

# Plataforma Adaptativa para la Búsqueda y Recuperación de Recursos Educativos Digitales

## Adaptive framework to the search and retrieval of digital educational resources

Mauricio Giraldo Ocampo, Paula A. Rodríguez Marín,  
Demetrio Arturo Ovalle  
Departamento de Ciencias de la Computación y de la  
Decisión,  
Universidad Nacional de Colombia Cra 80 # 65-223  
Medellín, Antioquia, Colombia  
{magiraldooc, parodriguezma, dovalle}@unal.edu.co

Valentina Tabares Morales, Néstor D. Duque Méndez  
Departamento de Informática y Computación  
Universidad Nacional de Colombia Kilometro 7 vía al  
magdalena  
Manizales, Caldas, Colombia  
{vtabaresm, ndduqueme}@unal.edu.co

**Resumen**—Una de las grandes posibilidades, producto de la unión entre las TIC y la educación, es ofrecer a los estudiantes ambientes personalizados a sus necesidades, y preferencias. Como alternativa se presentan los sistemas adaptativos donde para lograr este objetivo, se requiere de estrategias de adaptación y la definición de un modelo de estudiante que recoja las principales características de los usuarios, las cuáles servirán para realizar cambios en el entorno educativo de forma automática. En este trabajo se propone una plataforma adaptativa que, a partir de las características específicas de un usuario, realiza la entrega personalizada de recursos educativos digitales que se encuentran disponibles a través de repositorios. También se propone realizar algunas adaptaciones en las interfaces para usuarios con necesidades especiales de educación, específicamente con limitación visual.

**Palabras Clave**—recursos educativos, plataforma adaptativa, modelo del estudiante, búsqueda y recuperación

**Abstract**— The union between ICT and education come a great potential possibility for provide students custom environments to their needs and preferences. An alternative are adaptive systems, which require adaptation strategies and the definition of a model student, including the main characteristics of users, which will serve to make changes in the educational environment automatically. In this paper, an adaptive platform is proposed in which the specific characteristics of a user are used to perform the customized delivery of digital educational resources that are available through repositories. Some adaptations are also made in the user interfaces with educational special needs, certainly user visual disabilities.

**Keywords**— educational resources, adaptive platform, model student, search and retrieval

### I. INTRODUCCIÓN

Con el avance de las TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación) su uso en procesos educativos ha ido creciendo significativamente, por lo que se requiere de la definición y organización de estrategias orientadas al apoyo de este tipo de iniciativas. Los Recursos Educativos Digitales surgen como una respuesta a esta necesidad, distinguiéndose de otros recursos por sus posibilidades de reutilización y distribución [1], además son almacenados en repositorios que permiten su gestión y efectividad en búsquedas y recuperación [2], [3].

Se cuenta con posibilidades como la adaptación de ambientes educativos virtuales de acuerdo a necesidades y preferencias particulares de los alumnos [4], [5]. Son varios los trabajos en esta área, con propuestas desde diferentes enfoques, que permiten apoyar el reconocimiento de características especiales y la realización de cambios que respondan a ellas.

Con el fin de llevar a cabo este tipo de actividades, se requiere la identificación de algunas características diferenciadoras y que permitan establecer un perfil específico para cada estudiante.

Un modelo de estudiante está orientado a la posibilidad de conocer características específicas de cada usuario con el fin de realizar procesos relacionados con la personalización, tales como la entrega de contenidos adaptados o la recomendación de aquellos que cubran gran parte de sus necesidades. La construcción de un perfil de usuario requiere la previa recopilación de información [6].

Son varios los componentes susceptibles de adaptación en un sistema de educación: las interfaces con el estudiante, el plan del curso, las estrategias educativas, la selección de recursos educativos, el filtrado de información y el proceso evaluativo, entre otras [6].

Particularmente para este artículo, se propone una plataforma orientada a la entrega adaptada de recursos educativos digitales de acuerdo a las características capturadas

en el perfil del estudiante, apoyando el proceso de búsqueda y recuperación de este material. La plataforma también realiza cambios en algunas de las configuraciones de la interfaz para ofrecer una mayor accesibilidad al usuario.

