

Análisis de metodologías de recomendación y ensamblado de Objetos de Aprendizaje, a partir de la definición de criterios

Astudillo, Gustavo¹; Sanz, Cecilia²; Liliana Patricia Santacruz-Valencia³

¹Facultad de Ciencias Exactas y Naturales – UNLPam

²Instituto de Investigación en Informática LIDI. Facultad de Informática – UNLP

³Dpto. de Lenguajes y Sistemas Informáticos I – Universidad Rey Juan Carlos
astudillo@exactas.unlpam.edu.ar, csanz@lidi.info.unlp.edu.ar, liliana.santacruz@urjc.es

Resumen

Uno de los principales obstáculos que tienen los docentes y estudiantes al momento de seleccionar material educativo es la cantidad ingente disponible en la Web. A esto se le suma la necesidad de poder evaluarlos en busca de reconocer su pertinencia. Aunque los metadatos facilitan la búsqueda y recuperación de Objetos de Aprendizaje (OA), existen otros mecanismos como recomendadores y ensambladores de OA que también favorecen estas tareas y permiten organizarlos en una secuencia didáctica. En este artículo se presenta una revisión de las metodologías de recomendación y ensamblado de OA y una serie de criterios de análisis, propuestos por los autores, que permitirán a los docentes tomar decisiones acorde a sus necesidades, al momento de seleccionar una de dichas metodologías.

Palabras clave: objetos de aprendizaje, recomendadores, ensambladores, criterios de análisis

Introducción

La Web ofrece un amplio abanico de recursos y materiales educativos¹ que pueden ser reutilizados tanto por profesores como

estudiantes. Pero al momento de hallar el que mejor se ajusta a las necesidades pedagógicas, los motores de búsqueda se basan únicamente en un conjunto de palabras claves y proporcionan una variedad de enlaces a contenidos que, por lo general, no reflejan objetivos ni estilos de aprendizaje, competencias o ideas previas necesarias para su abordaje, resultados esperados o destinatarios; por nombrar algunos de los aspectos que ayudarían a caracterizar a un material educativo.

Una alternativa para la búsqueda de este tipo de materiales lo constituyen los Repositorios específicos (Astudillo, Willging, & García, 2011). Estos almacenes, en general de acceso libre, cuentan con herramientas de búsqueda que cubren los aspectos pedagógico-didácticos. Los materiales alojados en los Repositorios cuentan con evaluación de pares y/o expertos. Además, se encuentran respaldados por Instituciones u Organizaciones ligadas a la educación.

La creación de este tipo de almacenes se incrementa año tras año – el proyecto OpenDOAR² da cuenta de esta situación– y con ellos la cantidad de materiales que allí se alojan. Por tanto, el problema de la selección del material más apropiado, paso necesario para la reutilización, continúa siendo una tarea compleja y que demanda mucho tiempo y esfuerzo, aun utilizando Repositorios.

En este contexto, han comenzado a integrarse al ámbito educativo los Sistemas Recomendadores (SR). Estas herramientas

¹ Pere Marquès (2011) define recursos educativos como “cualquier material que, en un contexto educativo determinado, sea utilizado con una finalidad didáctica o para facilitar el desarrollo de las actividades formativas” y lo distingue de los medios didácticos, “cualquier material elaborado con la intención de facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje”. En este trabajo denominaremos a estos últimos *materiales educativos*, englobando en esta denominación a todo medio didáctico digital.

² openDOAR, un sitio web de la Universidad de Nottingham (Reino Unido) que se encarga de recopilar información sobre repositorios de acceso abierto. Gráficas disponibles en: <http://www.opendoar.org/find.php?format=charts> (ver *Growth of the OpenDOAR Database*)

originalmente de uso comercial ofrecen una solución al problema de recuperar materiales educativos apropiados. Utilizan diferentes algoritmos para ajustar el resultado de la búsqueda al perfil del usuario (Manouselis, Drachsler, Verbert, & Duval, 2012). Algunos ejemplos en el ámbito comercial son: *Amazon.com*, que al realizar la búsqueda, sugiere otros ítems que se suelen comprar junto con el buscado. Otro ejemplo son los anuncios personalizados de *Google*, donde la publicidad que aparece se basa en información registrada sobre el usuario (como búsquedas previas, textos escritos por éste, entre otros). *Scoop.it*, por su parte, realiza recomendaciones de publicaciones (*blogs*, sitios de noticias o videos, *post* en *Facebook*, entre otros) basados en palabras claves disponibles en la configuración del perfil del usuarios.

En el escenario educativo, los SR permiten buscar recursos educativos en uno o varios Repositorios, y sugieren aquellos que mejor se adaptan no sólo a la búsqueda, sino también al perfil o necesidades educativas de la persona. Para ello tienen en cuenta, además de palabras claves, objetivos y estilos de enseñanza (docentes), de aprendizaje (estudiantes) y competencias, entre otros.

