

PHD THESIS

UNIVERSITY OF SALAMANCA

DEPARTMENT OF COMPUTER SCIENCES AND AUTOMATION



ABSTRACT

**ADAPTIVE HYPERMEDIA KNOWLEDGE MANAGEMENT ELEARNING
SYSTEM (AHKME) – MANAGEMENT AND ADAPTATION OF LEARNING
OBJECTS AND LEARNING DESIGN IN A WEB-BASED INFORMATION
SYSTEM TOWARDS THE THIRD GENERATION OF WEB**

Author

HUGO MIGUEL GONÇALVES REGO

Supervisor

Dr. FRANCISCO JOSÉ GARCÍA PEÑALVO

October, 2011

ABSTRACT

The World Wide Web commonly known as Web 2.0 has evolved and nowadays passes through a transition to a third generation, Web 3.0. In parallel, different areas of application also evolve. One of them was eLearning, with the development of several systems and tools. However, despite many years of research and the appearance of the concept of Semantic Web for quite a time, the Web and consequently eLearning systems and mainly the user's still seem not to be prepared for this transition. There are different reasons for this situation. First, the application of concept requires specialized technical knowledge of the users to design the systems and resources accordingly to the educational standards and semantic technologies. Consequently, their dissemination outside experimental contexts is limited. Moreover, since they lack application in eLearning systems of Semantic Web, and lack some basic knowledge regarding standardization of learning design, resources and also reusability and the stability of these concepts before go a step forward to semantic web. Thus, lacks for application systems that make the transition easier for the users.

In order to solve these problems, this thesis proposes the development of a web-based information system – AHKME (Adaptive Hypermedia Knowledge Management Elearning System) - that combines concepts of Web 2.0 and 3.0, regarding advanced collaboration, social networks, interoperability, standardization and adaptation, in a concept that we prefer to call Web/eLearning 2.5. The objective of this system is to prepare the users for the new paradigm and the application of concepts regarding reusability, giving flexibility to the users by offering tools to facilitate the learning design and even the creation of their own personalized schemas/structure for instructional design. AHKME is based on schemas of standards and specifications (e.g. IMS) for standardization of resources, data mining and workflow for adaptation, and user's interactivity with learning resources and collaboration through social networks and players.

Moreover, an evaluation of this proposal was performed through laboratory tests to evaluate the results and behaviour of AHKME, simulating a real learning situation.

The main goal of this study is to open the way for new researchs and systems for preparing the users for this new generation of Web, and by this mean introduce the semantic technologies, cross-platforms systems and “intelligent web”.

KEYWORDS: Web, eLearning, Learning Design, Standards, Adaptation, Collaboration.

RESUMEN DE LA INVESTIGACIÓN

1. INTRODUCCIÓN

El Web está en constante evolución, hoy en día se viven tiempos de cambio en la Web, con la Web 2.0, las redes sociales y la colaboración en masa (Downes, 2005) e incluso se tienen muestras de algunos signos de lo que Tim Berners-Lee, predijo, tales como la Web Semántica, la Web Inteligente o en términos más amplios, la Web 3.0 (W3CSW, 2009).

Una de las áreas en expansión dentro de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) es la aplicación de los sistemas o plataformas de educación a distancia. En la actualidad, hay muchos sistemas de *eLearning*, pero la principal dificultad radica en la estructuración de los contenidos e informaciones de acuerdo con los modelos existentes de aprendizaje con el fin de lograr una mayor integración y comprensión del ambiente de aprendizaje y con esto proporcionar una educación de mejor calidad. Al mismo tiempo, sin embargo, no hay demasiadas herramientas y sistemas de *eLearning* para la Web/*eLearning* 3.0, que permitan el punto de vista práctico y faciliten la aplicación de la Web Semántica, la movilidad de los recursos, así como la universalidad de diseño de aprendizaje.

Para hacer frente a estas necesidades, es necesario estudiar el uso de las especificaciones y normas para la estructuración de los recursos de aprendizaje, objetos de aprendizaje y diseño instruccional (Rego et al., 2005), para permitir que el diseñador instruccional y el profesor tengan acceso a los recursos normalizados y para evaluar la posibilidad de su integración y reutilización en diferentes contextos de *eLearning*, tanto a nivel de contenidos como de estrategias de aprendizaje.. Del mismo modo, es interesante estudiar el posible uso de herramientas de colaboración para la adaptación de los recursos, así como recoger comentarios de los usuarios para proporcionar información al sistema.

Además, sería interesante estudiar la importancia de las tecnologías de apoyo, como por ejemplo los agentes inteligentes, para la aplicación práctica de la Web Semántica con el concepto de Web Semántica Social (Breslin et al., 2009), con la introducción de herramientas de colaboración y sistemas con aplicación en situaciones reales como los entornos sociales y de aprendizaje para el suministro y la distribución de los recursos y

estrategias de aprendizaje, así como permitir el acceso a las herramientas de diseño de instrucción que puede proporcionar la autonomía para crear o modificar las especificaciones/ontologías para dar estructura y significado a los recursos. En este sentido también es interesante contar con sistemas de apoyo inteligentes vinculados al contexto, así como con sistemas de recomendación de recursos de aprendizaje.

Asimismo, no se puede obviar el concepto de movilidad aplicada al *eLearning* (*mLearning*), lo que posibilita el acceso de los profesores y estudiantes a los recursos de aprendizaje, independientemente del tiempo y el espacio (Bratt, 2006).

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Para la estructuración de los materiales educativos se han desarrollado diferentes especificaciones y estándares relacionados con el campo del *eLearning*, que permiten dar forma a la mayor variedad de ambientes de aprendizaje (Wiley, 2003). Entre las diversas opciones existentes se destacan, por su estrecha relación con la presente propuesta: *Sharable Content Object Reference Model* (SCORM), un proyecto de la *Advanced Distributed Learning* (ADL) (SCORM, 2009), la especificación de la *Education Modeling Language* (EML), lo que llevó al *IMS Learning Design* (LD) (IMSLD, 2003), sin embargo, EML no es una norma, es una especificación que se ha quedado obsoleta con la adopción de IMS LD (Koper, 2003), el estándar para la estructuración de metadatos Dublin Core (DC, 2010). Por último, se tienen las especificaciones de IMS, entre las que se destacan IMS Learning Design y IMS Metadata para el diseño y la estructuración de recursos educativos, y el actual IMS Common Cartridge, una nueva generación de estándares de Servicios de Aprendizaje Digital, que fueron desarrollados por el Consorcio del IMS (IMS, 2011).

Si se analizan algunos de los sistemas de *eLearning* más representativos en la actualidad (WebCT/Blackboard, Angel, Intralearn, ATutor, Moodle, Sakai y dotLRN), se identifican como puntos fuertes la capacidad funcional y administrativa, y como debilidades los problemas con la interoperabilidad, la reutilización, la independencia del dominio de aprendizaje, adaptación y capacidad de ampliación (Rego, Moreira, & García Peñalvo, 2010) (Rego et al., 2005).

En general, hay pocas experiencias herramientas *eLearning* que permitan el uso de tecnologías como agentes inteligentes y minería de datos para la búsqueda adaptativa y la recomendación sobre la base de las especificaciones de la tecnología educativa y las ontologías. También hay pocas experiencias de aplicación efectiva de la combinación de las redes sociales y web semántica (web semántica social) a fin de estructurar los recursos en formatos interoperables, y el significado de adaptación en un entorno de colaboración y de búsqueda de forma automática por el contexto.

1.2. OBJETIVOS

En esta tesis se defiende que: *el profesor debe tener acceso a herramientas de diseño de instruccional sin necesidad de tener que tener un conocimiento previo de una tecnología especializada o de los estándares y las especificaciones.*

Por tanto, se propone un sistema de apoyo al aprendizaje basado en tecnologías de código abierto que se caracteriza por: 1) ser interoperable; 2) ser multipropósito; 3) tener capacidades evolutivas; y 4) presentar automatización y adaptación basadas en agentes inteligentes (Rego et al., 2005).

Por tanto, se tiene como principales objetivos:

- ❖ La creación de un sistema de *eLearning* que permita la estandarización de los recursos y contribuya a la interoperabilidad y la reutilización de los mismos.
- ❖ El desarrollo de una herramienta de búsqueda de recursos de aprendizaje de los metadatos que mejore la reutilización de recursos de aprendizaje.
- ❖ La implementación de una herramienta que genere formas que permitan a los usuarios crear o adaptar sus especificaciones de metadatos y/o la ontología, para que los sistemas *eLearning* se abran a las posibilidades de la Web Semántica.
- ❖ La definición de una herramienta colaborativa para adaptar los recursos de aprendizaje y sus metadatos y de una herramienta de recomendación automática orientada a mejorar la personalización y la adaptación de dichos recursos.

1.3. CONTEXTO DE LA TESIS

Este trabajo se desarrolla en las líneas de investigación del *eLearning*, ingeniería web y arquitectura de *software* del grupo de investigación GRIAL de la Facultad de Ciencias, Universidad de Salamanca.

Esta tesis se centra, principalmente, en tres líneas de investigación. En primer lugar, desde una perspectiva educativa, los sistemas *eLearning* basados en tecnologías web, con un soporte al diseño instruccional y los recursos educativos estandarizados. En segundo término, la Ingeniería Web, con una aproximación arquitectónica que da soporte a la funcionalidad básica esperada para satisfacer la primera línea, pero con la introducción a los flujos de trabajo colaborativos. En tercer y último lugar, los Sistemas Hipermedia Adaptativos (SHA), con técnicas de recomendación y adaptatividad basadas en minería de datos y agentes inteligentes.

La combinación de los tres ejes de investigación mencionados confieren a esta tesis un carácter multidisciplinar y aplicado, que propone la evolución de los sistemas de *eLearning* hacia los contextos semánticos, de interoperabilidad e inteligencia que defiende el enfoque o filosofía de la Web 3.0.

2. SISTEMAS WEB Y ELEARNING

Esta tesis se centra en el uso educativo de la Web, concretamente en los sistemas de *eLearning*.

Una definición simple del término *eLearning* es “aprendizaje o de capacitación que está dispuesto, entregado, o gestionados utilizando una variedad de tecnologías de aprendizaje y que puede ser desplegado de forma local o global” (Waller et al., 2001). La promesa del *eLearning* es que proporciona potentes herramientas para el desarrollo de los procesos de enseñanza/aprendizaje de una forma eficiente especialmente cuando se quieren eliminar barreras espacio-temporales. Así como las tecnologías de la información han cambiado, fundamentalmente, la naturaleza de cómo se hace el trabajo en las organizaciones, el surgimiento de las tecnologías *eLearning* ha proporcionado medios que dotan a los

procesos de aprendizaje de un grado de flexibilidad tal que está cambiando la naturaleza del canal por el que se imparte la formación por excelencia, especialmente cuando está vinculada al puesto de trabajo.

.Desde la perspectiva que ofrece la experiencia en el desarrollo y explotación de plataformas *eLearning* y una perspectiva de la calidad, García Peñalvo (2008) ofrece su propia definición de *eLearning* como “un proceso de enseñanza/aprendizaje, orientado a la adquisición de una serie de competencias y destrezas por parte del estudiante, caracterizado por el uso de las tecnologías basadas en web, la secuenciación de unos contenidos estructurados según estrategias preestablecidas a la vez que flexibles, la interacción con la red de estudiantes y tutores y unos mecanismos adecuados de evaluación, tanto del aprendizaje resultante como de la intervención formativa en su conjunto, en un ambiente de trabajo colaborativo de presencialidad diferida en espacio y tiempo, y enriquecido por un conjunto de servicios de valor añadido que la tecnología puede aportar para lograr la máxima interacción, garantizando así la más alta calidad en el proceso de enseñanza/aprendizaje”.

En la actualidad se está produciendo una revolución en las aplicaciones educativas con la adopción generalizada de Internet como una plataforma de distribución (*eLearning*).

El *eLearning* está teniendo mucha importancia en diferentes ámbitos de la sociedad, tanto en el sector de la educación como negocio a través de la capacitación y el entrenamiento.

Así, a continuación se va a estudiar las tendencias de los sistemas de información web, la disponibilidad de datos y la representación, la adaptación, la interoperabilidad de los datos, la colaboración entre los usuarios, y más concretamente su aplicación en el ámbito del *eLearning*. Al final, las debilidades y tendencias de mejora. Por lo tanto, se comienza por analizar en paralelo la evolución de la Web y del *eLearning*, sus características, sistemas y herramientas.

2.1. EVOLUCIÓN DE LA WEB Y DEL ELEARNING

La evolución de la Web y del *eLearning* han discurrido en paralelo a lo largo del tiempo.

Las principales características en relación con la evolución de la Web son principalmente:

- ❖ Concepto;

- ❖ Tecnologías involucradas;
- ❖ La cobertura pública;
- ❖ Datos.

Yihong-Ding (2007) se refiere al espacio de reflexión a la evolución de Internet, la definición de tres etapas que se presenta a continuación.

Primera etapa, la tradicional World Wide Web, también conocida como Web 1.0, es una Web de lectura o escritura.

En general, los autores de páginas web, escriben lo que quieren compartir y publicar en línea. Los lectores pueden ver estas páginas web y subjetivamente comprender los significados. A la Web 1.0 conecta a las personas con un entorno público, compartido - World Wide Web. Pero esencialmente la Web 1.0 no facilita la comunicación directa entre lectores y escritores web.

En una etapa intermedia hubo una Web 1.5, en que para una definición la “Web 1.5 es que la información se transmite de forma diferente por el profesional de la industria, pero el profesional de la industria no entiende que 0.5 del “valor añadido” viene del comentarista que no está de acuerdo con la publicación, o añadir más información que el mensaje se transmite”. Son ejemplos de servicios Bloglines, BlogRolling and Xmarks (Regan, 2010).

La segunda etapa de la evolución de la web es la Web 2.0. Aunque su definición sigue siendo vaga, la Web 2.0 es una Web de lectura y escritura.

En la Web 2.0 no solo los “autores” pueden aportar contenidos a la Web, sino que cualquiera se puede convertir en “autor”, pudiendo leer y escribir, en términos generales, en un mismo espacio web. Este avance permite establecer una comunicación amigable entre los usuarios de la web social sin obligación de divulgación de las identidades particulares. Por lo tanto, aumenta significativamente el interés por participar de los usuarios “normales” de la Web.

La tercera etapa es la Web Semántica o Web 3.0. Se trata de una Web de lectura, escritura y petición automática de servicios entre agentes software. Es una etapa que todavía no se ha desarrollado por completo, pero que ineludiblemente marcará el futuro no lejano de la Web. El cambio fundamental se encuentra todavía en el espacio web. Un espacio web

deja de ser una simple página web como en la Web 1.0. Tampoco es un espacio para un *blog* o una *wiki* que facilite la interacción y comunicación humana al estilo 2.0. Cada espacio ideal en la Web Semántica se convertirá en un pequeño espacio de reflexión. Contiene la semántica procesable por una máquina aprobado por sus propietarios. Un espacio de la Web Semántica al mismo tiempo es también un agente automático “vivo”. Estos espacios reciben el nombre de *Active Semantic Spaces* (ASpaces) (Ding et al., 2007).

Una Web Semántica en la práctica requiere que cada usuario de la Web deba tener espacio web para sí mismo. Aunque parece anormal en primer vistazo, este requisito es de hecho fundamental. Es difícil de imaginar que los usuarios todavía tuvieran que realizar todas las peticiones ellos mismos en una Web Semántica. La aparición de la Web Semántica eventualmente elimina la distinción entre los lectores y escritores en la Web. Cada usuario humano de la Web debe ser lector, escritor y solicitante al mismo tiempo, por lo que sería más propio hablar de *partícipes web*.

En resumen, la Web 1.0 conecta a la gente real con la World Wide Web. La Web 2.0 conecta a las personas reales que utilizan la World Wide Web. La Web Semántica, en un futuro, sin embargo, conectará representantes virtuales de personas reales que utilizan la World Wide Web.

2.1.1. WEB 3.0

La próxima generación web implica la búsqueda de contexto para obtener información en línea.

La guerra de palabras entre los evangelistas de la tecnología sobre la Web 3.0 sigue y, en particular, como una prueba de esto fueron una serie de intercambios en los *blogs* de Tim O'Reilly (2010) y Nova Spivack (2007) acerca de los méritos de la “Web 3.0”.

Así que, ¿cuál es la diferencia entre la Web 2.0 y la Web 3.0?

Mientras O'Reilly cree que la Web 3.0 es una extensión de la Web 2.0, Spivak - considerado como un defensor del término Web 3.0 - cree que será una red de tercera generación de aproximadamente entre 2010 y 2020. Para entender la Web 3.0, se debe hacer balanza en contra de la actual Web 2.0. En el universo de la Web 2.0, la búsqueda en Google de una sentencia dará lugar a una gran cantidad de accesos independientes. La

Web 3.0 resuelve este problema proporcionando el contexto para la búsqueda de información en línea (O'Reilly, 2010).

Allan Cho (2008) defiende que para diferenciar los dos términos se debe hacer un análisis de los siguientes conceptos:

- ❖ Web inteligente.
- ❖ Apertura.
- ❖ Interoperabilidad.
- ❖ Una base de datos global.
- ❖ Web 3D y más allá.
- ❖ Control de la Información.

