

Escenarios de Aprendizaje para la Asignatura Metodología de la Programación a partir de Evaluar el Pensamiento Computacional de Estudiantes de Nuevo Ingreso

Arturo Rojas-López, y Francisco José García-Peñalvo

CÓMO REFERENCIAR ESTE ARTÍCULO:

Arturo Rojas-López, y Francisco José García-Peñalvo, "Learning scenarios for the subject Methodology of programming from evaluating computational thinking of new students.", en IEEE-RITA, 2018
Doi: <https://doi.org/10.1109/RITA.2018.2809941>

Title—Learning scenarios for the subject Methodology of programming from evaluating computational thinking of new students.

Abstract—Computational thinking is a cognitive process that allows generating solutions to problems through the use of skills such as abstraction, decomposition and algorithmic design. This paper presents a proposal for evaluating the computational thinking of new students, to relate knowledge indicated in the subject Methodology of Programming and to offer an initial environment of learning. The article describes exercises selected to evaluated skills indicated above, and correspondence between contents of the course; using a qualitative methodology, experience of 65 students was evaluated. Results obtained not only favor activity carried out, they also indicated improvements for future generations.

Index Terms—Computational thinking, Computer programming course, Higher education, New students, Programming learning.

I. INTRODUCCIÓN

LA aplicación del pensamiento computacional (PC) en Educación superior está direccionada hacia las disciplinas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas como lo expone Swaid [1]; para Román-González et al [2] representa el "foco de la innovación educativa por el conjunto de habilidades en la solución de problemas que debe ser adquirido por las nuevas

generaciones de estudiantes". El PC "se considera la mejor práctica para la enseñanza de la computación y más ampliamente para resolver problemas y diseñar sistemas" [3], también "ha sido aclamado como valioso para todos en la población, y de ser así, debe ser enseñado a todos" [4], en consecuencia, su promoción es muy alta [5,6].

Las habilidades involucradas en el PC, pueden ser aprendidas por medio de un modelo de juego y a su vez introducir conceptos de programación que eviten la "frustración y la demanda de actividad de los estudiantes" [7,8] de un curso inicial de programación, sin olvidar que el PC no es sinónimo de programación [9]. Un trabajo que relaciona el PC con el estudio inicial de programación de computadoras, es presentado por Lorkins y Harvey [10], donde consideran no solo a estudiantes del área de Ciencia de la Computación (CC) sino aquellos que vienen de una variedad de ciencias e ingenierías para solucionar problemas en sus áreas, inclusive a nivel doctoral [11]; para el caso específico de CC se tiene que ir más allá de "entrenar a los alumnos para solucionar problemas usando un lenguaje de programación en práctica" [12], se tiene que buscar su motivación pues "es un factor importante para mejorar el desempeño del estudiante" [13]. "La construcción de un ambiente de clase basado en la colaboración dirigida por los estudiantes" [14] permite el aprendizaje de habilidades del PC.

En los últimos trece años el modo habitual de impartir la materia inicial a la programación en la Universidad Tecnológica de Puebla ha sido cien por ciento presencial, buscando unificar el aprendizaje de todos los estudiantes basándose completamente en lo indicado en la hoja de asignatura diseñada en su momento a nivel nacional por la Coordinación General de Universidades Tecnológicas. En Puebla factores tales como la deserción, índice alto y variable de reprobación, falta de desempeño académico de los estudiantes fuera de las instalaciones, hacen necesario proponer otras formas que beneficien la calidad educativa. En este panorama, se propuso rediseñar la práctica docente a través del uso del PC que impacte en el aprendizaje de la programación. Nuestro trabajo presenta la novedad de evitar un contenido único para todos los estudiantes en el curso Metodología de la Programación (MP). La organización del

Manuscrito recibido el 8 de mayo, 2017; revisado el 22 de junio; aceptado el 3 de octubre.

English versión received January, 18th, 2018. Revised February, 6th. Accepted February, 19th.

Arturo Rojas López, Universidad Tecnológica de Puebla, Antiguo camino a la resurrección No. 1002-A Zona industrial oriente, 72300, Puebla, México (e-mail: arturo.rojas@utpuebla.edu.mx)

(ORCID no disponible).

Francisco José García Peñalvo, Instituto de Ciencias de la Educación (IUCE), Grupo de Investigación GRIAL, Universidad de Salamanca. Paseo de Canalejas 169, 37008, Salamanca, España (e-mail: fgarcia@usal.es).

(<https://orcid.org/0000-0001-9987-5584>)

artículo, que es una extensión de los trabajos presentados en el 4th International Conference in Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'16) [15,16], es la siguiente. En la sección Contexto, se presenta el marco de conceptos que ayudan a justificar la propuesta, principalmente la relación de PC y el contenido del curso inicial de programación. En la sección 5 Habilidades – 5 preguntas para evaluar el PC, los reactivos seleccionados para evaluar las habilidades de abstracción, descomposición, generalización, evaluación y diseño algorítmico son comentados. La sección Resultados es importante al proporcionar escenarios de aprendizaje para los 65 estudiantes que realizaron la evaluación del PC, se discuten los comentarios de los estudiantes a la propuesta realizada y además se muestra un experimento de evaluación con estudiantes de tercer cuatrimestre. Finalmente, la sección de Conclusiones expone la importancia del trabajo realizado y el trabajo a futuro considerando la intervención realizada en el cuatrimestre septiembre – diciembre de 2016. Los resultados y conclusiones representan la extensión de los trabajos mencionados anteriormente debido a que contienen información actualizada a partir de la intervención hecha, es decir, su evaluación en el aula, además de actualizar referencias y enriquecer la redacción a lo largo del trabajo.

II. CONTEXTO

El trabajo realizado busca rediseñar la asignatura MP, que está incluida en el primer cuatrimestre de la carrera Técnico Superior Universitario de la división de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la Universidad Tecnológica de Puebla (UTP); cada septiembre inicia una nueva generación y desde el departamento de Servicios Escolares se van formando los grupos para el turno matutino y vespertino que en promedio suman doce de aproximadamente treinta alumnos cada uno. La directora de la división de TIC asigna a los profesores que impartirán la materia MP con base a la disponibilidad reportada por los profesores asignatura o tiempo completo. El objetivo de la asignatura, el objetivo de cada unidad temática, así como la descripción del Saber y Saber Hacer de cada tema está redactado con base a una categoría cognitiva de la Taxonomía de Bloom [17].

