

Entorno de aprendizaje virtual adaptativo para la gestión de la evaluación

Adaptive virtual learning environment for assessment management

Sergio Augusto CARDONA Torres [1](#); Jeimy Beatriz VÉLEZ Ramos [2](#); Sonia JARAMILLO Valbuena [3](#)

Recibido: 22/01/2018 • Aprobado: 22/02/2018

Contenido

- [1. Introducción](#)
 - [2. Arquitectura del sistema adaptativo](#)
 - [3. Metodología de investigación](#)
 - [4. Resultados](#)
 - [5. Conclusiones](#)
- [Referencias bibliográficas](#)

RESUMEN:

En esta investigación se presenta la conceptualización, funcionalidades técnicas y validación de un sistema adaptativo educativo, que permite la gestión de una metodología para la evaluación. Se utilizó una metodología de investigación de corte cuasi-experimental, basada en encuesta, con alcance descriptivo y correlacional. Los resultados muestran que los estudiantes respondieron favorablemente a los aspectos: comprensión y participación en las actividades del proceso de evaluación, contribución de la evaluación al rendimiento académico y utilidad de las actividades de aprendizaje.

Palabras clave: Arquitectura de software, evaluación de competencias, metodología de evaluación, entorno virtual de aprendizaje adaptativo

ABSTRACT:

This research presents the conceptualization, technical functionalities and validation of an educational adaptive system, which allows the management support of a methodology for assessment. A quasi-experimental research methodology was used, based on survey, with descriptive and correlational scope. The results show that the students responded favorably to the aspects: understanding and participation in the activities of the assessment process, contribution of the assessment to the academic performance and usefulness of the learning activities.

Keywords: software architecture, assessment of competences, assessment methodology, virtual learning platforms

1. Introducción

En los últimos años se ha suscitado un creciente interés en comprender como los estudiantes acceden y adquieren nuevos conocimientos en ambientes de aprendizaje virtual. La diversidad de aspectos que se involucran en el proceso de formación ha motivado el desarrollo de sistemas adaptativos educativos, los cuales proveen escenarios formativos

individualizados y rutas de aprendizaje personalizadas de acuerdo a sus necesidades formativas (Nussbaumer, Gütl, & Neuper, 2010) y características de los estudiantes (Duque, 2009), (El Faddouli, El Falaki, Idrissi, & Bennani, 2011). Esas características distintivas están asociadas a aspectos: de estilos de aprendizaje (Schiaffino, Garcia, & Amandi, 2008), cognitivos (Lo, Chan, & Yeh, 2012), aspectos emocionales (Popescu, Trigano, & Badica, 2007), psicológicos (Conejo, Millán, Pérez, & Trella, 2001), metacognitivos (Chrysafiadi & Virvou, 2013), motivacionales y de perfil académico (Chrysafiadi & Virvou, 2012), (Jeremić, Jovanović, & Gašević, 2012). Otros trabajos contemplan modelos de estudiantes multidimensionales (Vélez, 2009), (Mendoza, 2015). Esto se constituye en una tendencia dentro del área de la tecnología como soporte a la formación, pues se pretende afrontar la complejidad inherente a la heterogeneidad de los estudiantes en el aprendizaje, cuando se utilizan plataformas en línea. Es evidente entonces, el interés de la comunidad académica por el desarrollo de herramientas informáticas orientadas a identificar características individuales de los estudiantes, para personalizar el aprendizaje.

En el área de los sistemas adaptativos se han realizado propuestas para evaluación y diagnóstico bajo un enfoque pedagógico explícito de competencias (Badaracco, 2013) y estudios relacionados con evaluación cognitiva adaptativa (Badaracco & Martínez, 2011). Generalmente la adaptación se realiza a nivel presentación, contenidos, actividades y secuencia de aprendizaje (De Bra et al., 2003), (Brusilovsky, 2004). Sin embargo, se determinó en la revisión de la literatura, que las características asociadas a la evaluación no siempre son tenidas en cuenta para realizar adaptaciones en ambientes en línea. Las soluciones propuestas no consideran el resultado de la evaluación para personalizar una ruta de aprendizaje de acuerdo al nivel de competencia del estudiante (El Faddouli et al., 2011). En algunos casos, las soluciones no están soportadas por un enfoque pedagógico por competencias que oriente la evaluación en diferentes momentos del proceso formativo y no determinan niveles de competencia en los estudiantes basados en una metodología de evaluación.

Con el ánimo de contribuir a mejorar la educación a través de desarrollos tecnológicos pertinentes, en este trabajo se presenta la conceptualización, funcionalidades técnicas y estudios de validación de una tecnología que permite el soporte a la gestión una metodología de evaluación, en una de las plataformas de gestión de cursos en línea de mayor uso a nivel mundial, el sistema de gestión de aprendizaje Moodle.

Se propone una arquitectura de extensión para Moodle que soporta los procesos para el diseño e implementación de cursos virtuales por competencias y la integración con un sistema adaptativo. El sistema adaptativo se planteó basado en los modelos de: dominio, adaptación, instrucción y de estudiante. La representación del modelo de dominio se fundamentó por un perfil de experto, el cual se expresa mediante una red de nodos que incluye la relación entre: perfil de egreso, competencias, criterios y evidencias. El modelo de instrucción contiene las secuencias didácticas de apoyo al proceso de aprendizaje del estudiante y se fundamentó en la metodología de proyectos formativos (Tobón, 2013a). El modelo de adaptación contiene las reglas que definen cómo se combinan los modelos de dominio y de estudiante para proveer de adaptación al sistema.

1.1 Marco de referencia

El principal objetivo de los sistemas adaptativos es mejorar la relación con el usuario (presentación del contenido, navegación e interfaces) de acuerdo con un modelo de estudiante que considera sus objetivos, preferencias, conocimientos y/o interacciones, entre otros (Brusilovsky, 2001). En (Paramythis & Loidl-reisinger, 2004), (Boticario, Santos, & Van Rosmalen, 2006), afirman que un sistema adaptativo debe ser capaz de: gestionar explícitamente rutas de aprendizaje adaptadas a cada estudiante, monitorear las actividades, inferir las necesidades y preferencias de los estudiantes y dinámicamente facilitar el proceso de aprendizaje (Boticario et al., 2006), de acuerdo al conocimiento disponible del estudiante y, a las suposiciones del sistema acerca de las necesidades de los usuarios.