Web “Inteligente”

La Web 2.0 se relaciona con las redes sociales y la colaboración total, además de abogar por una difuminación de la frontera entre creador y consumidor, mientras que el contenido de la Web 3.0 se basa en las aplicaciones Web “inteligentes” mediante:

- ❖ Procesamiento del lenguaje natural.
- ❖ Machine-based learning y razonamiento.
- ❖ Aplicaciones inteligentes.

Apertura

La Web 3.0 se caracteriza por basarse en especificaciones abiertas en sus protocolos, interfaces de programación, formatos de datos, etc., lo que facilita su evolución, extensión e interoperabilidad.

Interoperabilidad

Al abrir el acceso a la información, las aplicaciones Web 3.0 se puede ejecutar a la diferencia de la Web 2.0, donde programas tales como Facebook y MySpace existen en

silos separados, la Web 3.0 permite a los usuarios moverse con más facilidad entre aplicaciones.

Una base de datos global

Conceptualmente, la Web 3.0 puede verse como una gran base de datos.

Conocida com “la Web de datos”, la Web 3.0 utiliza registros estructurados los datos publicados en la Web en formatos reutilizables.

Web 3D y más allá

Web 3.0 utiliza un modelo tridimensional y se transforma en una serie de espacios 3D. Servicios tales como Second Life y el uso de avatares personalizados será una característica común de la web en 3D. Web 3.0 se extenderá más allá en lo físico; imaginar una web relacionada con todo, no solo con el teléfono móvil, sino que también con el coche los electrodomésticos, la casa, la ropa, etc., lo que se traduce en una experiencia más integrada e integradora.

Control de la Información

La Web 3.0 es acerca del control de la información, mientras la Web 2.0 es acerca de la sobrecarga de información. El ejemplo más evidente es en la explosión pura de los programas y las contraseñas en la Web que pretenden fomentar la creación de redes y la socialización. Web 3.0, intenta poner orden y permitir a los usuarios para ser más precisos en la búsqueda y encontrar exactamente lo que quieren.

Web Semántica en comparación con la Web 3.0

Lo más confuso es la diferencia entre la Web Semántica y la Web 3.0 - ambos son entidades conceptuales. Mediante la adición de la Web Semántica a la Web 2.0, la Web se aproxima al paradigma 3.0.

Las tecnologías básicas de la Web Semántica, que enriquecen el contenido y la inteligencia de la Web Social, pero con carencias en la gestión de identidades, por lo que deben combinarse en la Web 3.0 para trabajar (Catone, 2008).

Nova Spivack Twine (2010) fue uno de los primeros servicios en línea para utilizar tecnologías Web 3.0. Su objetivo es organizar, compartir y descubrir información sobre los intereses de un usuario en las redes de personas de ideas afines. Mediante el uso de tecnologías semántica, Twine organiza automáticamente la información, aprende acerca de los intereses específicos de los usuarios y hace recomendaciones. Twine es un ejemplo de Web 3.0 en el trabajo, la combinación de los elementos sociales de la Web 2.0 con herramientas específicas del usuario de la Web Semántica (Cho, 2008).

En conclusión, las nuevas tendencias principales en la nueva generación de la Web y su relación con *eLearning*, se pueden identificar como:

- ❖ Web semántica.
- ❖ Móvil.
- ❖ Colaboración.
- ❖ Inteligencia Artificial.

2.1.1.1. Web Semántica

La Web Semántica se refiere a una Web con un significado (W3CSW, 2009). La Web Semántica es, por tanto, una Web que es capaz de describir las cosas de manera que las computadoras las puedan entender.

Las declaraciones se construyen con las normas de sintaxis. La sintaxis de un lenguaje define las reglas para la construcción de los estados del lenguaje.

Esto es de lo que la Web Semántica se trata, de describir las cosas de manera que las aplicaciones de las computadoras pueden entender (Semweb, 2011).

El término “Web Semántica” se refiere a la visión del W3C de la Web de los datos vinculados. Las Tecnologías de Web Semántica permiten a las personas crear almacenes de datos en la Web, crear vocabularios, y escribir las reglas para el manejo de datos. Los datos vinculados se encuentran facultados por tecnologías como RDF, SPARQL

(lenguaje de consulta para RDF), OWL (Ontology Web Language), y SKOS (Sistema de Organización Simple de Conocimiento) (W3CSW, 2009).

Las tecnologías relacionadas con la Web Semántica no son intuitivas ni están orientadas a los usuarios finales, lo cual está repercutiendo en una penetración y crecimiento moderados.

2.1.1.2. Web Semántica Social

El concepto de la Web Semántica subsume la evolución social de forma que las interacciones sociales dan lugar a la creación de representaciones del conocimiento explícito y semánticamente ricos. La Web Semántica Social puede entenderse como el conjunto de los sitios web de conocimiento colectivo, que son capaces de proporcionar información útil sobre la base de las contribuciones humanas y que mejoran a medida que participen más personas. La Web Semántica Social combina tecnologías, estrategias y metodologías de la Web Semántica, el software social y la Web 2.0 (SocialSoftware, 2010).

Se desea una nueva generación de aplicaciones Web que combinen los puntos fuertes de estos dos enfoques: la flexibilidad y portabilidad de datos que es característico de la Web Semántica, y las ventajas de escalabilidad y la autoría de la Web Social.

La Web Semántica Social (S2W) tiene como objetivo complementar la visión de la Web Semántica formal mediante la adición de un enfoque pragmático basado en lenguajes de descripción para la navegación semántica, que utilizan la clasificación heurística y ontologías semiótica. Un sistema socio-semántico tiene un proceso continuo para provocar el conocimiento fundamental de un dominio a través de ontologías semiformales, taxonomías o folksonomías (Garshol, 2004). La S2W, en lugar de confiar exclusivamente en la automatización de la semántica sobre la base de ontologías formales y mecanismos de inferencia, se apoya en el factor humano para la construcción de semántica de forma colaborativa con ayuda de sistemas de información socio-económica. Mientras que la Web Semántica permite la integración de procesos de negocio, mediante inferencia lógica, la red socio-semántica abre para una interfaz más social a la semántica de las empresas, lo que permite la interoperabilidad entre los objetos de negocio, las acciones y sus usuarios.

2.1.2. ELEARNING

La *World Wide Web* ofrece tanto a los profesores como a los estudiantes muchas oportunidades de aprendizaje, permitiendo a los estudiantes aprender a su propio ritmo, mejorar sus habilidades de comunicación oral y escrita, desarrollar habilidades para resolver problemas de orden superior, la alimentación y la reflexión crítica (Peck & Doricott, 1994).

Las tecnologías de aprendizaje basadas en la Red, según Mir (2003) surgen a partir de 1995 en formas diversas, y abarcan un espectro que va desde paquetes de instrucción en papel o tutoriales interactivos multimedia en CD-ROM, hasta los módulos web de aprendizaje, es decir lo que comenzó a denominarse *Web Based Learning* (WBL).

Por *eLearning* se entiende como el proceso de aprendizaje eficiente creado por la combinación de contenidos digitales con el despliegue de (aprendizaje) y los servicios de apoyo (aprendizaje) (Waller et al., 2001). Cabe destacar términos como:

- ❖ Eficiente: Hay muchos tipos de procesos de aprendizaje, algunos de los cuales no son efectivos.
- ❖ Los contenidos desplegados digitalmente.
- ❖ Apoyo: En teoría, un programa basado en CD/DVD-ROM puede utilizarse en cualquier lugar y cuando el usuario quiera, pero suelen carecer de un apoyo de tutores (Waller et al., 2001).

La forma y estructura de la enseñanza y el aprendizaje está cambiando debido a la rápida evolución de las comunicaciones. Los cambios en la economía mundial y los avances en las comunicaciones y la tecnología tiene un gran impacto en la sociedad.

No obstante, se identifican problemas como el alto costo de desarrollar cursos para estos sistemas, o la poca posibilidad de reutilización/adaptación de contenidos cuando cambia algún factor, como, por ejemplo, la plataforma o el contexto educativo (Fernández-Manjón & Fernández-Valmayor, 1997). A partir de estas necesidades básicas surge el modelo de contenidos basado en objetos de aprendizaje, con fuertes raíces en el paradigma de la Orientación a Objetos (Koper, 2001). El modelo consiste básicamente en el diseño de los cursos como agregación de objetos independientes y reutilizables de aprendizaje. La combinación de Internet como una plataforma para desarrollar estos

nuevos modelos de cursos y el uso de tecnologías de marcado (por ejemplo, los estándares XML y relacionados), simplifican la creación de nuevos sistemas educativos que se proponen para mejorar el paradigma educativo basado en la máxima “el estudiante es el centro” (Koper, 2001). Esto significa, en esencia, que el proceso de aprendizaje puede adaptarse a las características de cada estudiante y no al revés como es habitual en los métodos de enseñanza tradicionales. Bajo este punto de vista, hay dos características clave que permiten a un ambiente de aprendizaje el alcanzar este objetivo:

1. La calidad del contenido educativo reutilizables.
2. La personalización de los sistemas de aprendizaje.. Una enseñanza adaptada a las necesidades de los estudiantes desde tres ángulos diferentes::
 - a. Nivel de conocimiento inicial del estudiante.
 - b. Objetivos de conocimiento de los estudiantes.
 - c. Metodología de aprendizaje preferida por el estudiante.

Nuevas tendencias de *eLearning*

La comunidad de *eLearning* esta adoptando rápidamente muchas tecnologías Web que incluyen entre otras XML, XML Schema, o P3P. Las especificaciones y estándares dentro de la tecnología educativa se ha desarrollado significativamente, entre las que cabe citar, entre otras, a incluidas las organizaciones como IMS Global Learning Consortium (IMS, 2011), IEEE (IEEELOM, 2002), Dublin Core (DC, 2010), ISO (JTC1/SC36 de 2007) (2007), o ADL (SCORM, 2009).

Por otra parte, es evidente que hay una falta de penetración de la Web Semántica en el ámbito educativo pese a sus beneficios potenciales.

Además, muchas aplicaciones de *eLearning* son monolíticas y poco flexibles (Rego et al., 2005). En estos sistemas el comportamiento inteligente y las descripciones semánticas no se han tenido en cuenta, y claramente se tiene un área importante de mejora de estos sistemas en la combinación de los principios de la Web Semántica y de la Web Social.

En resumen, se ha llegado a la situación, un tanto sorprendente y paradójica, de que tal vez en la comunidad de *eLearning* falte la tecnología de representación del conocimiento.

En este sentido, la tecnología de Web Semántica no ha sido ampliamente utilizada y estudiada para aplicaciones educativas.

A pesar de que este trabajo se centra en los beneficios específicos de la próxima generación de tecnologías Web en contextos educativos muchas de las lecciones aprendidas son aplicables a las implementaciones en otros campos de aplicación (Rego, Moreira, Morales et al., 2010) (Liu, 2009).

2.1.2.1. eLearning 3.0

¿Cuál será el *eLearning* del futuro? Cuando Stephen Downes estableció su manifiesto para el *eLearning* 2.0 en 2005, dio unos golpecitos en el espíritu de la época de las nuevas tecnologías sociales (Downes, 2005).

Como señalan por Sue Waters (2010) y Darcy Moore (2010), en una discusión de lo que el aprendizaje sería en un mundo Web 3.0, y cómo puede diferir de aprendizaje actual. Esto llevó a revisar algunas ideas acerca del “*eLearning* 3.0”.

El *eLearning* 3.0 tendrá por lo menos cuatro factores clave (Wheeler, 2009):

1. Computación distribuida;
2. Extensión de la tecnología móvil inteligente;
3. Colaboración y filtrado inteligente;
4. Visualización 3D y la interacción.

Si la Web 1.0 era la “Web de Escribir” y la Web 2.0 es la “Web de lectura/escritura”, la Web 3.0 será la “Web de lectura/escritura/colaboración”. Pero no sólo promoverá un aprendizaje más rico en colaboración, sino que también permitirá a los estudiantes acercarse a en cualquier momento y en cualquier lugar al aprendizaje a través de soluciones inteligentes para búsquedas en Internet, gestión de documentos y organización de los contenidos.

2.1.2.2. Sistemas eLearning y herramientas

Hoy en día, existen varias soluciones para apoyar el *eLearning*, algunas están más centradas en contenidos y otras lo están en los estudiantes.

A continuación se presentan brevemente algunas de estas herramientas.

Los enfoques actuales de *eLearning*

En general, las plataformas de gestión de cursos y de contenidos incluyen típicamente una combinación de las siguientes herramientas:

- ❖ Comunicación - Herramientas que permiten la comunicación entre los usuarios de la plataforma. Ej: *chat*, foro.
- ❖ Administración - Permiten la gestión de usuarios, informes y estadísticas.
- ❖ Gestión de Recursos - Relacionadas con la gestión de los recursos como la creación, edición y autoría.
- ❖ Gestión de cursos - Define las unidades de aprendizaje, las actividades y su secuencia.
- ❖ Evaluación - Gestión de la evaluación, los tipos de tests y cuestionarios permitidos.

Hay diferentes plataformas en el mercado, tanto plataformas comerciales como Blackboard (Bb, 2010), el ex WebCT (Bb Learning System) (WebCT, 2010), IntraLearn (2010), Angel (2010) como plataformas *freeware/open-source* como Atutor (2010), Moodle (2010), Sakai (2010) y dotLRN (2010).

La mayoría de las plataformas de *eLearning*/sistemas tienen buenas herramientas de administración y la comunicación, el cumplimiento de estándares como SCORM, AICC y algunas especificaciones IMS. Estas plataformas tienen alto nivel de ejecución y una buena documentación. Por otro lado, estas plataformas tienen algunos problemas relacionados con la gestión de los objetos de aprendizaje, evaluación de la calidad, el intercambio y la reutilización. También tienen algunos problemas relacionados con la adaptación de los recursos a las características de los estudiantes, entre otros. De la comparación de plataformas comerciales y de código abierto se encontró que las comerciales tienen más dificultades para la integración con otros sistemas y el apoyo a

diferentes tipos de pedagogías y por supuesto los costos. Puede verse en el Apéndice A un análisis más detallado de estos sistemas.

Las debilidades encontradas están relacionadas principalmente con los problemas relativos a la interoperabilidad, la reutilización y la calidad de los recursos de aprendizaje, el aprendizaje de dominio la independencia, la adaptación y capacidad de ampliación de las plataformas.

2.2. ESPECIFICACIONES Y ESTÁNDARES EDUCATIVOS

Los estándares y especificaciones ayudan a asegurar las siguientes características esenciales para el éxito y retorno de las inversiones en *eLearning* por parte de las organizaciones:

- ❖ Interoperabilidad - ¿Puede un sistema para operar con otro sistema?
- ❖ Reutilización - ¿Pueden reutilizarse recursos (objetos de aprendizaje, módulos, etc.) de otros cursos?
- ❖ Gestión - ¿Puede un sistema de encontrar la apropiada información sobre el estudiantes, profesores o recurso?
- ❖ Accesibilidad - ¿Puede acceder un estudiante al contenido apropiado en el momento oportuno?
- ❖ Durabilidad - ¿Evoluciona adecuadamente la tecnología para evitar la obsolescencia?

La proliferación de plataformas web diseñadas para soportar ambientes educativos, ha generado nuevos conceptos sobre cómo los procesos de enseñanza y el aprendizaje deben llevarse a cabo, las ideas innovadoras para establecer cómo deben interactuar los agentes implicados, y los nuevos requisitos relativos a la forma de definir los elementos educativos para que sean interoperables, reutilizables e intercambiables entre los distintos sistemas y plataformas.

2.2.1. TECNOLOGÍAS DE MARCADO PARA METADATOS EDUCATIVOS

Una de las mayores dificultades del aprendizaje electrónico y de las plataformas de *eLearning* es en la estructuración de los contenidos y de la información mediante el uso de los modelos pedagógicos, para que puedan llegar a una gama más amplia de los sistemas educativos y obtener una mayor calidad de la enseñanza.

Entre estas normas y las especificaciones las hay que están más centradas en el diseño y en la estructuración de los cursos, mientras que otras tratan de incluir, de manera general, todo el proceso de enseñanza/aprendizaje. Entre las primeras especificaciones cabe mencionar a *Sharable Content Object Reference Model* (SCORM) (2009), un proyecto de *Advanced Distributed Learning* (ADL), y la especificación de la *Educación Modelling Language* (EML) (Koper, 2003).

SCORM es más un integrador de una especificación, lo que lo hace dependiente de las demás normas que se integra, además de no considerar la evaluación y caracterización de los estudiantes. EML es una especificación que quedó obsoleta cuando el IMS (*Instructional Management Systems*) Learning Design (LD) (IMS LD, 2003) surgió, sin embargo, permite la construcción de la experiencia de aprendizaje basada en actividades de aprendizaje, está abierto a cualquier otra teoría de aprendizaje, e incluye aspectos como la secuencia de actividades, roles y evaluación.

Mención a parte merecen las especificaciones de IMS, que se utilizan como guía para la estructuración de contenidos, y que han sido desarrolladas por el consorcio IMS. IMS basa su especificación de metadatos en el estándar IEEE LOM (2002).