La plataforma realiza el proceso de adaptación con base en un sistema de reglas que cruza las características del modelo del estudiante con los metadatos de los recursos educativos que se encuentran almacenados en repositorios y que resultan de una búsqueda realizada por el usuario.

El resto del artículo se estructura así: En la sección 2 se presenta el marco teórico y en la sección 3 los trabajos relacionados con la propuesta, la cual es detallada en la sección 4. Un caso de estudio es mostrado en la sección 5 y finalmente en la sección 6 se presentan conclusiones y trabajos futuros.

## II. MARCO TEÓRICO

A continuación se presentan algunos elementos conceptuales que soportan la propuesta presentada en este trabajo:

### A. Sistemas Adaptativos

Una de las grandes posibilidades producto de la unión entre las TIC y la educación es ofrecer a los estudiantes ambientes personalizados a sus necesidades, y preferencias, conocidos como Adaptativos, debido a su posibilidad de responder de forma automática a estas condiciones [4], [5].

En un sistema adaptativo debe definirse una estrategia de adaptación que consiste en establecerse "Qué Adaptar" especificando los componentes a ser entregados de forma personalizada, "Cuándo Adaptar" que corresponde al momento en el que se disparará la adaptación, "Por qué Adaptar" que se relaciona con los objetivos del proceso de adaptación y "Cómo Adaptar" que se reconocen como reglas de adaptatividad [6].

Un caso particular de los sistemas adaptativos son los Sistemas de Recomendación que permiten ofrecer sugerencias de ítems, objetos, productos o servicios que sean de utilidad para un usuario, realizando predicciones de sus gustos o necesidades [7]. Este tipo de sistemas tienen como principal característica la capacidad de trabajar con los usuarios de manera individual, identificando sus preferencias y elementos potencialmente relevantes, para lo que se requiere de perfiles que estructuren esta información [8].

Una de las principales aplicaciones de los sistemas de recomendación es en buscadores de diferentes tipos, donde los resultados de una búsqueda son filtrados para seleccionar aquellos que contengan información cercana a las condiciones identificadas para cada usuario [9]. En el modelado de un sistema de recomendación se definen los elementos que intervienen, tales como las características que se capturarán del usuario, las estrategias de recomendación que se utilizarán y el detalle de los ítems que serán recomendados.

### B. Modelo del Estudiante

El principal objetivo de un usuario en un sistema es tener acceso a servicios y contenidos que cubra sus necesidades, por lo tanto el *Perfil de Usuario* es entendido como el modelado

con la información requerida para identificar a cada usuario de forma independiente y ofrecer una experiencia más acorde a sus características [10]. Este modelado es fundamental y requiere de una estructura adecuada para su análisis, recuperación y utilización [11].

Los *Modelos de Estudiante* están orientados a la captura, almacenamiento y actualización de información relevante relacionada tanto con las características del estudiante como con algunos elementos del proceso educativo. Se busca definir características distintivas y más relevantes de cada usuario en el proceso de enseñanza y aprendizaje para sistemas en los que se desee realizar algún tipo de personalización o adaptación [6].

Uno de los principales usos que se le ha dado al modelo de estudiante es la posibilidad de entregar resultados de búsqueda diferentes para cada usuario de acuerdo a sus características, necesidades y preferencias. Específicamente para el caso de repositorios de material educativo, se espera entregar recursos que presenten elementos que apoyen los requerimientos del estudiante y puedan llegar a enriquecer el proceso educativo [9].

### C. Recursos Educativos Digitales

Los Recursos Educativos Digitales (RED) se distinguen de otros recursos por su predisposición a la reutilización en múltiples contextos, además de su disponibilidad en diferentes ambientes [1]. Se reconocen como entidades digitales que tienen como principales características la reusabilidad, adaptabilidad, accesibilidad y escalabilidad, lo que ofrece ventajas frente a otros tipos de recursos educativos, además están acompañados de metadatos que los describen y permiten su identificación, para facilitar su búsqueda, recuperación y uso [12]. Los recursos educativos son almacenados en repositorios que permiten su gestión y efectividad en búsquedas y recuperación [2], [3].