Existen Sistemas que van un paso más allá y, además de la recomendación de materiales educativos, proponen una secuencia de aprendizaje en la que los mismos se podrían abordar. En este artículo se los denominará Sistemas Ensambladores (SE).

Los SR/SE centran la búsqueda, por lo general, en un tipo particular de material educativo: los Objetos de Aprendizaje. Esto se debe, principalmente, a que cumplen con dos aspectos que son esenciales para estos Sistemas: (i) son diseñados para ser reutilizados y (ii) cuentan con metadatos.

En este artículo se presenta una revisión de las metodologías de ensamblado (y recomendación) de OA a partir de una exploración bibliográfica sobre la temática. Se caracterizan, y luego se clasifican, dichas metodologías, en base a un conjunto de criterios definidos por los autores en el marco de este estudio.

La estructura del artículo es la siguiente: en la sección *Recomendadores y ensambladores* se define el concepto de recomendador y de ensamblador, se presentan sus principales características, y se establece la relación que tienen con los metadatos y con los OA. A continuación, en la sección *Descripción de las metodologías* se presentan y describen un conjunto de metodologías. En la sección *Criterios y clasificación de las metodologías* se proporciona los criterios que permiten clasificarlas. Finalmente, la sección *Conclusiones y trabajos futuros* presenta un resumen de los aspectos más relevantes abordados en el artículo y las posibles ampliaciones futuras.

Recomendadores y ensambladores

Como se mencionó en la introducción, tanto SR como SE, tienen como objetivo principal la recuperación del material educativo más apropiado (en particular OA) que se encuentra alojado en Repositorios. “Normalmente el gran número de [OA] contenidos en estos repositorios dificulta el acceso a aquellos que mejor se adaptan al conocimiento de cada estudiante” (Ruiz-Iniesta, Jiménez-Díaz, & Gómez-Albarrán, 2010, p. 31).

Sin embargo, las metodologías, también buscan propiciar la **reutilización** de los OA. Los docentes crean sus contenidos a partir de piezas reutilizables o reutilizando partes de documentos de otros cursos, lo que les insume mucho tiempo (Verbert, Wiley, & Duval, 2009) tanto en la selección del contenido como en la organización del mismo. En este sentido, dice Santacruz-Valencia (2008) “uno de los aspectos más difíciles de la reutilización es el ensamblado [...]. En particular, la creación de unidades didácticas (aún realizado manualmente) requiere una gran cantidad de tiempo y esfuerzo” (p.103).

Otro aspecto importante de las metodologías de recomendación/ensamblado es el aporte que hacen al **mejoramiento de las herramientas** que apoyan los procesos de enseñanza y de aprendizaje, y con esto a la experiencia de los usuarios. En este sentido de acuerdo con Manouselis *et al.* (2012) “todos los grupos de

usuarios de los sistemas TEL^[3] encontrarían atractivos servicios que les ayuden a identificar los recursos de aprendizaje adecuados de esta abrumadora variedad de opciones.” (p.2).

Además, apuntan a facilitar el **auto-aprendizaje** de los estudiantes y a **apoyar a los docentes en la tarea de diseño** de materiales y actividades. No todos los estudiantes cuentan con las competencias necesarias para realizar una selección apropiada del material –tarea que habitualmente realiza el docente–, por tanto, los sistemas que apoyan y gestionan el aprendizaje debería facilitar esta tarea a aquellos que desean avanzar de forma autónoma con su formación. Los estudiantes también debieran poder ensamblar en material hallado de acuerdo a sus necesidades y estilos de aprendizaje (Farrell, Liburd, & Thomas, 2004; Kellar, Stern, Watters, & Shepherd, 2004).

El diseño de materiales educativos, así como su agrupación en actividades y secuencias de aprendizaje, conlleva una gran inversión de tiempo y esfuerzo –aún cuando se trate de reutilizar OA (Becerra, Astudillo, & Mendoza, 2012; Santacruz-Valencia et al., 2008). Los SR/SE pueden ayudar a los docentes con el diseño de sus cursos (Stănică & Crișan, 2011; Verbert et al., 2012), no solo a través de la sugerencia de materiales y de secuencias didácticas, sino también, centrándose en el nivel de experiencia y saberes del docente y el tipo de estrategia didáctica que prefiere (Verbert et al., 2009).

Sistemas Recomendadores

Un SR es definido como “cualquier sistema que produzca recomendaciones individualizadas como producto o efecto de guiar un usuario de forma personalizada a objetos útiles o de su interés sobre un amplio espacio de posibles opciones” (Burke & Ramezani, 2011, p. 367; Manouselis et al., 2012, p. 3).

Manouselis *et al.* (2012, p. 4), plantean que los SR pueden ser clasificados como:

- *Recomendadores basado en contenidos*: en los cuales al usuario se le recomiendan elementos similares a los que ya ha optado.
- *Recomendadores colaborativos*: en los cuales al usuario se le recomiendan elementos que usuarios, con preferencias similares, eligieron en el pasado.