Las tecnologías de marcado de metadatos educativos identifican y anotan de manera uniforme, las técnicas, métodos y elementos relacionados con la formación, con el objetivo de facilitar su intercambio, distribución y reutilización en los diferentes sistemas y cursos. A través de estas tecnologías se pueden identificar, por ejemplo, recursos de aprendizaje, los perfiles de los estudiantes, pruebas y evaluación, repositorios, formatos digitales para el intercambio de recursos, conocimientos, lenguajes de modelado, educativos o vocabularios y glosarios.

Así, surgen iniciativas encaminadas a la definición de propuestas conocidas como normas, especificaciones o perfiles de aplicación, según sea el caso, que establecen cómo deben especificarse los elementos de marca.

Dos conceptos importantes dentro de las normas y las especificaciones son los objetos de aprendizaje (OA) y los metadatos.

Un OA se ha definido de diferentes maneras:

1. Cualquier entidad, digital o no digital, que puede ser usado para aprender, educar o entrenar (IEEELOM, 2002).
2. Cualquier recurso digital que puede ser reutilizado para soportar el aprendizaje (Wiley, 2002).
3. Una entidad que lo digital puede ser utilizada, reutilizada y referenciada durante el aprendizaje apoyado por la tecnología (Rehak & Mason, 2003).
4. Cualquier recurso digital, reproducibles y que puedan ser localizados, que se utiliza para llevar a cabo actividades de aprendizaje o de apoyo, y están disponibles para su uso por otros (Hummel et al., 2004).
5. 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, y accesible a través de metadatos con la finalidad de ser reutilizadas en diferentes contextos y plataformas (Morales et al., 2007).

El campo del *eLearning* está en constante crecimiento, al igual que las fuentes de información asociadas a los procesos formativos, por lo que se está haciendo más y más difícil de encontrar y utilizar la información pertinente. El propósito y la utilidad de los metadatos en *eLearning* es que proporcionan la capacidad de describir e identificar el contenido de aprendizaje para que se pueda encontrar, reunir y entregar los contenidos de aprendizaje adecuados, a la persona adecuada, y en el momento adecuado.

Los metadatos simplemente se definen como los datos que describen a otros datos o información que describe otro tipo de información, y, como tal, los metadatos son un maravilloso ejemplo del poder de las cosas simples. El contenido se divide con mayor frecuencia en trozos más pequeños para que pueda ser mezclado entre sí, y organizarse,

así, en “Objetos de Aprendizaje” adaptados a las necesidades concretas. Sin metadatos esto sería inviable.

2.2.2. DEBILIDADES DE LAS TECNOLOGIAS EDUCATIVAS DE MERCADO

Hasta ahora, el uso de las especificaciones y normas entre los posibles usuarios potenciales (es decir, profesores, diseñadores instruccionales, proveedores, instituciones educativas, etc.) no está muy extendida. Su propagación y, por tanto el éxito a largo plazo depende de su calidad, funcionalidad y valor en el “mundo real” (Walker, 2003).

En consecuencia, asumir la utilidad de las normas para el mercado de metadatos educativos para los entornos de *eLearning* es arriesgado. En primer lugar, es evidente la confusión sobre el significado del concepto de objeto de aprendizaje, su extensión y su grado de granularidad. Las diferencias entre las definiciones propuestas causan confusión entre los usuarios potenciales (Friesen & Nirhamo, 2003), lo que provoca que no entiendan su propósito, o lo entiendan mal, o que lo consideren exclusivamente una cuestión de investigación, fuera de los contextos prácticos.

Por tanto, el grado de adopción es muy bajo y la complejidad técnica está más allá del alcance actual de los no expertos. Uno de los principales problemas para la adopción de esta tecnología es, sin duda, la falta de herramientas de autoría para definir los elementos educativos que cumplan con las normas o especificaciones, que, a su vez, son fáciles de utilizar y ocultar los metadatos de los usuarios (Duval & Hodgins, 2004). En este sentido, algunos estudios sugieren el desarrollo de herramientas para buscar, recomendar, clasificar, y automatizar la entrega de objetos de aprendizaje similares a los concebidos para fines comerciales, por ejemplo, Google, Amazon o eBay (Duval & Hodgins, 2004).

En cuanto a los atributos educativos de las tecnologías de mercado, Friesen y Nirhamo (2003) sostienen que una especificación “pedagógicamente neutral”, según la definición de IEEE LOM, SCORM o IMS LD, no puede ser pedagógicamente pertinente. Por su parte, Downes (2003) sostiene que existe una incompatibilidad con los principios de diseño instruccional como un diseño de instrucción no pueden ser reutilizadas en otros contextos, pues la definición inicial está diseñada para una experiencia de aprendizaje específico que utiliza objetos de aprendizaje específicas para contextos específicos.

Aunque estos resultados se contrastan fuertemente con la reutilización de las especificaciones como IMS LD y SCORM Berlanga (2006) la perspectiva es importante señalar que una especificación se define como “pedagógicamente neutral”, ya que no establece ninguna enseñanza especial enfoque, que permite a los caudales de diseño de aprendizaje que sea necesario. La pertinencia pedagógica está en el diseño de la lógica y en cómo se realiza el proceso de aprendizaje, no en la especificación utilizada.

Es también necesaria la investigación para definir los mecanismos generación automática de metadatos para los objetos de aprendizaje.

2.3. SISTEMAS HIPERMEDIA ADAPTATIVOS

La gran expansión en los últimos años que han tenido los sistemas de hipermedia se debe, en primer lugar, a la popularización de la Web (Berners-Lee, 1996), y en parte a su capacidad de estructurar piezas de información de naturaleza dispar de manera asociativa, que pueden simular, en cierta medida, el proceso de relación y conexión propia de la mente humana.

Sin embargo, los sistemas hipermedia “clásicos” no tienen en cuenta las características, intereses u objetivos de los usuarios, sino que interactúan de la misma forma y siempre muestran la misma información y enlaces a todos los usuarios, ya que no disponen mecanismos para ayudar en la navegación o en la búsqueda la información pertinente.

Por el contrario, un Sistema Hipermedia Adaptativo (SHA) puede configurar las aplicaciones para que presenten la información y las rutas adecuadas a las características de cada usuario, los guía en la navegación y en el descubrimiento y la gestión de la información pertinente. Esto representa los objetivos, preferencias y conocimientos de cada usuario a través de un modelo que se utiliza para llevar a cabo la adaptación, que cambia en función de la interacción del usuario con el sistema.

Entre las diferentes áreas de aplicación de los SHA está la educación. Los Sistemas Hipermedia Adaptativo para los propósitos Educativos (SHAE) persiguen personalizar el proceso de aprendizaje con la intención de facilitar la adquisición de conocimientos, la presentación de contenidos educativos y los cursos adecuados a los objetivos educativos, a la formación previa, a las características individuales al nivel de conocimiento de cada

estudiante. Uno de los objetos de estudio de esta tesis es la definición de un sistema de aprendizaje adaptativo. Antes de profundizar en su aplicación a la educación, es deseable proporcionar una visión general de los SHA.

El propósito de un SHA es que el sistema se ajuste a las características del usuario y no viceversa, como en un hipermedia “clásico”, que muestra el mismo contenido y enlaces a todos los usuarios (Bra, Brusilovsky et al., 1999). Para lograr este objetivo se debe construir un modelo que represente las metas, preferencias, características y conocimientos de cada usuario, dicho modelo se utiliza para realizar la adaptación y el cambio de acuerdo a la interacción con el sistema. De esta manera, estos sistemas son capaces de adaptar el contenido y los enlaces a las necesidades específicas de cada usuario, Brusilovsky (1996) llama a la primera adaptación de la presentación y apoyo a la adaptación de la navegación a la segunda.

Al observar la evolución de SHAE puede ver claramente los dos aspectos que están empezando a concentrar los esfuerzos de los investigadores. Por un lado, el desarrollo de herramientas que permiten a los usuarios no especializados en hipermedia adaptativo para crear contenidos y cursos, lo que facilitará la difusión de estos sistemas. Además, la inclusión en el ámbito de las tendencias actuales SHAE en el desarrollo de la Web como el uso de metadatos normalizados y la identificación de la estructura de conocimiento de dominio, lo que resulta en la expansión de sus capacidades y funcionalidad.

Resulta preocupante, sin embargo, lo poco que se han considerado los aspectos pedagógicos y didácticos para desarrollar los sistemas de revisión y, por el contrario, la atención que reciben las cuestiones técnicas, así como la tendencia a ver el proceso de la enseñanza como una simple transferencia de conceptos. En este sentido, en la creación de SHAE es esencial tener en cuenta los objetivos educativos que deben alcanzarse, las teorías del aprendizaje que deben utilizarse, y el proceso por el cual los estudiantes adquieren los conocimientos. Estos aspectos deben ser analizados y detallados en equipos interdisciplinarios formados por técnicos, educadores y diseñadores instruccionales.

Otro aspecto a considerar es la falta en los enfoques actuales del uso de herramientas de colaboración y características para el proceso de adaptación.

Por último, cabe destacar lo interesante que resulta introducir herramientas de recomendación para sugerir caminos adaptativos y recursos a los estudiantes.

2.4. COLABORACIÓN Y SISTEMAS DE RECOMENDACIÓN

A continuación se presentan los principales aspectos en relación con dos áreas que más influyen la Web en estos días - sistemas de colaboración y la recomendación y sus principales características.

2.4.1. COLABORACIÓN

El *software* de colaboración es un *software* diseñado para ayudar a las personas implicadas en una tarea común de alcanzar sus objetivos.

La intención del diseño de *software* colaborativo (*groupware*) es transformar el formato de los documentos y los medios de comunicación ricos son compartidos con el fin de permitir una colaboración en equipo más eficaz.

Un tipo de herramientas de gestión de la colaboración son los sistemas de flujo de trabajo, cuyo objetivo principal es facilitar y gestionar las actividades de grupo (Brickley, 1995).

Sistemas de flujo de trabajo (*Workflow*)

La definición del concepto de flujo de trabajo por la *Workflow Management Coalition* (WfMC, 2010) es “La automatización de un proceso de negocio, en su totalidad o en parte, durante el cual los documentos, se pasan información o tareas de un participante a otro para la acción, de acuerdo con un conjunto de normas de procedimiento”. Participante significa aquí recursos (humano o máquina).

Normalmente, un sistema de flujo de trabajo tiene tres componentes principales

- ❖ Las personas involucradas en el proceso.
- ❖ La lógica de negocio de los componentes, que controla las transiciones entre las tareas del proceso.
- ❖ Los componentes de datos, que los datos del proceso de flujo de trabajo.

2.4.2. RECOMENDACIÓN

Típicamente, un sistema de recomendación se compara el perfil del usuario para algunas de las características de referencia, y trata de predecir el peso que un usuario le daría a un elemento que todavía no había considerado (Gediminas & Alexander, 2005). Estas características pueden ser desde el punto de información (el enfoque basado en el contenido) o del entorno social del usuario (el enfoque de filtrado colaborativo).

Al construir el perfil del usuario se hace una distinción entre las formas explícitas e implícitas de la recogida de datos (Fournier, 2010).

Ejemplos de recopilación de datos explícitos pueden ser los siguientes:

- ❖ Hacer que un usuario vote un artículo en una escala móvil.
- ❖ Hacer que un usuario clasifique una colección de artículos de más a menos favorito.
- ❖ La presentación de dos productos a un usuario, pidiéndole elegir la mejor.
- ❖ Pedir que un usuario cree una lista de artículos que a él/ella le gustan.

Ejemplos de recopilación de datos implícitos pueden ser los siguientes:

- ❖ Observación de los elementos que un usuario ve en una tienda en línea.
- ❖ Análisis de tiempos de visualización del usuario.
- ❖ Llevar un registro de los elementos que un usuario compra en línea.
- ❖ La obtención de una lista de elementos que un usuario ha escuchado o visto en su ordenador.
- ❖ El análisis de la red social del usuario.

El sistema de recomendación compara los datos recogidos con los datos recogidos de otros similares y calcula una lista de temas recomendados para el usuario.

Este tipo de sistema son alternativas útiles para algoritmos de búsqueda, ya que ayudan a los usuarios a descubrir elementos que no sería complicado que hubieran encontrado por sí mismos. Curiosamente, los sistemas de recomendación se han implementado utilizando motores de búsqueda de indexación de datos no tradicionales.

A partir del análisis de los sistemas de recomendación que se pueden identificar cinco de sus principales problemas o debilidades (MacManus, 2009b):

1. La falta de datos - Quizás el mayor problema que enfrentan los sistemas de recomendación es que necesitan una gran cantidad de datos para hacer efectivas las recomendaciones.
2. Cambio de datos - Esta cuestión fue señalada por Paul Edmunds (2010), que sugirió que los sistemas suelen estar “sesgados hacia lo viejo y tienen dificultad para mostrar lo nuevo”.
3. Cómo cambiar las preferencias del usuario.
4. Elementos impredecibles - Por ejemplo, el tipo de película que la gente ama u odia, como *Napoleon Dynamite*. Este tipo de elementos son difíciles de recomendar, porque la reacción del usuario sobre ellos tiende a ser diversa e impredecible.
5. La complejidad de las cosas.

2.5. DEBILIDADES O OPORTUNIDADES PARA LA MEJORA DE LOS SISTEMAS E-LEARNING BASADOS EN TECNOLOGIAS WEB

Las debilidades encontradas están relacionadas principalmente con los problemas relativos a la interoperabilidad, la reutilización, la calidad de los recursos de aprendizaje, la independencia de dominio de aprendizaje y la extensibilidad de los sistemas. También la dificultad de implementar los conceptos de la Web Semántica y Web 3.0 al *eLearning*, por la necesidad de conocimientos técnicos.

Así, se tiene la oportunidad de crear sistemas con flexibilidad, con colaboración y aprovechando la realimentación de los usuarios, lo que permitiría adaptar el sistema a las personas.

Estos problemas son las oportunidades para establecer las piezas de los principales temas del presente trabajo de investigación y, en consecuencia, del desarrollo de la propuesta.

3. HACIA LA WEB 3.0: PROPUESTA

Los sistemas de *eLearning* están en constante evolución y desarrollo.

Por lo tanto, las debilidades que se han señalado en el análisis de sistemas se han convertido en los objetivos de este estudio, y por esto se han tratado de combinar diferentes tecnologías para lograr un nuevo concepto y desarrollar de la propuesta.

Concepto

La propuesta de este estudio es abordar los problemas y puntos débiles que se encuentran en los sistemas de *eLearning* y su preparación hacia la Web 3.0.

Para este fin los objetivos de la propuesta tienen cobertura doble:

- ❖ Innovar los sistemas y herramientas existentes tanto en concepto como en características. Mejorar las funcionalidades existentes en los sistemas *eLearning*, en combinación con los requisitos no funcionales especialmente relacionadas con el rendimiento y la usabilidad. Por tanto, se propone el desarrollo de un sistema *eLearning*, especialmente orientado a los actores involucrados. El principal objetivo no es la tecnología utilizada, sino preparar un cambio de paradigma.

Se propone, enfatizar un enfoque centrado en el usuario donde se prime la simplificación y a reutilización de recursos, sobre la carga de conocimientos del usuario.

De esta forma se es congruente con el principio de la sencillez propio de la ingeniería de la usabilidad, *keep it simple*, que se podría entender como “lo simple es mejor”.

Así que el sistema funcionará simultáneamente como un sistema de *back-office* de diseño de aprendizaje para los profesores y también como el *front-end* para la presentación de recursos de aprendizaje y de colaboración. También para las entradas, el sistema tendrá el contexto del aprendizaje, las encuestas de retroalimentación y los datos almacenados en bases de datos de apoyo, y para las salidas los recursos de aprendizaje y el diseño teniendo en cuenta las aportaciones y el tratamiento realizado por los profesores y profesionales para lograr la información y en última instancia el conocimiento, dar

calidad a los recursos y su publicación en un *front-office* de la interacción, donde las principales características son la colaboración y el intercambio.

En este sentido, se deben tener en cuenta y manejar aspectos relacionados con:

❖ Interoperabilidad.

- Movilidad de los recursos e independencia del contexto.
- Base de datos global - la recogida y la interacción de todos los datos de aprendizaje e información.

❖ *Machine learning*.

- La minería de datos – para extraer patrones a partir de datos e información.

❖ Colaboración avanzada.

- Flujo de trabajo, para automatizar el proceso, las tareas, los documentos o los recursos.
- Herramientas de comunicación tanto síncronas como asíncronas.
- Herramientas multimedia.
 - Creación de redes sociales - comunidades sociales web de aprendizaje.

Por tanto, se trata de introducir una primera versión de las tecnologías y conceptos sobre la Web Semántica o Web 3.0, lo que debería convertir a la Web en una Web *machine-readable* mediante la anotación de datos en función de su significado (EmergingTech, 2011).

Otra innovación busca ofrecer independencia a los diseñadores de aprendizaje mediante el uso de estándares tecnológicos educativos:

- ❖ Importar estructuras externas de aprendizaje utilizando esquemas XML.
- ❖ Personalización de los esquemas existentes.
- ❖ La creación de sus estructuras de aprendizaje.

Así, la combinación de estos conceptos es la principal innovación de la presente propuesta.

El objetivo del sistema es ofrecer un espacio de encuentro entre profesores y tecnologías de eLearning, marcado por los principios de la Web Social-Semántica y del trabajo en red.

