios con realimentación automática e instantánea para que el alumno pueda autoevaluarse de una lección en concreto, e incluso el profesor pueda tener realimentación sobre ese tema y poder ampliar en caso de ser necesario esos conceptos en clase o con otros contenidos. Del mismo modo, las estadísticas sobre las lecciones se dejan accesibles al profesor para que aumente la realimentación al mismo.

IV. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Se han presentado los trabajos realizados en el proyecto de eMadrid dentro de dos de sus líneas de investigación: por un lado, aprendizaje ubicuo y apoyado en dispositivos móviles; por otro, adaptación, adaptabilidad y accesibilidad. Primero se han presentado los trabajos que se han realizado en los dos primeros años del proyecto. A continuación, se han detallado las aplicaciones que se han obtenido a partir de dichos trabajos y resultados de investigación.

En el futuro se prevé orientar el trabajo realizado por los distintos grupos de investigación de eMadrid hacia un sistema organizado en el que las aportaciones de los distintos grupos sean accesibles e interaccionen de forma efectiva para multiplicar los beneficios potenciales a través de la interacción entre las herramientas desarrolladas. Este punto de unión entre las distintas herramientas será fundamental para que los distintos objetivos de e-Madrid aporten beneficio a la enseñanza asistida por ordenador de forma ordenada y coherente. Solamente de esta forma se podrá generar un sistema de enseñanza a distancia efectivo y útil a la sociedad. Una de las posibilidades es realizar una plataforma online en la que de forma modular se puedan asociar las distintas herramientas desarrolladas.

También se prevé trabajar en el análisis de los datos de las distintas experiencias piloto para determinar el alcance de cada técnica desarrollada y sus potenciales beneficios de forma individual y a través del uso simultáneo de varias de las herramientas desarrolladas. Para ello será fundamental de nuevo la coordinación entre los distintos grupos de las universidades implicadas en eMadrid.

AGRADECIMIENTOS

G. M. Sacha agradece el apoyo del Programa Ramón y Cajal.

REFERENCIAS

- [1] J. Gomez, G. Montoro, J. C. Torrado, and A. Plaza, "An Adapted Wayfinding System for Pedestrians with Cognitive Disabilities," *Mob. Inf. Syst.*, vol. 2015, pp. 1–11, 2015.
- [2] J. Llanos, R. M. Carro: The Squares: A Multi-touch Adaptive Game for Children Integration. Proceedings of the XVII International Symposium on Computers in Education (SIIE), p. 137-140, 2015.
- [3] M. Moraleda, R. M. Carro: Designing and delivering adaptive educational games through multi-touch surfaces for users with cognitive limitations. Proceedings of the XV International Symposium on Computers in Education (SIIE). Viseu 2013.
- [4] J. A. Rojo, R.M. Carro: MyDressRecommender: a distributed mobile dress recommender for users with special needs. Proceedings of the XV International Symposium on Computers in Education (SIIE). Viseu. 2013.
- [5] L. Gomez, R.M. Carro: Adaptive Training of Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder through Multi-touch Surfaces. Proceedings of the *IEEE 14th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, pp. 561-563, 2014.
- [6] M. Muñoz-Organero, M. C. Delgado Kloos, & P. J. Muñoz-Merino, "Personalized service-oriented e-learning environments," *IEEE Internet Computing*, vol. 14, no. 2, pp. 62-67, 2010.
- [7] P.J. Muñoz-Merino, C. Delgado Kloos, M. Muñoz-Organero, & A. Pardo, "A software engineering model for the development of adaptation rules and its application in a hinting adaptive e-learning system," *Computer Science and Information Systems*, vol. 12, no. 1, pp. 203-231, 2015.
- [8] P. Molins-Ruano, F. Borrego-Gallardo, C. Sevilla, F. Jurado, P. Rodríguez, and G. M. Sacha, "Constructing quality test with e-valUAM," in *2014 International Symposium on Computers in Education, SIIE 2014*, 2014, pp. 195–200.
- [9] P. Molins-Ruano, C. González-Sacristán, F. Díez, P. Rodríguez, and G. M. Sacha, "An Adaptive Model for Computer-Assisted Assessment in Programming Skills," *Int. J. Eng. Educ.*, vol. 31, no. 3, pp. 764–770, 2015.
- [10] P. Molins-Ruano, P. Rodríguez, S. Atrio, and G. M. Sacha, "Modelling experts' behavior with e-valUAM to measure computer science skills," *Comput. Human Behav.*, vol. 61, pp. 378–385, 2016.
- [11] P.J. Muñoz-Merino, M. Fernández Molina, M. Muñoz-Organero, & C. Delgado Kloos, "An adaptive and innovative question-driven competition-based intelligent tutoring system for learning," *Expert Systems with Applications*, vol. 39, no. 8, pp. 6932-6948, 2012.
- [12] F. Jurado and P. Rodríguez, "Sentiment Analysis in monitoring software development processes: An exploratory case study on GitHub's project issues," *J. Syst. Softw.*, vol. 104, pp. 82–89, Jun. 2015.
- [13] A. Ortigosa, J. M. Martín, and R. M. Carro, "Sentiment analysis in Facebook and its application to e-learning," *Comput. Human Behav.*, vol. 31, pp. 527–541, Feb. 2014.
- [14] P. Rodríguez, A. Ortigosa, and R. M. Carro, "Detecting and making use of emotions to enhance student motivation in e-learning environments," *Int. J. Contin. Eng. Educ. Life Long Learn.*, Mar. 2014.
- [15] I. Claros, R. Cobos, and C. A. Collazos, "An Approach Based on Social Network Analysis Applied to a Collaborative Learning Experience," *IEEE Trans. Learn. Technol.*, vol. 9, no. 2, pp. 190–195, 2015.
- [16] P.J. Muñoz-Merino, J.A. Ruipérez-Valiente, C. Alario-Hoyos, M. Pérez-Sanagustín, & C. Delgado Kloos, "Precise Effectiveness Strategy for analyzing the effectiveness of students with educational resources and activities in MOOCs," *Computers in Human Behavior*, vol. 47, pp. 108–118, 2015.
- [17] J. Ruipérez-Valiente, P.J. Muñoz-Merino, C. Delgado Kloos, K. Niemann, M. Scheffel, & M. Wolpers, "Analyzing the Impact of Using Optional Activities in Self-Regulated Learning," *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 2016.
- [18] D. Leony, P.J. Muñoz-Merino, J.A. Ruipérez-Valiente, A. Pardo, & C. Delgado Kloos, "Detection and Evaluation of Emotions in Massive Open Online Courses," *Journal of Universal Computer Science*, vol. 21, no. 5, pp. 638-655, 2015.
- [19] J.A. Ruipérez-Valiente, P.J. Muñoz-Merino, D. Leony, & C. Delgado Kloos, "ALAS-KA: A learning analytics extension for better understanding the learning process in the Khan Academy platform," *Computers in Human Behavior*, vol. 47, pp. 139-148, 2015.
- [20] J. Mateu, M. J. Lasala, and X. Alamán, "Developing Mixed Reality Educational Applications: The Virtual Touch Toolkit," *Sensors (Basel)*, vol. 15, no. 9, pp. 21760–84, Jan. 2015.
- [21] P. Molins-Ruano, F. Borrego Gallardo, C. Sevilla, F. Jurado, P. Rodríguez, and G. M. Sacha, "Proceso de Mejora de Cuestionarios Adaptativos: Implementación y Primeras Experiencias con e-valUAM," *VAEP-RTA*, 2015.
- [22] J. Cubillo et al. Recursos digitales autónomos mediante realidad aumentada. RIED. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, [S.L.]*, v. 17, n. 2, p. 241-274, jun. 2014. ISSN 1390-3306.

Proyecto eMadrid: Juegos Serios y Simulaciones Educativas

Manuel Freire Morán

Depto. de Ingeniería del Software e Inteligencia Artificial
Facultad de Informática, UCM
Madrid, España
manuel.freire@fdi.ucm.es

J. Ángel Velázquez Iturbide

Depto. de Lenguajes y Sistemas Informáticos
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática, URJC
Móstoles (Madrid), España
angel.velazquez@urjc.es

Francisco Jurado Monroy

Depto. de Ingeniería Informática
Escuela Politécnica Superior, UAM
Madrid, España
francisco.jurado@uam.es

M^a del Carmen Fernández Panadero, M^a Blanca Ibáñez

Depto. de Ingeniería Informática
Escuela Politécnica Superior, UC3M
Leganés (Madrid), España
{mcfp, mbibanez}@it.uc3m.es

Resumen—Los juegos serios y las simulaciones educativas están llamados a jugar un importante papel en la enseñanza, ya que han demostrado efectividad no sólo desde un punto de vista de aprendizaje, sino también como herramientas motivadoras. El presente artículo examina los progresos que, desde la red eMadrid, se vienen realizando en esta área, así como las nuevas líneas de investigación que se abren.

Palabras Clave—juegos serios; simulaciones

I. INTRODUCCIÓN

El interés de los juegos y simulaciones para la educación es indudable. Repetidos estudios [1]–[3], han demostrado efectividad no sólo desde el aspecto educativo, sino también un considerable incremento de la motivación de sus jugadores [4]–[6], la mayor parte de los cuales ya juega por entretenimiento al menos de forma ocasional: según datos de 2015 de ISFE [7], el 75% de los españoles entre 6 y 10 años juega, así como el 79% entre 11 y 14 y el 70% entre 15 y 24.

La Red eMadrid está integrada por universidades públicas de la Comunidad de Madrid (España), y tiene como fin promover y compartir investigación en tecnologías educativas. Una de sus líneas de investigación es “juegos serios y simulaciones”. La frontera entre ambos no está bien definida, de forma que, por simplicidad, se usará el término “juego” para referirse a ambos.