En la definición inicial del PC Wing [18] propone que éste involucre la resolución de problemas, el diseño de sistemas, y la comprensión de la conducta humana, basándose en conceptos fundamentales para la CC por lo que resulta útil en un curso inicial de programación. Con el paso del tiempo la solución de problemas continúa siendo parte de la definición [19,20], además de la relación con la CC como en la definición de la Royal Society [21]. El interés por enseñar el PC a una edad temprana es visible en los siguientes escenarios: el documento *Standards in Computer Science* en Norte América [22], el proyecto europeo y sitio Web TACCLE3 – Coding [23 - 26], y el documento *Computing our Future* [27]; el impacto de aprender PC es importante que James y George lo consideran un elemento clave para el éxito del estudiante en CC [28]. El estudio de Selby [29] explora la relación entre el PC, enseñar programación y la taxonomía de Bloom; desarrolla inicialmente una definición del PC, usada en el

presente trabajo, que incluye las habilidades de generalización, descomposición, abstracción, diseño algorítmico y evaluación; posteriormente las mapea al dominio cognitivo de la taxonomía de Bloom para concentrarlas de la siguiente forma: en el nivel de Aplicación la habilidad de generalización, en el nivel de Análisis las habilidades de abstracción y descomposición, en el nivel de Síntesis la habilidad de diseño algorítmico, y el nivel de Evaluación corresponde a la habilidad de evaluación; finalmente relaciona los conocimientos de programación que correspondería enseñar. La definición de la relación que proponemos entre los conocimientos de la asignatura MP y el PC está concentrada en la Tabla I, la descripción y justificación es la siguiente:

- La unidad temática 1 titulada “*conceptos básicos*”, tiene seis temas y en la redacción del pilar *Saber* están los verbos Identificar, Reconocer y Describir que corresponden al nivel dos de la taxonomía de Bloom, en el pilar *Saber Hacer* el verbo Determinar, también del nivel dos de Bloom y otro del cuarto, Esquematizar, por lo que se encuentran en el nivel de Comprender y Analizar, en consecuencia se eligió que correspondan a las habilidades de Abstracción y Descomposición.
- La unidad temática 2 nombrada “*expresiones*”, usa en los tres temas el verbo Identificar para el pilar *Saber*, que corresponde al nivel dos de Bloom, mientras que en el pilar *Saber Hacer* se usa en tres ocasiones verbos del nivel tres Aplicar por lo que se eligió corresponda a la habilidad de Generalización.
- La unidad temática 3: “*algoritmos y diagramas de flujo*” tiene cuatro temas, en el pilar *Saber* aparecen verbos del nivel cognitivo dos Comprender y en el pilar *Saber Hacer* un verbo del nivel cinco Evaluar, además de indicar la programación de ejercicios usando el paradigma de programación estructurada por lo que se eligió que correspondan a las habilidades de Evaluación y Diseño algorítmico.

Por lo anterior, aprovechando la relación mencionada y la

TABLA I.
RELACIÓN DE HABILIDADES DEL PC Y CONOCIMIENTOS DE MP

Unidad Temática	Verbos Usados	Nivel taxonomía Bloom	Habilidad PC
1 Conceptos básicos, 6 temas	Saber: Identificar, Reconocer y Describir	2 Comprender	Abstracción
	Saber Hacer: Esquematizar y Determinar	4 Analizar	Descomposición
2 Expresiones, 3 temas	Saber: Identificar	2 Comprender	Generalización
	Saber Hacer: Localizar, Resolver y Convertir	3 Aplicar	
3 Algoritmos y diagramas de flujo, 4 temas	Saber: Reconocer, Identificar y Describir	2 Comprender	Evaluación
	Saber Hacer: Comparar y Resolver	5 Evaluar	Diseño algorítmico

forma en que están determinados los contenidos de la materia se eligieron los reactivos para evaluar el PC de los estudiantes de nuevo ingreso y ofrecer un ambiente inicial de aprendizaje donde se motive a cursar la materia con base a las habilidades detectadas.

III. 5 HABILIDADES – 5 PREGUNTAS PARA EVALUAR EL PC

Los reactivos se eligieron de dos fuentes reconocidas a nivel Internacional: el concurso “sobre fluidez informática y computacional en edades escolares” Bebras [30], y la Olimpiada de Computación de Búsqueda de Talento [31] “que pretende orientar a los estudiantes sudafricanos con más aptitudes en PC hacia carreras técnicas” [2]; debido a que su redacción original es en inglés, se realizó una traducción al español. El motivo por el cual solo se selecciona un ejercicio para cada una de las habilidades del PC, es el tiempo utilizado para responder la evaluación, un promedio de 40 minutos, no es intención que el estudiante invierta mucho tiempo en responder ejercicios; la validación de cada pregunta está garantizada al ser instrumentos de fuentes internacionales usadas en eventos de competencia, aunque cada ejercicio seleccionado no se limita a evaluar exclusivamente la habilidad para la cual fue seleccionada.

El ejercicio de Bebras denominado Móviles evalúa en gran medida la habilidad de descomposición. La redacción del ejercicio es la siguiente: Un móvil es una pieza de arte que cuelga del techo, generalmente en los dormitorios. Un móvil consiste de palos y figuras. Cada palo tiene unos cuantos puntos donde figuras u otros palos pueden ser atados. Además, cada palo tiene un punto para colgar, donde se cuelga a un palo hacia abajo (o hacia el techo).

La figura 1 es un ejemplo de móvil que puede ser descrito usando números y paréntesis, Pregunta: ¿Cuál de los siguientes móviles puede ser construido usando éstas instrucciones? (-3 (-1 4) (2 (-1 1) (1 1))) (2 (-1 6) (2 3)). El estudiante debe seleccionar la imagen correcta a partir de establecer que la relación de la imagen con la expresión de los números y paréntesis conduce a determinar que el móvil es una composición de pequeños móviles.