Miles de estos recursos son almacenados y administrados a través de Repositorios que deben seguir una serie de estándares con el fin de incrementar su efectividad e interoperabilidad, garantizando el acceso por parte de estudiantes y profesores alrededor del mundo, además se cuenta con Federaciones de Repositorios que permiten un punto único de acceso a los recursos almacenados en diferentes repositorios [2], [3].

## III. TRABAJOS RELACIONADOS

En esta sección se presentan algunos trabajos relacionados con el proceso de búsqueda y recuperación de contenidos educativos, adaptada a algunas características particulares de los estudiantes.

Betancur y otros en [13], plantean un sistema de recomendación como complemento de un sistema de tutoría inteligente, cuyo objetivo principal es incrementar la interacción del estudiante y el profesor, a través de la recomendación de objetos de aprendizaje al profesor según las temáticas que él dicta y según los perfiles de los estudiantes que reciban el curso. Aunque su aporte se enfoca en la creación de cursos virtuales eficientes y adaptados, no se

tienen en cuenta características del perfil objetivo de este trabajo como lo son las necesidades especiales de educación.

Klašnja-Milićević en [14] plantean un sistema de recomendación para un módulo de tutoría de programación llamado PROTUS. Su principal objetivo es entregar y construir cursos de programación que estén a la medida del aprendizaje del estudiante. En este sistema se tienen en cuenta diversos factores tales como: nivel educativo del estudiante, estilo de aprendizaje y logs de navegación, con el propósito de identificar características individuales de cada estudiante para entregar contenidos adaptados a él. Para hacer este proceso de recomendación, primero se clasifican los estudiantes en diferentes clúster según su estilo de aprendizaje, seguido a ello se analizan las interacciones que el estudiante ha tenido. Finalmente, se presenta a cada estudiante una lista de recomendaciones ordenada de acuerdo a las calificaciones frecuentes, proporcionadas por el sistema Protus y se espera que los resultados entregados tengan un alto nivel de aceptación por parte de los estudiantes.

Casali y otros en [9], presentan una arquitectura e implementación de un prototipo de sistema recomendador, que tiene como objetivo entregar objetos de aprendizaje almacenados en una lista ordenada, teniendo en cuenta el perfil del usuario; está integrado para realizar búsquedas en la federación Ariadne. Tiene una arquitectura multi-agente para realizar el filtrado de los objetos y entregar así aquellos que satisfacen el tema y el perfil del estudiante. Entre las características que definen el perfil se encuentran la lengua materna, el tema, las preferencias de idioma, interacción, duración, entre otras. Sin embargo no se tienen en cuenta las necesidades especiales de educación.

Salehi y otros (2013) presentan un sistema de recomendación híbrido para materiales educativos utilizando algoritmos genéticos, realizan dos procesos de recomendación, el primero de ellos trata de las características explícitas representado en un matriz de preferencias los intereses del estudiante. La segunda recomendación es con pesos implícitos a los recursos educativos que son considerados como cromosomas en el algoritmo genético para optimizarlos según los valores históricos. Esta recomendación es generada por el vecino más cercano [15].

Peissner y Edlin-White (2013) proponen un diseño de patrones basados en el enfoque de implementación de interfaces de usuarios adaptativas para personas con necesidades especiales. En este trabajo se basan en el desarrollo de interfaces adaptativas y no puntualmente en la entrega de materiales educativos adaptados [16].

Presentan un sistema de recomendación basado en caminos para la accesibilidad. Entregan recursos a personas con necesidades especiales. Utiliza los conceptos de computación ubicua. Además se centra en encontrar similitudes entre senderos, información del contexto y perfiles de usuario para recomendar recursos accesibles.