Por áreas de aplicación de juegos desarrollados, los miembros de la red han tocado múltiples temáticas y públicos objetivo, entre los cuales se observa una gran diversidad:

- Electricidad y electromagnetismo, a niveles de secundaria y universidad.
- Fomento de la lectura, para niños de 4 a 8.
- Complejidad, algoritmia y recursión en programación, para estudiantes universitarios de informática.

- Introducción al teatro clásico, para estudiantes de secundaria.
- El lenguaje de marcado XML, para estudiantes universitarios.

Tratándose de una red de investigación, la creación de los juegos y simulaciones no es necesariamente nuestro objetivo principal: también buscamos facilitar su proceso de creación, mejora iterativa y análisis de resultados, y aplicar mecánicas de juego para amenizar y motivar el aprendizaje de otros tipos de contenidos, “jueguificándolos” (un ejemplo de esta *gamification* es la concesión de medallas virtuales). También hay miembros de la red interesados en estudiar los factores que hacen un juego más atractivo y/o efectivo para distintas demografías de potenciales jugadores.

Una tecnología complementaria al uso de juegos y simulaciones es la analítica de aprendizaje (LA, por las siglas inglesas de *learning analytics*). Estas aplicaciones tienen el potencial de generar grandes cantidades de información sobre las acciones de los jugadores, y la LA se basa en recopilar y analizar esta información para evaluar el aprendizaje, detectar dificultades (incluso a medida que van surgiendo) y mejorar el juego o simulación en sucesivas iteraciones.

Desde el punto de vista de dispositivos, miembros de la red han desarrollado aplicaciones tanto para:

- Dispositivos móviles, tales como teléfonos inteligentes o tabletas.
- PCs de sobremesa, tanto en la forma de aplicaciones independientes como embebidos en páginas web.
- Dispositivos de realidad virtual y aumentada, que están empezando a llegar al mercado gracias a iniciativas de Facebook/Oculus, HTC y Microsoft, entre otros.

La sección II presenta con más detalle las líneas de trabajo de los distintos integrantes de la red eMadrid, mientras que la sección III se centra en los retos y líneas emergentes

Desarrollos parcialmente financiados por la Comunidad de Madrid (eMadrid: S2013/ICE-2715), el Ministerio de Economía y Competitividad (TIN2013-46149-C2-1-R, EEE: TIN2011-28308-C03-1, RESET: TIN2014-53199-C3-1-R, iProg: TIN2015-66731-C2-1-R), la Universidad Complutense de Madrid (GR3/14-921340), la CYTED (RIURE: 513RT0471) y la Comisión Europea (RAGE: H2020-ICT-2014-1-644187, BEACONING: H2020-ICT-2015-687676)

identificados por la red. Finalmente, la sección IV presenta un resumen de los puntos principales a modo de conclusión.

II. ACCIONES

A. Universidad Complutense de Madrid (UCM)

El grupo e-UCM de la Universidad Complutense investiga activamente en todo el ciclo de vida de los juegos serios, y desarrolla juegos para validar sus herramientas y explorar nuevas áreas de aplicación.

En estos momentos, el foco principal lo constituye la analítica de aprendizaje (LA, *learning analytics*) para juegos. El grupo e-UCM está desarrollando herramientas abiertas [8], [9] para recopilar, analizar y mostrar (en forma de dashboards o paneles de control) datos de LA para los proyectos europeos RAGE [10] y BEACONING [11], construyendo sobre la plataforma de referencia que desarrolló para la red europea GALA [12].

La captura y representación de esta información se beneficia del uso de estándares abiertos. El estándar más reconocido para información de interacción educativa es xAPI/TinCan [13]; el grupo e-UCM está colaborando con sus creadores para desarrollar una receta (xAPI recipe) oficial especializada en interacción con juegos.

La UCM también investiga en metodologías para evaluar juegos y diseñarlos para que sean evaluables [14], así como investigación sobre la relación entre la demografía del jugador y su tipología como jugador en un juego serio [15], [16], con ramificaciones de cara al diseño y posible adaptación de juegos a su público potencial. También se ha trabajado en la línea de interfaces y adaptación automática para facilitar el uso de juegos a usuarios con discapacidades sensoriales, intelectuales o motrices [17].

Otra línea activa es el uso de juegos para introducir a alumnos en temas tales como teatro clásico para alumnos de secundaria [18] o danza (en desarrollo), en lo que ha dado en llamarse "humanidades digitales" (*digital humanities*).

B. Universidad Rey Juan Carlos (URJC)

En la URJC se han realizado varios trabajos relacionados con la ejecución o simulación de algoritmos: visualización y experimentación. Por tanto, se trata de trabajos orientados a titulaciones universitarias, principalmente de informática.

Una primera línea de investigación se refiere a la visualización de programas mediante el sistema SRec de visualización de la recursividad. SRec puede ejecutar un algoritmo y con unos datos proporcionados por el usuario, guardando el rastro ("traza") de la misma para posteriormente permitir la visualización y animación de la ejecución ya realizada. Se han realizados dos ampliaciones originales sobre la versión anterior de SRec:

- Técnica de múltiples ejecuciones [19]. Permite al usuario lanzar la ejecución de un mismo algoritmo con varios datos de entrada. Posteriormente, el usuario puede seleccionar cualquiera de estas visualizaciones para interactuar con ella. Se trata de una técnica de

generación/presentación de las visualizaciones muy útil para la comprensión de algoritmos complejos, como ciertos algoritmos con recursividad múltiple redundante.

- Uso constructivo de las visualizaciones para el diseño de algoritmos [20]. Se ha implementado en SRec el soporte parcial a una metodología de eliminación de la recursividad redundante (usada principalmente para el desarrollo de algoritmos de programación dinámica). Se han añadido algunas representaciones gráficas necesarias (grafos de dependencia y tablas). La metodología permite transformar automáticamente unas representaciones gráficas en otras, a falta solamente de la generación de código a partir de la última representación.

Una segunda línea de investigación se refiere a la comparación de algoritmos de optimización con respecto a la propiedad de optimalidad. Se han desarrollado dos sistemas, que pueden considerarse ampliaciones del sistema GreedEx:

- GreedExCol [21] es una ampliación colaborativa de GreedEx que soporta el debate colaborativo entre alumnos de un mismo equipo sobre los resultados de las experimentaciones realizadas individualmente.
- OptimEx [22]. es un sistema más general que GreedEx, ya que admite algoritmos desarrollados por el usuario, a costa de proporcionar menos andamiaje. Ambos sistemas pueden usarse de forma secuencial en una asignatura en orden decreciente de andamiaje, es decir primero GreedEx y luego OptimEx.

C. Universidad Carlos III (UC3M)

La Universidad Carlos III de Madrid ha realizado varias experiencias educativas a nivel de primaria, secundaria y universitaria con simulaciones de fenómenos de electricidad y electromagnetismo utilizando la tecnología de realidad aumentada. La motivación principal para realizar estos trabajos fue la de facilitar el proceso de abstracción que los estudiantes deben hacer para comprender fenómenos físicos que no pueden ser percibidos directamente por nuestros sentidos y que requieren habilidades de visualización tridimensional para su estudio. La realidad aumentada permite la superposición de información digital sobre elementos reales que facilitan el proceso de abstracción que deben hacer los estudiantes y además, brinda la posibilidad de interactuar en tiempo real con ese nuevo entorno educativo híbrido: real-virtual.

En una primera fase del trabajo se analizó la potencialidad de la realidad aumentada para el campo específico de estudio y se encontró que permite a los estudiantes alcanzar mayores niveles de concentración y flujo que actividades similares que se realizan a través de páginas Web [23]. El análisis de usabilidad realizado muestra altos niveles de satisfacción y el deseo de continuar trabajando con este tipo de aplicaciones [24].

En una segunda fase del trabajo se analizó el comportamiento de los estudiantes realizando las simulaciones y se encontró que había niveles preocupantes de distracción [25]. A partir de este resultado se compararon patrones de comportamiento de los estudiantes que fueron guiados para realizar la simulación basándose en su nivel de conocimiento

inicial del tema de la simulación y aquellos que no recibieron ayuda. Se encontró que quienes fueron guiados realizaron las actividades de simulación en menos tiempos y aumentaron en mayor medida su conocimiento acerca de los temas estudiados [26].

También se ha probado el uso de juegos educativos para fomentar el hábito de la lectura en niños de infantil y primaria. En educación infantil se realizó una experiencia en colaboración con la Open University (UK) para analizar el comportamiento de 41 niños entre 4 y 5 años con una aplicación para iPad para la creación de historias personalizadas llamada *OurStory*. En el análisis se incluyeron también otras aplicaciones educativas para iPad de construcción y dibujo que permitían la interacción de manera individual y en grupo. Una de las conclusiones más importantes del estudio [27] es que el valor de los juegos educativos es mayor cuando a los niños se les permite creación de forma abierta y el uso de las aplicaciones de forma independiente con características de dificultad creciente más que cuando la interacción es completamente guiada.

En educación primaria se realizó un estudio con niños de 7-8 años introduciendo la realidad virtual para el fomento a la lectura. Para hacerlo se utilizó un mini-juego basado en la metodología PhyMEL (Physical, Mental and Emotional Learning) [28], [29] y en el libro "El secreto de Marcos". El juego consistía en ponerse durante tres o cuatro minutos en la piel de dos de los personajes del libro para ver en qué medida esta experiencia fomentaba el deseo de los niños de leer en papel el resto de las aventuras de estos personajes. Durante la experiencia los niños tenían que adoptar el rol de un elfo y entrenarse con la espada y luego el de un pegaso que tenía que recorrer diferentes puntos del mundo de Alistea descrito en el libro. Como resultado de la experiencia todos los niños compraron el libro y muchos de ellos comenzaron a leerlo. El resto de los datos de la experiencia aún están en proceso de análisis. En la experiencia participaron también dos niños con trastornos del espectro autista que se mostraron muy comunicativos tras la experiencia. Este tipo de experiencias contribuyen a ver el valor de la combinación del mundo virtual y la interacción física para crear experiencias que involucren a los estudiantes no sólo mentalmente sino también física y emocionalmente.