Otros autores (Tsai, Chiu, Lee, & Wang, 2006; Verbert et al., 2012), agregan los recomendadores híbridos, que combinan las técnicas anteriores.

Sistemas Ensambladores

El proceso de ensamblado consta de tres etapas (Farrell et al., 2004): *(i)* buscar las conexiones del material relevante para una secuencia de aprendizaje, *(ii)* secuenciar el material y *(iii)* conectarlo dentro de una estructura organizada.

Para lograr el armado de una secuencia de aprendizaje, de forma automática, se recurre en general a la utilización de patrones. Se puede tratar de conseguir esos patrones a través de un enfoque *top-down*, basados en el diseño instruccional, o *bottom-up*, basados en la experiencia de los usuarios (cómo aprenden) (Verbert et al., 2012).

Objetos de Aprendizaje y Metadatos

Los OA se han vuelto muy populares entre los diseñadores de materiales educativos digitales y docentes, ya que facilitan la creación y la recuperación del contenido, permiten su reutilización y que sean compartidos entre diferentes instituciones (Becerra et al., 2012).

Los OA cuentan con dos características que los distinguen de otros materiales educativos: *(i)* son diseñados para ser reutilizados y *(ii)* tienen asociado metadatos.

Según García Aretio (2005), reutilización es “la capacidad [de un OA] para ser usado en contextos y propósitos educativos diferentes y para adaptarse y combinarse dentro de nuevas secuencias formativas” (pág. 3). Esta facilidad que ofrecen los OA para combinarse es la que propicia el ensamblado.

Una de las claves para la reutilización la ofrecen los metadatos, y más precisamente los estándares establecidos para estos (Sánchez-

Alonso, Sicilia, López-Cobo, & Arroyo, 2007). Así también, estos estándares –como LOM⁴ o DCMI⁵– son centrales para la recomendación y el ensamblado de OA.

Los metadatos conforman “información sobre un objeto, sea éste físico o digital” (IEEE LTSC, 2002, p. ii). Si nos centramos en los OA, García Aretio (2005), define metadatos como “una estructura detallada del texto, que describe atributos, propiedades y características distribuidos en diferentes campos que identifican claramente al objeto, con el fin de que pueda encontrarse, ensamblarse, [y] utilizarse” (p.2).

Pero para que los SR/SE puedan adaptar el contenido al perfil del usuario, describir los OA no es suficiente, es necesario agregar semántica a los OA (Bouzeghoub et al., 2009; Garrido, Onaindia, & Sapena, 2009; Lopes Gançarski, Bouzeghoub, Defude, & Lecocq, 2007; Sánchez-Alonso et al., 2007; Santacruz-Valencia et al., 2008). Así como también, debe tratarse de estándares que garanticen la compatibilidad y puedan ser procesados por computadoras (Sánchez-Alonso et al., 2007).

Sin embargo, como afirman Garrido *et al.* (2009) el etiquetado con metadatos es una tarea ardua y que a menudo no se logra completar eficientemente, por lo que los OA alojados en repositorios, en muchos casos, no reúnen la información necesaria para que la recuperación/ensamblado se hagan de forma automática. Según Becerra *et al.* (2012) “la creación de metadatos requiere un esfuerzo humano inicial y un mantenimiento posterior sostenido, lo que limita seriamente el alcance de estos enfoques” (p.1).

Descripción de las metodologías

Para este trabajo de investigación se ha realizado la revisión de una amplia cantidad de bibliografía especializada en la temática. De toda la revisión bibliográfica, se hizo foco en el grupo específico que abordaba las metodologías de SR/SE centradas en OA. Se

presentan aquí, en forma cronológica, 15 metodologías que se consideran de potencial interés para el avance de la investigación en estas temáticas:

1. En Kellar *et al.* (2004) se describe una arquitectura para la Web que permite ensamblar OA. “La arquitectura se basa en una base de datos de [OA] reutilizables meta-etiquetados que se pueden combinar dinámicamente para crear lecciones personalizadas” (p.1). Se desarrolló un prototipo y se evaluó en una cátedra de educación informática para la salud.

2. Tsai *et al.* (2006), proponen un Modelo de Recomendación de Objetos de Aprendizaje (LORM, por sus siglas en inglés). Este enfoque utiliza ontologías⁶ para sugerir al usuario (estudiante) qué debería estudiar en función de sus preferencias (perfil de usuario). Ofrece un *ranking* de OA recomendados. Para hacerlo evalúa tanto las preferencias del usuario como las de sus *vecinos* –usuarios que tienen intereses similares–. Utiliza Objetos etiquetados con LOM. En el trabajo no se menciona la implementación de la metodología.

3. Rigaux & Spyrtos (2007), proponen una arquitectura y las funciones para una Red de Auto-aprendizaje (*SeLeNe*, por sus siglas en inglés). *SeLeNe* es visto como un Repositorio, donde “una comunidad de autores coopera a través de un [...] mediador en la creación de [OA] que serán usados por una comunidad de estudiantes” (p.1). La metodología asume los OA como *bloques de construcción* de otros Objetos. El *mediador* es un software de actúa como servidor: registra, localiza y ensambla los OA, en base a la consulta del docente o del estudiante. Para este último tiene en cuenta sus conocimientos previos. Se implementó un prototipo en el cual se trabajó con archivos XML como OA y se hicieron pruebas de laboratorio.