El ejercicio nombrado Canguro, también de Bebras, destaca por su evaluación de la abstracción pues el estudiante decide, analiza y determina qué información le va asistiendo para obtener la respuesta correcta del problema planteado, ver Figura 2. La redacción del ejercicio anterior en la evaluación es la siguiente: Hay 10 platos en una fila. Hay una manzana en cada plato. Al canguro Tomás le encanta saltar. Primero, el salta desde el plato más a la izquierda con la letra A. En cada salto después del inicial, salta dos platos hacia adelante, o tres platos hacia atrás. (Un ejemplo de los dos posibles saltos desde un plato es mostrado con flechas en la imagen.) Tomás sólo salta hacia platos con una manzana. Si el salta hacia un plato, recoge la manzana. Pregunta: Si Tomás recoge todas las 10 manzanas, ¿cuál manzana recoge al final? A, B, C, D, E, F, G, H, I, o J. El tercer ejercicio tomado de Bebras con nombre Espías, se enfoca en evaluar la habilidad de generalización, pues una vez que verifica la solución indicada para el problema inicial, aplica a una situación similar la forma de resolver el problema que contiene características parecidas. La redacción del ejercicio es la siguiente: Cada viernes, seis

espías intercambian toda la información que han reunido durante la semana. Un espía nunca puede ser visto con más de otro espía al mismo tiempo. Así, tienen que tener varios encuentros de reunión en pares y compartir la información que poseen. El grupo de 6 espías sólo necesitan tres encuentros para distribuir todos sus secretos. Antes del encuentro cada espía mantiene una sola pieza de información (espía 1 conoce ‘a’, espía 2 conoce ‘b’, etc.). En el primer encuentro espía 1 y 2 se encuentran y comparten información entonces ahora ambos conocen ‘ab’, ver Figura 3. Pregunta: Después de un incidente internacional un espía ha dejado de atender los encuentros. ¿Cuál es el número mínimo de reuniones necesitadas por los cinco espías restantes para intercambiar toda la información?

Dos reactivos se tomaron de la Olimpiada de Computación. El primero nombrado Castores en movimiento se eligió para evaluar la habilidad del diseño algorítmico debido a que el alumno que lo resuelva muestra su capacidad de entender la organización de instrucciones para resolver un problema, en este caso las indicaciones para que los castores crucen los hoyos; la redacción del ejercicio en la evaluación es la siguiente: Una colonia de castores está viajando a través de un bosque oscuro. El camino es estrecho, así que tienen que viajar en una fila sin pasar uno del otro. Algunas veces hay un hoyo en el camino. Un hoyo es cruzado de la siguiente manera:

- Primero saltan tantos castores sean necesarios para llenar el hoyo.
- La colonia entera pasará entonces a través del hoyo.
- Los castores que saltaron repararán para salir del hoyo, y unirse al final de la línea

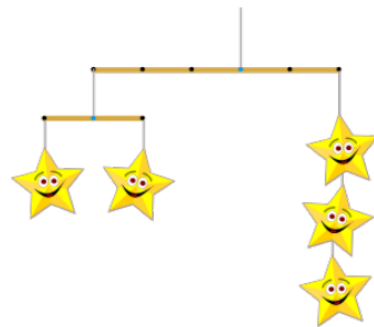


Fig. 1. Descripción del móvil con una expresión: (-3 (-1 1) (1 1)) (2 3)

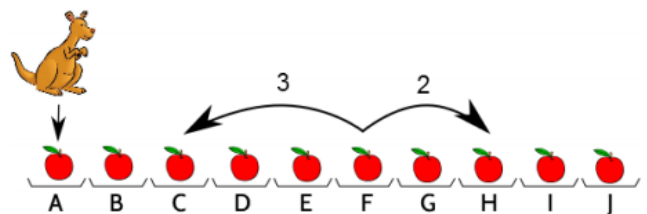


Fig. 2. La tarea de recoger las manzanas

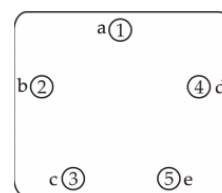


Fig. 3. Cinco espías intercambiando información

Una colonia de 7 castores pasa a través del bosque. Cruzan 3 hoyos. El primer hoyo se ajusta a 4 castores, el segundo se ajusta a 2, y el último hoyo se ajusta a 3 castores, ver Figura 4, ¿En qué orden se encontrarán los castores después de que hayan pasado el tercer hoyo? El segundo reactivo de nombre Salto de charcos, se escogió para determinar la habilidad de evaluación, es decir, realizar paso a paso las instrucciones indicadas para completar el ejercicio y obtener la respuesta solicitada, la redacción del reactivo es la siguiente: Ana (edad 7), Berta (edad 8), Carlos (edad 9), Dora (edad 10) y Luisa (edad 11) están jugando un juego donde saltan de un charco a otro. Ellos han ubicado flechas entre los charcos, y todos inician del lado izquierdo como se indica en la Figura 5. Cuando un niño salta dentro de un charco él o ella espera la llegada de un segundo niño. El niño mayor en el charco entonces saltará de acuerdo a la flecha gruesa, el más joven sigue la flecha delgada. ¿Cuál es el orden (de arriba hacia abajo) en el cual los niños terminarán a la derecha?