C. Universidad Autónoma de Madrid (UAM)

En todo desarrollo de Videojuegos Educativos debe buscarse un equilibrio entre el valor educativo y el entretenimiento proporcionado por el mismo. En los trabajos realizados por la Universidad Autónoma de Madrid, se proponen que las reglas de adaptación en Videojuegos Educativos Adaptativos estén basadas en dos componentes [30]: por una parte, en el perfil de jugador para tratar de motivar al estudiante en el uso de la herramienta; por otra, en el estilo de aprendizaje para ayudar a determinar cuál es el mejor método a seguir y cuáles son los objetos de aprendizaje y servicios que mejor se adaptan al proceso de aprendizaje que sigue cada alumno.

En este sentido, se han realizado exploraciones iniciales desarrolladas en un Entorno Educativo Adaptativo y se han analizado los resultados iniciales, los cuales muestran que, aunque la mayoría de los usuarios afirman que las reglas de

adaptación previstas son acertadas, algunas preferencias sobre el estilo de aprendizaje cambian debido al propio mundo virtual, es decir, la propia naturaleza el mundo virtual influye en las dimensiones pertinentes sobre cómo los estudiantes organizan, procesan, perciben, reciben y entienden la información.

Por otra parte, los estudios realizados sobre el empleo de técnicas de *gamification* (también llamada *jueguificación* ó *gamificación*) en herramientas de e-learning, no arrojan evidencias claras sobre la efectividad de aplicar *gamificación* en entornos educativos. En principio, estas técnicas deberían aumentar la motivación y la participación de los estudiantes de modo que se mejore su experiencia de aprendizaje y con ello sus resultados. Sin embargo, ante la falta de evidencias que identifiquen si el éxito depende del empleo de *gamificación* o del propio sistema con independencia del proceso de *gamificación*, en la Universidad Autónoma de Madrid se abordan trabajos con intención de dar respuesta a esta cuestión.

Con esta idea en mente, se ha emprendido el proceso de *gamificación* de evalUAM [31], una probada herramienta implementada para llevar a cabo tests adaptativos en evaluaciones y autoevaluaciones. Durante su empleo en las diferentes experiencias sobre cuestionarios adaptativos, se han observado problemas de escasa motivación mediante el análisis de comportamiento de los estudiantes. Se trata por tanto de un entorno ideal sobre el que identificar si el empleo de *gamificación* puede hacer frente a esos problemas de escasa motivación mientras se mantiene la esencia del sistema en la adaptabilidad dinámica. Con la inclusión de mecánicas propias del mundo de los videojuegos en un entorno existente, se pretende observar y obtener evidencias de si el proceso de *gamificación* efectivamente funciona, o si por el contrario el rendimiento del sistema se mantiene igual que en la versión no *gamificada*.

III. TRABAJO FUTURO Y RETOS

A. Gamification

Se planea continuar con la aplicación de técnicas de *gamificación* en entornos educativos, ya sean estos juegos educativos o no, y se está explorando la viabilidad de construir un modelo de estudiante que aúne diferentes dimensiones procedentes de perfiles de jugador y estilos de aprendizaje (UAM). Estas técnicas y sus resultados son buenos candidatos para analizar con la infraestructura de analítica que está desarrollando la UCM.

B. Fomento de la lectura y atención a la diversidad

Desde la UC3M, y relación con el fomento a la lectura, el próximo paso consiste en replicar la experiencia realizada con el libro "El Secreto de Marcos" en otros centros de educación y primaria y en centros de rehabilitación para niños con problemas de motricidad y niños con problemas de trastornos leves del espectro autista (UC3M), tanto para explorar en qué medida la realidad virtual puede fomentar la adherencia a los tratamientos como, en el caso de trastornos del espectro autista, para valorar cómo este tipo de experiencias con componente físico y virtual facilitan la expresión de sus emociones. En esta línea, el proyecto H2020 BEACONING, en el que participa la UCM, incluye la atención a la diversidad como uno de sus pilares.

C. Humanidades digitales

Tanto los esfuerzos para hacer tangible el mundo literario de la UC3M como las iniciativas de la UCM en el desarrollo de juegos serios sobre teatro o danza se pueden enmarcar dentro de las llamadas humanidades digitales, ya que tratan áreas fuera del uso tradicional de la informática educativa.

D. Enseñanza de la informática

La URJC tiene previsto mejorar sus aplicaciones de soporte al aprendizaje de técnicas de programación recursivas y complejidad algorítmica, mediante ampliaciones adicionales de SRec y OptimEX:

- Completar el soporte a la eliminación de la recursividad redundante, sobre todo la fase de generación de código. Prevemos que la generación de algoritmos memorizados es casi automática, mientras que la de algoritmos tabulados es más difícil de especificar.
- Ampliar el rango de algoritmos para los que SRec produce visualizaciones eficaces. Consideramos el uso combinado de representaciones gráficas genéricas (como los árboles de recursión) y representaciones dependientes del dominio (como grafos o diagramas geométricos). Presenta diversos retos técnicos pero, desde un punto de vista educativo, el principal consiste en seguir garantizando expresividad y facilidad de uso.

colaboración.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren mostrar su agradecimiento a los profesores del colegio Seseña y Benavente, a Rafael del Río autor del libro el “Secreto de Marcos” y a Raúl Araujo por su contribución al despliegue de las experiencias de fomento a la lectura.

REFERENCIAS

- [1] T. M. Connolly, E. A. Boyle, E. Macarthur, T. Hainey, and J. M. Boyle, “Computers & Education A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games,” *Comput. Educ.*, vol. 59, no. 2, pp. 661–686, 2012.
- [2] S. De Freitas, “Learning in Immersive worlds A review of game-based learning Prepared for the JISC e-Learning Programme,” *JISC eLearning Innov.*, vol. 3.3, no. October 14, p. 73, 2006.
- [3] J. Kirriemuir and a McFarlane, “Literature Review in Games and Learning,” *A Rep. NESTA Futur.*, 2003.
- [4] H. Tuzán, M. Yılmaz-Soylu, T. Karakuş, Y. Inal, and G. Kizilkaya, “The effects of computer games on primary school students’ achievement and motivation in geography learning,” *Comput. Educ.*, vol. 52, no. 1, pp. 68–77, 2009.
- [5] M. D. Dickey, “Engaging by design: How engagement strategies in popular computer and video games can inform instructional design,” *Educ. Technol. Res. Dev.*, vol. 53, no. 2, pp. 67–83, 2005.
- [6] R. Sandford, M. Ulicsak, K. Facer, and T. Rudd, “Teaching with Games,” *Comput. Educ. Educ. Gr.*, vol. 112, p. 12, 2006.
- [7] Interactive Software Federation of Europe, “GameTrack European Digest Q4-15,” 2015.
- [8] A. Serrano, E. Marchiori, and Á. Blanco, “A framework to improve evaluation in educational games,” *Glob. Eng.*, 2012.
- [9] Á. Serrano-Laguna, J. Torrente, P. Moreno-Ger, and B. Fernández-Manjón, “Application of Learning Analytics in educational videogames,” *Entertain. Comput.*, vol. 5, no. 4, pp. 313–322, Dec. 2014.

- Mejorar la usabilidad del sistema OptimEX a partir de los resultados de una evaluación anterior. Las mejoras principales previstas se refieren al proceso de experimentación y a la presentación gráfica de resultados. También se está considerando su migración on-line, quizá a algún sistema de e-learning como Moodle.

E. Realidad virtual y aumentada

En relación a la simulación de fenómenos electromagnéticos utilizando la realidad aumentada por parte de la UC3M, el próximo paso consiste en utilizar la información de la interacción del estudiante con los objetos digitales y reales para evaluar su nivel de conocimiento y para personalizar la tutorización de los estudiantes. Se han publicado dos trabajos al respecto [27], [32].