Los elementos que se pueden adaptar en un proceso de aprendizaje han sido propuestos en

diferentes investigaciones (De Bra et al., 2003), (Brusilovsky, 2004), (Ahmad, Basir, & Hassanein, 2004), (Popescu et al., 2007), siendo estos:

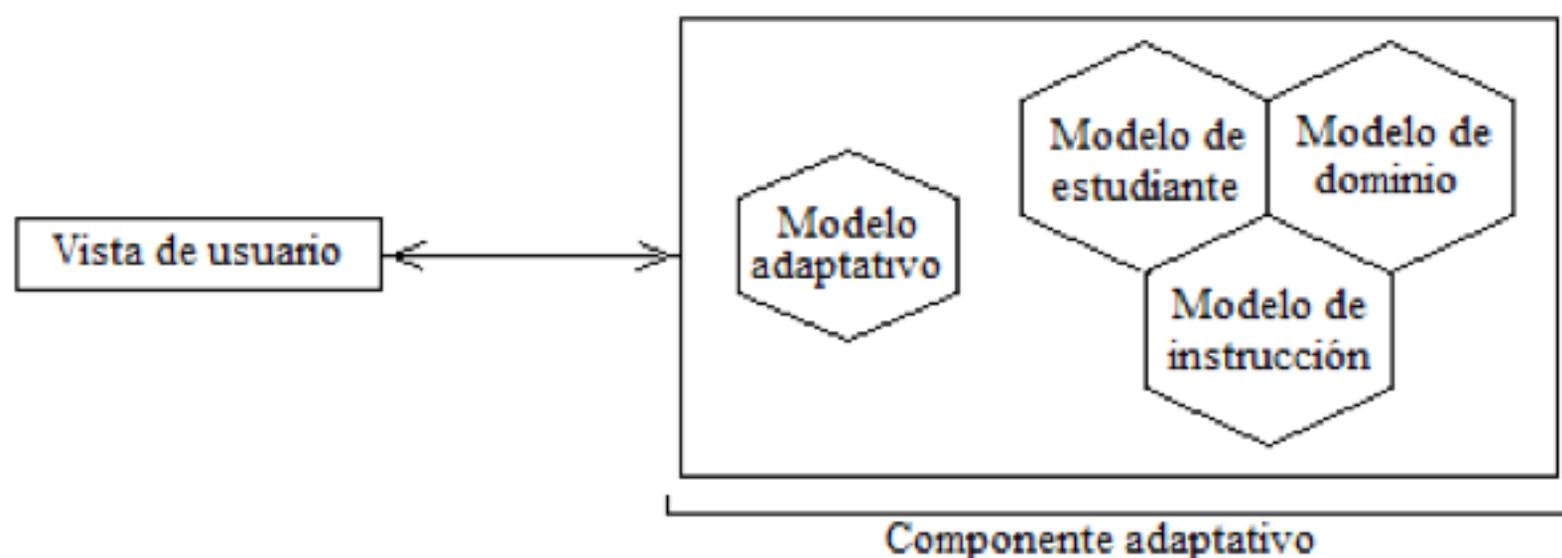
- Adaptación de la presentación: Los elementos de presentación de la interfaz gráfica son personalizados considerando colores, tamaño de los componentes visuales, accesibilidad y usabilidad son tenidos en cuenta (Ahmad et al., 2004).
- Adaptación de contenido: El contenido es modificado de acuerdo a la profundidad de la información que se proporciona de acuerdo a las características del estudiante (Paramythis & Loidl-reisinger, 2004).
- Adaptación de la secuencia de aprendizaje: determina una secuencia de acciones o actividades formativas de acuerdo a un plan instruccional.

En (Burgos, Santos, & Fernández, 2007), se proponen otras forma de adaptación:

- Creación adaptativa de grupos de usuarios: se generan grupos de usuarios para la realización de procesos colaborativos (Popescu et al., 2007).
- Evaluación adaptativa: se realiza de acuerdo a un conjunto de reactivos, los cuales se adaptan dinámicamente al nivel de conocimiento del estudiante. Presenta los ítems uno a uno, y la respuesta previa a un ítem es la variable que aportará información para decidir y mostrar el reactivo con la complejidad adecuada (Toledo, Mezura, & Cruz, 2013).

La arquitectura para el presente trabajo, se fundamentó parcialmente en la arquitectura de referencia propuesta por (De Bra et al., 2003), con los modelos de la figura 1.

Figura 1
Arquitectura del sistema adaptativo



Fuente: elaboración propia.

Los modelos son definidos en (Vélez, 2009), y se presentan a continuación:

- El modelo de estudiante guarda la información del usuario que un sistema adaptativo almacena el estado del alumno en relación a su conocimiento del dominio, itinerarios o recorrido de aprendizaje realizado (Woolf, 2010).
- El modelo de dominio describe cómo se enlaza y estructura la información del dominio, en términos de fragmentos, páginas y conceptos los cuales pueden ser abstractos o no.
- El modelo de adaptación está compuesto por reglas que definen cómo se combinan el modelo del dominio y el modelo del estudiante para proveer de adaptación al sistema.
- El modelo de instrucción corresponde al modelo pedagógico, el cual contiene las secuencias didácticas de apoyo al proceso de aprendizaje del estudiante.

En diversos trabajos se presentan características que han sido consideradas en el modelo de estudiante en sistemas adaptativos. En la tabla 1, se presenta un análisis de los trabajos relacionados características modeladas en sistemas adaptativos.

Tabla 1
Trabajos relacionados con sistemas adaptativos

Característica				Aspectos Emocionales	Características Metacognitivas

Autor	Conocimiento	Interacciones	Estilos de Aprendizaje		
(Antal & Koncz, 2011)	x	x			x
(Chrysafiadi & Virvou, 2012)	x				
(Clemente, Ramírez, & de Antonio, 2014)	x				
(Clemente, Ramírez, & de Antonio, 2011)	x				
(Dorça, Lima, Fernandes, & Lopes, 2013)			x		
(Grubiši, Stankov, & Žitko, 2013)	x				
(Jeremić et al., 2012)	x	x			
(Kim, Lee, & Ryu, 2013)					
(Lo et al., 2012)			x		
(Muñoz, Kevitt, Lunney, Noguez, & Neri, 2011)				x	
(Despotović-zrakić, Marković, Bogdanović, Barać, & Ilića, 2012)	x		x		
Moodle_LS (Limongelli, Sciarrone, & Vaste, 2011)	x		x		
(Ozyurt, Ozyurt, Baki, & Guven, 2012)	x		x		
ITS-C (Badaracco, 2013)	x				

Fuente: elaboración propia.