IV. RESULTADOS

A. Escenarios de aprendizaje

En la plataforma Moodle se crearon tres unidades pero etiquetadas como etapas, con el fin de indicar un aprendizaje progresivo; cada etapa corresponde a las unidades temáticas del curso y contiene el objetivo para que el estudiante conozca cuando ha superado la respectiva etapa. En el encabezado del curso se agregaron dos archivos, el primero contiene el encuadre de la materia y el segundo una definición del concepto Tecnologías de la información, además del objetivo de la asignatura y la encuesta final, que fue habilitada en su respectivo momento al igual que la encuesta a mitad del cuatrimestre. También en cada etapa hay carpetas tituladas como Lecturas, Audios y Evaluaciones donde se encuentran los materiales de estudio en su respectivo formato y archivos de texto con los ejercicios de evaluación; se agregaron actividades tipo Lección para alojar videos y actividades en línea

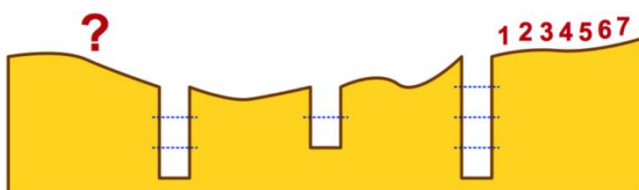


Fig. 4. Siete castores buscando cruzar hoyos

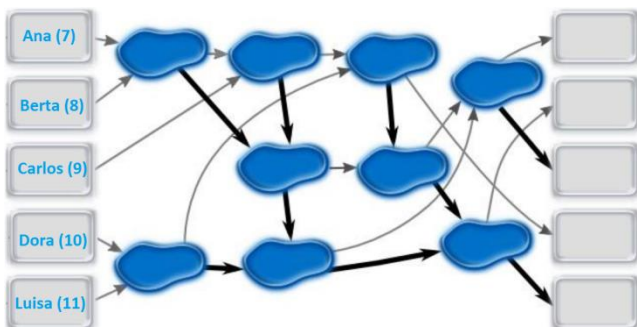


Fig. 5. Salto de Charcos

(crucigramas y sopa de letras) de los temas según la unidad temática; finalmente, se encuentran foros donde los estudiantes responden a preguntas de los temas, suben las evidencias de evaluación y comentan las aportaciones de los compañeros.

Las actividades que se proponen para ofrecer al estudiante un entorno inicial de aprendizaje con base a los reactivos contestados correctamente están determinadas en 10 escenarios:

Escenario 1. 5 respuestas correctas

El estudiante tiene derecho al material del curso en línea y puede realizar quince días después de iniciado el cuatrimestre la evaluación de las unidades temáticas a través de los exámenes elaborados usando la plataforma Moodle y entregando los ejercicios prácticos determinados por la academia. De ser aprobatorios los resultados, el estudiante acredita el curso, en caso contrario se determina una fecha para la revisión presencial docente-estudiante de los ejercicios, se aclaran dudas y si es decisión del estudiante se determinan nuevos ejercicios prácticos a evaluar o tomar el curso en línea.

Escenario 2. Incorrecto el ejercicio de Castores en movimiento

Reforzar el diseño algorítmico con ejercicios a través de la plataforma Moodle, realizar un mes después de iniciado el cuatrimestre las evaluaciones del curso completo y determinar si acredita la materia o elige tomarlo en línea.

Escenario 3. Incorrecto el ejercicio de Salto de charcos

Reforzar las estructuras secuenciales, decisión y repetición codificando ejercicios específicos que resuelven un problema usando las estructuras de control. Calendarizar asesorías presenciales para esos temas y prácticas de laboratorio, realizar un mes después de iniciado el cuatrimestre las evaluaciones del curso completo y determinar si aprueba la materia o elige tomarla en línea.

Escenario 4. Incorrectos los ejercicios de Castores en movimiento y Salto de charcos

El estudiante tiene derecho al material del curso en línea y realizar actividades de práctica para programar los ejercicios de programación estructurada propuestos por la academia. Puede calendarizar tres sesiones de asesoría presencial con el profesor y solicitar al mes de iniciado el cuatrimestre la evaluación de los exámenes en línea y los ejercicios prácticos. Si acredita sus evaluaciones, también el cuatrimestre, en caso contrario puede elegir por tomar el curso en línea o semi-presencial.

Escenario 5. Incorrecto el ejercicio de Espías

Reforzar la evaluación de expresiones aritméticas, lógicas y relacionales considerando la jerarquía de operadores por medio de codificar ejercicios que usen cálculo de operaciones y condicionales; realizar un mes después de iniciado el cuatrimestre las evaluaciones del curso completo y determinar si acredita la materia o elige tomarlo en línea.

Escenario 6. Incorrecto los ejercicios de Castores en movimiento, Salto de charcos y Espías

El estudiante puede trabajar un modelo semi-presencial, donde el material del curso y las actividades deberán ser liberadas con base al tiempo determinado en la hoja de asignatura; el estudiante puede solicitar sesiones de asesoría con el profesor del curso, realizar las prácticas y los

exámenes en los momentos marcados por la academia.

Escenario 7. Correcto el ejercicio de Canguro o Móvil

El estudiante tiene habilidades básicas, pero necesarias para el aprendizaje particularmente de programación, por lo que se puede optar por un entorno semi-presencial, pero con una atención de asesoría presencial regular en las prácticas de laboratorio. Realizar las evaluaciones departamentales indicadas por la academia y ejercicios prácticos evaluativos para desarrollar las habilidades que requieren refuerzo, es decir, Generalización y Diseño algorítmico.

Escenario 8. Incorrecto en todos los reactivos

Existe la posibilidad de que el estudiante no tenga habilidades para el estudio de la Carrera y en la unidad temática tres sea difícil la comprensión de las estructuras de control y diseño algorítmico, por lo que se recomienda en reunión presencial docente-directivo-estudiante valorar el perfil vocacional de éste último. Es muy seguro que el curso presencial sea la mejor opción para el estudiante.

Escenario 9. Incorrectos los ejercicios de Móviles y Canguro

El estudiante trabajará con un modelo semi-presencial, deberá elegir un día a la semana para práctica de laboratorio.

Escenario 10. Correctos los ejercicios de Castores en movimiento y Salto de charcos

El estudiante puede estudiar en línea las primeras dos unidades temáticas, después de cinco semanas trabajar con un modelo semi-presencial.