IV. CONCLUSIONES

El presente artículo ha presentado la actividad en la red eMadrid en torno al uso de juegos y simulaciones en educación. En la sección II se han visto desglosadas por institución, mientras que las líneas futuras descritas en la sección III se presentan agrupadas por temáticas, reflejando el deseo de los miembros de la red de aumentar su grado de

- [10] P. Hollins, W. Westera, and B. Iglesias, “Amplifying applied game development and uptake,” in *9th European Conference on Games Based Learning (ECGBL)*, 2015, pp. 234–241.
- [11] “BEACONING project website,” 2016. [Online]. Available: <http://beaconing.eu>. [Accessed: 01-Jun-2016].
- [12] S. Arnab, T. Kili, and Y. Bachvarova, “Game and Learning Alliance Deliverable 2.3,” 2014.
- [13] ADL, “Experience API,” 2014. [Online]. Available: <https://github.com/adlnet/API-Spec/blob/master/API.md>. [Accessed: 04-Feb-2016].
- [14] P. Moreno-Ger, I. Martínez-Ortiz, M. Freire, and B. Manero, “Serious games: A journey from research to application,” in *(FIE)*, 2014 *IEEE*, 2014, pp. 1–4.
- [15] B. Manero, J. Torrente, and C. Fernández-Vara, “Investigating the impact of gaming habits, gender, and age on the effectiveness of an educational video game: An exploratory study,” *IEEE Trans. Learn. Technol.*, p. (accepted), 2016.
- [16] B. Manero, J. Torrente, M. Freire, and B. Fernández-Manjón, “An instrument to build a game clustering framework according to gaming preferences and habits,” *Comput. Human Behav.*, vol. 62, pp. 353–363, 2016.
- [17] J. Torrente, Á. del Blanco, P. Moreno-Ger, I. Martínez-Ortiz, and B. Fernández-Manjón, “Implementing accessibility in educational videogames with <e>-Adventure</e>,” in *Proceedings of the first ACM international workshop on Multimedia technologies for distance learning - MTDL '09*, 2009, p. 57.
- [18] B. Manero, J. Torrente, Á. Serrano, and I. Martínez-Ortiz, “Can educational video games increase high school students’ interest in theatre?,” *Comput.*, 2015.
- [19] J. A. Velázquez-Iturbide, I. Hernán Losada, and A. Pérez-Carrasco, “A «multiple executions» technique of visualization,” in *Proc. 21st Annual Conf. Innovation and Technology in Computer Science Education (ITICSE)*, 2016, p. (accepted).
- [20] J. A. Velázquez-Iturbide and A. Pérez-Carrasco, “Systematic development of dynamic programming algorithms assisted by interactive visualization,” in *Proc. 21st Annual Conf. Innovation and Technology in Computer Science Education (ITICSE)*, 2016, p. (accepted).

- [21] O. Dehdi, M. Paredes-Velasco, and J. Á. Velázquez-Iturbide, "GreedExCol, A CSCI tool for experimenting with greedy algorithms," *Comput. Appl. Eng. Educ.*, vol. 23, no. 5, pp. 790–804, 2015.
- [22] J. Á. Velázquez-Iturbide, "GreedEx and OptimEx: Two tools to experiment with optimization algorithms," *Int. J. Eng. Educ.*, vol. 32, no. 3A, pp. 1097–1106, 2016.
- [23] M. Blanca, Á. Di, D. Villarán, and C. Delgado, "Experimenting with electromagnetism using augmented reality: Impact on flow student experience and educational effectiveness," *Comput. Educ.*, vol. 71, pp. 1–13, 2014.
- [24] M. B. Ibáñez, A. Di Serio, D. Villarán, and C. Delgado Kloos, "The acceptance of learning augmented reality environments: A case study," in *Proc. ICALT*, 2016, p. (accepted).
- [25] M. Ibanez, A. Di-Serio, and D. Villaran-Molina, "Augmented Reality-Based Simulators as Discovery Learning Tools: An Empirical Study," *Educ. IEEE*, 2015.
- [26] M. B. Ibanez, A. Di Serio, D. Villaran, and C. Delgado Kloos, "Support for Augmented Reality Simulation Systems: The Effects of Scaffolding on Learning Outcomes and Behavior Patterns," *IEEE Trans. Learn. Technol.*, vol. 1382, no. 1, pp. 46–56, 2015.
- [27] N. Kucirkova, D. Messer, K. Sheehy, and C. Fernández Panadero, "Children's engagement with educational iPad apps: Insights from a Spanish classroom," *Comput. Educ.*, vol. 71, pp. 175–184, Feb. 2014.
- [28] M. Panadero, V. de la C. Barquero, and C. Kloos, "PhyMEL-WS: Physically Experiencing the Virtual World. Insights into Mixed Reality and Flow State on Board a Wheelchair Simulator," *J. Univers. Comput. Sci.*, vol. 20, no. 12, pp. 1629–1648, 2014.
- [29] C. Fernández-Panadero and C. Delgado Kloos, "PhyMEL . A Framework to Integrate Physical , Mental and Emotional Learning in Meaningfull Experiences and Multidimensional Reports," in *3rd European Immersive Education Summit*, 2013, pp. 203–208.
- [30] R. Echeverría and F. Jurado, "Using player profiles and learning styles in the design of Educational Games," in *2015 International Symposium on Computers in Education (SIIE)*, 2015, pp. 141–144.
- [31] P. Molins-Ruano, F. Jurado, P. Rodriguez, S. Atrio, and G. M. Sacha, "An Approach to Gamify an Adaptive Questionnaire Environment," in *Proceedings of the IEEE Global Engineering Education Conference*, 2016, pp. 1129–1133.
- [32] D. Villarán, M. B. Ibáñez, and C. D. Kloos, "Augmented Reality-Based Simulations Embedded in Problem Based Learning Courses," in *Design for teaching and learning in a networked world. 10th European conference on technology enhanced learning*, 2015, vol. 9307, pp. 540–543.

Proyecto eMadrid: Recursos Educativos Abiertos y Estándares

Edmundo Tovar Caro
Universidad Politécnica de Madrid

Nelson Piedra, Janneth Chicaiza, Jorge López
Universidad Técnica Particular de Loja

Miguel Rodríguez Artacho, Manuel Castro, Sergio Martín, Elio Sancristóbal Ruiz, Gabriel Díaz, Felix García Loro
UNED

Resumen—En este trabajo se presentan los principales resultados alcanzados en el programa eMadrid en las líneas 7, sobre Recursos Educativos Abiertos (en inglés OER), Software Libre, Open Data, y la línea 9, acerca de formatos y estandarización de contenidos y servicios.

Palabras clave—open data; open educational resources; recursos educativos abiertos; estándares, software libre

I. INTRODUCCIÓN

El proyecto “eMadrid-CM – Investigación y Desarrollo de Tecnologías Educativas en la Comunidad de Madrid” (o simplemente eMadrid) fue concedido dentro de la “Convocatoria de Programas de I+D en Tecnologías 2013” de la Comunidad Autónoma de Madrid. El Proyecto es una continuación del proyecto del mismo nombre seleccionado en la convocatoria de 2009.

El proyecto se estructura según 10 objetivos científicos-técnicos, de los cuales en esta comunicación presentamos los principales resultados alcanzados en las líneas 7, sobre Recursos Educativos Abiertos (en inglés OER), Software Libre, Open Data, y la línea 9, acerca de formatos y estandarización de contenidos y servicios.

La comunicación se estructura en tres secciones presentando los logros principales alcanzados en OER y estándares en educación en los dos primeros años del proyecto en la sección II, mientras que en la sección II los correspondientes a Software Libre y Open Data y de Estandarización en la Sección III.

II. INVESTIGACIÓN REALIZADA EN RECURSOS EDUCATIVOS ABIERTOS

Los Recursos Educativos Abiertos, presentan ventajas importantes académicas y económicas para maestros, autodidactas, e instituciones educativas. La principal ventaja es la potencialidad de ser combinados, organizados, revisados y adaptados, con el propósito de crear vías personalizadas de aprendizaje, a través de las cuales se pueden satisfacer las necesidades individuales de los estudiantes.

Sin embargo, los OER son recursos inanimados, cuyo potencial se activa solamente cuando un ser humano los usa, los conecta, los adapta a sus necesidades [1]. Este es el caso del

potencial uso de OER en los modelos de enseñanza-aprendizaje, que buscan que los estudiantes adquieran conocimientos esenciales o desarrollen competencias que consideran importantes. La clave es alinear las necesidades particulares de cada diseño, de su contexto y necesidades de aprendizaje, con OER.

El grupo de la UPM GICAC ha continuado desarrollando su línea investigadora en el mejoramiento en el reuso y en el mejoramiento de la interoperabilidad de repositorios de Recursos Educativos Abiertos con el desarrollo de diversos instrumentos y herramientas. Estas investigaciones siguen un enfoque basado en LOD4OER (siglas de: Linked Open Data for Open Educational Resources), un framework que usa el enfoque la aproximación de la Web Semántica y las Tecnologías de Linked Data [2],[3], [4].

El propósito de todas estas investigaciones tiene como finalidad el de disponer de un ecosistema de OER semánticamente interoperable, que permita a los docentes, descubrir globalmente OER, y por lo tanto disponer de OER como si se tratasen de bloques de construcción necesarios para integrarlos de diferentes formas en sus diseños de planes de estudios o en otros modos de aprendizaje no formales.

En línea con este propósito se han desarrollado distintos casos de aplicación que han permitido desarrollar distintos componentes del ecosistema pretendido, bajo la filosofía de tecnologías semánticas y las fuentes de datos enlazados, dando lugar a una nueva generación de herramientas para la búsqueda y clasificación de OER.

A. Generación y publicación de datos enlazados (Generation and Publication of Linked OER Data)

Bajo el ciclo de LOD4OER Linked Data se han publicado OER como datos abiertos enlazados, ofreciendo el consumo de datos enlazados desde *datasets* abiertos. Para ello, se ha identificado los proveedores de OER y los sistemas de información de OER que forman parte del alcance del proceso de transformación y se ha modelado el vocabulario/ontología. Una buena práctica ha sido el de reusar vocabularios y ontologías existentes. De esta manera se ha descrito el dominio OER con conjuntos de datos en la nube de Linked Open Data. Los vocabularios y ontologías proporcionan el mecanismo para organizar información en la Web de una manera estructurada.

Este trabajo se ha financiado con el proyecto de investigación S2013/ICE-2715 de la Comunidad Autónoma de Madrid.

Además se ha realizado una extracción de datos y metadatos de OER desde los sistemas de información seleccionados, una limpieza y depuración de datos, la generación de datos de OER como Linked Data, la publicación del data set y la difusión de la posibilidad de consumir OER como Linked Open Data.

El propósito ha sido pues mejorar significativamente el descubrimiento, accesibilidad, visibilidad y para promover la reutilización de contenidos educativos abiertos en cursos masivos. El universo de OER utilizado es de aproximadamente 30000 OCW y 90000 OER que proceden de 15 consorcios asociados, así como de 212 instituciones de educación superior y 57 miembros organizacionales que forman el Open Educational Consortium (antes OCW, OpenCourseWare Consortium) [6].