Se ha realizado un gran número de trabajos en sistemas adaptativos en educación, sin embargo aún no se han llenado las expectativas debido a problemas como la falta de esquemas

genéricos de personalización [6], [17], [18] y dificultades en la captura y actualización del perfil del estudiante [19], además cuando se trata de recursos educativos es necesario contar con metadatos que permitan distinguir claramente sus características, con el fin de poder realizar una selección personalizada [19], [20]. En este trabajo se presenta una plataforma que entrega recursos educativos adaptados a las necesidades y preferencias de los usuarios.

#### IV. PROPUESTA

Dentro de los repositorios existe gran variedad de recursos educativos digitales, los cuales tienen diferentes características indicadas por sus metadatos. Los metadatos pueden estar definidos en diferentes estándares, para esta propuesta utilizamos el estándar IEEE-LOM extendiendo algunos metadatos para manejar datos de accesibilidad, utilizando información de las diferentes categorías.

Los buscadores de estos recursos, usualmente realizan búsquedas tomando en cuenta únicamente las palabras clave, obviando una gran cantidad de atributos. Esto conlleva a que no sean consideradas características del usuario como puede ser, su estilo de aprendizaje que tiene una estrecha relación con la forma en que el estudiante prefiere los contenidos educativos buscados, apoyando su proceso de enseñanza – aprendizaje.

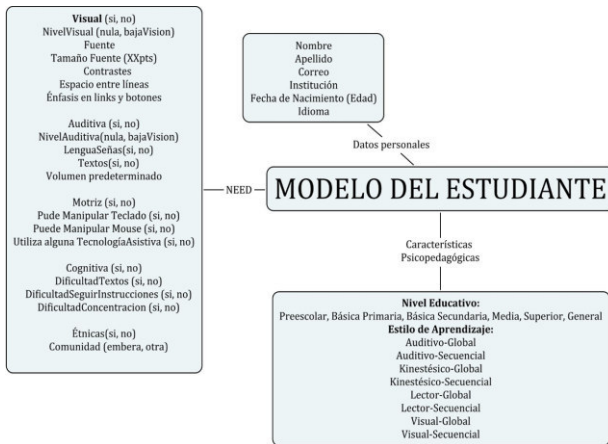
Otras características como el nivel educativo, algunas condiciones culturales y determinadas necesidades especiales de educación, comúnmente no se tienen en cuenta a la hora de entregar los recursos educativos resultantes en una búsqueda [21]. Sin embargo, esto podría llegar a mejorar la experiencia de los usuarios al encontrar material que se adapte mejor a sus condiciones.

Teniendo en cuenta el planteamiento anterior, se propone una plataforma tecnológica que permite adaptar la búsqueda y recuperación de recursos educativos digitales de acuerdo con características específicas de los usuarios, además de algunas características asociadas con la interfaz.

Uno de los elementos principales en un sistema adaptativo es el Modelo del Estudiante, donde se especifican las características que permitirán establecer diferencia entre cada usuario y ofrecer una respuesta acorde a estas disimilitudes. Para esta propuesta, se trabaja con el Modelo del Estudiante presentado en la Fig. 1.

A partir de la revisión realizada sobre algunos modelos de usuarios en sistemas educativos y trabajos previos realizados, se definen tres componentes principales que son: Datos Personales, Características psicopedagógicas y Necesidades Especiales de Educación (NEED). La captura de estas características permitirá apoyar el proceso de adaptación, reconociendo condiciones específicas de los estudiantes y entregando recursos educativos de acuerdo a ellas.

Fig. 1. Modelo del Estudiante Propuesto



El proceso de captura del perfil del estudiante se realiza a través de un sistema de registro en el cual se le hace al usuario una serie de preguntas divididas en dos test. El primero de ellos está orientado a identificar si el estudiante presenta algún tipo de discapacidad visual, auditiva, motriz o cognitiva. El test además cuestiona sobre aspectos relacionados con la forma como el estudiante interactúa con la plataforma, qué preferencias tiene para su visualización y control, si requiere de algún tipo de apoyo o si los contenidos deben cumplir con algunas condiciones especiales. También permite establecer si pertenece a alguna comunidad étnica, es decir comunidad indígena, la cual tiene cultura, lengua y costumbres diferentes y a la que se le pueden entregar recursos desarrollados en su propia lengua de acuerdo a estos aspectos únicos de su cultura.