3.1. CONTRIBUCIONES PRINCIPALES

Las principales aportaciones de esta propuesta están relacionadas con la aplicación de una evolución en los sistemas de *eLearning*, a través de las siguientes características:

- ❖ La posibilidad que tienen los profesores para crear o personalizar su diseño de aprendizaje, sus esquemas o la ontología de las estructuras del diseño instruccional y los recursos de aprendizaje. Al mismo tiempo esta estructura se almacena en bases de datos. La inclusión del concepto de red social y sus funcionalidades asociadas dan la posibilidad a los profesores y los estudiantes de interactuar. La inclusión de colaboración avanzada con funcionalidad de flujo de trabajo a disposición de los profesores para el diseño de instrucción y adaptación de los recursos. La adaptación de los recursos a través de la colaboración y de los sistemas de recomendación. La aplicación de un *middleware*, entre sistemas Web 2.0 y Web 3.0, debido a la dificultad para aplicar la Web 3.0 a través de las tecnologías avanzadas. La interoperabilidad se introduce mediante el uso de estándares. Aplicaciones inteligentes, cuyo objetivo es adaptar la búsqueda en línea a las preferencias de los usuarios y sus necesidades. Aunque la Web Inteligente parece similar a la Inteligencia Artificial, no es lo mismo. Por tanto, el objetivo principal es contribuir para al desarrollo y aplicación del concepto de una manera más sencilla y coherente.

3.2. NORMAS Y ESQUEMAS

La propuesta busca la independencia a los profesores en el proceso de diseño del aprendizaje. Sin embargo, tiene que seguir una estructura específica, un modo de trabajar como base para el diseño o la adaptación de la estrategia de aprendizaje, para lo que se han elegido las especificaciones de IMS..

¿Por qué IMS?

Se han analizado las especificaciones IMS (2011), AICC (2010), SCORM (2009) y Dublin Core (DC, 2010), en relación con lo siguiente (Rego et al., 2005):

- ❖ Metadatos - formato para representar los metadatos para describir los recursos de aprendizaje.
- ❖ Perfil del estudiante - el formato para registrar y administrar el historial de aprendizaje, metas y logros.
- ❖ Paquete de Contenido - formato de paquete de cursos y recursos por lo que pueden ser transportados fácilmente a otros sistemas.
- ❖ *Question & Test Interoperability* - la estructura de la representación de las preguntas y los datos de prueba y sus informes de resultados correspondientes.
- ❖ Repositorios de datos sobre interoperabilidad - la descripción de cómo interactúan entre repositorios de datos.
- ❖ Estructura de contenido - formato al contenido de la estructura.
- ❖ Comunicaciones de contenido - formato para promover la comunicación de contenidos.
- ❖ Diseño de Aprendizaje - Especificaciones para describir los elementos y la estructura de cualquier unidad de aprendizaje.
- ❖ Secuencia - formato para representar la información necesaria a la secuencia de actividades de aprendizaje en una variedad de formas.
- ❖ Accesibilidad - tiene en cuenta las cuestiones relacionadas con la accesibilidad.
- ❖ Enlaces a XML y RDF - Especificaciones para describir los recursos en XML o RDF.
- ❖ Manuales de usuario - la información disponible.
- ❖ Registro del estudiante - formato para registrar la información relacionada con el estudiante.

Gracias a este análisis se ha podido verificar que las especificaciones IMS cubren la mayor parte de los aspectos analizados.

Por tanto, en base a este conjunto de especificaciones propuestas por IMS, se ha construido la estructura de contenidos educativos y desarrollado un sistema de *eLearning*, polivalente que permite la reutilización y la interoperabilidad entre sistemas, que se basa

en la información de la estructura de almacenamiento en archivos XML, los paquetes de contenido, con archivos de manifiesto y sus esquemas (IMSCP, 2009).

Factores que han influido en la elección:

- ❖ Basado en el estándar IEEE LOM.
- ❖ La interoperabilidad y reutilización - almacena los metadatos en archivos XML.
- ❖ La creación de paquetes dentro de un archivo de manifiesto, con esquemas, archivos XML y archivos de recursos;
- ❖ Tener especificaciones para modelos de gran parte del proceso de aprendizaje:
 - *Learning Resource Metadata.*
 - *Learning Design.*
 - *Learning Information Package.*
 - *Content Packaging.*
- ❖ Proporcionan un pliego de condiciones con futuro y que se están desarrollando lineamientos y especificaciones para RDFS.

3.3. AHKME

En ambientes de aprendizaje, la información debe ser percibida y transformada en conocimiento. Uno de los problemas que han surgido de esta transformación es la manera de representar el conocimiento. Por este motivo la normalización es indispensable, ya que proporciona una representación semántica del conocimiento a través de ontologías en el que los conceptos se identifican claramente y sin ambigüedades, además las ontologías ofrecen tipos de relaciones semántica que permiten la representación de significado mediante la vinculación de los conceptos (Berners-Lee et al., 2001; Mendes & Sacks, 2001).

AHKME un sistema que es compatible con la representación y la gestión del conocimiento sobre la base de metadatos descritos por las especificaciones de IMS. Las principales aportaciones de AHKME son: la gestión de los recursos de aprendizaje y evaluación de la calidad, proceso al que se le ha dotado de un cierto grado de comportamiento inteligente mediante agentes inteligentes; el uso de las especificaciones

de IMS para estandarizar los recursos del sistema, y la interacción de todos los subsistemas a través de la retroalimentación entre ellos permitiendo que el sistema pueda adaptarse a los estudiantes/profesores y a las características de nuevos contextos.

La gestión oportuna y correcta del conocimiento es una fuente de ventajas competitivas sostenible, además de una manera de conectar a las personas con el conocimiento de calidad, así como a las personas con las personas, con el fin de obtener el máximo rendimiento. En el área educativa la gestión del conocimiento y los sistemas avanzados pueden utilizarse para explorar cómo las tecnologías permiten aprovechar el intercambio de conocimientos y el aprendizaje para mejorar el rendimiento (Chatti et al., 2007; Grace & Butler, 2003). Se ha implementado un sistema que se adapta a las características de los estudiantes y de los profesores a los nuevos contextos, mediante la gestión de metadatos, la representación y gestión del conocimiento para capturar el comportamiento del usuario y la interacción con el sistema, lo que ha de permitir a quienes deben tomar las decisiones conocer qué recursos, formatos de curso y estrategias de aprendizaje han resultado mejores o peores en contextos determinados, ayudándoles a definir las estrategias sobre cómo tratar ciertos tipos de estudiantes y contextos.

En primer lugar, sería relevante para explicar el significado detrás del nombre AHKME (o *ahkme*). Eso significa:

- ❖ AH: Hipermedia Adaptativo o *Adaptive Hypermedia*.
- ❖ KM: Gestión del Conocimiento o *Knowledge Management*.
- ❖ E: *elearning*.

El concepto detrás de AHKME, es abordar las cuestiones con respecto a la interoperabilidad, la reutilización, la independencia del dominio de aprendizaje, la calidad de los recursos y la apertura, da la posibilidad a los profesores para diseñar y evaluar los recursos de aprendizaje y al mismo tiempo, los estudiantes pueden aprender de los recursos de calidad y mediante las técnicas de aprendizaje apropiadas, de acuerdo a sus características, diseño instruccional y las actividades de aprendizaje.

Las principales características de este sistema son:

- ❖ Simplificar y generalizar el diseño educativo - Dar acceso a un conjunto de herramientas que simplifican y aproximan a los profesores a los estándares

tecnológicos educativos, pero que también ofrecen la libertad para crear sus propias estructuras de aprendizaje o de ontologías.

- ❖ Facilitar la aplicación y la transición a la Web 3.0 - Mediante la creación de una capa intermedia, como un *eLearning* 2.5, adaptación y evolución de las herramientas de *eLearning* a este concepto, lo que hace que sean más “inteligentes” e interoperables.
- ❖ Movilidad - Al dar acceso a un conjunto de herramientas para que los recursos más interoperable entre sistemas.
- ❖ Apertura - Las herramientas se desarrollan con el apoyo de tecnologías de código abierto y están destinadas a ser integradas y utilizadas con los sistemas de *eLearning* y otras herramientas.

AHKME es un sistema de *eLearning* que se divide en cuatro subsistemas diferentes (ver Figura 205): el Subsistema de Gestión de Objetos de Aprendizaje y Diseño de Aprendizaje, Subsistema de Gestión del Conocimiento; Subsistema Adaptable/Adaptación; Subsistema de Visualización y presentación.

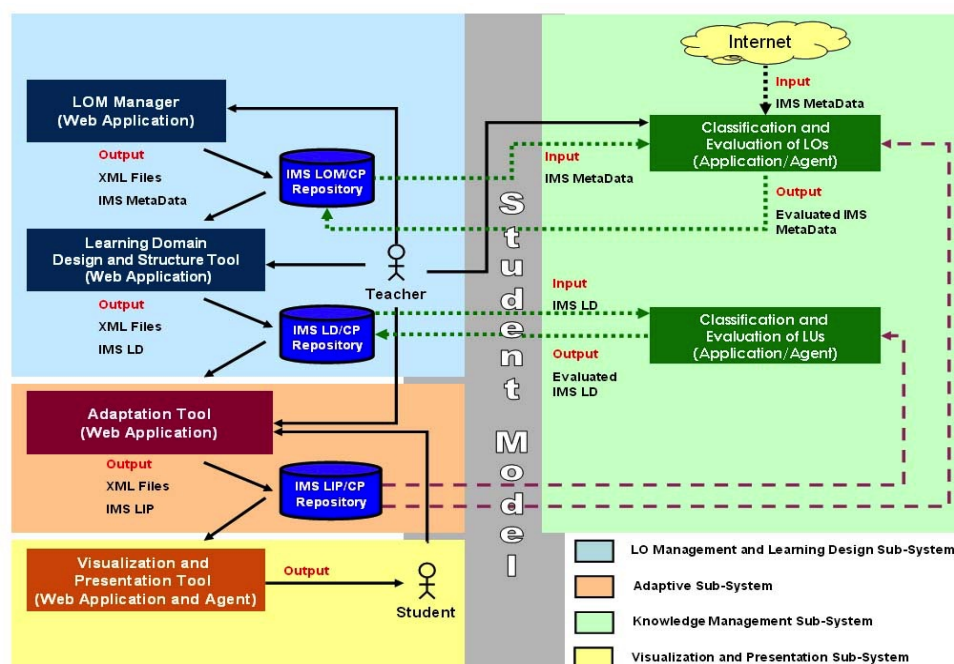


Figura 205. Esquema AHKME

Estos subsistemas están estructurados teniendo en cuenta una línea de razonamiento, donde primero se tiene la creación de los objetos de aprendizaje y el proceso de gestión,

al que sigue el proceso de creación de cursos a través del diseño de aprendizaje. En paralelo con estos dos procesos el subsistema de gestión del conocimiento evalúa la calidad de los objetos de aprendizaje y cursos. Luego pasan a través de un proceso adaptativo basado en características de los estudiantes y en la colaboración de los profesores.

El sistema tiene diferentes perfiles de aplicación con distintas características y herramientas:

- ❖ Perfil del diseñador de Aprendizaje - Diseñadores de aprendizaje que pueden ser profesores o simplemente profesionales de educación, que tienen que ver con el diseño instruccional y los recursos de aprendizaje.
- ❖ Perfil del instructor - Instructores de aprendizaje pueden ser profesores o asistentes cuyo trabajo es aplicar el diseño instruccional y los recursos de aprendizaje a los cursos.
- ❖ Perfil del estudiante - El estudiante interactúa con los cursos y indirectamente con el diseño y recursos de aprendizaje.
- ❖ Perfil de administrador - Administra el sistema de parametrización, los usuarios y permisos, así como las herramientas y la administración de la plantilla.

A continuación se presentan los aspectos principales de los diferentes subsistemas que componen este sistema, con más atención a los componentes del sistema que permiten la gestión, diseño y adaptación de recursos a través de sus metadatos – el subsistema Gestor de objetos de aprendizaje (LOM) y Diseño de Aprendizaje (LD), el subsistema de adaptación, y el subsistema de presentación.

El *Subsistema LOM y LD* integra varias herramientas y características:

- ❖ *Learning Object metadata manager tool (LOM)*, herramienta que administra los objetos de aprendizaje y su metadata.
- ❖ *Learning Design (LD)*, herramienta que administra las unidades de aprendizaje y cursos.
- ❖ *Instructional Manager*, conocida aquí como administrador de esquema.

También incluye características de alguna herramienta transversal y como la herramienta de flujo de trabajo, que ayuda en el proceso de diseño de aprendizaje y también la función de búsqueda.

Subsistema de Adaptación

- ❖ Herramienta recomendación - Opera como una función de sugerencia de consejos a los diseñadores de aprendizaje sobre la de adaptación de los recursos de aprendizaje.
- ❖ Herramienta Colaborativa - La herramienta de flujo de trabajo permite, e introduce el concepto de adaptabilidad en la colaboración entre profesores e instructores.

Subsistema de Presentación

- ❖ Herramienta de red social educativa (*Learning Social networking tool*).
- ❖ *Learning Design and Learning object play tool* - La herramienta integra el reproductor de diseño instruccional (learning design) de libre distribución CopperCore (2009), una herramienta que da la posibilidad de publicar el objeto de aprendizaje y el diseño de acuerdo a las especificaciones y estándares educativos.
- ❖ La posibilidad de interoperar con otros sistemas de *eLearning* con la herramienta de interoperabilidad.

Herramientas transversales

Estas herramientas transversales complementan al resto de los subsistemas. Se distinguen dos bloques de herramientas:

- ❖ Herramientas de colaboración.
 - Flujo de trabajo (*workflow*).
 - Comunicación y participación.
 - Comentarios/Encuesta.

- ❖ Herramientas funcionales.

- Búsqueda, ayuda, interoperabilidad y herramientas de administración.

4. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA

En esta sección se presenta el proceso de prueba seguidos para evaluar la propuesta de esta tesis. La sección se organiza como sigue: se explica el diseño conceptual en el que se incluyen los métodos y técnicas para el desarrollo de los escenarios de prueba; después se explica cómo AHKME se utiliza para estructurar, diseñar y adaptar los objetos de aprendizaje, y cómo se lleva a cabo en diferentes escenarios para las pruebas en un contexto de laboratorio, tanto para el entorno de aprendizaje como de enseñanza, por último se introduce el conjunto de las pruebas realizadas, los resultados, análisis y conclusiones de estas pruebas.

4.1. DISEÑO CONCEPTUAL

Para la evaluación de la propuesta se realizó un estudio de algunas de las técnicas y métodos de evaluación del *software* y más concretamente de los sistemas de información web. Por esto, se identificaron tres técnicas principales de evaluación:

- ❖ Heurística.
- ❖ Pruebas de Usabilidad.
- ❖ Pruebas de rendimiento.

Heurística de análisis

El análisis basado en una metodología heurística tiene como principal precursor a Nielsen, en concreto con su conjunto de diez heurísticas para la evaluación de *software*. Es un análisis que puede ser realizado por un grupo de especialistas y evalúa un sistema de una manera cualitativa, y que puede funcionar como una referencia, tanto en lo que puede ser un inicio para identificar las posibles deficiencias de funcionamiento del

sistema o su prototipo, o durante las distintas etapas del proceso de desarrollo y aplicación (Nielsen, 2005a, 2005b).

Pruebas de usabilidad

Si bien este tipo de pruebas puede evaluar el nivel de satisfacción de los usuarios, sus opiniones, este tipo de evaluación proporciona una información más subjetiva del sistema en términos de aceptación y calidad del sistema (Nielsen, 1993).

En este sentido se diferencia del enfoque dado por una información más objetiva de los resultados obtenidos por los usuarios a través de escenario de uso y un conjunto de métricas.

Además, se tienen las pruebas de rendimiento, en el caso de los sistemas de web son muy relevantes, ya que su funcionamiento se basa en Internet, está sujeta a la red física y ancho de banda de red, la condición de respuesta y el tiempo de descarga del sistema.

Así, algunos ejemplos de indicadores de rendimiento son:

- ❖ Tiempo de respuesta - una medida de la respuesta de una aplicación o subsistema es una petición de cliente.
- ❖ Tiempo de descarga - el tiempo que tarda un sitio web o página web para descargar un navegador web.

Se distinguen dos tipos de enfoques:

- ❖ Cuantitativo - con los indicadores objetivos definidos para las pruebas de usabilidad y pruebas de rendimiento del sistema.
- ❖ Cualitativo - con la medición del nivel de satisfacción y el análisis heurístico de los expertos.

4.2. USABILIDAD

Los parámetros utilizados en las pruebas de usabilidad se asocian generalmente con la eficiencia, la eficacia y la satisfacción, pero existen otros parámetros a tener en cuenta.

Eficacia

Se refiere a las metas de utilizar el producto con la exactitud y la exhaustividad con la que estos objetivos pueden ser alcanzados. Medidas comunes de la eficacia son la realización de tareas por ciento, la frecuencia de los errores, la frecuencia de asistencia al participante de los probadores, y la frecuencia de los accesos a la ayuda o la documentación por los participantes durante las tareas. No tiene en cuenta cómo se lograron los objetivos en la medida en que se hayan logrado. La eficiencia se relaciona con el nivel de eficacia alcanzado a la cantidad de los recursos asignados (NIST, 2001).