B. Descubrimiento global de OER

Estos trabajos se han centrado en un tipo de apertura de contenidos que permite la alteración, es decir, la libertad de reutilizar el material al combinarlo con otros materiales para adaptarlo, y compartirlo adicionalmente bajo una licencia abierta. Por esta razón los usuarios pueden descubrir y acceder a OER almacenados en repositorios de OER, así como los profesores pueden crear soluciones de aprendizaje basadas en reuso de OER, que responden a las rutas y necesidades de aprendizaje de los estudiantes incluyendo la posibilidad de incluir materiales abiertos en los cursos en línea masivos.

A través de la integración de OER en planes de estudios, los profesores, pueden proporcionar a sus estudiantes recursos personalizados, alineados a su contexto particular, a sus intereses y necesidades de aprendizaje. Esta integración, abre una oportunidad para el desarrollo de las actividades que permiten llevar a la práctica soluciones, que pueden soportar a millones de personas con necesidad de apoyo educativo. Llevar a la práctica este enfoque permite mejorar la comprensión de lo que significa crear experiencias de aprendizaje abierto de calidad, y apoyar la causa de la educación para todos.

Además, a través de este proceso se permite descubrir relaciones o tendencias entre el perfil del curso y OER descritos semánticamente. A partir de los requerimientos y preferencias obtenidas desde el diseño del curso se usan algoritmos basados en consultas SPARQL para encontrar potenciales OER. Obteniendo como respuesta recursos recomendados.

C. Aproximación para Filtrado de Recursos.

Contextualización, clasificación y enriquecimiento de OER. Recomendadores

Los enfoques de filtrado colaborativo basado en información de usuario y/o filtrado basado en el modelo son útiles para la construcción de sistemas de recomendación. El supuesto básico en estos algoritmos es que hay suficientes datos históricos para medir la similitud entre ítems y necesidades, y entonces poder recomendar recursos. Sin embargo, en dominios de aplicación, como el de OER, no existen datos históricos suficientes para medir la similitud entre los recursos o usuarios.

La estrategia de filtrado de información usado para identificar un conjunto de N ítems (OER), que pueden ser de interés a planes de estudio se basa en SKOS (Knowledge

Organization System), [5] un Sistema de Organización de Conocimiento, para establecer relaciones semánticas y mapear relaciones entre conceptos que describen OER [3]. Este enfoque garantiza interoperabilidad entre diferentes proveedores de OER.

Los sistemas de clasificación de conocimiento, tales como tesauros, además se usan para mejorar la organización y recuperación de recursos. Estos proveen una vía estándar para organización del conocimiento usando RDF, para describir esquemas de conceptos y para asegurar la interoperabilidad entre aplicaciones. La identificación de los principales tópicos y conceptos asociados con un OER es una tarea común en muchas de las aplicaciones para recuperación, clasificación y recomendación de recursos digitales, en particular de OER.

Este trabajo ha dado lugar al desarrollo de un servicio de recomendación de temas. Un problema fundamental a resolver durante la búsqueda de OERs es determinar la intención de búsqueda del usuario. Con el objetivo de mejorar la capacidad del sistema de encontrar resultados relevantes, se ha implementado un servicio Web el cual es capaz de recomendar temas relacionados con el término o palabras clave que definen al usuario. Al generar un listado de temas, el usuario podría proporcionar la retroalimentación necesaria para enriquecer la consulta Web original o para descartar términos ambiguos. De esta manera el sistema de búsqueda puede actuar más inteligentemente, mostrando los recursos que semánticamente tengan más relación con los intereses del usuario. El diseño del servicio de recomendación se basa en sistemas de organización de conocimiento, el uso de tesauros y modelos semánticos proporcionan una fuente controlada de términos o conceptos para enriquecer la descripción de los usuarios y de los materiales educativos, y las relaciones semánticas entre dos tópicos permiten inferir nuevos conceptos que le podrían interesar al usuario.

D. Asegurar calidad de metadatos y datos de OER (OER Metadata quality assurance)

Los metadatos permiten a los usuarios encontrar las piezas de información que requieren. Sin embargo, siempre habrá algunos aspectos de los metadatos que son inexactos, inconsistentes o desactualizados, incluso en los proveedores de OER que tienen extensos procedimientos de garantía de calidad y han invertido mucho en la creación de metadatos de buena calidad para los OER que publican en la Web. La alta heterogeneidad y autonomía en los sistemas de información de abiertos da lugar a la aparición de diferentes esquemas de metadatos que reflejan la estructura de la información y el significado asignado a los atributos de un OER por parte de las diferentes comunidades de OER. Por consiguiente, este componente se ha diseñado para funcionar en un entorno de proveedores con considerable, y probablemente cada vez mayor, diversidad de estructura semántica de OER.

En el marco de este componente se han ejecutado tareas que contribuyen al aseguramiento de la calidad de los datos y metadatos como la detección de los valores de vocabulario controlado y atribución de esos valores al vocabulario local; detectar y corregir errores comunes de metadatos; desestimar los valores que no proporcionan valor informativo; añadir

nuevos atributos a los OER, como por ejemplo agregar tópicos que permitan futuras tareas de indexación, búsqueda y clasificación de OER.

E. Descubrimiento de OER compartidos a través de redes sociales a través de SNA (OER discovering via social network analysis)

El alcance de este trabajo ha sido la red social Twitter. En este trabajo, se ha considerado que la información intercambiada en las redes sociales se puede utilizar para el aprendizaje, en especial los enlaces hacia OER, que se comparten a través de tweets: Es decir, sea busca la información relevante a través de las relaciones entre los usuarios que escriben mensajes sobre un dominio de conocimiento determinada.

En particular los OER sea encuentran aplicando técnicas de análisis de redes sociales. Así los usuarios "expertos" en Twitter se representan como usuarios populares, creando comunidades virtuales formadas a través de listas de usuarios de Twitter; y, dominios de conocimiento descritos por medio de "hashtags". Se han considerado que los usuarios influyentes son aquellos cuyas publicaciones se consideran interesante por un grupo de usuarios que interactúan en un dominio de conocimiento.

Así, en el dominio de emprendimiento se desarrolló un sistema recomendador de recursos publicados en las redes sociales con el fin de ayudar a mejorar las competencias de los emprendedores. El sistema se basa en el concepto de inteligencia colectiva y en el análisis de redes sociales (SNA por sus siglas en Inglés) y sus métricas como paradigma para cuantificarla; esto permitió encontrar expertos, temáticas relacionadas y recursos digitales (links) en diferentes áreas de formación.

El sistema de recomendación toma como fuente de datos a Twitter y sus publicaciones (Tweets) relacionadas con una área de formación, para construir varias redes utilizando relaciones explícitas tales como menciones (nombres de usuarios dentro de un tweet) e implícitas como co-ocurrencia de hashtags (palabras que empiezan por #). A cada red se aplica una medida de centralidad para encontrar: a) usuarios influyentes y b) temas relacionados. Estas medidas también se emplean como discriminantes para encontrar los recursos digitales (links) relevantes a la temática propuesta. En la actualidad se está trabajando en un mecanismo de ordenación basado en inteligencia colectiva.

III. INVESTIGACIÓN REALIZADA EN OPEN DATA Y SOFTWARE LIBRE

Por otro lado se ha intensificado, por la URJC en la investigación de varios proyectos de software libre con incidencia en el elearning, en particular la plataforma Moodle, de amplio despliegue en instituciones educativas españolas (preuniversitarias y universitarias). Se ha hecho incidencia especial en comprender cómo está teniendo lugar el desarrollo, y cómo está evolucionando el proyecto, a partir de datos cuantitativos obtenibles de los repositorios públicos de los proyectos en cuestión.

Por otro lado el grupo GICAC de la UPM ha desarrollado dos proyectos para la Sociedad de IEEE. En el primero de ellos una plataforma para facilitar un acceso académico a la

producción de diferentes revistas y actas de conferencias de IEEE con los datos publicados en un formato reutilizable. De esta manera los datos abiertos se definen como datos que son accesibles, que pueden ser leídos por máquinas y con licencias abiertas. En el segundo de ellos se ha revisado, reunido y diseminado en forma estandarizada actividades y prácticas promovidas por esta Sociedad

IV. INVESTIGACIÓN REALIZADA EN ESTANDARIZACIÓN

Otra alternativa al uso de estándares de linked data como instrumento para la mejora de la localización y reutilización de OER es la elaboración de normas y formatos de contenidos y servicios.

La red eMadrid está involucrada a través de varios de sus miembros en diversas actividades de estandarización. En este sentido, la red participa de manera activa en el desarrollo de normas y propuestas de normas, lo que se puede considerar una transferencia neta de conocimiento. Los grupos donde se participa se detallan a continuación.

En esta línea en la UCM se ha continuado dando soporte a la herramienta eAdventure que permite la creación de juegos y simulaciones educativas de bajo coste, que además de su ejecución independiente permite su exportación utilizando diversos estándares (e.g. SCORM, IMS) para simplificar su integración y despliegue en sistemas de elearning. Algunos de estos resultados se han utilizado y ampliado por la UNED en su trabajo de estandarización en laboratorios virtuales.