4. Lopes Gançarski *et al.* (2007), proponen un paradigma de búsqueda interactiva que permite al usuario componer un OA. El

4 Learning Object Metadata. Especifica cómo deben describirse los OA. Cuenta con nueve categorías y con un total de 76 elementos. Disponible <http://www.ieeeltsc.org>

5 Dublin Core Metadata Initiative. Estándar que cuenta 15 definiciones semánticas. Disponible <http://dublincore.org>

6 Una ontología define el vocabulario de un área mediante un conjunto de términos y relaciones entre ellos, las reglas que combinan términos y relaciones que amplían las definiciones dadas en el vocabulario. (Neches et al., 1991)

usuario navega sobre la estructura de los Objetos y elige la parte que es de su interés – apoyado por el sistema en la toma de decisiones–. Este paradigma está basado en el modelo educacional SIMBAD⁷. El modelo de composición utiliza ontologías y las preferencias del usuario para componer una secuencia de OA. El usuario tiene a su disposición los OA recomendados, los cuales pueden ser incorporados a la secuencia. Se implementó un prototipo que permite al usuario (docente/estudiante) buscar los OA, navegar y modificar la composición; aunque no permite agregar nuevos OA.

5. Bouzeghoub *et al.* (2009), proponen un ambiente virtual, también basado en SIMBAD, que soporta tanto la búsqueda como la composición de OA. El docente es asistido por el sistema en el proceso de composición y creación de Objetos. Especifica su criterio de búsqueda y, el sistema, busca sobre el servidor de conocimiento y regresa la recomendación. Puede editar la secuencia, la cual una vez terminada se envía y el sistema la valida y la almacena en el servidor de conocimiento. Previo al almacenamiento del nuevo OA se deben cargar los metadatos (basados en LOM) –aunque el sistema genera parte automáticamente. Los estudiantes pueden buscar OA o seguir lecciones. La metodología se implementó en un prototipo pero sólo fue utilizando en pruebas de laboratorio.

6. Sánchez-Alonso *et al.* (2007), proponen la utilización del paradigma *Diseño por contrato*⁸ como una metodología para especificar y manejar la selección y composición de OA. El primer paso es crear el *arquetipo (archetype)* en el cual el usuario especifica las necesidades y restricciones –incluyendo el contexto de aprendizaje y el tecnológico–. Basado en éste el sistema busca los OA compatibles sobre un Repositorio. La información del *arquetipo* también permite definir una secuencia para el abordaje de los OA. Los metadatos, en este

enfoque, son representados por ontologías. Los autores proponen una implementación basada en *Servicios Web*⁹, que provee: localización de OA en función de sus contratos, su descarga y la recuperación de sus metadatos. Los servicios son descritos pero no se indica su aplicación.

7. Santacruz-Valencia *et al.* (2008), proponen una metodología de ensamblado de OA que se basa en los requerimientos y las competencias (*conocimiento asociado*) definidas para los OA. La propuesta se apoya en una apropiada descripción de los OA, para esto extiende el estándar de metadatos LOM –con el fin de agregar semántica– y el manejo de ontologías que permite manejar OA heterogéneos. Esto hace posible tanto la comparación de los OA como su ensamblado: dos OA son ensamblados si las competencias de uno cubren los requerimientos del otro. Los autores desarrollaron una aplicación web denominada *ELO-Tool*¹⁰ que implementa la metodología. La aplicación es totalmente funcional y se han hecho pruebas de laboratorio con ella.

8. Garrido *et al.* (2009), presentan un planificador automático (ensamblador) para crear cursos personalizados. El docente puede diseñar el curso desde cero o reutilizando OA alojados en Repositorios. Los estudiantes, por su parte, pueden seguir un curso o sólo una parte –en función de su perfil–. La estructura del curso y la información del estudiante forman un *problema de planificación* que es tomado por un *planificador inteligente*, el cual genera la ruta de aprendizaje (*learning route*) para cada estudiante. Los OA son etiquetados con el estándar de metadatos IMS-LRMS¹¹ (compatible con LOM). Los autores desarrollaron una herramienta que se probó con ocho estudiantes de doctorado, que la utilizaron para obtener sus rutas de aprendizaje para un curso de Inteligencia Artificial.

9. Jovanović *et al.* (2009), presentan un enfoque, basado en ontologías, que propone descomponer los OA, para luego ensamblar las

7 SIMBAD define: una ontología de dominio, un modelo de usuario y un modelo de composición (Bouzeghoub, Defude, Ammour, Duitama, & Lecocq, 2004).