B. Intervención en el Aula

Durante los primeros días de septiembre de 2016 la evaluación fue aplicada a 65 nuevos estudiantes que correspondieron a dos grupos, 1° C y 1° D, asignados por la dirección de la carrera para que personalmente fuera su docente del curso, así se determinaron los grupos experimentales y de control, este último representado por los grupos 1° A, 1° B, 1° E, 1° F y 1° G que sirvieron para comparar resultados, debido a que los profesores respectivos compartieron las calificaciones de los estudiantes. Los resultados obtenidos de la evaluación del PC por los grupos experimentales son los siguientes:

Para el ejercicio que evalúa la Descomposición 33,8% obtuvo la respuesta correcta. Para el ejercicio que evalúa la Abstracción 52,3% contestó correctamente. Para el ejercicio que evalúa la Generalización 36,9% respondió correctamente. Para el ejercicio que evalúa el Diseño Algorítmico 73,8% respondió apropiadamente. A la pregunta que evalúa la habilidad de Evaluación 67,7% seleccionó la respuesta correcta.

La cantidad de estudiantes que se tuvo para cada escenario de los 2 grupos experimentales está indicada en la Tabla II, a pesar de que existieron mismos escenarios en los dos grupos (excepto el escenario 1 para el 1° D) la variación en las cantidades mostró la individualidad de los estudiantes y la justificación de personalizar su entorno de aprendizaje, es decir, reflejó la diversidad de conocimiento y habilidades con el que ingresaron los estudiantes. Al final del cuatrimestre el resultado de acreditados en los periodos ordinario y extraordinario, así como el número de

estudiantes que no acreditaron o se dieron de baja están concentrados en la Tabla III. La calificación aprobatoria corresponde a los valores de Satisfactorio-8, Destacado-9, y Autónomo-10.

El número de estudiantes aprobados es similar a los grupos de control, así como el número de estudiantes que no acreditaron o se dieron de baja, excepto de forma muy drástica con el 1° E y 1° F. El dato de observación está en el número de estudiantes que acreditaron en el periodo extraordinario con el profesor del curso que es mayor en los grupos experimentales, para el caso del 1° G los aprobados en extraordinario fue promovido en un periodo posterior al cuatrimestre por la directora de la carrera.

A mitad del cuatrimestre se solicitó a los estudiantes contestar voluntariamente una encuesta, las preguntas están indicadas en la Tabla IV, así como los valores porcentuales de las respuestas, desafortunadamente solo participaron 24 de los 65 estudiantes. Al final del cuatrimestre otra encuesta

TABLA II.
NÚMERO DE ALUMNOS POR ESCENARIO

Grupo	Escenario	Cantidad
C	5	6
	7	5
	9	8
	10	13
D	1	3
	5	2
	7	10
	9	14
	10	4

TABLA III
RESULTADOS AL FINAL DEL CUATRIMESTRE

Grupo	Ordinario			Extraordinario	Aprobados	Baja
	SA	DE	AU			
A	10	5	6	5	26	8
B	8	4	5	8	25	8
C	2	3	5	18	28	4
D	1	3	2	19	25	8
E	0	1	2	9	12	21
F	3	1	1	8	13	20
G	0	1	6	19	26	6

TABLA IV
ENCUESTA A MITAD DE CUATRIMESTRE

Pregunta	Opción de respuesta
La modalidad de trabajo te parece adecuada con tu expectativa de aprendizaje	Si - 75% No - 25%
¿Conoces los objetivos a los que tienes que llegar o tienes claro el conocimiento y lo que debes saber hacer al final del curso?	Si - 66,7% No - 33,3%
¿Te sientes perdido usando la plataforma, no sabes qué hacer y para qué?	Si - 16,7% No - 83,3%
De los recursos contenidos en la plataforma ¿Cuál usaste?	Audio - 45,8% Video - 54,2% Lectura - 70,8% Actividades - 83,3%
¿Qué acción sugieres para mejorar el aprendizaje o estás de acuerdo con tu entorno de aprendizaje?	Respecto a la modalidad de aprendizaje: Estar de acuerdo - 54,2% No está de acuerdo - 16,6% Sin comentario - 29,2% Respecto a sugerencias: Modalidad presencial - 37,5% Más ejercicios - 12,5% Contenido correcto - 29,2% Sin comentario - 20,8%

voluntaria fue realizada y nuevamente la participación fue baja, solo 15 estudiantes respondieron; las preguntas y valores están en la Tabla V. La primera parte preguntó por los conocimientos adquiridos, posteriormente se cuestionó la aprobación de la modalidad de aprendizaje, así como la evaluación inicial del PC, y finalmente se pidieron recomendaciones para estudiantes de futuras generaciones.

La evaluación de las habilidades del PC al inicio del cuatrimestre tuvo una aprobación final del 73%, lo que produjo una aceptación del entorno de aprendizaje del 86%, un resultado muy relevante que justifica la propuesta y su intervención en el aula; aunque la mayoría de los estudiantes acreditaron en el periodo extraordinario, los escenarios de aprendizaje tuvieron aceptación y destaca el uso del contenido de actividades, lectura, y visual en la plataforma Moodle. Los resultados por escenario de aprendizaje fueron los siguientes:

- Escenario 1. Del grupo 1ºD los dos estudiantes con calificación Autónomo fueron coherentes al usar un entorno de aprendizaje en línea, recurrieron a las asesorías y presentaron las evidencias de evaluación cuando lo determinaron, obteniendo una calificación aprobatoria. El tercer estudiante obtuvo Destacado debido a que la entrega de evidencias fue del 90% de lo acordado, pero suficiente para acreditar el curso.
- Escenario 5. Los 8 estudiantes de ambos grupos optaron por el modelo semi-presencial al mes de haber iniciado el cuatrimestre. Se determinó un día a la semana para práctica en laboratorio, pero a pesar de estar el material de estudio en línea no lo usaban, pues no se observó avance en laboratorio, se tenía que iniciar con explicación