En la UNED se ha propuesto el primer estándar industrial para mejorar la interoperabilidad en laboratorios virtuales y remotos. Esta es una novedad a nivel mundial y que se es finalmente adoptada por la comunidad puede tener un muy alto impacto. El grupo IEEE P1876 está enfocado a la estandarización de laboratorios en línea integrados en sistemas de enseñanza. La norma se imita por ahora a definir los elementos declarativos de los protocolos de comunicación y la interacción en forma de actividad del estudiante mediante statements xAPI. El grupo está participado por consorcios internacionales de la industria como GOLC e investigadores de diversas universidades como la TELUQ en Montreal. Es de destacar también el apoyo de eMadrid a la realización de una estancia de investigación en esta universidad para la presentación en 2015 de la primera versión borrador de la norma en el congreso IEEE FIE 2015 en El Paso, Texas.

Además, el grupo IEEE ADB Actionable Data Book es un grupo de trabajo del capítulo de estándares del IEEE en el que se desarrolla un modelo de libro interactivo que integre la analítica y realimentación del estudiante, aparte de proporcionar contenidos dinámicos. No se trata de un grupo oficial y normativo y varios miembros de eMadrid participan en el mismo.

Por último, a nivel nacional uno de los investigadores de eMadrid ostenta la secretaría técnica del grupo SC36, subcomité del CTN71 de AENOR centrado en las tecnologías educativas. En su momento este grupo desarrolló para el ministerio de educación la norma UNE 71361 LOM.es para la red de repositorios distribuidos de Agrega. En este momento se

desarrollan actividades relacionadas con accesibilidad y con juegos serios. Este último grupo está dirigido por un miembro de eMadrid en el seno del subcomité.

V. CONCLUSIONES

Tal y como se ha presentado en este trabajo la aproximación seguida para aprovechar la potencialidad que presentan los OER están orientados a la construcción de un ecosistema de Sistemas de Información Abiertos semánticamente interoperables, en el que puedan cohabitar tanto docentes como aprendices. Por otro lado la red también participa de manera activa en el desarrollo de normas y propuestas de normas, lo que se puede considerar una transferencia neta de conocimiento.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración de todos los investigadores y grupos de eMadrid que han contribuido al despliegue de las experiencias y herramientas aquí presentadas.

REFERENCIAS

- [1] N. Piedra, J. Chicaiza, J. López, and E. Tovar. Seeking open educational resources to compose massive open online courses in engineering education an approach based on linked open data. *Journal of Universal Computer Science*, 21(5):679–711, 2015a. 290, 292, 294, 295
- [2] N. Piedra, J. Chicaiza, J. López, and E. Tovar. Integrating OER in the design of educational material: Blended learning and linked-open-educational-resources-data approach. *IEEE Global Engineering Education Conference 2016. (EDUCON 2016)*. Abu Dhabi. DOI: 10.1109/EDUCON.2016.7474706
- [3] T. Berners-Lee, J. Hendler, and O. Lassila. The semantic web. *Scientific American*, 284(5):34–43, 2001.
- [4] T. Heath and C. Bizer. *Linked data: Evolving the web into a global data space*. Synthesis lectures on the semantic web: theory and technology, 1(1):1–136, 2011.
- [5] A. Miles, T. Baker, and R. Swick. *Best practice recipes for publishing rdf vocabularies*. Working draft, W3C, 2006.
- [6] N. Piedra, E. Tovar, R. Colomo-Palacios, J. Lopez-Vargas, and J. Chicaiza. Consuming and producing linked open data: The case of opencourseware. *Program*, 48(1):16–40, 2014. URL <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84893445335&partnerID=40&md5=b6b2f262b3597d7dac38b5d731769018>.

Proyecto eMadrid: Metodologías Educativas, Ludificación y Calidad

J. Ángel Velázquez
Iturbide
Escuela Técnica Superior
de Ingeniería Informática
Univ. Rey Juan Carlos
28933 Móstoles, Madrid
angel.velazquez@urjc.es

Gregorio Robles
Martínez
Escuela Técnica Superior
de Ing. de
Telecomunicaciones
Univ. Rey Juan Carlos
Fuenlabrada, Madrid
gregorio.robles@urjc.es

Ruth Cobos, Leovy
Echeverría, Iván
Claros
Escuela Politécnica
Superior
U. Autónoma de Madrid
28049 Madrid
{ruth.cobos,
leovy.echeverria,
ivan.claros}@uam.es

M^a Carmen Fernández
Panadero, M^a Blanca
Ibáñez y Carlos
Delgado Kloos
Depto. Ing. Telemática
U. Carlos III de Madrid
28911 Leganés, Madrid
{mcfp,mbibanez,cdk}
@it.uc3m.es

Resumen—Esta comunicación presenta un conjunto de trabajos de investigación sobre metodologías docentes, ludificación y calidad realizados en el seno del proyecto eMadrid, de la Comunidad Autónoma de Madrid. En primer lugar se resumen los trabajos realizados en los dos primeros años del proyecto. Posteriormente se presentan las líneas de trabajo previstas para los dos años restantes.

Palabras clave—metodologías educativas

I. INTRODUCCIÓN

El proyecto “eMadrid-CM – Investigación y Desarrollo de Tecnologías Educativas en la Comunidad de Madrid” fue concedido dentro de la “Convocatoria de Programas de I+D en Tecnologías 2013” de la Comunidad Autónoma de Madrid. El Proyecto es una continuación del proyecto del mismo nombre seleccionado en la convocatoria de 2009.

El proyecto se estructura según 10 objetivos científicos-técnicos, de los cuales en esta comunicación presentamos el objetivo 10: metodologías educativas, ludificación y calidad. La comunicación se estructura en dos secciones. En la sección 2 se presentan los logros principales alcanzados en los dos primeros años del proyecto, mientras que en la sección 3 se resumen los planes de trabajo para los dos años restantes.

Investigación Realizada en los Dos Primeros Años

Presentamos la investigación realizada, desglosada por universidades para una presentación más coherente. En orden alfabético de universidad, son la Universidad Autónoma de Madrid (UAM), la Universidad Carlos III de Madrid (UC3M) y la Universidad Rey Juan Carlos (URJC).

Universidad Autónoma de Madrid

En la UAM se han llevado a cabo diferentes trabajos relacionados con las siguientes metodologías educativas: aprendizaje social o social media learning y aprendizaje mixto o blended learning.

Estos trabajos se han financiado parcialmente por el proyecto eMadrid (S2013/ICE-2715) de la Comunidad de Madrid, los proyectos FLEXOR (TIN2014-52129-R), RESET (TIN2014-53199-C3-1-R) e iProg (TIN2015-66731-C2-1-R) del Ministerio de Economía y Competitividad, y el proyecto “Adaptación de la metodología PhyMEL a la formación clínica mediante el uso de simuladores” financiado por la empresa Medical Simulator.

En la primera línea se han desarrollado las siguientes herramientas:

- Social Media Learning o SMLearning [1] es una herramienta para aprendizaje social basado en videos interactivos, cuyo código está accesible en <https://github.com/ivandcl/smlearning> y ha sido fruto de una tesis doctoral [2]. Se ha utilizado la herramienta durante los últimos cinco cursos académicos en la docencia de grado y postgrado de titulaciones de la Escuela Politécnica de la UAM.
- Social Moodle o Moodle social es una versión colaborativa y social del LMS Moodle [3] fruto de un trabajo fin de máster [4]. Social Moodle se ha utilizado durante los últimos tres cursos académicos en la docencia de grado y postgrado de titulaciones de la Escuela Politécnica de la UAM.

En la segunda línea, aprendizaje mixto:

- Por un lado, se ha desarrollado un sistema llamado TAsystem [5] integrado en el LMS Moodle, fruto de una tesis en marcha. Sistema que asiste a alumnos y profesores en diseño y realización de tareas; y gestión de evaluación propuesta en escenarios colaborativos. Se ha utilizado dicho sistema en los últimos cinco cursos académicos en experiencias de aprendizaje mixto en la docencia de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Montería, Colombia.
- Por otro lado, desde que la UAM se unió en 2014 al consorcio edX (<https://www.edx.org/school/uamx>) se han generado del orden de ocho MOOCs en dicha plataforma. Durante el otoño de 2015 se ha utilizado la clase invertida en docencia de humanidades de la UAM haciendo uso de uno de estos MOOCs titulado “La España de El Quijote”. Esta práctica docente ha sido de mucho éxito y de muy buena acogida entre los estudiantes de la UAM.

Universidad Carlos III de Madrid

En la Universidad Carlos III de Madrid se hizo uso de la gamificación, técnica que utiliza elementos de mecánica de juegos en contextos serios para promover en los participantes comportamientos elegidos por los diseñadores de la gamificación. En un contexto serio como la educación, interesa promover entre los estudiantes comportamientos tales como la lectura de materiales de estudio o la resolución de ejercicios con miras a mejorar sus conocimientos y habilidades de aprendizaje. Tipicamente, estos comportamientos premian el esfuerzo mediante la asignación de incentivos externos tales como puntos e insignias y/o reconocen el esfuerzo en relación con los pares en leaderboards. La Khan Academy constituye un caso de éxito en el uso de reconocimientos externos para promover una mayor cantidad de trabajo por parte de los estudiantes. En la Universidad Carlos III de Madrid, se aplicaron las técnicas de gamificación de la Khan Academy en los Cursos Cero de Física, Química y Matemáticas y se desarrolló ALAS-KA, plataforma de Learning Analytics que extiende las posibilidades de análisis de la Khan Academy [6]. Gracias a ALAS-KA se logró identificar los tipos de insignias que eran las más apreciadas por parte de los estudiantes [7]. Por otro lado, se desarrolló una actividad ad-hoc gamificada para promover el estudio del lenguaje de programación C en estudiantes de Ingeniería de la Universidad Carlos III de Madrid [8]. La mecánica de gamificación incluyó puntos, insignias y leaderboard. En esta actividad gamificada se logró superar, en promedio, un 20% el umbral de trabajo requerido a los estudiantes. El estudio permitió conocer los principales motivos para continuar realizando las actividades gamificadas una vez alcanzado el máximo de nota posible y las razones para no continuar. En el primer caso, gran número de estudiantes manifestaron su deseo de obtener todas las insignias posibles y un porcentaje pequeño manifestaron motivos altruistas para continuar. En el segundo caso, el haber obtenido todas las insignias fue la razón principal de abandono unido a presiones de tiempo con otras asignaturas.