Se han realizado aportes significativos en cuanto a las características que debe contemplar el modelo de estudiante para que este tenga impacto en la formación (Zaitseva & Boule, 2003) (Duque, 2009) (Cataldi & Lage, 2010)(Chrysafiadi & Virvou, 2013). Según (Zaitseva & Boule, 2003), los aspectos que deben ser tenidos en cuenta para que el modelo de estudiante sea eficaz en el proceso de enseñanza y aprendizaje: nivel de conocimiento, características psicológicas, estilo de aprendizaje, tareas a realizar, habilidad de aprendizaje, nivel de habilidades, métodos de las estrategias de enseñanza. Para (Chrysafiadi & Virvou, 2013), los aspectos a ser considerados son: conocimiento, conceptos erróneos, estilo de aprendizaje, aspectos cognitivos, características afectivas, motivaciones.

Con relación a las variables utilizadas en los sistemas adaptativos, se puede afirmar que las más utilizadas son el nivel de conocimiento y los estilos de aprendizaje. En (Chrysafiadi & Virvou, 2013), se presenta un trabajo orientado a definir las características más usadas en

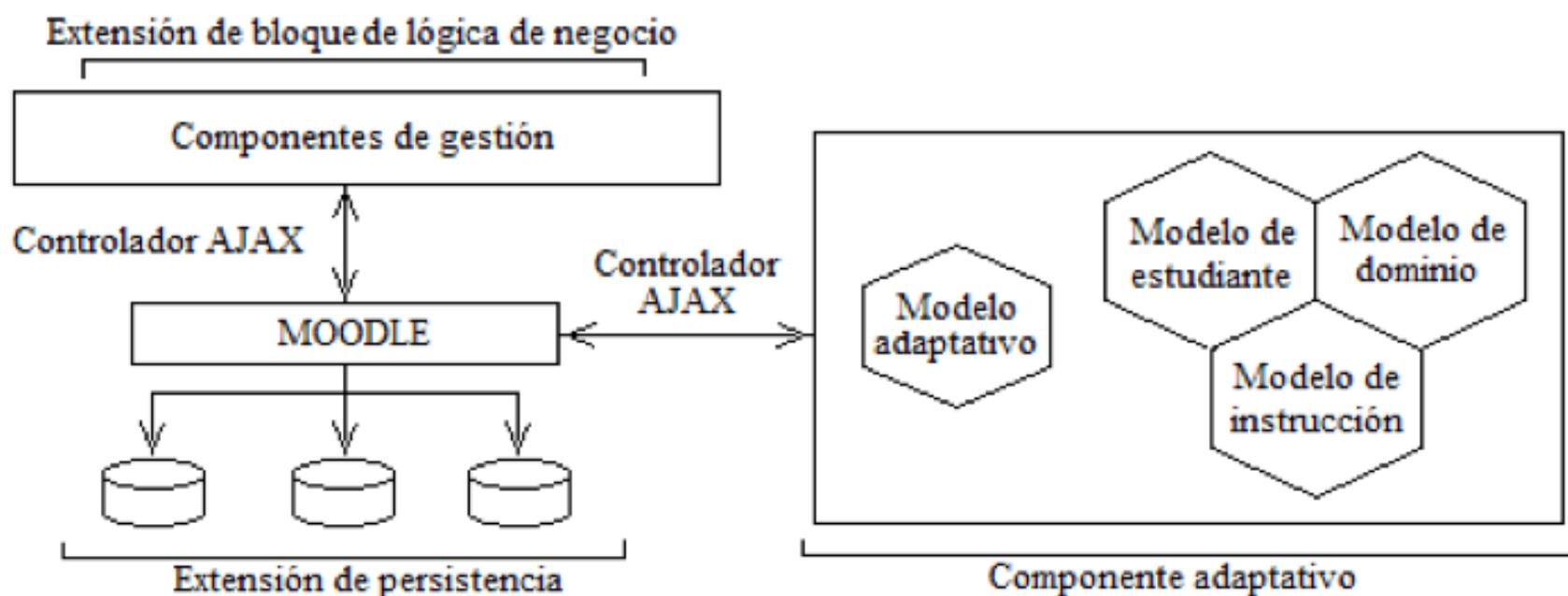
el modelo de estudiante, en ella se encuentran el nivel de conocimiento, ideas mal preconcebidas y los estilos de aprendizaje.

2. Arquitectura del sistema adaptativo

En esta sección se presenta la arquitectura de referencia para soportar procesos de diseño e implementación de un curso virtual con propiedades de adaptación, las cuales se fundamentan en cuatro modelos: adaptativo, de estudiante, de dominio y de instrucción. En la arquitectura de la figura 2, se presenta la arquitectura de extensión para el sistema adaptativo, en la cual se evidencia la extensión de un bloque a nivel de lógica de negocio (componentes de gestión) y la extensión a nivel de la estructura de la base de datos (persistencia). El bloque de lógica de negocio se comunica mediante un controlador AJAX a la base de datos de Moodle. Para la extensión a nivel de los datos se usó un servidor PHP el cual permite el almacenamiento de todos los datos que se generan.

Figura 2

Arquitectura de extensión para MOODLE y sistema adaptativo



La arquitectura del componente adaptativo, se fundamentó en la arquitectura de referencia de (De Bra et al., 2003), en la cual se plantean cuatro modelos: modelo de estudiante, modelo de dominio, modelo de instrucción y modelo de adaptación. Los cuales son definidos en (Vélez, 2009):

- El modelo de estudiante contiene la información que representa el estado del estudiante a partir de la cual se establece la instrucción adecuada a sus necesidades de aprendizaje.
- El modelo de dominio contiene todos los elementos cognitivos que son expresados en competencias. El modelo de dominio es obtenido por medio de expertos en determinada área del conocimiento.
- El modelo de adaptación está compuesto por reglas que definen cómo se combinan el modelo del dominio y el modelo del estudiante para proveer de adaptación al sistema.
- El modelo de instrucción corresponde al modelo pedagógico, el cual contiene las secuencias didácticas de apoyo al proceso de aprendizaje del estudiante. Este modelo se fundamentó en la metodología de proyectos formativos (Tobón, 2013a). Un proyecto formativo es un conjunto articulado de actividades que se van desplegando en el tiempo para resolver un problema contextualizado y contribuir a formar una o varias competencias, con base en criterios y evidencias (Tobón, 2013b). Con esta metodología, la evaluación de competencias se realiza mediante tres procesos (autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación), los cuales están asociados con quien la práctica. La autoevaluación se genera cuando una persona evalúa sus propias competencias con relación a unos criterios y evidencias; la coevaluación es la evaluación entre pares (personas de un mismo nivel) y la heteroevaluación es la evaluación que realiza una persona experta en el área.