En cuanto a la efectividad se puede medir la tasa de finalización y los errores.

Tasa de conclusión

Es el porcentaje de participantes que completa y correctamente cada tarea.

Si los objetivos pueden lograrse parcialmente entonces también puede ser útil informar sobre el logro de la meta promedio, calificada en una escala de 0 a 100% en base a los criterios especificados relacionados con el valor de una parcial resultado. Por ejemplo, una tarea de corrección ortográfica puede implicar identificar y corregir 10 errores de ortografía y la tasa de terminación puede calcularse con base en el porcentaje de errores corregidos (NIST, 2001).

Errores

Los errores son los casos en que los participantes de la prueba no han completado la tarea correctamente, o tuvieron que intentar partes de la tarea más de una vez. La puntuación debe incluir la clasificación de los errores de acuerdo con una taxonomía, como por ejemplo (Norman, 1983).

Tiempo tarea

El tiempo medio necesario para completar cada tarea, junto con la desviación estándar y rango de los tiempos entre los participantes.

Tasa de Terminación/hora de tareas

Tasa de Terminación/Tiempo medio dedicado a la tarea es otra medida de la eficiencia (Norman, 1983). La relación de la tasa de éxito a tiempo permite a los clientes comparar rápidamente interfaces propensos a errores.

Satisfacción

Satisfacción describe la respuesta subjetiva de un usuario al utilizar el producto. La satisfacción del usuario puede tener un correlación importante en la motivación para usar un producto y puede afectar al rendimiento en algunos casos (NIST, 2001).

Los cuestionarios para medir la satisfacción y las actitudes asociadas comúnmente se construyó utilizando escalas Likert y de diferencial semántico.

Existe una variedad de instrumentos para medir la satisfacción de los usuarios de productos de *software* interactivo.

Algunos de los cuestionarios más utilizados son: ASQ (*After-Scenario Questionnaire*), CUSI (*Computer Usability Satisfaction Inventory*), PSSUQ (*Post Study System Usability Questionnaire*), QUIS (*Questionnaire for User Interaction*), SUMI (*Software Usability Measurement Inventory*), y SUS (*System Usability Scale*) (NIST, 2001; Trump, 2000). Si bien cada uno ofrece una perspectiva única sobre las medidas subjetivas de la usabilidad de productos, todos, incluyen medidas de satisfacción, utilidad y facilidad de uso (NIST, 2001; Trump, 2000).

4.3. PROCESO DE PRUEBAS

El formato común de la industria (CIF) para los informes de test de usabilidad especifica el formato para la presentación de los resultados de una evaluación de la usabilidad sumativa. El tipo más común de evaluación de la usabilidad es formativa, es decir, diseñada para identificar problemas de usabilidad que se puede arreglar. Una evaluación sumativa produce métricas de usabilidad que describen cómo un producto es útil cuando se usa en un contexto de uso (Bevan & Macleod, 1994; Macleod et al., 1997). El formato del informe del CIF y las métricas son consistentes con la la definición de la usabilidad ISO 9241-11 (1998):

- ❖ El grado en que un producto puede ser utilizado por determinados usuarios para conseguir objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso específico.

El tipo de información y el nivel de detalle que se requiere en un informe del CIF se destina a garantizar que:

- ❖ Buenas prácticas adquiridas en la evaluación de la usabilidad.
- ❖ Hay información suficiente para que un especialista en usabilidad juzge la validez de los resultados (por ejemplo, si el contexto de evaluación adecuada reproduce el contexto de uso previstas).
- ❖ Si la prueba se repitió en la base de la información que figura en el CIF, debe producir esencialmente los mismos resultados.
- ❖ Indicadores de eficacia y eficiencia.
- ❖ Medidas de Satisfacción.

4.3.1. EVALUACIÓN HEURISTICA

Al tratarse de un prototipo, se desarrolló inicialmente un análisis heurístico con especialistas en el área, basado en la heurística de Nielsen y con el objetivo de detectar violaciones de estos heurísticos, lo que podría crear problemas de uso (Nielsen, 2005b).

Se utilizaron los códigos de severidad para clasificar la gravedad de los problemas de uso en una escala desde 1, problemas que no permiten cumplir la tarea, hasta 4 problemas de molestia menor.

El resultado medio de severidad en todas las heurísticas fue de 2.5, que indica alguna gravedad en los problemas pero también recomendaciones de mejoría.

4.3.2. LAS PRUEBAS DE USABILIDAD

Las pruebas de usabilidad de AHKME se realizaron con veinte usuarios de diferentes perfiles, que es el número de usuarios recomendado por Nielsen (2006). Los roles incluían a profesores, estudiantes y personal técnico. A todos ellos se les proporcionó una cuenta de acceso al sistema, una guía del usuario, un escenario de prueba, y una lista

de tareas. Después de haber pasar algún tiempo familiarizándose con ella, se les pidió que navegar por el sistema de gestión de un esquema, el aprendizaje del diseño y LOM, así como a utilizar las herramientas de adaptación y prueba de la interoperabilidad del sistema.

Las pruebas se dividieron en dos fases de tiempo distintas, con el objetivo de ver la evolución del sistema de una fase a la otra. La primera fase de prueba se hizo el 28 y 29 de diciembre de 2009 (en el período de mañana y tarde). La segunda fase se hizo el 15 y 17 de febrero de 2010 (en el período de mañana y tarde).

Para la presentación de los resultados es importante hacer una correlación entre los resultados y los objetivos del estudio, para comprobar la conformidad de los objetivos de nuestro estudio. A continuación se presenta los resultados globales y se hace una comparación entre los resultados obtenidos en la general, los objetivos de escenario y estudio.

Tabla 80. Resultados totales de las dos fases de las pruebas en comparación con los objetivos de los escenarios

Fase	Tiempo de tarea (min)	Tiempo del Escenario (min)	Tasa de terminación	Tasa de terminación del Escenario	Tasa de error	Tasa de error del Escenario	SUS	SUS del Escenario	Tiempo de respuesta (seg.)	Tiempo de respuesta del Escenario (seg.)	Tiempo de descarga (seg.)	Tiempo de descarga del Escenario(seg.)
1	102,53	82,75	92,65%	90,00%	36,38%	20,00%	66,13%	70,00%	2,75	1,00	1,86	10,00
2	85,20	82,75	95,86%	90,00%	21,09%	20,00%	74,63%	70,00%	2,02	1,00	1,30	10,00
%Tasa de mejoría	16,90%		3,46%		42,03%		12,85%		26,58%		30,39%	
Diferencia valor	-17,33		3,21		-15,29		8,50		-0,79		-0,61	0,00

Tabla 81. Clasificación de métricas y indicadores de medición de los objetivos

Clasificación de Métricas		Indicador de medición del objetivo	
Valor	Descripción	Valor	Descripción
1	Superado	>= 83%	Superado
0,5	Cumplido	>= 50%	Cumplido
0	No cumplido	< 50%	No cumplido

Después de la terminación de las dos fases de prueba se puede indicar un cambio en los resultados. La tabla general (ver Tabla 80) refleja esta evolución en todos los indicadores, pero con mayor relevancia en términos de la tasa de error con una mejora de 42,03%.

Aunque la tasa de error no es inferior al 20%, que es el considerado como un valor aceptable, se aproxima con un valor de 21,09% y con la tendencia entre las dos fases de las pruebas. Los demás resultados como la tasa de terminación tienen un valor por encima de la media con un 92%. El tiempo de tarea también supone una mejora de 16,90%, hasta situarse por debajo de los objetivos fijados para el escenario de pruebas de usabilidad.

La mejora de estos indicadores también se justifica por la mejor familiaridad del usuario con el sistema, especialmente en el tiempo de tarea, lo que significa la adquisición de algunas rutinas, pero principalmente en la tasa de terminación de la evolución del sistema de acuerdo a las conclusiones y recomendaciones de la primera fase de las pruebas.

Desde el punto de vista de los resultados de satisfacción en términos de escala SUS ya tenía resultados superiores a la media, y ahora registró una ligera mejora. La justificación de acuerdo a los comentarios de los usuarios, se debe a que de ellos ven sus necesidades se refleja en la evolución de la funcionalidad del sistema.

En cuanto a los resultados de rendimiento, el tiempo de descarga superó las expectativas en términos de metas escenario. El tiempo de respuesta están muy cerca de los objetivos de los escenarios de registrar una mejoría importante de 26,58%. Esto se debió principalmente a la optimización de código fuente.

Por tanto, los indicadores de los objetivos fueron asignados a las mediciones de prueba y clasificados de acuerdo a una escala específica. La Tabla 81 muestra la descripción de la clasificación de métricas. Además, muestra el indicador de medición definidos por los objetivos.

Si el promedio de todas las métricas se obtiene un valor de acuerdo con el indicador de medición del objetivo, entonces el objetivo alcanza la meta fijada. Como se muestra en la tabla, los objetivos del estudio, en una visión genérica han cumplido las expectativas, de acuerdo con los indicadores de medición de los objetivos. La Figura 206 ilustra esto en términos de herramientas AHKME.

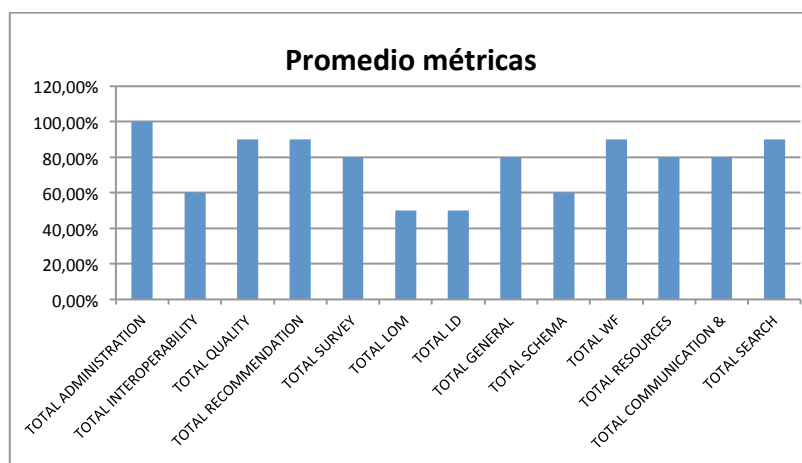


Figura 206. Los resultados promedio de los indicadores

En la Tabla 82 se agrega un promedio del indicador y de los subsistemas para encontrar los resultados en términos de logro de la meta.

Tabla 82. Objetivos del estudio – logro de los objetivos por Subsistema

Objetivos del Estudio – Logro de los Objetivos por Subsistema	
Subsistema	Promedio del agregado de las métricas
Presentación	100,00%
LOM and LD	62,00%
Gestión del conocimiento	90,00%
Adaptación	90,00%
Realimentación	80,00%

Como se muestra en la Tabla 82, todos los subsistemas AHKME han obtenido resultados satisfactorios. Como se ilustra en la Figura 207.

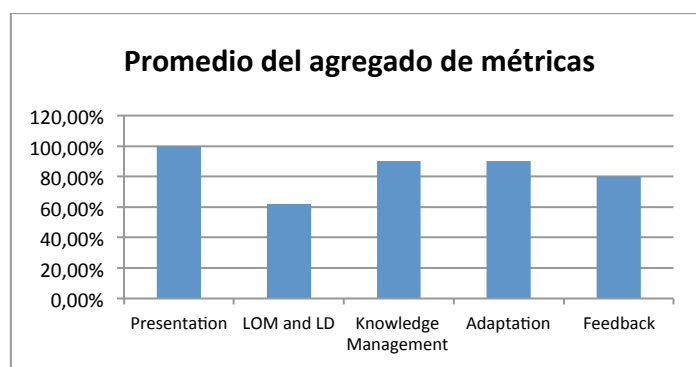


Figura 207. Promedio del agregado de métricas por Subsistema

Además, los resultados de otras pruebas como el funcionamiento de una unidad de aprendizaje en CopperCore y comparando varias Herramientas LOM y LD con las

herramientas LOM y LD de AHKME, confirmó los objetivos del estudio en términos de reutilización y la interoperabilidad.

Por lo tanto, la ejecución de estos procesos de prueba y los resultados obtenidos se destacan con gran importancia para confirmar los objetivos del estudio, así como la hipótesis, ya sea en términos de usabilidad y satisfacción, tanto en términos de rendimiento del sistema

Además de la satisfacción de los usuarios, aún, la segunda fase de prueba también se manifiesta a los usuarios comentarios en el post-cuestionarios y las tareas posteriores a la prueba, que fueron vistos como recomendaciones y oportunidades de mejora del sistema (HotmailUsability, 1999).

5. CONCLUSIONES

La Web ha sufrido una evolución desde sus primeros días, hasta la actual Web 2.0, con las redes sociales, como un claro exponente de penetración y fenómeno social, con la aparición de un nuevo estadio de Web, llamado 3.0. Al mismo tiempo, los sistemas web, también evolucionan en paralelo y fiel reflejo se tiene en *eLearning*.

El análisis del estado del arte los sistemas de *eLearning*, las normas y los sistemas adaptativos hipermedia educativos ha denotado problemas con la interoperabilidad, la reutilización de los recursos y la adaptación. Por otro lado la Web 3.0 tiene dificultades para su implantación, ya que requiere conocimientos técnicos especializados y la exigencia de la reestructuración del sistema y páginas web. Los sistemas *eLearning* no escapan a esta situación, y en este sentido la necesidad de adaptar los sistemas *eLearning* a esta transición y prepararlos para este nuevo concepto.

Esta tesis plantea una alternativa para diseñar el proceso de aprendizaje en los sistemas de *eLearning* a través de componentes llamados Objetos de Aprendizaje. Estos componentes permiten y proporcionar a cada estudiante en un flujo de aprendizaje personalizado en las condiciones previamente definidas por el diseñador de aprendizaje. La definición del diseño instruccional se centra tanto en el uso de una especificación para

dar forma al proceso de aprendizaje como en la separación de los elementos que hacen que el diseño de aprendizaje.

Por lo tanto, como la propuesta se ha desarrollado un prototipo de un sistema de *eLearning* - AHKME - que combina diferentes tecnologías para facilitar el uso del diseño de instruccional a los profesores.

Para la evaluación de la propuesta, se ha llevado a cabo un proceso de prueba. En primer lugar, el prototipo pasó el análisis heurístico de los especialistas. En segundo lugar, el sistema fue sometido a un proceso de pruebas de usabilidad dividido en dos fases de prueba independiente.

Como se muestra en la Tabla 83, los objetivos del estudio, en una visión genérica han cumplido con las expectativas, de acuerdo con los indicadores de medición de los objetivos, han alcanzado la meta definida.

Tabla 83. Objetivos del estudio – logro de los objetivos

Objetivos del Estudio – Logro de los Objetivos				
No Objetivo operacional	Objetivos generales del estudio	Meta	Promedio métricas	Meta de logro
1	learning domain independence/reusability/interoperability	Cumplir: Valor medio de las métricas de los objetivos >= 50%.	71,25%	Cumplido
2	learning domain independence/reusability/interoperability	Superar: Valor medio de las métricas de los objetivos >= 83%.	80,00%	Cumplido
3	learning domain independence/reusability		80,00%	Cumplido
4	learning domain independence/reusability		50,00%	Cumplido
5	Interoperability		80,00%	Cumplido
6	learning domain independence/reusability		50,00%	Cumplido
7	Adaptation		90,00%	Superado
8	Adaptation		90,00%	Superado
9	learning domain independence		60,00%	Cumplido
10	learning domain independence/reusability/interoperability		60,00%	Cumplido
11	learning domain independence/reusability		80,00%	Cumplido
12	Adaptation/Quality		80,00%	Cumplido
TOTAL SISTEMA			72,60%	Cumplido

Por lo tanto, los resultados confirman los objetivos del estudio y la hipótesis, en relación con los problemas de rendimiento, usabilidad, la satisfacción del sistema.

Por último, los resultados obtenidos permiten concluir que el sistema ha alcanzado los objetivos. Por esto, se llega a la conclusión de que la propuesta contribuirá a mejorar la reutilización y la interoperabilidad de objetos de aprendizaje, así como colaborar para aplicar los nuevos conceptos sobre la Web y la investigación de los sistemas de *eLearning*.

Contribuciones principales de la investigación

La propuesta consistía en la creación de un prototipo de un sistema de información - AHKME - que actuara en el campo del diseño instructivo, con aportaciones relacionadas con la introducción de técnicas de gestión de paquetes estandarizados de recursos de aprendizaje para la interoperabilidad entre los sistemas. Asimismo, se pretendía incluir una capacidad de reutilización de los recursos a través de metadatos y la capacidad de adaptarse a los perfiles de uso.

Al crear este sistema se ha pretendido añadir la capacidad de integrarse con otros sistemas, como LMS o redes sociales.

Más allá de eso, se hace un especial hincapié en el desarrollo práctico de la Web Semántica, con herramientas para crear/personalizar las especificaciones y ontologías para transmitir el significado, así como mecanismos para la búsqueda automática por el contexto y la recomendación de adaptación. Las características utilizadas por la colaboración y las herramientas sociales, ayuda a poner en práctica el concepto de Web Semántica y más concretamente refuerza el papel de la Web Semántica Social.