8 Es una notación basada en LOM, permite especificar un conjunto de pre- y post-condiciones para cada OA, así como las relaciones entre ellos (Sánchez-Alonso, Sicilia, López-Cobo, & Arroyo, 2007).

9 Un servicio web es un sistema de software diseñado para mantener interacciones interoperables de máquina-a-máquina sobre una red (Haas & Brown, 2004).

10 Disponible en: <http://solaris.fdi.ucm.es:8080/elo-toolv1/>

11 Disponible en: <http://www.imsglobal.org/metadata/>

partes de su interés en un nuevo OA personalizado. Ambos procesos se realizan de forma automatizada. Usan ontologías para caracterizar los OA y para modelar estudiantes y el modelo instruccional. El estudiante es guiado sobre qué OA (del Repositorio) debería abordar para alcanzar sus objetivos. Esta recomendación la hace en función de un modelo de estudiante. La evaluación de la propuesta se hizo a través del desarrollo de una aplicación web denominada *TANGRAM*. El software se probó con estudiantes del curso Sistema de Información Inteligentes y los OA que son presentaciones multimedia.

10. Huang *et al.* (2009), proponen el uso de un Sistema de Recomendación de Secuencias de Aprendizaje (LSRS, por sus siglas en inglés). Las recomendaciones se basan en las trayectorias de aprendizaje realizadas por los usuarios para aprender un tema. Este grupo de experiencias de aprendizaje (*group-learning experience*) permiten derivar patrones de aprendizaje. Así se predicen y proveen posibles secuencias de aprendizaje personalizadas para cada estudiante. Este puede expresar su opinión sobre el resultado mejorando así el proceso de recomendación. La aplicación desarrollada fue incorporada a un entorno web de aprendizaje y se evaluó en tres cursos tomados en un semestre por un grupo de estudiantes.

11. Ruiz-Iniesta *et al.* (2010), proponen una estrategia de recomendación híbrida. Luego de una primera búsqueda, los resultados son refinados por *filtrado colaborativo*. La estrategia da prioridad a los OA que son similares a la consulta (objetivos de corto plazo) y que tienen una mayor utilidad pedagógica de acuerdo al perfil del estudiante (objetivos de largo plazo). La propuesta utiliza una ontología para comparar OA heterogéneos e indexarlos en un Repositorio. Los OA son etiquetados con metadatos basados en LOM. Se aplicó esta metodología sobre un Repositorio utilizado en Introducción a la Programación.

12. Caro Piñares *et al.* (2011), presentan un sistema recomendador de OA alojados en Repositorios basado en el *filtrado*

colaborativo. El sistema cuenta con una medida de preferencia de cada OA: votos de usuarios. Se define también un *vecindario*: usuarios que votaron por los mismos OA que el usuario *logueado*. La recomendación se hace con base en aquellos OA que hayan sido de interés (votados) para los *vecinos*. La implementación y validación de la metodología se hizo en el Repositorio RODAS¹². Para la experiencia se tomaron datos de los diez usuarios de RODAS y se avaluó su percepción de usabilidad, accesibilidad y pertinencia de los OA recomendados.

13. Stănică & Crișan (2011), presentan un marco de trabajo flexible para el ensamblado y reutilización de OA. Las autoras centran su propuesta en la granularidad de los OA –un tamaño pequeño– y la abstracción –independientes de su uso–. Con esto garantizan un alto nivel de acoplamiento y una baja cohesión de los OA, lo que facilita su ensamblado. Utilizan tres tipos de objetos: simple, elemental, objeto web y lección. Los primeros tres de granularidad baja y la lección compuesta por una combinación de los otros. Han desarrollado una plataforma para la enseñanza de las matemáticas, donde son los docentes los que ensamblan OA en lecciones.

14. Becerra *et al.* (2012), proponen un recomendador automático de OA. Utilizan una ontología de dominio –que denominan *ContentCompass*– para caracterizar los contenidos de la currícula. También proponen un proceso de caracterización para los OA en base a la descripción del mismo (metadatos compatibles con LOM). Se recomiendan aquellos OA que verifiquen los requerimientos pedagógicos especificados en la búsqueda. Los autores implementaron la metodología a través de la *Plataforma ContentCompass*. El SR se evaluó sobre un grupo de once docentes de Historia y Geografía de Chile.

15. Chellatamilan & Suresh (2012), presentan una metodología para la recuperación y clasificación de OA alojados en diferentes Repositorios. De tal manera que el estudiante pueda acceder a material pertinente sobre la

12 Disponible en: www.edupmedia.org/rodasv3

base de su interés y su estilo de aprendizaje. Los autores llevaron adelante un experimento de laboratorio basado en una base de datos que contenía 221 resúmenes de trabajos publicados en una revista de la IEEE.

Cabe aclarar que, si bien estos trabajos utilizan el paradigma de OA, no todos coinciden en la definición del concepto. La extensión de este trabajo limita la posibilidad de abordar en detalle este tema.