En el segundo test se identifica el estilo de aprendizaje predominante en el usuario, donde se combinan los modelos VARK y FLSM realizando en total 24 preguntas [22]. Del test de FLSM se toma solo la dicotomía secuencial-global, relacionada con la forma de procesar y comprender la información.

Durante este proceso de registro también son capturados los datos personales del estudiante, el idioma y el nivel educativo en el que se encuentra ubicado, que de acuerdo a lo establecido en Colombia podría ser: preescolar, básica primaria, básica secundaria, media y superior. Se establece también la categoría General para los casos donde el estudiante no se encuentre en un proceso educativo formal.

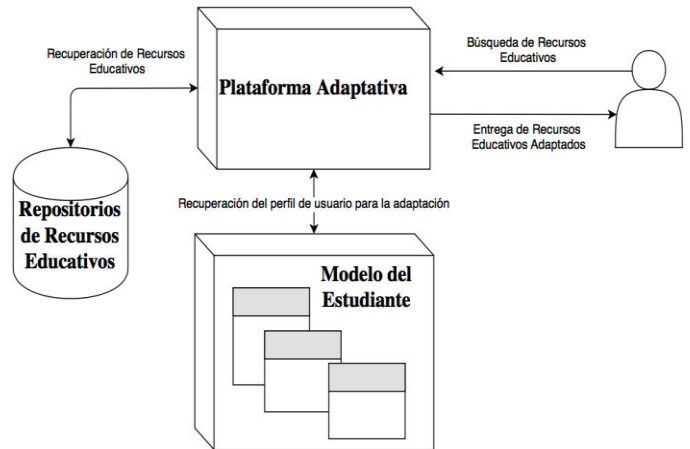
La plataforma permite realizar búsqueda y recuperación de recursos educativos adaptados a las necesidades especiales de educación y características psicopedagógicas del usuario. En la Fig. 2 se presenta el esquema general del proceso de adaptación.

Con la definición y captura del Modelo del Estudiante y utilizando los Recursos Educativos Digitales almacenados en Repositorios distribuidos, la plataforma realiza la entrega de recursos adaptados como respuesta a una búsqueda realizada por el usuario.

Como se comentó previamente, la plataforma también realiza adaptaciones de algunos aspectos de la interfaz, tales como los niveles de contraste, el tamaño y tipo fuente, y el

interlineado. Esto se hace especialmente para el caso en que el usuario estableció que tiene una discapacidad visual y requiere de estas modificaciones para una mejor interacción.

Fig. 2. Esquema general del proceso de adaptación



La adaptación de los contenidos educativos se realiza a partir de una serie de reglas, que evalúan características del perfil del estudiante frente a los metadatos suministrados por los repositorios.

Primero se seleccionan los recursos educativos que cumplan con el criterio de Idioma y Nivel de Escolaridad ejecutando la siguiente regla:

*Si (idioma == General.Language ^ NivelEscolaridad == Educational.context)*

Después se verifica si el estudiante respondió sí en alguna de las necesidades especiales y se ejecutan las reglas para NEED, sino se ejecutan las reglas para estilo de aprendizaje.

A continuación se presenta un ejemplo de las reglas para NEED:

```

Si [(NEED(visual) ^ Visual(visionNula)] entonces
    { Para cada OA hacer
      val=0
      [Si HasAuditoryAlternative(si) entonces val += 0,8] ^
      [Si (InteractivityLevel(muy bajo) v InteractivityLevel(bajo) v InteractivityLevel(medio))
        entonces val += 0,1] ^
      [Si (Format(audio) v Format(video)) entonces val += 0,1]
    }
    
```