El resultado final de esta tesis aporta un nuevo sistema de aprendizaje basado en tecnología estándar y abierta, que se distribuye bajo licencia creative commons, para enfatizar el intercambio de fuentes de conocimiento abierto, en las que la innovación abierta llega al profesor que participa en el proceso de diseño y estructuración del aprendizaje y los contenidos de una materia o curso. Esto se traduce en lo que se presenta al estudiante, que a su vez será el evaluador real de la calidad del sistema, tanto en términos de usabilidad y calidad de las unidades de aprendizaje desplegadas en el sistema.

Líneas futuras de investigación

De acuerdo a las recomendaciones de las pruebas realizadas, vale la pena abrir a partir de los resultados de esta tesis nuevas líneas de investigación para mejorar la funcionalidad de AHKME, la autonomía en el diseño instruccional, introducir el concepto de la colaboración y la minería de datos para sistemas adaptativos, potenciar más el concepto de Web 3.0. Concretamente:

- ❖ Introducir asistentes en AHKME para ayudar a los usuarios hacer anotaciones en objetos de aprendizaje y en el diseño de aprendizaje.
- ❖ Actualización de la red de origen social abierto a la nueva versión, para mejorar la interfaz de colaboración e intercambio con los usuarios.
- ❖ Mejorar la función de ayuda para incluir la contextualización.
- ❖ Mejorar la interfaz de usuario para el subsistema de presentación y la personalización de la interfaz para ser más sencilla.
- ❖ Mejorar la herramienta de búsqueda, para soportar búsquedas semánticas más avanzadas.
- ❖ Poner en práctica el nivel A, AA y AAA de conformidad de acuerdo a las WCAG de accesibilidad.
- ❖ Abrir AHKME a las plataformas móviles y tecnología
- ❖ Poner en práctica las tecnologías semánticas, en cuanto a lenguajes como ontologías OWL (2009) y RDF (2004).

PALABRAS CLAVE:. Web, *eLearning*, Diseño de Aprendizaje, Normas, Adaptación, Colaboración, Web Semántica, Sistemas de información Web.

REFERENCES

About.com. (2010). What is a Portal, Really? Retrieved 2010, from <http://compnetworking.about.com/od/internetaccessbestuses/1/aa011900a.htm>

Adaptive-hypermedia. (2009) Wikipedia, the free encyclopedia. Retrieved 2009, from http://en.wikipedia.org/wiki/Adaptive_hypermedia

ADLMG. (2010). ADL SCORM Metadata Generator Retrieved 2011, from <http://www.adlnet.org>

Aguilar, D. A. G., Conde, M. Á., Therón, R., & García, F. J. (2010). Retrieval Information Model for Moodle Data Visualization. *ICALT*, 526-527.

Aguilar, D. A. G., Therón, R., & García, F. J. (2009). Semantic Spiral Timelines Used as Support for e-Learning. *J.UCS*, 15(7), 1526-1545.

AHA. (2008). AHA! Adaptive Hypermedia fo All Retrieved 2011, from <http://aha.win.tue.nl/>

AICC. (2010). *Aviation Industry CBT Committee* Retrieved 2011, from http://www.aicc.org/joomla/dev/index.php?option=com_content&view=article&id=151%3Apress-release-44&Itemid=30

Airplay. (2010). *Ideaworks Labs* Retrieved 2010, from <http://www.airplaysdk.com/overview.php>

AJAX. (2007). Asynchronous JavaScript And XML, from <http://www.w3schools.com/ajax/default.asp>

ALFANET. (2010). Active Learning for Adaptive Internet Retrieved 2011, from <http://alfanet.ia.uned.es/>

ALICE. (2011). ALICE, Adaptive Learning via Intuitive/Interactive Collaborative and Emotional Systems Retrieved 2011, from <http://www.aliceproject.eu/>

Amazon. (2011). Amazon.com Recommendations Retrieved 2011, from <http://www.amazon.com/gp/help/customer/display.html?ie=UTF8&nodeId=13316081>

Ambler, S. (2010). UML 2 Package Diagrams Retrieved 2011, from <http://www.agilemodeling.com/artifacts/packageDiagram.htm>

Andric, M., Devedzic, V., Hall, W., & Carr, L. (2007). Keywords linking method for selecting educational web resources a la ZigZag. *International Journal of Knowledge and Learning*, 3(1), 30 – 45. doi: 10.1504/IJKL.2007.012599

ANGEL. (2010) Retrieved 2011, from <http://www.angellearning.com/>

AppleAccess. (2005). Apple – People with Special Needs Retrieved 2009, from <http://www.apple.com/disability/>

ATUTOR. (2010) Retrieved 2011, from <http://www.atutor.ca>

Authorware. (2010). Adobe Authorware Retrieved 2011, from http://www.adobe.com/resources/elearning/article/lo_packager01/

Bailey, C., Hall, W., Millard, D., & Weal, M. (2002). *Towards Open Adaptive Hypermedia*. Paper presented at the Proceedings of the 2nd International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems, AH2002.

Baird, D. (2007). Learning 3.0: Mobile, Mobile, Mobile Barking Robot. Retrieved 2010, from http://www.debaird.net/blendededunet/2007/02/learning_30_mob.html

Ballacker, K., Lawrence, S., & Giles, L. (2000). Discovering Relevant Scientific Literature on the Web. *IEEE Intelligent Systems*, 15(2), 42-47.

Barbosa, H. (2010). *Generador de pruebas objetivas adaptadas a las preferencias de presentacion de los usuarios*. (Phd Tesis Doctoral), University of Salamanca, Salamanca.

Barbosa, H. G., García, F. J., & Rodriguez-Conde, M. J. (2010). Defining Adaptive Assessments Using Open Specifications. In M. Iskander, V. Kapila & M. A. Karim (Eds.), *Technological Developments in Education and Automation* (pp. 189-193).

Barker, P., Campbell, L. M., Roberts, A., & Smythe, C. (2006). IMS Meta-data Best Practice Guide for IEEE 1484.12.1-2002 Standard for Learning Object Metadata - Version 1.3 Final Specification: IMS Global Learning Consortium, Inc.

BasicLTI. (2011). Basic Learning Tools Interoperability Retrieved 2011, from <http://www.imsglobal.org/lti/index.html>

Bates, A. (1995). *Technology, Open and Distance Learning*: London and New York: Routledge.

Bb. (2010). BLACKBOARD Retrieved 2011, from <http://www.blackboard.com/>

Berlanga, A. (2008). Learning Design in Adaptive Educational Hypermedia Systems. *J.UCS*, 14(22), 3627-3647.

Berlanga, A., Bitter-Rijkema, M., Brouns, F., Sloep, P. B., & Fetter, S. (2011). Personal profiles: enhancing social interaction in learning networks. *International Journal of Web Based Communities (IJWBC)*, 7(1), 66-82.

Berlanga, A., & García, F. J. (2004a). *A Open Model to define Adaptive Educational Hypermedia Systems based on Learning Technology Specifications*. Paper presented at the 3rd International Workshop on Web Semantics, WebS 2004. 15th International Database and Expert Systems Applications, DEXA 2004.

Berlanga, A., & García, F. J. (2004b). *Towards Adaptive Learning Designs*. Paper presented at the Proceedings of the Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems. 3rd International Conference, AH 2004, Berlin.

Berlanga, A., & García, F. J. (2006). *Diseños instructivos adaptativos: formación personalizada y reutilizable en entornos educativos*. (Phd Tesis Doctoral), University of Salamanca, Salamanca.

Berlanga, A., García, F. J., & Carabias, J. (2006). Authoring Adaptive Learning Designs Using IMS LD *In Proceedings of the 4th International Conference Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems (AH)*. Berlin, Germany: Lecture Notes in Computer Science, Springer Verlag.

Berners-Lee, T. (1996). WWW: Past, Present and Future. *IEEE Computer*, 29(10), 69-77.

Berners-Lee, T. (1999). Weaving the WEB: The original design and ultimate destiny of the World Wide Web by Its Inventor: New York: Harper Collins Publisher.

Berners-Lee, T. (2010). Quoted on W3C home page Retrieved 2010, from <http://www.w3.org/WAI/>

Berners-Lee, T., Hendler, J., & Lassila, O. (2001). The Semantic Web. *Scientific American*, 284(5), 34-43.

Bevan, N. (2006). International standards for HCI and usability Retrieved 2008, from http://www.usabilitynet.org/tools/r_international.htm

Bevan, N., & Macleod, M. (1994). Usability measurement in context. *Behaviour and Information Technology*, 13, 132-145.

Blanchard, H. (1998). The application of usability testing results as procurement criteria for software: SIGCHI Bulletin, July 1998.

Bobby. (2005). Bobby – Site Automatic Evaluation Retrieved 2009, from <http://bobby.watchfire.com/bobby/>

Bra, P. D. (2000). Pros and Cons of Adaptive Hypermedia in Web-based Education. *Journal on CyberPsychology and Behavior*, 3(1), 71-77.

Bra, P. D., & Brusilovsky, P. (2009). Introduction to Special Issue on Adaptive Hypermedia. *The New Review of Hypermedia and Multimedia*, 15(1), 1-3.

Bra, P. D., Brusilovsky, P., & Houben, G.-J. (1999). Adaptive Hypermedia: From Systems to Framework. *ACM Computing Surveys*, 31.

Bra, P. D., Houben, G.-J., & Wu, H. (1999). *AHAM: A Dexter-based Reference Model for Adaptive Hypermedia*. Paper presented at the Proceedings of the Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems. 3rd International Conference, AH 2004, New York, NY.

Bratt, S. (2006). Web 3.0 Emerging. *World Wide Web Consortium*. Retrieved from <http://www.w3.org/2007/Talks/0123-sb-W3CEmergingTech/Overviewp.pdf>

Bray, T., Paoli, J., Sperberg-MacQueen, C. M., Maler, E., & Yergeau, F. (2004). Extensible Markup Language (XML) (3rd Ed.) v1.0. *World Wide Web Consortium Recommendation* Retrieved January, 2006, from <http://www.w3.org/TR/2004/REC-xml-20040204>

Breslin, J. G., Decker, S., & Passant, A. (2009). Social Semantic Web: Springer Verlag.

Brickley, D. (1995). Collaboration, Knowledge Representation and Automatability, from <http://www.w3.org/Collaboration/>

Brooke, J. (1996). SUS: A “quick and dirty” usability scale *Usability Evaluation in Industry*. UK: Taylor and Francis.

Brusilovsky, P. (1996). Methods and techniques of adaptive hypermedia. *User Modeling and User Adapted Interaction*, 6(2-3), 87-129.

Brusilovsky, P. (2001). Adaptive Hypermedia. *User Modeling and User Adapted Interaction*, 11, 87-110.

Brusilovsky, P., & Nejd, W. (2004). Adaptive Hypermedia and Adaptive Web, M. P. Practical Handbook of Internet Computing. Baton Rouge, USA: Chapman & Hall/ CRC Press.

BSI. (2008). British Standards Institution (BSI) Retrieved July 2009, from <http://www.bsi-global.com>

CanCore. (2006). Canadian Core Learning Resource Metadata Protocol (CanCore) Retrieved July 2009, from <http://cancore.athabasca.ca/en/>

Caplan, P. (2003). *Metadata Fundamentals for All Librarians*: Chicago: American Library Association.

Catone, J. (2008). There is No Web 3.0, There is No Web 2.0 - There is Just the Web ReadWriteWeb. Retrieved May, 2010, from http://www.readwriteweb.com/archives/there_is_no_web_30_there_is_no_web_20.php

CEN/ISSS/LT-WS. (2007). CEN/ISSS/LT-WS Learning Technology Work Shop Retrieved June 2009, from <http://www.cenorm.be/iss/Workshop/LT>

CETIS. (2005). *Centre for Educational Technology Interoperability Standards* Retrieved January, 2006, from <http://www.cetis.ac.uk>

Chapanis, A. (1991). Evaluating usability. In B. Shackel & S. Richardson (Eds.), *Human factors for informatics usability* (pp. 359-398). Cambridge: Cambridge University Press.

Chatti, M. A., Jarke, M., & Frosch-Wilke, D. (2007). The future of e-learning: a shift to knowledge networking and social software. *Int. J. Knowledge and Learning. Special Issue on Learning and Interacting in the Web: Social Networks and Social Software in the Web 2.0*, 3(4/5), 404–420.

Chaudhury, A., & Kuilboer, J.-P. (2002). *e-Business and e-Commerce Infrastructure*. McGraw-Hill.

Cho, A. (2008). What is Web 3.0? Suite101. Retrieved May, 2010, from <http://www.suite101.com/internet>

CiteSeer. (2010), from <http://citeseer.nj.nec.com/cs>

Classdiagram. (2011) Wikipedia, The Free Encyclopedia. Retrieved 2011, from http://en.wikipedia.org/wiki/Class_diagram

Cohen, E. (2010). Is the LMS Dead? Retrieved from http://clomedia.com/index.php?url=articles/view/is_the_lms_dead

Colin, A. (1996). Building Decision Trees with the ID3 Algorithm. *Dr. Dobbs Journal*, June 1996.

Collage. (2010). COLlaborative LeArning desiGn Editor Retrieved 2011, from <http://www.gsic.uva.es/collage/>

Colomo-Palacios, R., Jiménez-López, D., García-Crespo, A., & Blanco-Iglesias, B. (2010). SOLE: Applying Semantics and Social Web to support Technology Enhanced

Learning in Software Engineering (Vol. 73). TECH-EDUCATION 2010: Communications in Computer and Information Science.

Colomo-Palacios, R., Paniagua-Martín, F., García-Crespo, A., & Ruiz-Mezcua, B. (2010). Technology enhanced learning for people with intellectual disabilities and cerebral paralysis. The MAS platform (Vol. 73). First International Conference on Reforming Education, Quality of Teaching and Technology Enhanced Learning, TECH-EDUCATION 2010: Communications in Computer and Information Science.

Conde, M. Á., Álvarez Rosado, N., García Peñalvo, F. J. (2011). Aplicación de procesos y técnicas de la Ingeniería del Software para la definición de una solución mLearning basada em HTML 5.0. In J. L. Sierra Rodríguez & A. Sarasa Cabezuelo (Eds.), *En Actas del 2º Taller sobre Ingeniería del Software en eLearning (ISELEAR'11)* (pp. 131-145). España, Madrid: Universidad Complutense de Madrid – Área de Ciencias Exactas y de la Naturaleza.

Conde, M. Á., Muñoz, C., García, F. J. (2008). mLearning, the First Step in the Learning Process Revolution. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)*, 2(4), 61-63.

CopperAuthor. (2010). CopperAuthor Retrieved 2010, from <http://copperauthor.sourceforge.net/>

CopperCore. (2009). *SourceForge site* Retrieved 2010, from <http://www.coppercore.org>

Cross, S., Conole, G., Clark, P., Brasher, A., & Weller, M. (2008). *Mapping a landscape of Learning Design: Identifying key trends in current practice at the Open University*. Paper presented at the 2008 European LAMS Conference, Cadiz, Spain. <http://oro.open.ac.uk/18640/>

Cynthia. (2005). Cynthia Says Retrieved 2009, from <http://www.cynthiasays.com>

Datalogger. (2008). Usability Test Data Logger tool. *UserFocus* Retrieved 2009, from <http://www.userfocus.co.uk/resources/datalogger.html>

DC. (2010). Dublin Core Metadata Initiative Retrieved 2011, from <http://dublincore.org>

DCMI. (2010). DCMI Metadata Terms. *Dublin Core Metadata Initiative* Retrieved 2011, from <http://dublincore.org/documents/dcmi-terms>

Delicious. (2011) Delicious from Yahoo. Retrieved May, 2011, from <http://www.delicious.com/>

Desire2Learn. (2010) Retrieved 2011, from <http://www.desire2learn.com/>

Dewan, P. (1997). Definition of a Collaborative Application Retrieved May, 2010, from <http://www.cs.unc.edu/~dewan/290/s97/notes/intro/node2.html>

Ding, Y., Ding, Y., Embley, D. W., & Shafiq, O. (2007). *Making the Semantic Web a Reality through Active Semantic Spaces*. Paper presented at the 4th European Semantic Web Conference (ESWC 2007), Innsbruck, Austria.

Dolphin. (2010) Boonex. Retrieved 2008, from <http://www.boonex.com/dolphin/>

dotLRN. (2010) Retrieved 2011, from <http://openacs.org/projects/dotlrn/>

Downes, S. (2003). Design, Standards and Reusability. *Canada* Retrieved November, 2005, from <http://www.downes.ca/cgi-bin/website/view.cgi?dbs=Article&key=1059622263>

Downes, S. (2005). E-Learning 2.0. *eLearn Magazine*. Retrieved from <http://www.elearnmag.org/subpage.cfm?section=articles&article=29-1>

Duffy, T., & Jonassen, D. (1992). Constructivism: New Implications for Instructional Design. *Constructivism and the Technology of Instruction. A Conversation*, 1-16.