3. Metodología de investigación

3.1. Tipo de estudio

Se utilizó una metodología de investigación de corte cuasi-experimental, con alcance descriptivo y correlacional. El método de investigación es el basado en encuesta, a través del cual se recopiló información de los estudiantes que participaron en la investigación. El análisis descriptivo permitió comprender la estructura de la información, a partir de la cual se detectaron propiedades de opinión general de los estudiantes. El alcance correlacional, permitió analizar las relaciones existentes entre las variables objeto de investigación.

3.2. Muestra

La investigación se realizó en la institución Escuela de Administración y Mercadotecnia (EAM) de Armenia - Colombia, en el programa profesional de Ingeniería de Software, en un curso de fundamentos de programación. Para la conformación del grupo control y el experimental se consideró el 50% de la población para el grupo experimental y 50% para el grupo control. La selección de los sujetos se realizó por medio de un muestreo aleatorio simple, en el cual cada miembro de la población tuvo igual probabilidad de ser seleccionado como sujeto y de forma independiente de los otros miembros de la población. Se realizó una selección aleatoria para cada grupo, mediante una función programada en Excel. Los números generados de forma aleatoria se usaron para seleccionar a los estudiantes de acuerdo al número de lista en que aparece cada estudiante. Se consideró, como criterio de selección de los estudiantes, que no fuera repitente del curso, caso en el cual fue ubicado en el grupo control. Como parámetros en la selección de la muestra, se estableció que el nivel de confianza es del 95%. El error máximo aceptado fue del 3%. La proporción p es del 0.5 y q es de 0.5. El tamaño de muestra establecido fue de 21 estudiantes para el grupo experimental y 22 para el grupo control.

La muestra se constituyó de 43 estudiantes, el 76.7% hombres y el 23.3% mujeres. Con relación al estrato socioeconómico, el 9.1% pertenecen al estrato muy bajo, el 36.35% al estrato bajo, el 36.35% al estrato medio, el 9.1% al estrato alto y el 9.1% al estrato muy alto. La edad promedio de los estudiantes es 17.9 años. Con relación a la experiencia en programación de computadores, el 48.8% tiene experiencia previa y el 51.2% no ha tenido estudios previos en programación. La distribución por género del grupo experimental se constituyó de un 77.3% de hombres y 22.7% de mujeres. La distribución por género del grupo control fue 76.2% hombres y 23.8% mujeres.

3.3. Instrumento

Para el estudio de las variables de investigación se utilizó un instrumento para la recolección de la información. El cuestionario se usó para conocer la opinión de los estudiantes con relación a la implementación de una estrategia de evaluación basada en la personalización de recursos y actividades de aprendizaje. Se utilizan ítems de preguntas de carácter cuantitativo. Se solicitó información personal y demográfica (edad, género, estrato socioeconómico, estado civil, situación laboral, número de personas a cargo, promedio), con la cual se caracteriza la población

El diseño del cuestionario se basó en indicadores, cada uno de los cuales se compone de una agrupación de ítems. Los indicadores del instrumento fueron:

Cumplimiento de los elementos de la metodología de proyectos formativos.

Comprensión y participación en las actividades del proceso de evaluación.

Contribución de las actividades del proceso de evaluación a la formación.

Utilidad de los recursos y las actividades de aprendizaje, ofrecidas en Moodle.

Opinión del estudiante sobre el proceso de aprendizaje.

Para la validez de constructo, se realizó un análisis factorial con la información de la muestra de estudiantes. Para el análisis factorial se realizaron los siguientes pasos (Olmos, 2008):

(1) verificar los supuestos estadísticos que requiere el análisis factorial, (2) analizar los

factores extraídos producto de la rotación de componentes y (3) analizar las propiedades de cada uno de los factores. A continuación, en la tabla 2 se presenta la matriz de componentes rotados del análisis factorial, la cual permitió validar que la agrupación de los ítems está acorde con los constructos teóricos de la investigación.

Tabla 2
Matriz de componentes rotados

Variable	Componente				
	1	2	3	4	5
p16	.839				
p13	.823				
p14	.762				
p15	.621				.381
p1		.832			
p3		.798			
p2		.765			
p10		.687			
p31	.358	.418			
p25			.830		
p28	.326		.814		
p27			.784		
p26			.706		
p29			.686		
p23				.858	
p22				.835	
p21				.813	
p24				.647	.325
p20			.412	.500	
p32		.355			.770
p34					.695

p35					.658
p30	.363				.472

Fuente: elaboración propia.

- El factor 1 está constituido por variables asociadas al proceso de evaluación, este factor contiene los ítems (p16, p13, p14 y p15).
- El factor 2 asoció los ítems (p1, p3, p2, p10, p31), los cuales están relacionados con la metodología de proyectos formativos.
- El factor 3 asoció los ítems (p25, p28, p27, p26, p29), los cuales están relacionados con el diseño de la plataforma Moodle.
- El factor 4 asoció los ítems (p23, p22, p21, p24, p20), los cuales están relacionados con la utilidad de los recursos y las actividades de aprendizaje, ofrecidas en Moodle.
- El factor 5 asoció los ítems (p32, p34, p35, p30), los cuales se asocian con la opinión del estudiante sobre el proceso de aprendizaje y el rendimiento académico.