TABLA V
ENCUESTA AL FINAL DEL CUATRIMESTRE

Pregunta	Opción de respuesta
Selecciona los conceptos con los que estás familiarizado	
Tipos de datos	73,3%
Operadores aritméticos	60,0%
Creación de identificadores para variables	66,7%
Operadores lógicos	73,3%
Operadores relacionales	66,7%
Jerarquía de operadores	73,3%
Resolver expresiones aritméticas, lógicas, y relacionales	66,7%
Uso de una variable contador y acumulador	73,3%
Estructura de selección	26,7%
Estructura de repetición	73,3%
Definición y creación de un algoritmo	66,7%
¿La modalidad de aprendizaje fue adecuada para adquirir las competencias del curso?	Si – 86,7% No – 13,3%
¿La evaluación de tus habilidades al inicio del cuatrimestre fue una actividad acertada para determinar el mejor entorno de aprendizaje?	Si – 73,3% No – 26,7%
¿Qué recomendación tienes para las futuras generaciones acerca de la forma de aprender el contenido del curso?	Estudiar – 46,6% Presencial – 20% Ninguna – 20% Lo mismo para todos – 6,7% Me gustó y motivó a investigar y aprender más por mi cuenta – 6,7%

teórica y entonces ejercitar la programación. 3 obtuvieron Destacado, 2 Satisfactorio, y 3 acreditaron en periodo extraordinario.

- Escenario 7. Los 15 estudiantes de los dos grupos eligieron el modelo semi-presencial, aunque se determinó un día de clase teórica presencial y otra de práctica. La evaluación fue con base al tiempo indicado en la hoja de asignatura y los ejercicios determinados por la academia. 1 estudiante obtuvo Satisfactorio, 2 Destacado, 5 Autónomo y 7 acreditaron en extraordinario.
- Escenario 9. Los estudiantes que estudiaban el material en línea fueron los que mejor utilizaron el tiempo de laboratorio, 13 acreditaron el curso en periodo extraordinario y 9 fueron baja.
- Escenario 10. Sin problema trabajaron las dos primeras unidades temáticas en línea, para la última unidad, a pesar de pasar a un modelo semi-presencial no tuvieron el mismo desempeño de autonomía. El diseño de algoritmos y la codificación fue la actividad principal cuando solicitaron horas de laboratorio que no estaban consideradas en el escenario. De los 17 estudiantes, 14 acreditaron en extraordinario y 3 desartaron.

Por lo anterior, la forma de ofrecer los contenidos de la asignatura a partir de evaluar las habilidades del PC representa una novedad para nuestro caso de estudio y puede servir para otros contextos similares a nivel global.

El número de escenarios propuestos al inicio de esta sección bien puede corresponder a los casos detectados en un experimento realizado con alumnos de tercer cuatrimestre y que se muestra a continuación.

Previo al periodo de septiembre – diciembre de 2016, un experimento se realizó con 18 estudiantes voluntarios de tercer cuatrimestre bajo las siguientes condiciones. Se solicitó responder una encuesta en línea acerca de los conocimientos con los que se sentían ya familiarizados de su curso de primer cuatrimestre, la Tabla VI contiene los elementos que marcaba el estudiante, y posteriormente realizaron la evaluación del PC. La intención fue verificar la correspondencia entre sus conocimientos y las habilidades del PC; los resultados determinaron 6 casos.

- Caso 1. Estudiantes que indican saber todos los conocimientos y respuestas correctas de los reactivos del PC por unidad temática, la Tabla VII en la segunda columna representa un resultado ideal de relación.
- Caso 2. Resultado contradictorio de estudiantes que dicen saber todos los conocimientos, pero obtuvieron respuestas incorrectas de los reactivos del PC por unidad temática, la Tabla VII en la tercera columna muestra una cantidad de valores no deseados.
- Caso 3. Diferencia entre estudiantes que dicen saber algunos de los conocimientos y respuestas correctas de los reactivos del PC por unidad temática, la Tabla VII con un valor alto en la unidad temática tres, en la cuarta columna, ilustra que esos estudiantes pueden tener una

falta de confianza de sus conocimientos a pesar de poder resolver los ejercicios respectivos.

- Caso 4. Correspondencia entre algunos conocimientos indicados como no familiarizados por unidad temática y un reactivo erróneo para el caso de dos habilidades del PC, la relación es correcta y justifica también el ofrecer contenido de regularización, ver la Tabla VII en la quinta columna.
- Caso 5. Número de estudiantes que respondieron estar familiarizados con todos los conocimientos de cada unidad temática respectiva y obtuvieron un reactivo erróneo para el caso de dos habilidades del PC, el número 4 en la sexta columna de la Tabla VII, muestra que no todo depende de la evaluación del PC, sí justifica ser una guía para el docente así como la evaluación de los contenidos mediante la generación de las evidencias que determine la académica de la asignatura.
- Caso 6. Resultado de los que aún no están completamente seguros de todos los conocimientos por unidad temática y con reactivos erróneos del PC, la Tabla VII indica con el valor 6 de la unidad temática 2 en la séptima columna, el caso de estudiantes que al no responder bien el reactivo se indica que no tienen aún la habilidad respectiva para los conocimientos de la unidad mencionada.

V. CONCLUSIONES

Se tiene una propuesta justificada para usar la evaluación del PC y determinar la forma de cursar la materia de metodología de la programación para los estudiantes de nuevo ingreso. La relación entre las habilidades evaluadas y los temas de la asignatura usan los resultados reportados por el trabajo de Selby [29] y con base a la experiencia docente se determinan las opciones del entorno de aprendizaje; los escenarios propuestos representan la acción de trabajo con el estudiante ante la respuesta incorrecta de una habilidad