A continuación se presenta un ejemplo de las reglas para Estilos de Aprendizaje:

```

Si [Learning Style (Auditivo-Global)] entonces
    { Para cada OA seleccionar
      [Si Educational.LearningResourceType (audio)
        v Educational.LearningResourceType (video)] ^
      [Si Educational.InteractivityLevel (medium)
        v Educational.InteractivityLevel (low)]
        v [Educational.InteractivityType (Expositive)
    }
    
```

∨ Educational.InteractivityType (Mixed)]  
}

Una vez ejecutadas las reglas correspondientes al perfil de cada usuario, se obtiene una lista filtrada de recursos educativos que se adaptan a sus características, lo que permitirá mejorar la experiencia del estudiante y facilitar el proceso de identificación del material educativo que apoye su proceso de aprendizaje.

La plataforma se encuentra desarrollada en los lenguajes de programación PHP, JavaScript y HTML los cuales permiten tener un buen rendimiento tanto de las respuestas del servidor a la hora de realizar búsquedas, como al generar interacción rápida del lado del cliente al ejecutar el proceso de adaptación en la interfaz. Se cuenta con un gestor de bases de datos Postgres, para la persistencia de los datos del usuario.

## V. TRABAJO EXPERIMENTAL

Se implementó un prototipo de la plataforma adaptativa propuesta utilizando los lenguajes de programación PHP y JavaScript.

En total fueron implementadas 23 reglas de adaptación que cruzan los elementos del perfil del estudiante con los metadatos que se encuentran almacenados en repositorios de recursos educativos digitales. Específicamente se trabajó con los Objetos de Aprendizaje disponibles a través de la Federación de Repositorios de Objetos de Aprendizaje Colombia (FROAC), ya que estos cuentan con metadatos orientados a la accesibilidad, que se requieren para identificar algunas características de los OA.

También fueron implementados los test para capturar las características de los estudiantes. En la Fig. 3 se puede observar una de las interfaces utilizadas para este proceso.

Fig. 3. Test para identificar NEED

NEED Visual	¿ Como determinaría la calidad de su visión ?	Visión Baja
NEED Auditiva	Nivel Auditiva	Audición Buena
Textos		si
NEED Motriz	¿Puede Manipular Mouse ?	Si
	¿ Puede manipular el teclado ?	Si
	¿ utiliza alguna Tecnología Asistiva ?	No
NEED Cognitiva	¿ Tiene dificultades para comprender un texto escrito o expresarse a través del mismo?	No

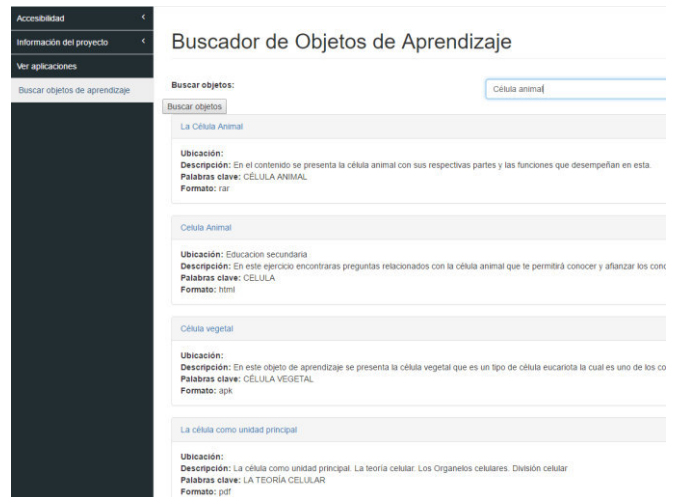
Como un caso de estudio particular, fue ingresado un estudiante simulado que corresponde a las características que se presentan a continuación:

- **Nombre:** Estudiante 1
- **Idioma:** Español
- **Nivel Educativo:** Básica Primaria
- **Estilo de Aprendizaje:** Visual-Global

- **NEED Visual:** No
- **NEED Auditiva:** No
- **NEED Motriz:** No
- **NEED Cognitiva:** No
- **NEED Étnicas:** Si
  - **Comunidad Étnica:** Embera Chami

Se realizó una búsqueda con la cadena “célula animal”, primero como un usuario genérico que no se ha registrado a la plataforma, es decir, del que no se ha hecho captura de su perfil. En la Fig. 4 se presenta la lista de resultados entregada.