Los supuestos estadísticos basados en la secuencia de (Olmos, 2008), indicaron que las correlaciones entre las variables independientes son altas. La prueba de esfericidad Bartlett mostró que el nivel de significación de p-valor=0.000, permite afirmar que se existen relaciones significativas entre ítems del instrumento. El índice de adecuación muestral KMO, mostró un valor KM de 0.692, a partir de lo cual se puede aplicar el análisis factorial. La diagonal principal de la matriz de correlaciones, tiene coeficientes cercanos a 1.0, a excepción de las variables (p14=0.351 y p26=0.385) y los coeficientes fuera de esa diagonal son bajos. Los resultados obtenidos permiten afirmar que los supuestos estadísticos se cumplen para la extracción de los factores. El método de extracción de los componentes se realizó mediante el análisis de componentes principales. El método de extracción generó 10 factores. Se utilizaron los primeros cinco factores que explican el 63.2% de la variabilidad total.

4. Resultados

En la tabla 3, se muestra la distribución de porcentajes de la primera parte del cuestionario. En el instrumento se consultó a los estudiantes sobre el cumplimiento de los elementos de la metodología de proyectos formativos. El 86.4% de los estudiantes respondió que la metodología de proyectos formativos permite comprender (p1) y desarrollar (p2) las competencias esperadas en el curso. Con relación a la opinión de la pertinencia del problema del contexto (p3), el 86.4% de los estudiantes consideró que su nivel de reto está acorde con el nivel de su formación. El 77.3% de los estudiantes valoraron favorablemente su participación en la definición del problema del contexto (p4) y también afirman que realizaron todas las actividades correspondientes a las fases del proyecto formativo (p5). Respecto a la contribución de la metodología de proyectos formativos al trabajo colaborativo (p6) y a la interacción entre profesor y estudiantes (p7), mostró que un 90.9% de los estudiantes lo valoraron positivamente.

Tabla 3
Cumplimiento de los elementos de la metodología de proyectos formativos

Pregunta	%					Media
	1	2	3	4	5	
1. Las competencias a desarrollar en el proyecto formativo son claras a partir de las evidencias definidas.	0.0	0.0	13.6	68.2	18.2	4.04
2. La metodología de proyectos formativos contribuye	0.0	0.0	13.6	68.2	18.2	4.04

al desarrollo de las competencias del curso.						
3. El proyecto formativo se enfoca en la solución de un problema del contexto y su nivel de reto está acorde con la formación de los estudiantes.	0.0	0.0	13.6	63.6	22.7	4.09
4. Participo en la definición del problema del contexto y de las actividades para resolverlo durante el proyecto formativo.	0.0	0.0	22.7	59.1	18.2	3.95
5. Realizo las actividades correspondientes a cada una de las fases de un proyecto formativo.	0.0	0.0	22.7	50.0	27.3	4.04
6. La metodología de proyectos formativos propicia la interacción entre profesor y estudiantes.	0.0	0.0	9.1	81.8	9.1	4.00
7. La metodología de proyectos formativos promueve el trabajo colaborativo y la autogestión.	0.0	0.0	9.1	50.0	40.9	4.31

Fuente: elaboración propia

Con relación a la categoría comprensión y participación en las actividades del proceso de evaluación, en la tabla 4, se muestran los porcentajes de respuesta para cada ítem. El 95.4% de los estudiantes afirmó favorablemente que comprende las evidencias que debe presentar durante el desarrollo del proyecto formativo (p9). Con relación a la definición de los criterios definidos en las rúbricas, el 86.4% de los estudiantes, consideró que estos facilitan (p10) y orientan (p11) la elaboración de las evidencias definidas en el proyecto formativo. El 90.9% de los estudiantes participó en la definición de las evidencias y de los criterios de evaluación (p12). En cuanto al uso de la autoevaluación como mecanismo para la mejora de evidencias (p13), el 77.3% de los estudiantes respondieron favorablemente a esta pregunta. El 81.8% de los estudiantes afirmó realizar la coevaluación y la autoevaluación (p14).

Tabla 4
Comprensión y participación en las actividades del proceso de evaluación

Pregunta	%					
	1	2	3	4	5	Media
8. Las evidencias permiten demostrar el desarrollo de las competencias del proyecto.	0.0	0.0	18.2	40.9	40.9	4.22
9. Comprendo las evidencias a presentar en las fases del proyecto formativo.	0.0	0.0	4.6	81.8	13.6	4.09
10. Los criterios de las rúbricas facilitan la evaluación de las evidencias del proyecto.	0.0	0.0	13.6	68.2	18.2	4.04
11. Los criterios definidos en las rúbricas orientan la elaboración de las evidencias del proyecto formativo.	0.0	0.0	13.6	59.1	27.3	4.13
12. Participo en la definición de las evidencias y sus criterios de evaluación.	0.0	0.0	9.1	72.7	18.2	4.09

13. Utilizo la autoevaluación para la mejora continua de mis evidencias.	0.0	0.0	22.7	59.1	18.2	3.95
14. Realizo coevaluación y autoevaluación de las evidencias, con base en los criterios de evaluación definidos en la rúbrica.	0.0	0.0	18.2	59.1	22.7	4.04

Fuente: elaboración propia.

Los resultados de la contribución de las actividades del proceso de evaluación a la formación se presentan en la tabla 5. Con relación a la contribución de la autoevaluación (p15), la coevaluación (p16) y la heteroevaluación (p17), se obtuvo que más del 81.0% de los estudiantes, valoraron favorablemente la contribución de estos tipos de evaluación al rendimiento académico. El 77.3% de los estudiantes consideran de forma significativa, que la retroalimentación promueve la reflexión sobre los logros (p18). Finalmente, el 72.7% consideró que la metodología de evaluación contribuye al rendimiento académico (p19).

Tabla 5
Contribución del proceso de evaluación al rendimiento académico

Preguntas	%					Media
	1	2	3	4	5	
15. La autoevaluación de evidencias contribuye al rendimiento académico.	0.0	0.0	18.2	54.5	27.3	4.09
16. La coevaluación de evidencias contribuye al rendimiento académico.	0.0	0.0	22.7	54.5	22.7	4.00
17. La heteroevaluación de evidencias contribuye al rendimiento académico.	0.0	0.0	22.7	63.6	13.6	3.90
18. La retroalimentación promueve la reflexión sobre las competencias.	0.0	0.0	22.7	36.4	40.9	4.18
19. La metodología de evaluación de las evidencias contribuye a mejorar mi rendimiento académico.	0.0	0.0	27.3	40.9	31.8	4.04

Fuente: elaboración propia

Los resultados sobre la utilidad de los recursos y las actividades de aprendizaje en la plataforma Moodle, se presentan en la tabla 6. Con relación a los recursos de aprendizaje ofrecidos en Moodle, un 63.6% consideró que estos son útiles para la solución del proyecto formativo (p20), el 86.4% opinó de forma favorable que los recursos ofrecidos en la plataforma están en coherencia con las actividades de aprendizaje propuestas en el proyecto formativo (p21) y un 63.3% valoró de forma positiva la consonancia de los recursos y sus necesidades de aprendizaje (p22). La opinión de los estudiantes frente a las actividades de aprendizaje en Moodle, mostraron que el 68.2% consideraron que están acorde con las necesidades de aprendizaje (p23) y un 72.7% opinaron favorablemente frente a la coherencia de las actividades de aprendizaje con relación a su nivel de competencia (p24).