específica, por ejemplo, si contestó erróneamente el reactivo que evalúa la habilidad de Descomposición, que corresponde en parte a la unidad temática 1 Conceptos y al escenario 9, el entorno propone al estudiante trabajar en los temas respectivos y favorecer el aprendizaje autónomo. Al final del cuatrimestre septiembre – diciembre de 2016 el número de estudiantes acreditados es poco más del 80% (53 de 65 estudiantes), un 18,5% de deserción (12 estudiantes) y un promedio del 65,45% de nivel académico de egreso, porcentajes similares a grupos que no trabajaron la propuesta y mucho mejor a dos grupos en particular. Los estudiantes no están preparados para un aprendizaje autónomo, pues se observaron tres conductas comunes: requieren de recordarles las actividades de estudio, fecha de entrega de trabajos generalmente determinadas por el profesor y limitar su fuente de conocimiento a lo proporcionado por la Universidad; la falta de una disciplina de estudio hace difícil tomar el control de su proceso educativo, así lo indica el número alto de acreditados durante el periodo extraordinario de los escenarios 9 y 10 en comparación con el número de aprobados en extraordinario en los grupos de control que tenían clase presencial; la mayoría de los estudiantes indicó estar cómodo en un ambiente presencial donde la responsabilidad solo sea del docente y las estrategias que realice frente a grupo. Existe un entusiasmo por el trabajo semi-presencial, pero deberá trabajarse una planeación y seguimiento de actividades más puntual que permita al estudiante sentir el control externo de su proceso educativo. El uso de la evaluación del PC indica dos resultados positivos. En primer lugar, existen estudiantes que sienten motivación por que sean reconocidas sus habilidades; y en segundo lugar, la evaluación permite determinar un entorno de aprendizaje inicial. El trabajo a futuro incluye mejorar la empatía por la propuesta de trabajo para aumentar la participación en las encuestas a mitad y final del cuatrimestre y así tener mejores niveles de evaluación del trabajo educativo propuesto.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo es realizado dentro del programa de Doctorado en Educación en la Sociedad del Conocimiento de la Universidad de Salamanca.

REFERENCIAS

- [1] S. I. Swaid, "Bringing Computational Thinking to STEM Education", in 6th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics AHFE and the Affiliated Conferences, AHFE 2015 Procedia Manufacturing, Volume 3, 2015, Pages 3657-3662, ISSN 2351-9789, DOI= <http://dx.doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.761>.
- [2] M. Román-González, J. C. Pérez-González, and C. Jiménez-Fernández, "Test de Pensamiento Computacional: diseño y psicometría general", in III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC 2015), Octubre 14-16, 2015, Madrid, ESPAÑA
- [3] J. A. Rode, A. Weibert, A. Marshall, K. Aal, T. Von Rekowski, H. El Mimoni, J. Booker, "From computational thinking to computational making", in UbiComp 2015 - Proceedings of the 2015 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing, pp. 239-250. DOI:= <http://dx.doi.org/10.1145/2750858.2804261>.
- [4] E. Cole, "On pre-requisite skills for universal computational thinking education", in ICER 2015 - Proceedings of the 2015 ACM Conference on International Computing Education Research, pp. 253-254. DOI:= <http://dx.doi.org/10.1145/2787622.2787737>.

TABLA VI
CONOCIMIENTOS GENERALES POR UNIDAD TEMÁTICA

Unidad Temática	Conocimientos
1	Tipos de datos Identificadores de variables
2	Operadores aritméticos Operadores lógicos Operadores relacionales Jerarquía de operadores Resolver expresiones
3	Uso de variable contador y acumulador Estructura de selección (condicional) Estructura de repetición (ciclo) Diagrama de flujo Diseño de algoritmos