Criterios y clasificación de las metodologías

Se presentan en esta sección el aporte de los autores en relación a abordar un conjunto de criterios que permitan la caracterización de las metodologías de recomendación/ensamblado de OA, con el fin de ayudar a los docentes a identificar cuáles utilizar en función de sus necesidades didácticas.

Los criterios se agruparán en las siguientes categorías: (a) metodología, aquellos que permiten caracterizar la propuesta subyacente, (b) software, los que se vinculan con la implementación de la metodología y (c) contexto, los vinculados al contexto en el que se aplica la metodología. Los criterios se centran en la perspectiva de uso de SE/SR: la educación.

(a) Criterios en relación a la Metodología

- (i) **Ensamblador/recomendador.** Es necesario establecer si la propuesta aborda la recomendación o ensamblado o ambos, ya que esto será central en función de sus posibilidades para el escenario educativo en el que se aplicarán.
- (ii) **Estrategia de recomendación/ensamblado.** Es necesario analizar la forma en la que la metodología propone realizar la recomendación/ensamblado para identificar con qué criterio educativo se selecciona el material y cómo confecciona la secuencia de aprendizaje. Para esta última, se deberá contemplar cuál es rol del docente.

(b) Software

- (i) **Web/Escritorio.** Se deberá analizar si la aplicación es web o es de escritorio. El

acceso a la aplicación de forma sencilla es esencial para su utilización, por tanto es deseable que sea a través de la Web.

- (ii) **Necesidad de credenciales.** Analizar si para el acceso a la aplicación es necesario ser un usuario registrado, esto podría limitar su utilización.
- (iii) **Fuente de los materiales.** El origen desde dónde son extraído los OA es de suma importancia ya que define el tipo, cantidad y calidad de materiales.

(c) Contexto

- (i) **Destinatarios.** Los SR/SE pueden estar diseñados para estudiantes, docentes o ambos. Es necesario identificar los destinatarios para saber cómo y en qué momento del proceso de enseñanza y/o de aprendizaje utilizarlos.
- (ii) **Perfil pedagógico.** Los SR/SE debieran tener en cuenta el perfil de usuario, de manera que esto permita una apropiada selección y secuenciación de materiales. Esto es, identificar necesidades de aprendizaje (objetivos), conocimientos previos, nivel educativo; y en el caso de docentes, estilos de enseñanza. Se debe analizar de qué forma aborda la consideración del perfil.

Aplicación de los criterios

Haciendo una revisión de las 15 metodologías analizadas en este trabajo se puede observar (Tabla 1) que la mayoría (10) abordan el ensamblado de OA, mientras que el resto (5) plantean la recomendación. Cabe aclarar que dos de las metodologías de ensamblado proponen la composición de OA –marcadas con * en la Tabla 1–, pero asumen que éstos podrían estar compuestos por otros OA organizados en una secuencia de aprendizaje. Al observar las estrategias utilizadas (Tabla 1) para la recomendación, dos optan por el filtrado colaborativo y, los otros, hacen la recomendación en base a los metadatos del OA (sin tener en cuenta la preferencia de los estudiantes). Respecto a las estrategias de ensamblado, cuatro se basan en la información (metadatos) con las que cuenta el OA, tres se basan en un ensamblado manual (por el

docente) que luego es validado por el SE, dos proponen el modelado de un esquema (por parte del docente) que le permitiría recuperar los OA que se apeguen él, y uno opta por la generación de patrones, en base a las experiencias de los estudiantes, que permitan ofrecer las mismas secuencia a otros.

La mayoría de las metodologías (12) cuentan con una implementación que se refleja en un software (Tabla 2). De los cuales seis (6) son prototipos y cinco (5) están en producción. Del total, hay seis aplicaciones web, cinco de escritorio y una implementada como un *servicio web*, pero no incorporada a un software en concreto. De las aplicaciones diseñadas para la web sólo una está disponible (7. Santacruz-Valencia), de las otras, hay dos implementadas sobre repositorios (11. Ruiz-Iniesta y 12. Caro Piñares) con enlaces rotos; de las cuatro restantes no hay datos, en los artículos, sobre sus URL. Sólo cuatro de las aplicaciones manifiestan requerir credenciales de acceso (se relaciona con la necesidad de crear el perfil del estudiante). La mayoría de las implementaciones (13) trabajan con repositorio locales, sólo una propone la utilización de ROA externos.

Al revisar el contexto (Tabla 3), los destinatarios de las aplicaciones, en su mayoría son los estudiantes (13), sin embargo más de la mitad (8) de estos tienen en cuenta también al docente y sólo dos se centran en este último. Con respecto al perfil pedagógico, la mayoría toman en cuenta las preferencias del estudiante (8), varios su conocimiento previo (5), menos son los que tienen en cuenta objetivos (3) y sólo dos el estilo de aprendizaje. Para los dos que están centrados en los docentes, su función es planificar y/o validar las actividades propuestas.