Por otro lado, la inmersión en actividades con fines educativos ha sido considerada como un estímulo positivo para el aprendizaje. El estudiante logra principalmente la inmersión gracias al uso del sentido de la vista y el oído en entornos donde se ve involucrado en actividades significativas para él. Del diseño y soporte a nivel organizativo de estas actividades depende que las actividades sean significativas tanto a nivel individual como colectivo. En el seno del proyecto eMadrid se desplegó un entorno virtual en un mundo espejo de la Gran Vía de Madrid. Este entorno fue diseñado para el aprendizaje del español como lengua extranjera. La inmersión se logró gracias al despliegue de elementos digitales que imitaban el entorno físico de la Gran Vía y las actividades educativas fueron orquestadas automáticamente para fomentar la comunicación entre los participantes [9].

En la universidad Carlos III de Madrid se ha actualizado la metodología PhyMEL (Physical Mental and Emotional Learning) [10] para diseño, despliegue y evaluación de

experiencias de aprendizaje colaborativo gamificadas en entornos mixtos con componente presencial y digital. Se han creado un conjunto de plantillas y herramientas para soporte al diseño y despliegue de experiencias que relaciona los diferentes elementos de narrativa, pedagogía y gamificación. Así mismo, se ha realizado la creación de artefactos y nuevos deportes que ayuden a documentar la experiencia y reflejar resultados de aprendizaje (cómic, juegos, videos).

Para probar diferentes aspectos de la metodología se han realizado varias experiencias en diferentes dominios y con usuarios de diferentes edades: (1) con niños de educación infantil y primaria analizando diferentes aplicaciones tecnológicas para el fomento a la lectura [11], (2) con niños de educación primaria convirtiéndolos durante 5 minutos en personajes de un libro (El Secreto de Marcos¹) mediante la realidad virtual² para fomentar la lectura de libros en formato tradicional. (3) con estudiantes de educación secundaria para gamificar las visitas a los museos mediante realidad aumentada e integrarlas en el currículum de aprendizaje de ciencias [12] y por último (4) en el ámbito clínico, para el aprendizaje del manejo de una silla de ruedas mezclando la interacción física con el mundo virtual [13].

Más recientemente se ha realizado una adaptación de la metodología PhyMEL para compatibilizar las metodologías de aprendizaje tradicionales en el ámbito presencial con el aprendizaje en el ámbito digital. Actualmente se están llevando a cabo dos colaboraciones: (1) Colaboración con la empresa Medical Simulator para dar formación clínica mediante el uso de simuladores de acuerdo a esta metodología en diferentes hospitales (Hospital la Paz, Hospital 12 de Octubre, Hospital General de Castellón) y centros de formación de médicos y enfermeras a nivel Nacional (EU San Juan de Dios, Escuela de Medicinal San Antonio de Murcia). (2) Colaboración con el ayuntamiento de Getafe y las empresas Ocionalia y PSInnova en desarrollo de experiencias con alumnos de secundaria para fomentar la vocación por la ciencia y la tecnología para abordar la brecha de género desarrollando un Hackaton: "Con nosotras it's time to hack"³.

Universidad Rey Juan Carlos

Los trabajos realizados en la URJC giran alrededor del aprendizaje de tres materias o habilidades: pensamiento computacional, recursividad y algoritmos de optimización. Los vemos en este mismo orden.

Una primera línea se centra en el desarrollo de lo que se ha venido a llamar el pensamiento computacional, principalmente entre niños y jóvenes. El pensamiento computacional engloba una serie de habilidades relacionadas con optimizar la interacción con máquinas, especialmente aquellas que tienen un fuerte soporte informático, como pueden ser la abstracción, la paralelización, la lógica o la algoritmia. Aunque seguramente hay muchas maneras de fomentar este tipo de habilidades, una de ellas -y probablemente la más económica y desarrollada tecnológicamente a día de hoy- es mediante el aprendizaje de

¹Página web del libro El Secreto de Marcos: <http://www.elsecretodemarcos.com/>

²Video de la experiencia el secreto de Marcos: https://youtu.be/_TUQEf3zA6Q

³Página web de la experiencia "Con Nosotras It's Time to Hack": <http://www.timetohackgetafe.com/>

conceptos relacionados con la programación informática. Así, han surgido en los últimos años varios lenguajes de programación visuales, que evitan los problemas sintácticos de lenguajes de texto. El más usado dentro de estos lenguajes es Scratch, del que hemos realizado una revisión sistemática del estado de la ciencia [14]. Dentro de este campo, en la URJC estamos tratando de medir el impacto de la introducción de programación en otras asignaturas, algunas más cercanas a los conceptos que se tratan como son las matemáticas [15], pero también en otras más lejanas como pueden ser humanidades o las lenguas foráneas [16].

Una segunda línea de trabajo se refiere a metodologías educativas para el aprendizaje de la recursividad en la universidad, en una mayoría de casos basado en el uso del sistema SRec de visualización de la recursividad. Pueden destacarse los siguientes resultados:

- Método instruccional de aprendizaje de la recursividad. Se propuso un nuevo método instruccional basado en el aprendizaje de métodos de eliminación de la recursividad lineal [17]. Se produjo una mejora significativa en el desarrollo de modelos mentales viables por parte de los alumnos, junto a otras conclusiones menores pero relevantes en esta línea.
- Identificación de usos docentes de SRec en asignaturas de programación o de algoritmos [18]. Se realiza una correspondencia entre las distintas visualizaciones de SRec y temas de programación o algoritmia. Es decir, es una correspondencia entre modelos conceptuales, dejando abiertas las metodologías docentes a aplicar en cada caso.
- Propuesta de la técnica de presentación de visualizaciones denominada “múltiples ejecuciones” [19]. Se han realizado tres evaluaciones de eficiencia educativa de la técnica utilizando colecciones estructuradas de visualizaciones de los algoritmos especificados en las primeras etapas de la técnica de programación dinámica. En las dos primeras evaluaciones se obtuvieron diferencias significativas en algunas tareas de comprensión y análisis. En la tercera evaluación, la técnica ayudó a estructurar las soluciones algorítmicas, aunque no necesariamente de forma correcta.
- Uso constructivo de las visualizaciones para mejora del rendimiento de algoritmos [20]. Se ha implementado en SRec el soporte parcial a una metodología de eliminación de la recursividad múltiple redundante (usada, por ejemplo, para el desarrollo de algoritmos de programación dinámica). Se basa en la transformación de unas representaciones gráficas en otras. Su evaluación ha permitido medir la mayor precisión, rapidez y motivación de los alumnos, en este último caso medido con técnicas de estadística inferencial.

La tercera línea de trabajo ha abordado el aprendizaje de algoritmos de optimización, destacado dos resultados:

- Se evaluó el efecto del soporte colaborativo al debate entre alumnos de los resultados de experimentación con el sistema GreedExCol [21]. El resultado fue que los alumnos que realizaron la actividad colaborativamente con GreedExCol fueron más eficientes y estuvieron más motivados que los que trabajaron individualmente con GreedEx.
- Se diseñaron y evaluaron dos planificaciones docentes de uso del sistema OptimEx de experimentación con algoritmos de optimización [22]. Se evaluó el rendimiento académico de los alumnos y se analizaron sus malas concepciones sobre conceptos de optimización. Los resultados obtenidos han mostrado que se reduce el número de malas concepciones de los alumnos si las tareas de experimentación se espacian a lo largo de todo el trimestre. La repetición de la tarea familiariza a los alumnos con la herramienta y les da tiempo para reforzar los conceptos, sobre todo ante resultados erróneos en sus experimentos.

II. TRABAJOS FUTUROS

Los trabajos descritos en la sección anterior tendrán continuación en los próximos dos años con los trabajos presentados en esta sección. Los presentamos desglosado por tecnologías educativas.

Aprendizaje Colaborativo y Gamificación

Los primeros resultados obtenidos en educación utilizando la gamificación como técnica de motivación no son concluyentes. Son muchas las variables que intervienen y poco el volumen de estudiantes que en ambientes controlados han intervenido en los experimentos empíricos reportados. Será por tanto interesante analizar el impacto de variables tales como el tipo de actividad a gamificar, la duración de la gamificación, la personalidad de los estudiantes en sus preferencias por mecánicas de juego y cantidad de esfuerzo a realizar. Por otra parte, el uso de técnicas de analítica de aprendizaje aplicadas a grupos significativos de estudiantes permitirá un mejor uso de la gamificación en educación. Algunas de las experiencias realizadas demuestran que los elementos de gamificación no pueden ser considerados como algo aislado y que funcionan de manera diferente en función de la fase de aprendizaje en la que se encuentre el estudiante. En la metodología PhyMEL se está trabajando en una primera clasificación de qué elementos de gamificación son más útiles en cada una de las etapas del aprendizaje asimilando dichas etapas el patrón narrativo del viaje del héroe.

Clase Invertida

En la UAM, se seguirá haciendo uso de los MOOCs y se están creando SPOCs (Small Private Online Courses) como fruto de proyectos de innovación docente, todos ellos serán utilizados en prácticas de clase invertida en asignaturas de grado y de postgrado.

En la URJC se tiene previsto estudiar el efecto de la clase invertida en asignaturas al nivel universitario. Se pretende estudiar su efecto en la eficiencia pedagógica y en la motivación

de los alumnos, así como identificar posibles factores condicionantes.