Fig. 4. Resultados para Usuario genérico



Para el caso del estudiante denominado como “Estudiante 1” cuyo perfil indica que hace parte de una comunidad étnica, específicamente la Embera Cami, se realizó el proceso de adaptación y como respuesta a la búsqueda “célula animal” solo se entrega un recurso educativo que cumple con las condiciones requeridas por este estudiante. Esto se puede observar en la Fig. 5.

Como se puede observar en las Figuras 4 y 5, los resultados entregados para cada usuario son diferentes, es decir, fueron adaptados a las características específicas de su perfil.

Esta adaptación permite que el estudiante se pueda concentrar en consultar recursos que son más acordes a sus condiciones, evitando pérdida de tiempo y posible desmotivación al tenerse que enfrentar con largas listas de resultados de búsqueda que contienen material que no apoya adecuadamente su proceso educativo.

Fig. 5. Resultados adaptados al usuario



## VI. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

La búsqueda de recursos educativos teniendo en cuenta el perfil del estudiante, permite que las características individuales sean reconocidas, lo que se espera se traduzca en una recuperación más acorde a las necesidades y esto pueda llegar a reflejarse en mayor efectividad en el proceso educativo.

La propuesta presentada mostró que es posible aprovechar los metadatos de los recursos educativos, para hacer el proceso de adaptación de acuerdo a los datos capturados en el perfil del estudiante.

Se utilizó el estándar IEEE-LOM, y realizamos la extensión de algunos metadatos para tener en cuenta características de accesibilidad. Este modelo de adaptación se puede utilizar bajo otros estándares siempre y cuando se realicen modificaciones a las reglas de adaptación para la selección adecuada del metadato.

Se espera realizar un mayor proceso de validación de las reglas de adaptación, teniendo en cuenta una mayor cantidad de usuarios con diferentes perfiles.

Como trabajo futuro se plantea la inclusión de una funcionalidad que permita mostrar los textos y enlaces presentes en la plataforma en Lengua de Señas Colombiana, con el fin de adaptar estas características a los estudiantes que lo requieran. Así mismo, se plantea una funcionalidad que permita la reproducción de audio en las mismas condiciones anteriores.

## AGRADECIMIENTOS

El trabajo presentado en este artículo ha sido financiado parcialmente por Colciencias y el Ministerio de Educación Nacional de Colombia a través del proyecto titulado "RAIM: Implementación de un framework apoyado en tecnologías móviles y de realidad aumentada para entornos educativos ubicuos, adaptativos, accesibles e interactivos para todos" con código 111956934172.

## REFERENCIAS

[1] E. Morales, F. J. García, Á. Barrón, A. J. Berlanga, and C. López, "Propuesta de Evaluación de Objetos de Aprendizaje," *Simp. Pluridiscip. sobre Diseño, Evaluación y Descripción Contenidos*

*Educ. Reutil.*, 2005.

[2] R. McGreal, "A Typology of Learning Object Repositories," in *Handbook on Information Technologies for Education and Training*, 2008, pp. 5–28.

[3] N. Duque, D. Ovalle, and J. Moreno, *Objetos de Aprendizaje, Repositorios y Federaciones... Conocimiento para Todos*. 2014.

[4] N. Duque, D. Ovalle, and J. Jiménez, "Modelo Adaptativo para Cursos Virtuales basado en Técnicas de Planificación Inteligente," *Rev. Av. en Sist. e Informática*, vol. 4, no. 1, pp. 39–46, 2007.

[5] J. M. Spector, "Emerging Educational Technologies and Research Directions The 2011 Horizon Report," *Educ. Technol. Soc.*, vol. 16, no. 2, pp. 21–30, 2013.

[6] N. Duque, "Modelo Adaptativo Multi-Agente para la Planificación y Ejecución de Cursos Virtuales Personalizados Tesis Doctoral," Universidad Nacional de Colombia, 2009.