Duval, E. (2002). Learning Technology Standardization: Too Many? Too Few? Retrieved November, 2005, from http://www.rz.uni-frankfurt.de/neue_medien/standardisierung/duval_text.pdf

Duval, E., & Hodgins, W. (2004). Metadata Matters Retrieved November, 2007, from <http://rubens.cs.kuleuven.ac.be:8989/mt/blogs/ErikLog>

Edmunds, P. (2010). Clicktorch Retrieved 2010, from <http://www.clicktorch.com/>

Edutools. (2009) Retrieved 2009, from <http://www.edutools.info/>

eLiveLD. (2009). eLive GmbH. *e-Live LD Suite* Retrieved January, 2010, from <http://www.elive-ld.com>

ELM-ART. (2006). ELM-ART Project Retrieved 2011, from <http://art2.ph-freiburg.de/Lisp-Course>

EmergingTech. (2011). List of emerging technologies Wikipedia, the free encyclopedia. Retrieved 2011, from http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_emerging_technologies

EUN. (2008) University of Lund. Retrieved 2008, from <http://www.en.eun.org/menu/resources/set-metaedit.html>

Farance, F. (2003). IEEE LOM Standard Not Yet Ready For "Prime Time". *Learning Technology Newsletter*, 5(1).

Farooq, U., Ganoë, C. H., Carroll, J. M., & Giles, C. L. (2009). Designing for e-science: Requirements gathering for collaboration in CiteSeer. *Int. J. Hum.-Comput. Stud*, 67(4), 297-312.

Fernández-Manjón, B., & Fernández-Valmayor, A. (1997). Improving World Wide Web educational uses promoting hypertext and standard general markup language content-based features. *Education and Information Technologies*, 2, 193-206.

Forment, M. A., Guerrero, M. J. C., Conde, M. Á., García, F. J., & Severance, C. (2010). Interoperability for LMS: the missing piece to become the common place for e-learning innovation. *IJKL*, 6(2/3), 130-141.

Fournier, F. (2010). Recommender Systems Knol, A unit of knowledge. Retrieved May, 2010, from <http://knol.google.com/k/fran%C3%A7ois-fournier/recommender-systems/2eyelehior52/1#>

Freeman, L. (2006). The Development of Social Network Analysis: Vancouver: Empirical Press.

Friesen, N. (2002). E-learning Standardization: An Overview. *Centre for Educational Technology Interoperability Standards* Retrieved November, 2005, from http://www.cancore.ca/e-learning_standardization_overview.doc

Friesen, N. (2009). The role of standards for e-learning innovation *Summit on Innovation in Learning Technology 2009*. Wellington, New Zealand.

Friesen, N., & Nirhamo, L. (2003). Survey of LOM Implementations: Preliminary Report (No. ISO/IEC JTC1 SC36 WG4 N0057).

Gagné, R., & Briggs, L. (1979). *Principles of Instructional Design*. New York, N.Y. USA: Holt, Rinehart & Winston Inc.

García Peñalvo, F. J. (Ed.). (2008). *Advances in E-Learning: Experiences and Methodologies*. Hershey, PA, USA: Information Science Reference (formerly Idea Group Reference). January 2008.

Garshol, L. M. (2004). Metadata? Thesauri? Taxonomies? Topic Maps! ontopia. Retrieved 2010, from <http://www.ontopia.net/topicmaps/materials/tm-vs-thesauri.html#sect-taxonomies>

Gediminas, A., & Alexander, T. (2005). Toward the Next Generation of Recommender Systems: A Survey of the State-of-the-Art and Possible Extensions. *IEEE Trans. on Knowl. and Data Eng.*, 17(6), 734-749. doi: 10.1109/tkde.2005.99

GetStarted. (2010). Intranets & Extranets Get Started, seize the web. Retrieved May, 2010, from <http://www.getstarted.com.au/web-development-services/sharepoint-intranets-extranets.aspx>

Grace, A., & Butler, T. (2003). Learning management systems: a new beginning in the management of learning and knowledge. *International Journal Knowledge and Learning*, 1(1/2), 12-24.

Graf, S., & List, B. (2005). An Evaluation of Open Source E-Learning Platforms Stressing Adaptation Issues. ICAIT 2005 - The 5th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies.

Grew, D. L. (1995). Global Knowledge: Superhighway or supergridlock: Applications of Media and Technology in Higher Education. Chiba, Japan: National Institute of Multimedia Education.

Griffiths, D., Blat, J., Elferink, R., & Zondergeld, S. (2005). Open Source and IMS Learning Design: Building the Infrastructure for eLearning. In M. Scotto & G. Succi (Eds.), *Proceedings of the 1st International Conference on Open Source Systems* (pp. 329-333). Genova, Italy: ECIG (Edizioni Culturali Internazionali Genova).

Grossman, L. (2010). How Computers Know What We Want — Before We Do. Retrieved from <http://www.time.com/time/magazine/article/0,9171,1992403,00.html>

Grudin, J. (1994). Computer-Supported Cooperative Work: History and Focus. *Computer*, 27(5), 19–26. doi: 10.1109/2.291294

Guerrero, M. J. C., Conde, M. Á., Forment, M. A., & García, F. J. (2009). Applications of Service Oriented Architecture for the Integration of LMS and m-Learning Applications *WEBIST* (pp. 54-59).

Halasz, F., & Schwartz, M. (1990). *The Dexter Hypertext Reference Model*. Paper presented at the In Proceedings of the NIST Hypertext Standardization Workshop.

Hanani, U., Shapira, B., & Shoval, P. (2001). Information filtering: Overview of issues, research and systems. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 11, 203-259.

Hawkins, D. M., & Kass, G. V. (1982). Automatic Interaction Detection. In D. M. Hawkins (Ed.), *Topics in Applied Multivariate Analysis* (pp. 269–302). Cambridge: Cambridge University Press.

Henze, N., Naceur, K., Nejd, W., & Wolpers, M. (1999). Adaptive Hyperbooks for Constructivist Teaching. *KI-Themenheft*, 4.

Henze, N., & Nejd, W. (2003). Logically Characterizing Adaptive Educational Hypermedia Systems. Extended Technical Report. Retrieved from <http://www.kbs.uni-hannover.de/Arbeiten/Publikationen/2003/TechReportHenzeNejd.pdf>

Hollnagel, E. (1997). Cognitive ergonomics or the mind at work *Proceedings of the 13th Triennial Congress of the International Ergonomics Association* (Vol. 3, pp. 3-5). Tampere Finland: Finnish Institute for Occupational Health, Helsinki.

HotmailUsability. (1999). Hotmail Usability Test Final Report: Practical Products, Inc.

Hummel, H., Manderveld, J., Tattersall, C., & Koper, R. (2004). Educational Modelling Language and Learning Design: New Opportunities for Instructional Reusability and Personalised Learning. *Int. J. Learning Technology*, 1(1), 111-126.

IBMAccess. (2005). IBM - Accessibility Center Retrieved 2009, from <http://www-03.ibm.com/able/accessweb.html>

IEEELOM. (2002). *IEEE Learning Object Metadata Specification*, from <http://ltsc.ieee.org/wg12/>

IEEELTSC. (2008). IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC) Retrieved June 2008, from <http://ltsc.ieee.org/>

IMS. (2011). IMS Specifications. *IMS Global Learning Consortium*, from <http://www.imsglobal.org/specifications.cfm>

IMSCC. (2011). IMS Common Cartridge specification Retrieved 2011, from <http://www.imsglobal.org/cc/index.html>

IMSCP. (2009). IMS Content Packaging specification Retrieved 2011, from <http://www.imsglobal.org/content/packaging/index.html>

IMSLD. (2003). IMS Learning Design specification v1 Retrieved January, 2008, from <http://www.imsglobal.org/learningdesign>

IMSLIP. (2005). IMS Learning Information Package specification Retrieved 2010, from http://www.imsglobal.org/profiles/lipv1p0p1/imslip_sumcv1p0p1.html

Interbook. (2007). Interbook, Adaptive educational hypermedia on the WWW Retrieved 2011, from <http://www.sis.pitt.edu/~peterb/InterBook.html>

- Intralearn. (2010) Retrieved 2011, from <http://www.intralearn.com>
- Iskold, A. (2007). The Art, Science and Business of Recommendation Engines ReadWriteWeb. Retrieved 2010, from http://www.readwriteweb.com/archives/recommendation_engines.php
- ISO9241-11. (1998). Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDT)s - Part 11 Guidance on usability: International Organization for Standardization.
- IUSR. (1997). Increasing the Visibility of Software Usability Retrieved 2009, from <http://zing.ncsl.nist.gov/iusr/>
- Jackson, G. (1998). Electronic Discourse: Toward a Dialogic Framework for Scholarly Collaboration Retrieved from <http://www.intertwining.org/collaboratory/papers/Nix-Jackson/edisc.html>
- Johnson, L., Smith, R., Willis, H., Levine, A., & Haywood, K. (2011). The 2011 Horizon Report. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Jovanović, J. (2008). Generating context-related feedback for teachers. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 1(1/2), 47–69. doi: 10.1504/IJTEL.2008.020230
- JTC1/SC36. (2007). ISO/IEC JTC1/SC36 (Joint Technical Committee 1/Sub-Committee #36) Retrieved June 2008, from <http://jtc1sc36.org/>
- Keinonen, T. (2007). Usability as a measurement Retrieved 2009, from <http://www2.uiah.fi/projekti/metodi/158.htm#measure>
- KnowledgeSea. (2007). Knowledge Sea II Retrieved 2011, from <http://www.sis.pitt.edu/~taler/KnowledgeSeaII.html>
- Kocbek, S., Kokol, P., Mertik, M., & Povalej, P. (2007). Adaptive E-Learning Using METHOD IRMA *International Conference*: Idea Group.
- Koch, N. (2000). Software Engineering for Adaptive Hypermedia Systems. Reference Model, Modeling Techniques and Development Process. Munich: Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Koch, N., & Rossi, G. (2002). Patterns for Adaptive Web Applications. In Proceedings of the Seventh European Conference on Pattern Languages of Programs, EuroPlop 2002.

Koper, R. (2001). Modelling Units of Study from a Pedagogical Perspective. The Pedagogical Metamodel behind EML Retrieved January, 2006, from <http://eml.ou.nl/introduction/docs/ped-metamodel.pdf>

Koper, R. (2003). Modelling units of study from a pedagogical perspective. *The pedagogical meta-model behind EML 2001*.

Koper, R. (2004). Use of the Semantic Web to Solve Some Basic Problems in Education. *Journal of Interactive Media in Education*, 6(Special Issue on Reusing Online Resources).

Koper, R. (2005). An Introduction to Learning Design. *Learning Design. A Handbook on Modelling and Delivering Networked Education and Training*, 3-20.

Koper, R., Olivier, B., & Anderson, T. (2003). IMS Learning Design Information Model - Version 1.0 Final Specification: IMS Global Learning Consortium, Inc.

Kyrnin, J. (2010). Content Management, Why You Need Content Management. *About.com Guide* Retrieved 2010, from <http://webdesign.about.com/od/contentmanagement/a/aa031300a.htm>

Linden, G. (2007). Personalized Search Primer - And Google's Approach. Retrieved from http://www.readwriteweb.com/archives/personalized_search_primer.php

Littlejohn, A. (2003). Issues in Reusing Online Resources. *Journal of Interactive Media in Education. Special Issue on Reusing Online Resources*.

Liu, Y. (2009). A comparative study on e-learning technologies and products: from the East to the West Systems Research and Behavioral Science. FindArticles.com. Retrieved May, 2010, from http://findarticles.com/p/articles/mi_7349/is_2_26/ai_n32164190/

LOMEditor. (2008) Retrieved 2008, from <http://www.kom.e-technik.tu-darmstadt.de/~abed/lomeditor>

LomPad. (2010). LomPad. *Project website* Retrieved 2011, from <http://helios.licei.ca:8080/LomPad/en/index.htm>

Mack, R. L., & Nielsen, J. (1993). Usability inspection methods. *ACM SIGCHI Bulletin*, 25(1), 28-33.

Macleod, M., Bowden, R., Bevan, N., & Curson, I. (1997). The MUSiC Performance Measurement Method. *Behaviour and Information Technology*, 16.

MacManus, R. (2009a). Baynote: Does Focusing on Real-Time Behavior Trump Amazon's Technology? Retrieved from http://www.readwriteweb.com/archives/baynote_recommendation_engine.php

MacManus, R. (2009b). A Guide to Recommender Systems ReadWriteWeb. Retrieved May, 2010, from http://www.readwriteweb.com/archives/recommender_systems.php

MacManus, R. (2009c). richrelevance: Is its Adaptive Recommender System the Next Generation? Retrieved from http://www.readwriteweb.com/archives/richrelevance_adaptive_recommendations.php

MacromediaAccess. (2005). Macromedia Accessibility Retrieved 2009, from <http://www.macromedia.com/macromedia/accessibility>

Manohar, S. (2007). Learning 3.0, technology implications on pedagogy & learning styles emantras (Powerpoint slides). Retrieved May, 2010, from <http://www.emantras.com/Learning%203%200%20Final.ppt>

Manouselis, N., Drachsler, H., Vuorikari, R., Hummel, H. G. K., & Koper, R. (2011). Recommender Systems in Technology Enhanced Learning. *Recommender Systems Handbook 2011*, 387-415.

MASIE. (2003) *Making Sense of Learning Specifications & Standards: A Decision Maker's Guide to their Adoption (2dn. Edition)*: Saratoga Springs NY: MASIE Center. E-learning Consortium.

Meier, J. D., Farre, C., Bansode, P., Barber, S., & Rea, D. (2007). Performance Testing Guidance for Web Applications patterns & practices. Seattle: Microsoft Corporation.

Mendes, M. E. S., & Sacks, L. (2001). *Dynamic Knowledge Representation for e-Learning Applications*. Paper presented at the Proceedings of the 2001 BISC International Workshop on Fuzzy Logic and the Internet, FLINT'2001, University of California Berkeley, USA.

Merrill, D. (1994). *Instructional Design Theory*. New Jersey. USA: Educational Technology Publications.

Metalinks. (2005). Metalinks: A Hyperbook Authoring Tool Retrieved 2011, from <http://www.metalinks.us/>

Microsoft. (2011). MSDN Library - Improving XML Performance Retrieved 2011, from <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ff647804.aspx>

MicrosoftAccess. (2005). Microsoft Accessibility - Technology for Everyone Retrieved 2008, from <http://www.microsoft.com/enable>

Miller, G. A., Beckwith, R., Fellbaum, C. D., Gross, D., & Miller, K. (1990). WordNet: An online lexical database. *Int. J. Lexicograph*, 3(4), 235-244.

Mir, J. I., Charro, R., & Sobrino, A. (2003). *La formación en Internet. Modelo de un curso online*. Barcelona: Ariel educación.

MOODLE. (2010). Moodle.org: open-source community-based tools for learning Retrieved 2011, from <http://moodle.org>

Moore, D. (2010). Web 2.0 Darcy Moore's Blog. Retrieved May, 2010, from <http://darcymoore.net/>

Morales, E. (2008). *Gestión del conocimiento en sistemas e-Learning, basado en objetos de aprendizaje, cualitativa y pedagógicamente definidos*. (Phd Tesis Doctoral), University of Salamanca, Salamanca.

Morales, E., García, F. J., & Barrón, Á. (2008). An Evaluation Instrument for Learning Object Quality and Management. *ICEIS*(2), 327-332.

Morales, E., García, F. J., & Barrón, Á. (2011). Quality Learning Objective in Instructional Design. In IRMA (Ed.), *Instructional Design: Concepts, Methodologies, Tools and Applications* (pp. 71-79).

Morales, E. M., García, F. J., & Barrón, Á. (2007). Definición pedagógica del nivel de granularidad de Objetos de Aprendizaje. In A. López, F. García, A. Seoane & E. Morales (Eds.), *Actas del Congreso Internacional de Tecnología, Formación y Comunicación (EuniverSALearning'07)*. Salamanca, España: En Prensa.

Morville, P. (2005). *Ambient Findability*: O'Reilly Media.

MOT+. (2010). MOT+LD editor Retrieved 2010, from <http://www.cogigraph.com/Produits/IMSLDScenarioEditors/tabid/1099/language/en-US/Default.aspx>

Muñoz, C., Conde, M. Á., & Peñalvo, F. J. (2009). Learning Objects Quality: Moodle HEODAR Implementation. In Miltiadis D. Lytras, Ernesto Damiani, John M. Carroll, Robert D. Tennyson, David Avison, Ambjörn Naeve, Adrian Dale, Paul Lefrere, Felix Tan, Janice Sipior & G. Vossen (Eds.), *Proceeding WSKS '09 Proceedings of the 2nd World Summit on the Knowledge Society: Visioning and Engineering the Knowledge Society. A Web Science Perspective* (pp. 88 - 97): Springer-Verlag Berlin, Heidelberg.

Murray, T., Shen, T., Piemonte, J., Condit, C., & J. Thibedeau, J. (2000). *Adaptivity for Conceptual and Narrative Flow in Hyperbooks: the MetaLinks System*. Paper presented at the Proceedings of the Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems. AH2000.

MySQL. (2010). MySQL Reference Manual Retrieved 2010, from <http://dev.mysql.com/doc/>

NetCoach. (2007). ORBIS AG: ORBIS NetCoach, from <http://www.orbis.de/netcoach>.

Nielsen, J. (1992a). Evaluating the thinking aloud technique for the use by computer Sciences. In H. R. Hartson & D. Hix (Eds.), *Advances in Human Computer Interaction* (Vol. 3, pp. 69-82). Ablex, Norwood, NJ.

Nielsen, J. (1992b). Finding Usability Problems through heuristic evaluation *Proc. ACM CHI'92 Conf.* (pp. 373-380). Monterey, CA.

Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. Morgan Kaufmann.

Nielsen, J. (2005a). How to Conduct a Heuristic Evaluation Retrieved 2009, from http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_evaluation.html

Nielsen, J. (2005b). Ten Usability Heuristics Retrieved 2009, from http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html

Nielsen, J. (2006). Quantitative Studies: How Many Users to Test? Retrieved 2009, from http://www.useit.com/alertbox/quantitative_testing.html

Nielsen, J., & Levy, J. (1994). Measuring usability: preference vs. performance. *Communications of the ACM*, 37, 66-75.

Nielsen, J., & Molich, R. (1990). Heuristic Evaluation of user interfaces *Proc. ACM CHI'90 CONF* (pp. 249-256). Seattle WA.

Nielsen, J., & Schaefer, L. (1993). Sound effects as an interface element for order users. *Behaviour & Information Technology*, 12(4), 208-215.

NIST. (2001). Common Industry Format for Usability Test Reports v2: NIST Industry USability Reporting project.

Norman, D. A. (1983). Design rules based on analyses of human error. *Communications of the ACM*, 26(4), 254-258.

O'Reilly, T. (2010). *O'Reilly Spreading the Knowledge of Technology Innovators* Retrieved May, 2010, from <http://oreilly.com/>

O'Reilly, T. (2010). *O'Reilly radar*. Retrieved May, 2010, from <http://radar.oreilly.com/archives/2007/10/>

OKI. (2007). Open Knowledge Initiative, from <http://www.okiproject.org/>

Olivier, B., & Tattersall, C. (2005). The Learning Design Specification. In R. Koper & C. Tattersall (Eds.), *Learning Design. A Handbook on Modelling and Delivering Networked Education and Training* (pp. 21-40): The Netherlands: Springer Verlag.

OUNL. (2006). Open University of the Netherlands, OUNL , OUNL-COLUMN Retrieved June 2009, from <http://column.ou.nl>

OWL. (2009). Web Ontology Language Overview *W3C Semantic Web*, *OWL Working Group* Retrieved 2009, from <http://www.w3.org/2001/sw/wiki/OWL>

Papanikolaou, K. A., Grigoriadou, M., & Magoulas, H. K. G. O. (2003). Personalizing the Interaction in a Web-based Educational Hypermedia System: The Case of INSPIRE. *User Modeling and User Adapted Interaction*, 12, 213-267.

PAPI. (2001). Draft Standard for Learning Technology – Public and Private Information (PAPI) for Learners (PAPI Learner) Retrieved 2010, from <http://www.cen-ltso.net/main.aspx?put=230&AspxAutoDetectCookieSupport=1>

Paquette, G., Teja, I., Léonard, M., Lundgren-Cayrol, K., & Marino, O. (2005). An Instructional Engineering Method and Tool for the Design of Units of Learning. In R. Koper & C. Tattersall (Eds.), *Learning Design. A Handbook on Modelling and Delivering Networked Education and Training* (pp. 160-184): The Netherlands: Springer Verlag.

Paramythis, A., & Loidl-Reisinger, S. (2004). Adaptive Learning Environments and eLearning Standards. *Electronic Journal on e-Learning*, 2(1), 181-194.

Peck, K. L., & Doricott, D. (1994). Why use technology? *Educational Leadership*, 51(7), 11-14.

Petrides, L., Nguyen, L., Jimes, C., & Karaglani, A. (2008). Open educational resources: inquiring into author use and reuse. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 1(1/2), 98–117. doi: 10.1504/IJTEL.2008.020233

Pink, D. H. (2005). Folksonomy. *The New York Times* Retrieved 2010, from http://www.nytimes.com/2005/12/11/magazine/11ideas1-21.html?_r=1

Prieto, M., & García, F. J. (2006). METHADIS: Methodology for the Design of Adaptive Hypermedia Systems for Learning based on Learning and Cognitive Styles *In Proceedings of the 6th IEEE International Conference on Advanced. Learning Technologies (ICALT)*. Kerkrade.

PROLIX. (2010). PROLIX Retrieved 2011, from http://www.prolixproject.org/index.php?option=com_content&task=view&id=54&Itemid=32

PROMETEUS. (2006). PROMoting Multimedia in Education and Training in European Society (PROMETEUS) Retrieved June 2008, from <http://www.prometeus.org>

QEngine. (2009). ManageEngine QEngine Retrieved 2009, from <http://www.manageengine.com/products/qengine/functional-testing.html>

Qt. (2010). *Nokia* Retrieved 2010, from <http://qt.nokia.com/products/>

Quinlan, J. R. (1993). C4.5 Programs for Machine Learning: Morgan Kaufmann.

RDF. (2004). Resource Framework Description W3C Semantic Web. Retrieved May, 2010, from <http://www.w3.org/RDF/>

Regan, S. (2010). Open attitude, from <http://openattitude.com/2010/09/29/what-was-web-1-5-anyway/>

Reggie. (2008). Reggie Metadata Editor Retrieved 2008, from <http://metadata.net/dstc>

Rego, H., Moreira, T., & García, F. J. (2005). The Impact of Metadata on AHKME E-Learning Platform. In P. Goodyear, D. G. Sampson, D. J.-T. Yang, Kinshuk, T. Okamoto, R. Hartley & N.-S. Chen (Eds.), *Proceedings of the Fifth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies. ICALT'05* (pp. 817-821). Kaohsiung, Taiwan: IEEE Computer Society Press.

Rego, H., Moreira, T., & García Peñalvo, F. J. (2010). A Web-Based Learning Information System Resource and Knowledge Management. In M. D. Lytras, P. Ordoñez De Pablos, A. Ziderman, A. Roulstone, H. Maurer & J. B. Imber (Eds.), *In Knowledge Management, Information Systems, E-Learning, and Sustainability Research. Third World Summit on the Knowledge Society, WSKS 2010, Corfu, Greece, September 22-24, 2010 Proceedings, Part I* (pp. 591-599). Corfu, Greece: Series: Communications in Computer and Information Science. Berlin, Heidelberg: Springer. Vol. CCIS 111.

Rego, H., Moreira, T., Morales, E., & García, F. J. (2008). Metadata and Knowledge Management Driven Web-Based Learning Information System. In M.D. Lytras, J. M. Carroll, E. Damiani, R. D. Tennyson, D. Avison, G. Vossen & P. O. d. Pablos (Eds.), *In The Open Knowledge Society. A Computer Science and Information Systems Manifesto. First World Summit on the Knowledge Society, WSKS 2008, Athens, Greece, September 24-26, 2008. Proceedings* (pp. 308-313). Athens, Greece: Series: Communications in Computer and Information Science. Berlin: Springer. Vol. CCIS 19.

Rego, H., Moreira, T., Morales, E., & García, F. J. (2010). Metadata and Knowledge Management Driven Web-Based Learning Information System Towards Web/E-Learning 3.0. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 5(2), 36-44.

Rehak, D. R., & Mason, R. (2003). Keeping the Learning in Learning Objects. *Journal of Interactive Media in Education. Special Issue on Reusing Online Resources*, 1.

Reigeluth, C. M. (1999a). The Elaboration Theory: Guidance for Scope and Sequence Decisions. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-Design Theories and Models: A New Paradigm of Instructional Theory*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Assoc.

Reigeluth, C. M. (Ed.). (1999b). *Instructional Design Theories and Models: A New Paradigm of Instructional Theory* (Vol. II): Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Assoc.

Reinke, D. (2008). StyleHop Retrieved 2009, from <http://www.stylehop.com/blog/2008/11/17/27/>

ReloadEditor. (2010). Reload Editor. *Project website* Retrieved 2011, from <http://www.reload.ac.uk/new/editor.html>

ReloadPlayer. (2010). *Project website* Retrieved 2010, from <http://www.reload.ac.uk/new/ldplayer.html>

Rheingold, H. (2000). The Virtual Community Retrieved 2008, from <http://www.rheingold.com/>

Robson, R. (2003). Information products, learning products, context and the role of standards in increasing the value of content. In R. McGreal (Ed.), *Learning Objects and Metadata*. London: Kogan Page.

Rosmalen, P. V., & Boticario, J. (2005). Using Learning Design to Support Design and Runtime Adaptation. In R. Koper & C. Tattersall (Eds.), *Learning Design. A Handbook on Modelling and Delivering Networked Education and Training* (pp. 291-301): The Netherlands: Springer Verlag.

Rowe, A. L., Lowry, T., Halgren, S. L., & Cooke, N. J. (1994). A comparison of usability evaluations conducted by different teams *Conference companion on Human factors in computing systems* (pp. 109-110). Boston, Massachusetts, United States.

S2W. (2010). Social Semantic Web Wikipedia, The Free Encyclopedia. Retrieved May, 2010, from http://en.wikipedia.org/wiki/Social_Semantic_Web

Sæther, S., Aulbach, A., Schmid, E., Winstead, J., Wilson, L. T., Lerdorf, R. (2003). PHP Manual, from

<http://140.124.30.175/ccteducation/chchting/aiahtm/computer/phphelp/index.php.htm>

SAKAI. (2010) Retrieved 2011, from <http://www.sakaiproject.org>

Sampson, D., Karampiperis, P., & Zervas, P. (2005). ASK-LDT: A Web-Based Learning Scenarios Authoring Environment based on IMS Learning Design. *International Journal on Advanced Technology for Learning (ATL)*. *Special issue on Designing Learning Activities: From Content-based to Context-based Learning Services*, 2(4), 207-215.

Sampson, D., & Zervas, P. (2011). Supporting Accessible Technology-Enhanced Training: The eAccess2Learn Framework *IEEE Transactions on Learning Technologies (ILT)*: IEEE Education Society

Sancho, P., Martínez-Ortiz, I., & Fernández-Manjón, B. (2005). Semantic Web Technologies Applied to e-learning Personalization in <e-aula>. *J. UCS*, 11(9), 1470-1481.

Santosus, M. (1997). Preparing Education for Change: Degrees of Change, from www.cio.com

Sauro, J. (2004). The Risks of Discounted Qualitative Studies. Retrieved from http://www.measuringusability.com/qualitative_risks.htm

SCORM. (2009). SCORM 2004 4th Edition. *Sharable Content Object Reference Model* Retrieved 2011, from <http://www.adlnet.org>

Semweb. (2011). Semantic Web Tutorial. *W3Schools* Retrieved 2011, from <http://www.w3schools.com/semweb/default.asp>

Shackel, B. (1991). Usability – context, framework, design and evaluation. In B. Shackel & S. Richardson (Eds.), *Human Factors for Informatics Usability* (pp. 21-38). Cambridge: Cambridge University Press.

Shneiderman, B. (1986). *Designing the user interface: Strategies for effective human-computer interaction*. Reading MA: Addison-Wesley.

SIF. (2007). American initiative for basic education schools Schools Interoperability Framework (IMS) Retrieved June 2008, from <http://www.sifinfo.org>

SLED. (2009). *Service Based Learning Design Player* Retrieved 2010, from <http://www.elearning.ac.uk/resources/1sledoverview>

Smythe, C. (2005). IMS Learner Information Package Summary of Changes - Version 1.0.1 Final Specification: IMS Global Learning Consortium, Inc.

Smythe, C., & Jackl, A. (2004). IMS Content Packaging Information Model – Version 1.1.4 Final Specification: IMS Global Learning Consortium, Inc.

Smythe, C., Tansey, F., & Robson, R. (2001). IMS Learner Information Packaging Information Model Specification - Final Specification Version 1.0: IMS Global Learning Consortium, Inc.

Snyder, C. (2003). Template for Usability Test Tasks *Paper Prototyping*. Morgan Kaufmann Publishers.

SocialSoftware. (2010) Wikipedia, The Free Encyclopedia. Retrieved May, 2010, from http://en.wikipedia.org/wiki/Social_Software

Specht, M., Kravcik, M., Klemke, R., Pesin, L., & Hüttenhain, R. (2002). *Adaptive Learning Environment for Teaching and Learning in WINDS*. Paper presented at the Proceedings of the 2nd International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems, AH2002.

Spiro, R., & Jihn-Chang, J. (1990). Cognitive Flexibility and Hypertext: Theory and Technology for the Nonlinear and Multidimensional Traversal of Complex Subject Matter. In D. Nix & R. Spiro (Eds.), *Cognition, Education, and Multimedia: Exploring Ideas in High Technology* (pp. 163-205): Hillsdale, NJ.: Lawrence Erlbaum Associates.

Spivack, N. (2007) Nova Spival Blog. Retrieved May, 2010, from http://novaspivack.typepad.com/nova_spivacks_weblog/2007/09/hyperdata.html

Spivack, N. (2010). Twine Retrieved 2009, from <http://www.novaspivack.com/?s=Twine>

SunAccess. (2005). Sun – Accessibility Retrieved 2009, from <http://www.sun.com/access>

Tattersall, C., & Koper, R. (2003). EML and IMS Learning Design: from LO to LA. Learning & Teaching Support Network Retrieved January, 2006, from http://www.heacademy.ac.uk/resources.asp?process=full_record§ion=generic&id=255

TAW. (2005). Taw – Teste de Acessibilidade à Web Retrieved 2009, from <http://www.tawdis.net/>

Telcert. (2010). *Technology Enhanced Learning Conformance. European Requirements and Testing* Retrieved 2011, from http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=PROJ_ICT&ACTION=D&CAT=PROJ&RCN=71235

ThirdParty. (2010) Wikipedia, The Free Encyclopedia. Retrieved May, 2010, from http://en.wikipedia.org/wiki/Third_party

Trump. (2000). Satisfaction questionnaires Retrieved 2009, from <http://www.usabilitynet.org/trump/methods/satisfaction.htm>

UML. (2005). UML Resource Page OMG. Retrieved 2008, from <http://www.uml.org/>

Usability.gov. (2009). Templates Retrieved 2009, from <http://www.usability.gov/templates/index.html>

Van Merriënboer, J. J. G. (1997). *Training Complex Cognitive Skills. A Four Component Instructional Design Model for Technical Training*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.

Vespa, X. (2008). 3 Different Approaches to Automated Recommendation (Pandora, Strands, Aggregate Knowledge) HYVEUP Blog. Retrieved May, 2010, from <http://hyveup.blogspot.com/2008/10/3-different-approaches-to-automated.html>

VP. (2011). UML Package Diagram Retrieved 2011, from <http://www.visual-paradigm.com/product/vpuml/tutorials/packagediagram.jsp>

W3. (2001). About The World Wide Web Retrieved 2007, from <http://www.w3.org/WWW/>

W3CSW. (2009). Semantic Web Activity W3C. Retrieved May, 2010, from <http://www.w3.org/2001/sw/>

WAI. (2009). W3C Accessibility Initiative Retrieved 2009, from <http://www.w3.org/wai>

Walker, E. (2003). *Session introduction* Retrieved November, 2007, from <http://www.elearningresults.com/old/documents/pdf/Walker/Walker.pdf>

Waller, Vaughan, & Wilson, J. (2001). A Definition for E-Learning. *in Newsletter of Open and Distance Learning Quality Control*.

Waters, S. (2010) Sue Waters Blog. Retrieved May, 2010, from <http://suewaters.com/>

- WebCT. (2010). WebCT/Bb Learning System Retrieved 2010, from <http://www.webct.com/>
- Westergren, T. (2010). The Music Genome Project Retrieved May, 2010, from <http://www.pandora.com/mgp.shtml>
- WfMC. (2010). What is Workflow? e-Workflow - Workflow standards and research. Retrieved May, 2010, from <http://www.e-workflow.org/>
- Wheeler, S. (2009). e-Learning 3.0 Learning with 'e's. Retrieved 2010, from <http://steve-wheeler.blogspot.com/2009/04/learning-30.html>
- Wiley, D. (2002). Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy Retrieved May, 2007, from <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>
- Wiley, D. (2003). The Instructional Use of Learning Objects Retrieved December, 2005, from <http://www.reusability.org/read/>
- Wu, H. (2002). A Reference Architecture for Adaptive Hypermedia Applications. Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven.
- XMLAPI. (2011). Programming interfaces Wikipedia, the free encyclopedia. Retrieved 2011, from http://en.wikipedia.org/wiki/XML#Programming_interfaces
- XMLSchema. (2001). XML Schema W3C. Retrieved April, 2008, from <http://www.w3.org/XML/Schema>
- YahooDir. (2011) Yahoo Directory. Retrieved May, 2010, from <http://dir.yahoo.com/>
- Yihong-Ding. (2007). A simple picture of Web evolution Retrieved 2009, from <http://yihongs-research.blogspot.com/2007/09/simple-picture-of-web-evolution.html>
- Zacklad, M. (2003). Communities of action: a cognitive and social approach to the design of CSCW systems. Sanibel Island, Florida, USA: In Proceedings of the 2003 International ACM SIGGROUP Conference on Supporting Group Work, GROUP 2003. ACM 2003.
- Zimmermann, A., & Lorenz, A. (2008). LISTEN: a user-adaptive audio-augmented museum guide. *User Model. User-Adapt. Interact*, 18(5), 389-416.
- Zimmermann, A., Lorenz, A., & Specht, M. (2003). *User Modelling in Adaptive Audio Augmented Museum Environments*. Paper presented at the Proceedings of the User Modeling 2003, 9th International Conference, UM 2003.