TABLA VII
CANTIDAD DE ESTUDIANTES POR CASO

Unidad temática	1	2	3	4	5	6
1	6	2	2	4	4	0
2	4	8	0	-	-	6
3	2	0	13	3	0	0

- [5] Y. Li, Research into the computational thinking for the teaching of computer science”, in Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE, 2015-February DOI:= <http://dx.doi.org/10.1109/FIE.2014.7044465>.
- [6] B. C. Czerkawski, E. W. Lyman III, Exploring Issues About Computational Thinking in Higher Education”, in TechTrends, 59 (2), pp. 57-65. DOI:= <http://dx.doi.org/10.1007/s11528-015-0840-3>.
- [7] M. Román-González, J. C. Pérez-González, and C. Jiménez-Fernández, “Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test”, Computers in Human Behavior, vol. 72, pp.678-691, 2017
- [8] C. Kazimoglu, M. Kiernan, L. Bacon, and L. MacKinnon, “Learning Programming at the Computational Thinking Level via Digital Gameplay”, in Proceedings of the International Conference on Computational Science, Procedia Computer Science, Volume 9, 2012, Pages 522-531, ISSN 1877-0509, DOI= <http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2012.04.056>.
- [9] F. J. García-Peñalvo, D. Reimann, M. Tuul, A. Rees, and I. Jormanainen, “An overview of the most relevant literature on coding and computational thinking with emphasis on the relevant issues for teachers.” TACCLE3 Consortium, Belgium. 2016. DOI= 10.5281/zenodo.165123.
- [10] D. B. Larkins, and W. Harvey, “Introductory computational science using MATLAB and image processing”, in Procedia Computer Science, Volume 1, Issue 1, 2010, Pages 913-919, ISSN 1877-0509, DOI= <http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2010.04.100>.
- [11] G. W. Shiflet, and A. B. Shifleta, “Introducing Life Science Doctoral Students in Oz to the Wizardry of Computational Modeling: Introducing Computational Thinking with CellDesigner™”, in Proceedings of the International Conference on Computational Science, ICCS 2012. Procedia Computer Science, Volume 9, 2012, Pages 1753-1762, ISSN 1877-0509, DOI= <http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2012.04.193>.
- [12] Z. Lingling, X. Su, and T. Wang, “Bring CS2013 Recommendations into c Programming Course”, in International Educational Technology Conference, IETC 2014, 3-5 September 2014, Chicago, IL, USA, Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 176, 2015, Pages 194-199, ISSN 1877-0428, DOI= <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.461>.
- [13] A. Ramirez, and D. F. Muñoz, “Increasing Practical Lessons and Inclusion of Applied Examples to Motivate University Students during Programming Courses”, in International Educational Technology Conference, IETC 2014, 3-5 September 2014, Chicago, IL, USA, Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 176, 2015, Pages 552-564, ISSN 1877-0428, DOI= <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.510>.
- [14] B. Worrell, C. Brand, and A. Repenning, “Collaboration and Computational Thinking: A classroom structure”, in Proceedings of IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing, VL/HCC, 2015-December, art. no. 7357215, pp. 183-187. DOI:= <http://dx.doi.org/10.1109/VLHCC.2015.7357215>.
- [15] A. Rojas López and F. J. García-Peñalvo, “Relationship of knowledge to learn in programming methodology and evaluation of computational thinking”, in *Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'16) (Salamanca, Spain, November 2-4, 2016)*, F. J. García-Peñalvo, Ed. (ICPS: ACM International Conference Proceeding Series, New York, NY, USA: ACM, 2016, pp. 73-77.
- [16] A. Rojas López and F. J. García-Peñalvo, “Personalized contents based on cognitive level of student’s computational thinking for learning basic competencies of programming using an environment b-learning”, in *Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'16) (Salamanca, Spain, November 2-4, 2016)*, F. J. García-Peñalvo, Ed. (ICPS: ACM International Conference Proceeding Series, New York, NY, USA: ACM, 2016, pp. 1139-1145.
- [17] B. S. Bloom, *Taxonomía de los objetivos educacionales, Manual I: El dominio cognitivo*. Nueva York: David McKay Co Inc., 1956.
- [18] J. M. Wing, “Computational Thinking”, *Communications of the ACM*, vol. 49, no. 3, pp. 33-35, 2006.
- [19] V. Barr, and C. Stephenson, “Bringing computational thinking to K-12: What is Involved and What is the role of the computer science education community?” *ACM Inroads*, 2(1), 48-54. DOI=<http://10.1145/1929887.1929905>.
- [20] F. J. García-Peñalvo, “What Computational Thinking Is”, *Journal of Information Technology Research*, vol. 9, no. 3, pp. v-viii, 2016.
- [21] Royal Society, “Shut down or restart: The way forward for computing in UK schools”, Retrieved from London, UK: <https://royalsociety.org/~media/education/computing-in-schools/2012-01-12-computing-in-schools.pdf>
- [22] CSTA. 2011. “K-12 Computer Science Standards”, Retrieved from http://csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/CSTA_K-12_CSS.pdf
- [23] TACCLE 3 Consortium. 2017. TACCLE 3: Coding Erasmus + Project website. Retrieved from <http://www.taccle3.eu/>
- [24] F. J. García-Peñalvo, “Proyecto TACCLE3 – Coding”, in *XVIII Simposio Internacional de Informática Educativa, SIIIE 2016*, F. J. García-Peñalvo and J. A. Mendes, Eds. no. 222 Salamanca, España: Ediciones Universidad de Salamanca, 2016, pp. 187-189.
- [25] F. J. García-Peñalvo, “A brief introduction to TACCLE 3 – Coding European Project”, in *2016 International Symposium on Computers in Education (SIIIE 16)*, F. J. García-Peñalvo and J. A. Mendes, Eds. USA: IEEE, 2016.
- [26] F. J. García-Peñalvo, “Presentación del Proyecto TACCLE3 Coding,” presented at the Workshop EI<18. Educación en Informática sub 18, Salamanca, España, 2016. Available: <http://repositorio.grial.eu/handle/grial/653>
- [27] European Schoolnet. 2015. Computing our future – Computer programming and coding, Priorities, school curricula and initiatives across Europe.
- [28] L. James, and L. F. George, “Thinking about computational thinking”, in Proceedings of the 40th ACM technical symposium on Computer science education, Chattanooga, TN, USA, pp. 260-264.
- [29] C. C. Selby, “Relationships: computational thinking, pedagogy of programming, and Bloom’s Taxonomy”, in *Proceedings of the Workshop in Primary and Secondary Computing Education (WiPSCE '15)*. ACM, New York, NY, USA, 80-87, DOI= <http://dx.doi.org/10.1145/2818314.2818315>.
- [30] UK Bebras Computational Thinking Challenge, answers 2015, University of Oxford, available <http://www.bebras.org>
- [31] Talent Search. 2015, Elite: Grade 12+, Institute of IT Professionals South Africa, available <http://www.olympiad.org.za>.

Arturo Rojas López realizó sus estudios universitarios y de maestría con mención Cum Laude en Ciencias de la Computación en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Trabaja como profesor de tiempo completo en la Universidad Tecnológica de Puebla de Enero de 2003 a la fecha en la División de Tecnologías de la Información y Comunicación, particularmente en el área de Sistemas Informáticos. Ha participado en dos ocasiones (2009 y 2017) en la actualización de los planes de estudio en las reuniones de trabajo del sistema de Universidades Tecnológicas de México. En 2013 coordinó el Segundo Congreso Internacional de TIC de las Universidades Tecnológicas – INTED (Innovación, Tecnología y Educación para el progreso social). Ha ofrecido talleres y ponencias en diferentes Universidades Tecnológicas de México con diferentes temáticas en el desarrollo de software. Actualmente estudia el Programa de Doctorado Formación en la Sociedad del Conocimiento en la Universidad de Salamanca; los temas de investigación que son de su interés son la Educación personalizada, el Pensamiento computacional, Gamificación y eLearning.

Francisco José García Peñalvo realizó sus estudios universitarios en informática en la Universidad de Salamanca y en la Universidad de Valladolid y se doctoró en la Universidad de Salamanca. El doctor García-Peñalvo es el director del grupo de investigación GRIAL (Grupo de investigación en Interacción y eLearning). Sus principales intereses de investigación se centran en el eLearning, Computadores y Educación, Sistemas Adaptativos, Ingeniería Web, Web Semántica y Reutilización de Software. Ha dirigido y participado en más de 50 proyectos de innovación e investigación. Fue Vicerrector de Innovación Tecnológica de la Universidad de Salamanca entre Marzo de 2007 y Diciembre de 2009. Ha publicado más de 200 artículos en revistas y conferencias internacionales. Ha sido editor invitado en varios números especiales de revistas internacionales (*Online Information Review, Computers in Human Behaviour, Interactive Learning Environments* ...). Es el editor en jefe de las revistas Education in the Knowledge Society y Journal of Information Technology Research. Coordina el Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento de la Universidad de Salamanca.