[7] N. Tintarev and J. Masthoff, *Recommender Systems Handbook*, vol. 54. 2011.

[8] S. C. Cazella, M. Nunes, and E. Reategui, "A Ciência da Opinião: Estado da arte em Sistemas de Recomendação," *CSBC XXX Congr. da SBC Jorn. Atualização Informática JAI*, pp. 161–216, 2010.

[9] A. Casali, V. Gerling, C. Deco, and C. Bender, "Sistema inteligente para la recomendación de objetos de aprendizaje," *Rev. Generación Digit.*, vol. 9, no. 1, pp. 88–95, 2011.

[10] G. Amato and U. Straccia, "User Profile Modeling and applications to Digital Libraries," *Eur. Conf. Digit. Libr.*, pp. 184–197, 1999.

[11] E. DAgostino, A. Casali, R. Corti, and A. Torres, "Sistema de Apoyo al Aprendizaje Diagnóstico Utilizando Perfiles de Usuario: EndoDiag II," *eia.udg.es*, pp. 1–14, 2005.

[12] R. Vicari, M. Bez, J. Marques, A. Ribeiro, C. Gluz, L. Passerino, E. Santos, T. Primo, L. Rossi, J. C. Gluz, A. Bordignon, P. Behar, R. Filho, and V. Roesler, "Proposta Brasileira de Metadados para Objetos de Aprendizagem Baseados em Agentes (OBAA)," *Novas Tecnol. na Educ.*, vol. 8, no. 2, 2010.

[13] D. Betancur, J. Moreno, and D. Ovalle, "Modelo para la recomendación y recuperación de objetos de aprendizaje en entornos virtuales de enseñanza/aprendizaje," *Rev. Av. en Sist. e Informática*, vol. 6, no. 1, pp. 45–56, 2009.

[14] A. Klačnja-Milićević, B. Vesin, M. Ivanović, and Z. Budimac, "E-Learning personalization based on hybrid recommendation strategy and learning style identification," *Comput. Educ.*, vol. 56, no. 3, pp. 885–899, Apr. 2011.

[15] M. Salehi, M. Pourzaferani, and S. A. Razavi, "Hybrid attribute-based recommender system for learning material using genetic algorithm and a multidimensional information model," *Egypt. Informatics J.*, vol. 14, no. 1, pp. 67–78, Jan. 2013.

[16] M. Peissner and R. Edlin-White, "User Control in Adaptive User Interfaces for Accessibility," *Lect. Notes Comput. Sci.*, vol. 8117, pp. 623–640, 2013.

[17] J. Moreno, D. Ovalle, and R. Vicari, "Una plataforma para la implementación de cursos en línea adaptativos: descripción y punto de vista de los docentes," *Rev. Electrónica Invest. Educ.*, vol. 16, no. 3, pp. 103–117, 2014.

[18] J. A. O. Carrillo, "E-learning inteligente y adaptativo, un paso más hacia la humanización y la inclusión educativa," *Rev. científica electrónica Educ. y Comun. en la Soc. del Conoc.*, vol. II, no. 14, 2014.

[19] P. Zervas, S. Sergis, D. G. Sampson, and S. Fyskilis, "Towards Competence-Based Learning Design Driven Remote and Virtual Labs Recommendations for Science Teachers," *Technol. Knowl. Learn.*, vol. 19, 2015.

[20] L. Nacheva-Skopalik and S. Green, "Adaptable Personal E-Assessment," *Int. J. Web-Based Learn. Teach. Technol.*, vol. 7, no. 4, pp. 29–39, Jan. 2012.

[21] C. Gonzalez, J. C. Burguillo, and M. Llamas, "A Qualitative Comparison of Techniques for Student Modeling in Intelligent Tutoring Systems," *Proceedings. Front. Educ. 36th Annu. Conf. San Diego*, pp. 13–18, 2006.

[22] N. Duque M., "Modelo de Cursos Virtuales Adaptativos en un Ambientes de Planificación Inteligente - Tesis de Maestría," Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, 2005.