Conclusiones y trabajos futuros

En este artículo se han analizado quince trabajos que describen diferentes metodologías para la recomendación y/o ensamblado de OA. Para dicho análisis se definieron siete criterios –agrupados en tres categorías– que permiten:

- Apoyar a los docentes al momento de utilizar las herramientas que implementan las metodologías.
- Ayudar a docentes y a estudiantes a recuperar aquellos OA que mejor se adaptan a sus necesidades.
- Guiar a los docentes en el diseño cursos o actividades.

Tabla 1: Criterios en relación a la Metodología

| Criterio | 1 | 2 | 3* | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9* | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| a.i | SE | SR | SE | SR | SR | SE | SR | SR |
| a.ii | M | O | O | O | D | D | O | M | O | P | C | C | M | O | O |

SR (Recomendador), SE(Ensamblador), M (Manual), O(Basado en los metadatos), D(Modelado por Docente), P(Patrones), C(Filtrado Colaborativo) y *(ensambla OA)

Tabla 2: Criterios en relación al software

| Criterio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|----------|----|---|----|----|----|----|----|---|----|----|----|----|----|----|----|
| b.i | PW | - | PE | PE | PE | SW | PW | E | PE | W | R | R | - | W | - |
| b.ii | C | - | - | - | - | - | - | - | C | C | C | C | - | - | - |
| b.iii | L | - | L | L | L | L | L | E | L | L | L | L | L | L | L |

P(Prototipo), W (Web), E(Escritorio), S(Servicio web), R(Repositorio), C(Credenciales), L(Repositorio Local) y E(Repositorio Externo)

Tabla 3: Criterios en relación al Contexto

| Criterio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|----------|----|---|----|----|----|----|---|-----|-----|----|----|----|----|----|----|
| c.i | DE | E | DE | DE | DE | DE | D | DE | E | E | DE | E | DE | D | E |
| c.ii | PC | P | C | P | PC | C | V | POS | PCS | P | O | - | - | V | PO |

D(Docentes), E(Estudiantes), P(Preferencias), C(Conocimientos previos), O(Objetivos), S(Estilos de aprendizaje) y V(El docente Valida secuencia de aprendizaje)

- Proporcionar a los estudiantes secuencias de aprendizaje y materiales ajustados, en distinto grado, a su perfil (preferencias, objetivos, conocimientos previos y/o estilo de aprendizaje).

Respecto al ensamblado, las metodologías hacen que el mismo dependa, en muchos casos, de los metadatos de los OA y/o las ontologías. Este tipo de información suele ser costosa de generar y mantener, cuando no incompleta. Esto puede actuar como una limitante al trabajar con materiales preexistentes (alojados en ROA).

Por su parte las implementaciones (software), en su mayoría prototipos, limitan las posibilidades ofrecidas por las metodologías, en particular en cuanto a la búsqueda que se realiza en Repositorios locales y sobre un único tema (matemática, programación, etc.) y en algunas ocasiones sobre formatos particulares (presentaciones multimedia, archivos XML, entre otros).

El hecho de que las aplicaciones se encuentren aún en estado de prototipo restringe su uso y evaluación por parte de los docentes. Pero a la luz de los buenos resultados que se muestran en los trabajos de investigación aquí analizados es de esperar que las aplicaciones evolucionen y estén disponibles en un plazo razonable.

El presente trabajo de investigación ofrece las bases para la selección de una metodología, y el software derivado que la implemente, permitiendo que sea evaluada por un grupo concreto de docentes que utilicen OA con el fin de identificar las fortalezas y debilidades de la misma y proponer un conjunto de mejoras.

Bibliografía

Astudillo, G., Willging, P. A., & García, P. (2011). Estado del arte de los repositorios de materiales educativos en Latinoamérica. Presentado en VI Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, Salta, Argentina: RedUNCI.

Becerra, C., Astudillo, H., & Mendoza, M. (2012). Improving learning objects recommendation processes by using domain

description models. *Conferencia LACLO*, 3(1).

Bouzeghoub, A., Buffat, M., Lopes Gançarski, A., Lecocq, C., Benjema, A., Selmi, M., & Maillet, K. (2009). Search and Composition of Learning Objects in a Visual Environment. En U. Cress, V. Dimitrova, & M. Specht (Eds.), *Learning in the Synergy of Multiple Disciplines* (Vol. 5794, pp. 763-768). Springer Berlin Heidelberg.

Bouzeghoub, A., Defude, B., Ammour, S., Duitama, J.-F., & Lecocq, C. (2004). A RDF description model for manipulating learning objects. En *Advanced Learning Technologies, 2004. Proceedings. IEEE International Conference on* (pp. 81-85).

Burke, R., & Ramezani, M. (2011). Matching Recommendation Technologies and Domains. En F. Ricci, L. Rokach, B. Shapira, & P. B. Kantor (Eds.), *Recommender Systems Handbook* (pp. 367-386). Springer US.

Caro Piñeres, M. F., Hernández, J., & Jiménez Builes, J. A. (2011). Diseño de un sistema de recomendación en repositorios de objetos de aprendizaje basado en la percepción del usuario: caso rodas. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 21(1), 51-72.