Tabla 6
Utilidad de los recursos y actividades de aprendizaje en Moodle

	%					

Preguntas	1	2	3	4	5	Media
20. Los recursos de aprendizaje ofrecidos en Moodle son útiles para la solución del proyecto formativo.	0.0	0.0	36.4	50.0	13.6	3.77
21. Los recursos de aprendizaje ofrecidos en Moodle son coherentes con las actividades de aprendizaje del proyecto formativo.	0.0	0.0	13.6	72.7	13.6	4.00
22. Los recursos de aprendizaje ofrecidos en Moodle están acorde con mis necesidades de aprendizaje.	0.0	0.0	36.4	45.5	18.2	3.81
23. Las actividades de aprendizaje ofrecidas en Moodle están acorde con mis necesidades de aprendizaje.	0.0	0.0	31.8	54.5	13.6	3.81
24. Las actividades de aprendizaje ofrecidas en Moodle son coherentes mi nivel de competencia.	0.0	0.0	27.3	45.5	27.3	4.00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 7, se muestran los resultados de la opinión de los estudiantes frente al proceso de aprendizaje. Con relación a la metodología de proyectos formativos se identificó que un 90.9% considera que esta incentiva a mejorar el rendimiento académico (p30). Un 77.3% de los estudiantes manifestaron su gusto con la metodología de proyectos formativos (p31). Un 72.7% afirmó que la metodología de proyectos formativos aumentó su motivación para trabajar de forma colaborativa (p34). En cuanto a la metodología de evaluación, el 63.4% consideró que esta incentiva a mejorar el rendimiento académico (p32) y que el 81.8% se sintió satisfecho con la metodología de evaluación (p33). Un 72.7% consideró que la autoevaluación incentiva a mejorar el rendimiento académico (p35). El 73.0% de los estudiantes considera que los compañeros muestran objetividad al momento de valorar las evidencias (p36). Finalmente, el 77.3% de los estudiantes se sintió satisfecho con los recursos de aprendizajes proporcionados en el proyecto formativo (p37).

Tabla 7
Opinión del estudiante con relación al proceso de aprendizaje

Preguntas	%					Media
	1	2	3	4	5	
30. La metodología de proyectos formativos incentiva a mejorar el rendimiento académico.	0.0	0.0	9.1	63.6	27.3	4.18
31. Me siento a gusto con la metodología de proyectos formativos.	0.0	0.0	22.7	50.0	27.3	4.04
32. La metodología de evaluación incentiva a mejorar mi rendimiento académico.	0.0	0.0	36.4	31.8	31.8	3.95
33. Me siento satisfecho con la metodología de evaluación en el curso.	0.0	4.5	18.2	59.1	18.2	3.90
34. La metodología de proyectos aumenta mi motivación para trabajar de forma colaborativa.	0.0	0.0	27.3	59.1	13.6	3.86

35. La autoevaluación me incentiva a mejorar mi rendimiento académico.	0.0	0.0	27.3	36.4	36.4	4.09
36. La retroalimentación de los compañeros muestra objetividad en la valoración de las evidencias.	0.0	0.0	27.0	45.5	27.3	4.00
37. Estoy satisfecho con los recursos de aprendizaje del proyecto formativo.	0.0	0.0	22.7	50.0	27.3	4.04

Fuente: elaboración propia

Para complementar el análisis descriptivo, se realizó un análisis de correlaciones con los ítems del instrumento relacionados al proceso de evaluación, el cual se presenta en la tabla 8. Para establecer las correlaciones entre las variables de estudio, se aplicó la prueba no paramétrica de Rho de Spearman, debido a que el conjunto de datos no cumple con el supuesto estadístico de normalidad del conjunto de datos. De las 12 variables, se identificó que las variables p9, p10, p11 y p12, tienen un coeficiente de correlación bajo con relación a otras variables y por tanto no se presentan en la matriz de correlaciones.

Se presentan correlaciones relacionadas con las categorías: comprensión y participación en las actividades del proceso de evaluación y contribución del proceso de evaluación a la formación.

Tabla 8
Matriz de correlaciones estudio

	p8	P13	p14	p15	p16	p17	p18	p19
P8	1.000 .	.299 .176	.268 .227	.297 .179	.355 .104	.582** .004	-.217 .332	-.271 .222
P13	.299 .176	1.000 .	.897** .000	.540** .010	.952** .000	.457* .033	.000 .999	.465* .029
p14	.268 .227	.897** .000	1.000 .	.548** .008	.952** .000	.482* .023	.057 .800	.380 .081
p15	.297 .179	.540** .010	.548** .008	1.000 .	.613** .002	.466* .029	.318 .149	.524* .012
p16	.355 .104	.952** .000	.952** .000	.613** .002	1.000 .	.554** .008	.074 .744	.442* .040
p17	.582** .004	.457* .033	.482* .023	.466* .029	.554** .008	1.000 .	.582** .004	.408 .060
p18	-.217 .332	.000 .999	.057 .800	.318 .149	.074 .744	.582** .004	1.000 .	.423 .050
p19	-.271 .222	.465* .029	.380 .081	.524* .012	.442* .040	.408 .060	.423 .050	1.000 .

Fuente: elaboración propia

Se identificó que la autoevaluación utilizada para la mejora continua de evidencias (p13), tiene una correlación positiva muy alta con realizar coevaluación y autoevaluación de las evidencias (p14). Se estableció una relación positiva alta con considerar que la autoevaluación contribuye al rendimiento académico (p15).