Simulación

Se tienen previstas varias acciones sobre la experimentación con algoritmos de optimización:

- Mejora del sistema OptimEx a partir de los resultados de una evaluación de usabilidad anterior. Las mejoras principales previstas se refieren al proceso de experimentación y a la presentación gráfica de resultados. También se está considerando la posibilidad de su migración on-line, quizá a algún sistema de e-learning como Moodle.
- Estudio de modelos conceptuales sobre optimización como vía para reducir o eliminar las dificultades y malas concepciones de los alumnos.
- Desde la universidad Carlos III se está trabajando también en el uso de plataformas educativas para facilitar la implantación de prácticas de simulación clínica para el aprendizaje de competencias en el ámbito de las ciencias de la salud

Taxonomías Educativas

Las taxonomías educativas ofrecen numerosas ventajas a los profesores: especificación de objetivos de aprendizaje y competencias, diseño de la instrucción y diseño de la evaluación, así como comprobar la alineación de estos tres aspectos en una asignatura. La taxonomía más utilizada en la enseñanza de la informática es la taxonomía de Bloom. Sin embargo, su uso no está exento de dificultades y ambigüedades. En la URJC se pretende analizar estas dificultades y ofrecer soluciones para un uso más seguro de la taxonomía revisada de Bloom en informática o incluso para otras disciplinas. Desde la UC3M se ha incluido la taxonomía de Bloom en el patrón narrativo del viaje del héroe utilizado por la metodología PhyMEL como una guía de qué tipo de actividades son más eficaces en cada fase del aprendizaje.

Tutores

El equipo de investigación en la URJC ha creado un tutor on-line destinado a la evaluación del desarrollo de habilidades de pensamiento computacional en proyectos realizados con Scratch. Esta herramienta, conocida como Dr. Scratch [23], es una aplicación web que ha sido utilizada por miles de niños y jóvenes en la red en el año y medio que lleva funcionando, que ofrece realimentación del proyecto analizado de manera ludificada.

Asimismo, la infraestructura creada para la herramienta se puede utilizar con otros fines, como la detección de código maloliente (*bad smells*) en este tipo de programas [24]. Así, puede darse el caso de código no utilizado ("muerto"), no dar nombres a los objetos u otras cuestiones que aunque no impidan que un programa funcione correctamente, sí que denotan una falta de calidad del mismo.

Visualización

Se prevé completar los trabajos en visualización con SRec:

- Mejorar el soporte a la eliminación de la recursividad redundante, sobre todo permitiendo generar código. Previamente la generación de algoritmos memorizados es casi automática, mientras que la de algoritmos tabulados es más difícil de especificar.
- Ampliar el rango de algoritmos para los que SRec produce visualizaciones eficaces. En principio, prevemos combinar el uso de representaciones gráficas genéricas (como los árboles de recursión) y representaciones dependientes del dominio (como grafos o diagramas geométricos). Presenta diversos retos técnicos pero, desde un punto de vista educativo, el principal consiste en seguir garantizando eficacia visualizadora y facilidad de uso.

III. CONCLUSIONES

Se han presentado los principales trabajos realizados en el proyecto de eMadrid dentro de la línea de investigación sobre metodologías docentes, ludificación y calidad. En primer lugar se han resumido los trabajos realizados en los dos primeros años del proyecto. Posteriormente se han presentado las líneas de trabajo previstas para los dos años restantes. Los primeros se han agrupado por universidades. Sin embargo, los segundos se presentan agrupados por tecnologías educativas, como muestra de la apuesta para promover una mayor colaboración interuniversitaria.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de la UC3M quieren agradecer a las empresas Medical Simulator, Ocionalia, PSInnova, la Fundación La Caixa, el Ayuntamiento de Getafe, hospitales y centros educativos su buena disposición y su participación en las actividades mencionadas. También quieren agradecer a Raúl Araujo, Jaime Valle, José Antonio Díaz y Valentín de la Cruz las contribuciones técnicas para el desarrollo de su trabajo y a Rafael Nieto, autor del libro "El secreto de Marcos", por facilitar su libro y colaborar activamente en las experiencias de fomento a la lectura.

REFERENCIAS

- [1] I. Claros, R. Cobos y C. Collazos, "An approach based on social network analysis applied to a collaborative learning experience," IEEE Transactions on Learning Technologies, in press.
- [2] I. Claros, "Mecanismos de interacción centrados en recursos multimedia sobre entornos web sociales como modelo de aprendizaje activo a través de Internet," Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid, octubre 2015.
- [3] A. Garmendia y R. Cobos, "Towards the extension of a LMS with Social Media services," CDVE 2013, LNCS 8091, pp.67-72.
- [4] A. Garmendia, "Propuesta de diseño y desarrollo de un LMS social," Trabajo fin de máster, Universidad Autónoma de Madrid, octubre 2013.
- [5] L. Echeverría, R. Cobos y M. Morales, "Designing and evaluating collaborative learning scenarios in Moodle LMS courses", CDVE 2013, LNCS 8091, pp 61-66.
- [6] J.A. Ruízpérez-Valiente, P. Muñoz-Merino, D. Leony, C. Delgado-Kloos "ALAS-KA: A learning analytics extension for better understanding the learning process in the Khan Academy platform", Computers in Human Behavior, vol. 47, pp. 139-148, 2015.
- [7] J.A. Ruízpérez-Valiente, P. Muñoz-Merino, C. Delgado-Kloos, "Analyzing students' intentionality towards badges within a case study

- using Khan academy”, Proceedings of the Sixth International Conference on Learning Analytics & Knowledge. ACM, pp. 536-537, 2016.
- [8] M.B. Ibáñez, A. Di-Serio, C. Delgado-Kloos, “Gamification for engaging computer science students in learning activities: A case study”, Learning Technologies, IEEE Transactions on, vol. 7, no 3, pp. 291-301, 2014.
- [9] M.B. Ibáñez, J.J. García-Rueda, D. Maroto, C. Delgado-Kloos, “Collaborative learning in multi-user virtual environments”, Journal of Network and Computer Applications, vol. 36, no 6, pp. 1566-1576, 2013.
- [10] C. Fernández-Panadero y C. Delgado-Kloos, “PhyMEL. A framework to integrate physical, mental and emotional learning in meaningful experiences and multidimensional reports”, Proceedings of 3rd European Immersive Education Summit, 2014, pp. 203-209.
- [11] N. Kucirkova, D. Messer, K. Sheehy y C. Fernández-Panadero, “Children’s engagement with educational iPad apps: Insights from a Spanish classroom”, Computers & Education, vol. 71, pp. 175-184, 2014.
- [12] C. Fernández-Panadero, M. Pérez-Sanagustín, A. Pardo, R.M.C. García y C. Delgado-Kloos, “A framework to design educational mobile-based games across multiple spaces”, Design for Teaching and Learning in a Networked World, Springer, 2015, pp. 407-413.
- [13] C. Fernández-Panadero, V. de la Cruz Barquero, C. Delgado-Kloos y D. & Morán-Núñez, “PhyMEL-WS: Physically experiencing the virtual world. Insights into Mixed reality and flow state on board a wheelchair simulator”, Journal of Universal Computer Science, vol. 20, no. 12, pp. 1629-1648, 2014.
- [14] J. Moreno-León y G. Robles, “Code to learn with Scratch? A systematic literature review”, 2016 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), pp. 150-156.
- [15] L.A. Calao, J. Moreno-León H.E. Correa y G. Robles, “Developing mathematical thinking with Scratch”, Design for Teaching and Learning in a Networked World, Springer, noviembre 2015, pp. 17-27.
- [16] J. Moreno-León y G. Robles, “Computer programming as an educational tool in the English classroom a preliminary study”, 2015 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), pp. 961-966.
- [17] J.Á. Velázquez-Iturbide, M^a Eugenia Castellanos y Raquel Hijón-Neira, “Recursion removal as an instructional method to enhance the understanding of recursion tracing”, IEEE Transactions on Education, in press.
- [18] J.Á. Velázquez-Iturbide, y A. Perez-Carrasco, “How to use the SRec visualization system in programming and algorithm courses,” Inroads, in press.
- [19] J.Á. Velázquez-Iturbide, I. Hernán-Losada, y A. Pérez-Carrasco, “A «multiple executions» technique of visualization,” in Proc. 21st Annual Conf. Innovation and Technology in Computer Science Education (ITICSE 2016), in press.
- [20] J.Á. Velázquez-Iturbide, y A. Pérez-Carrasco, “Systematic development of dynamic programming algorithms assisted by interactive visualization,” in Proc. 21st Annual Conf. Innovation and Technology in Computer Science Education (ITICSE 2016), in press.
- [21] O. Debdí, M. Paredes-Velasco y J.Á. Velázquez-Iturbide, “GreedExCol, a CSCL tool for experimenting with greedy algorithms,” Computer Applications in Engineering Education, vol. 23, no. 5, pp. 790-804, septiembre 2015.
- [22] J.Á. Velázquez-Iturbide, “GreedEx and OptimEx: Two tools to experiment with optimization algorithms,” International Journal of Engineering Education, vol. 32, no. 3A, pp. 1.097-1.106, 2016.
- [23] J. Moreno-León y G. Robles, G. “Dr. Scratch: A web tool to automatically evaluate Scratch projects,” Proceedings of the Workshop in Primary and Secondary Computing Education, 2015, pp. 132-133.
- [24] J. Moreno y G. Robles, “Automatic detection of bad programming habits in sScratch: A preliminary study,” 2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), pp. 1-4.

V Congreso Español de Informática
Salamanca, 13 al 16 de septiembre, 2016



Organización:



Patrocinios y colaboradores:



IEEE Education Society