Chellatamilan, T., & Suresh, R. M. (2012). Automatic classification of learning objects through dimensionality reduction and feature subset selections in an e-learning system. En *Technology Enhanced Education (ICTEE), 2012 IEEE International Conference on* (pp. 1 -6). Presentado en IEEE International Conference on.

Farrell, R., Liburd, S. D., & Thomas, J. C. (2004). Dynamic Assembly of Learning Objects (pp. 162-169). ACM Press.

García Aretio, L. (2005). Objetos de aprendizaje. Características y repositorios. *Boletín Electrónico de Noticias de Educación a Distancia (BENED)*.

Garrido, A., Onaindia, E., & Sapena, O. (2009). Automated Planning for Personalised Course Composition. En *Advanced Learning Technologies* (pp. 178-182). Presentado en ICALT 2009. Ninth

- IEEE International Conference on, Riga, Latvia.
- Haas, H., & Brown, A. (2004, febrero 11). Web Services Glossary. W3C Working Group. Recuperado a partir de <http://www.w3.org/TR/ws-gloss/>
- Huang, Y.-M., Huang, T.-C., Wang, K.-T., & Hwang, W.-Y. (2009). A Markov-Based Recommendation Model for Exploring the Transfer of Learning on the Web. *Educational Technology & Society*, 12(2), 144–162.
- IEEE LTSC. (2002). Draft Standard for Learning Object Metadata. Recuperado a partir de http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_1_2_1_v1_Final_Draft.pdf
- Jovanović, J., Gašević, D., & Devedžić, V. (2009). TANGRAM for personalized learning using the semantic web technologies. *Journal of emerging technologies in web intelligence*, 1(1), 6–21.
- Kellar, M., Stern, H., Watters, C., & Shepherd, M. (2004). Information architecture to support dynamic composition of interactive lessons and reuse of learning objects. En *System Sciences, 2004. Proceedings of the 37th Annual Hawaii International Conference on System Sciences* (p. 10 pp.). Presentado en International Conference on System Sciences, Hawaii: IEEE.
- Lopes Gançarski, A., Bouzeghoub, A., Defude, B., & Lecocq, C. (2007). Iterative search of composite learning objects. En *IADIS International Conference WWW/Internet* (pp. 8-12). Presentado en IADIS International Conference, Vila Real, Portugal.
- Manouselis, N., Drachler, H., Verbert, K., & Duval, E. (2012). *Recommender systems for learning*. New York: Springer.
- Marquès, P. (2011, agosto 7). Los medios didácticos. Página Web. Recuperado 21 de junio de 2012, a partir de <http://peremarques.pangea.org/medios.htm>
- Neches, R., Fikes, R. E., Finin, T., Gruber, T., Patil, R., Senator, T., & Swartout, W. R. (1991). Enabling technology for knowledge sharing. *AI magazine*, 12(3), 36-56.
- Rigaux, P., & Sypyratos, N. (2007). Selene report: Metadata management and learning object composition in a self elearning network. *Last Accessed Sept*.
- Ruiz-Iniesta, A., Jiménez-Díaz, G., & Gómez-Albarrán, M. (2010). Personalización en Recomendadores Basados en Contenido y su Aplicación a Repositorios de Objetos de Aprendizaje. *IEEE-RITA*, 5(1), 31–38.
- Sánchez-Alonso, S., Sicilia, M., López-Cobo, J., & Arroyo, S. (2007). Design by Contract-Based Selection and Composition of Learning Objects. En B. Fernández-Manjón, J. Sánchez-Pérez, J. Gómez-Pulido, M. Vega-Rodríguez, & J. Bravo-Rodríguez (Eds.), *Computers and Education* (pp. 179-191). Springer Netherlands.
- Santacruz-Valencia, L. P., Navarro, A., Delgado Kloos, C., & Aedo, I. (2008). ELO-Tool: Taking Action in the Challenge of Assembling Learning Objects. *Journal of Educational Technology & Society*, 11(1), 102-117.
- Stănică, J. L., & Crişan, D. A. (2011). Framework For Flexible Reuse And Assembly Of Learning Objects—A Pilot Project. *Journal of Information Systems & Operations Management*, 5(2.1), 478–484.
- Tsai, K. H., Chiu, T. K., Lee, M. C., & Wang, T. I. (2006). A learning objects recommendation model based on the preference and ontological approaches. En *Advanced Learning Technologies, 2006. Sixth International Conference on* (pp. 36–40).
- Verbert, K., Ochoa, X., Derntl, M., Wolpers, M., Pardo, A., & Duval, E. (2012). Semi-automatic assembly of learning resources. *Computers & Education*, 59(4), 1257 - 1272.
- Verbert, K., Wiley, D., & Duval, E. (2009). A Methodology and Framework for the Semi-automatic Assembly of Learning Objects. En *Learning in the Synergy of Multiple Disciplines* (Vol. 5794, pp. 757-762). Springer Berlin / Heidelberg.