Existe correlación positiva entre afirmar que la autoevaluación contribuye al rendimiento académico (p15) y considerar que la coevaluación contribuye al rendimiento académico (p16). Se determinó correlación positiva alta entre la contribución de la autoevaluación (p15) y la metodología de evaluación (p19).

Se identificó correlación positiva entre la contribución de la heteroevaluación de evidencias al rendimiento académico (p17) y considerar que la retroalimentación promueve la reflexión sobre las competencias desarrolladas, los logros y los aspectos por mejorar (p18).

5. Conclusiones

El análisis descriptivo mostró que los estudiantes respondieron favorablemente a los aspectos: comprensión y participación en las actividades del proceso de evaluación, contribución del proceso de evaluación al rendimiento académico, utilidad de los recursos y actividades de aprendizaje en Moodle y opinión sobre el diseño del curso en Moodle.

Los sistemas adaptativos educativos tienen como uno de los propósitos proporcionar a los estudiantes los elementos de instrucción necesarios para ajustar la ruta de aprendizaje de acuerdo a sus necesidades e intereses de aprendizaje. Para ello es necesario obtener la mayor información posible del estudiante, pues de ello depende la adecuada y pertinente calidad de los servicios que a este se le puede proporcionar. En la revisión del estado del arte se identificó que las propiedades comúnmente definidas están referidas a aspectos cognitivos (Lo et al., 2012), características de perfil académico (Chrysafiadi & Virvou, 2012), (Jeremić et al., 2012) y estilos de aprendizaje (Vélez, 2009), (Mendoza, 2015). El marco de referencia también permitió determinar que las características relacionadas con aspectos didácticos de evaluación no siempre son consideradas para realizar adaptación y no necesariamente consideran el nivel de dominio de conocimiento para personalizar actividades y recursos de aprendizaje.

En este trabajo también se hace una contribución desde la integración tecnológica, mediante la representación de una arquitectura de extensión para Moodle y la integración con los componentes de un sistema adaptativo educativo. El sistema adaptativo se estructuró sobre cuatro modelos: instrucción, dominio, estudiante y de adaptación. El modelo de instrucción se fundamentó en los lineamientos pedagógicos del enfoque socioformativo, el cual se presenta como un conjunto de competencias. Cada competencia tiene asociado un conjunto de evidencias que deben ser elaboradas y a partir de las cuales se establece un nivel de dominio, con el cual se realiza la adaptación de recursos y actividades de aprendizaje. El modelo de dominio se basó en un perfil de experto, el cual se representa mediante una jerarquía de nodos en los cuales queda explícito: perfil de egreso, competencias, criterios y evidencias, con sus respectivas relaciones. El modelo de estudiante contiene la integración de las características estilos de aprendizaje y nivel de competencia, con el propósito de constituir la función adaptativa del sistema.

El análisis correlacional, mostró que se identifican relaciones entre las variables que pertenecen a las categorías: comprensión y participación en las actividades del proceso de evaluación y contribución del proceso de evaluación al rendimiento académico. Se determinó correlación significativa muy alta en considerar que la participación en la autoevaluación y la coevaluación, contribuyen al rendimiento académico de los estudiantes. Así mismo, se estableció correlación positiva entre realizar autoevaluación de las evidencias y considerar que la autoevaluación de evidencias es de utilidad para el proceso de formación. Se encontró que la autoevaluación tiene correlación positiva moderada con considerar que las rúbricas son instrumentos adecuados para la evaluación de evidencias.

Los resultados de la opinión de los estudiantes con relación a la metodología de proyectos formativos, mostraron que un alto porcentaje de los estudiantes comprenden los aspectos pedagógicos básicos de la metodología. Así mismo, un porcentaje alto consideraron que la

metodología contribuye e incide en los resultados de aprendizaje. Se determina los proyectos formativos propician la interacción entre profesores y estudiantes durante el proceso de formación, así mismo, destacan que estos promueven el trabajo colaborativo y la autogestión.

Referencias bibliográficas

- Ahmad, A., Basir, O., & Hassanein, K. (2004). Adaptive user interfaces for intelligent e-learning: issues and trends. In *Proceedings of The fourth international conference on electronic business* (pp. 925–934). Beijing.
- Antal, M., & Koncz, S. (2011). Student modeling for a web-based self-assessment system. *Expert Systems with Applications*, 38(6), 6492–6497. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.11.096>
- Badaracco, M. (2013). *Sistema Tutor Inteligente basado en Competencias (STI-C). Propuesta de Arquitectura y Diagnóstico*. Universidad de Málaga.
- Badaracco, M., & Martínez, L. (2011). An Intelligent Tutoring System Architecture for Competency-Based Learning. In König et al (Ed.), *Knowledge-Based and Intelligent Information and Engineering Systems* (Springer-V, pp. 124–133). Kaiserslautern: Springer Berlin / Heidelberg.
- Boticario, J., Santos, O., & Van Rosmalen, P. (2006). Issues in developing adaptive learning management systems for higher education institutions. In *ADALE Workshop. Adaptive hypermedia 2006 conference* (pp. 55–71). Dublin.
- Brusilovsky, P. (2001). Adaptive hypermedia. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 11, 87–110.
- Brusilovsky, P. (2004). KnowledgeTree: A distributed architecture for adaptive e-learning. In *Proceedings of the 13th international world wide web conference* (pp. 104–113). New York, New York, USA.
- Burgos, D., Santos, J., & Fernández, D. (2007). Proyecto Suma - Modelo de aprendizaje adaptativo.
- Cardona, S. (2017). *Metodología para la evaluación de competencias soportada en un ambiente de aprendizaje virtual adaptativo*. Universidad Pontificia Bolivariana.
- Cataldi, Z., & Lage, F. J. (2010). Modelado del Estudiante en Sistemas Tutores Inteligentes. *Revista Iberoamericana de Tecnología En Educación Y Educación En Tecnología*, 5, 29–38.
- Chrysafiadi, K., & Virvou, M. (2012). Evaluating the integration of fuzzy logic into the student model of a web-based learning environment. *Expert Systems with Applications*, 39(18), 13127–13134. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.05.089>
- Chrysafiadi, K., & Virvou, M. (2013). Student modeling approaches: A literature review for the last decade. *Expert Systems with Applications*, 40(11), 4715–4729. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2013.02.007>
- Clemente, J., Ramírez, J., & de Antonio, A. (2011). A proposal for student modeling based on ontologies and diagnosis rules. *Expert Systems with Applications*, 38(7), 8066–8078. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.12.146>
- Clemente, J., Ramírez, J., & de Antonio, A. (2014). Applying a student modeling with non-monotonic diagnosis to Intelligent Virtual Environment for Training/Instruction. *Expert Systems with Applications*, 41(2), 508–520. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2013.07.077>
- Conejo, R., Millán, E., Pérez, J., & Trella, M. (2001). Modelado del alumno: un enfoque bayesiano. *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, 12, 50–58.
- De Bra, P., Aerts, A., Berden, B., De Lange, B., Rousseau, B., Santic, T., ... Stash, N. (2003). AHA! The adaptive hypermedia architecture. In *HYPertext 03 Proceedings of the fourteenth ACM conference on hypertext and hypermedia* (pp. 81–84). New York, New York, USA: ACM.
- Despotović-zrakić, M., Marković, A., Bogdanović, Z., Barać, D., & Ilića, J. (2012). Providing adaptivity in Moodle LMS courses ddaptive e-learning systems. *Educational Technology &*

Society, 15(1), 326–338.

Dorça, F. a., Lima, L. V., Fernandes, M. a., & Lopes, C. R. (2013). Comparing strategies for modeling students learning styles through reinforcement learning in adaptive and intelligent educational systems: An experimental analysis. *Expert Systems with Applications*, 40(6), 2092–2101. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.10.014>

Duque, N. (2009). *Modelo Adaptativo Multi-Agente para la Planificación y Ejecución de Cursos Virtuales Personalizados*. Universidad Nacional de Colombia.

El Faddouli, N., El Falaki, B., Idrissi, M. K., & Bennani, S. (2011). Towards an adaptive competency-based learning system using assessment. *International Journal of Computer Science*, 8(1), 265–274.

Grubiši, A., Stankov, S., & Žitko, B. (2013). Stereotype Student Model for an Adaptive e-Learning System. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 76, 20–27.

Jeremić, Z., Jovanović, J., & Gašević, D. (2012). Student modeling and assessment in intelligent tutoring of software patterns. *Expert Systems with Applications*, 39(1), 210–222. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.07.010>

Kim, J., Lee, A., & Ryu, H. (2013). Personality and its effects on learning performance: Design guidelines for an adaptive e-learning system based on a user model. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 43(5), 450–461. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2013.03.001>

Limongelli, C., Sciarrone, F., & Vaste, G. (2011). Personalized e-learning in Moodle: the Moodle _ LS system. *Journal of E-Learning and Knowledge Society*, 7(1), 49–58.

Lo, J.-J., Chan, Y.-C., & Yeh, S.-W. (2012). Designing an adaptive web-based learning system based on students' cognitive styles identified online. *Computers & Education*, 58(1), 209–222. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.08.018>

Mendoza, M. (2015). *Marco de referencia para la elaboración de modelos de estudiante en sistemas adaptativos de aprendizaje miguel angel mendoza moreno*. Universidad del Cauca.

Muñoz, K., Kevitt, P. M., Lunney, T., Noguez, J., & Neri, L. (2011). An emotional student model for game-play adaptation. *Entertainment Computing*, 2(2), 133–141. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2010.12.006>

Nussbaumer, A., Gütl, C., & Neuper, W. (2010). A Methodology for Adaptive Competence Assessment and Learning Path Creation in ISAC. In *13th International conference on interactive computer aided learning* (pp. 1136–1139). Hasselt.

Olmos, S. (2008). *Evaluación Formativa y Sumativa de estudiantes universitarios: Aplicación de las Tecnologías a la Evaluación Educativa*. Universidad de Salamanca.

Ozyurt, H., Ozyurt, O., Baki, A., & Guven, B. (2012). An Application of Individualized Assessment in Educational Hypermedia: Design of Computerized Adaptive Testing System and its Integration Into UZWEBMAT. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 46, 3191–3196. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.035>

Paramythis, A., & Loidl-reisinger, S. (2004). Adaptive learning environments and e-learning standards. *Electronic Journal on E-Learning*, 2(1), 181–194.

Popescu, E., Trigano, P., & Badica, C. (2007). Evaluation of a learning management system for adaptivity purposes. *2007 International Multi-Conference on Computing in the Global Information Technology (ICCGI'07)*, 9–9. <https://doi.org/10.1109/ICCGI.2007.24>

Schiaffino, S., Garcia, P., & Amandi, A. (2008). eTeacher: Providing personalized assistance to e-learning students. *Computers & Education*, 51(4), 1744–1754. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.05.008>

Tobón, S. (2013a). *Formación integral y competencias* (Tercera Ed). Bogotá: ECOE Ediciones.

Tobón, S. (2013b). *Metodología de gestión curricular. Una perspectiva socioformativa*. México: Editorial Trillas.

Toledo, G., Mezura, C., & Cruz, N. (2013). Modelo de evaluación adaptativa y personalizada

mediante razonamiento probabilista. In *Octava Conferencia Latinoamericana de Objetos y Tecnologías de Aprendizaje* (pp. 1–12). Valdivia.

Vélez, J. (2009). *Entorno de aprendizaje virtual adaptativo soportado por un modelo de usuario integral*. Universidad de Girona.

Woolf, B. (2010). Student Modeling. In R. Nkambou, J. Bourdeau, & R. Mizoguchi (Eds.), *Studies in Computational Intelligence* (Vol. 308, pp. 267–280). Chennai: Springer Berlin / Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-14363-2_19

Zaitseva, L., & Boule, C. (2003). Student models in computer-based education. In *ICALT 03. 3rd IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*. (pp. 1–6). Athens.

1. Universidad del Quindío. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería de Sistemas y Computación. Doctor en Ingeniería. Correo electrónico de contacto: sergio_cardona@uniquindio.edu.co

2. Programa de Ingeniería de Software a Distancia, Facultad de Ingeniería. Universidad de Cartagena. Corporación para la Ciencia, la investigación, la Innovación y el Emprendimiento, CORCIEM. Correo electrónico de contacto: jeimy.velez@corciem.co

3. Universidad del Quindío. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería de Sistemas y Computación. Doctor en Ingeniería. Correo electrónico de contacto sjaramillo@uniquindio.edu.co

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 39 (Nº 20) Año 2018

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a webmaster]

©2018. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados