

Sistemas Ensambladores de Objetos de Aprendizaje. Estado del arte

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

¹Facultad de Ciencias Exactas y Naturales – UNLPam

²Instituto de Investigación en Informática LIDI. Facultad de Informática – Universidad Nacional de La Plata

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

Esta nueva web participativa ha provocado un notable incremento de publicación materiales educativos digitales. Esto complejiza la localización y selección de los mismos. Si a lo anterior se le añade la creación de un itinerario de aprendizaje y la personalización de los aprendizajes se puede afirmar que la tarea de diseño de actividades educativas insume cada vez más tiempo y esfuerzo. La problemática expuesta, ha motivado a parte de la comunidad científica a desarrollar metodologías que apoyen y faciliten este proceso de selección y ensamblado de materiales y recursos educativos. Los Sistemas Ensambladores no poseen una revisión que de cuenta del estado del arte de la investigaciones sobre esta temática. Es por esto que en este artículo se presenta una selección y revisión de trabajos que permiten describir el estado de la cuestión en el marco de los Sistemas Ensambladores de Objetos de Aprendizaje.

Palabras clave: objetos de aprendizaje, sistemas ensambladores, estado de arte.

1. Introducción

Afirman Cobo Romaní y Pardo Kuklinski (2007, p. 3) la web “deja de ser una simple vidriera de contenidos [...] para convertirse en una plataforma abierta, construida sobre una arquitectura basada en la participación”. Esta nueva web participativa ha provocado, en particular, un notable incremento de publicación Materiales Educativos Digitales¹

¹ Material elaborado con la intención de facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje (Marquès, 2011).

(MED). Este crecimiento, ha vuelto más complejo el proceso de búsqueda y selección de los recursos.

Si bien existe el etiquetado social, los curadores de contenido y los repositorios que aportan a la clasificación y selección de los materiales disponibles en la web, el conjunto de resultados que se obtienen en una búsqueda es tal que insume mucho tiempo y esfuerzo la elección del más apropiado.

Al proceso de selección de contenidos debe añadirse el de diseño y creación de una secuencia o itinerario de aprendizaje² (IA) a partir del material seleccionado.

Estas dificultades se aplican a docentes que diseñan actividades, pero también a estudiantes que desean gestionar sus propio aprendizaje.

La problemática expuesta, ha motivado a parte de la comunidad científica a desarrollar metodologías que apoyen y faciliten este proceso de selección y ensamblado de MED. Las diferentes propuestas van desde la recomendación de materiales basados en el perfil del usuario, pasando por el ensamblado de los MED con distintos grados de automatización del proceso, hasta aquellos que recomiendan un IA basado en el perfil pedagógico-didáctico del usuario.

Los Sistemas Recomendadores³ (SR) de materiales/recursos educativos, y las metodologías en los que éstos se basan, han

² Se trata de una forma de organizar la secuencia de aprendizaje que guía de los estudiantes por los contenidos, procesos y actividades (de Benito, Darder, & Salinas, 2012).

³ 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).

sido objeto de revisiones recientes (Manouselis, Drachler, Verbert, & Duval, 2012; Ochoa & Carrillo, 2013; Rodríguez Marín, 2014), sin embargo, los Sistemas Ensambladores (SE) no poseen una revisión que de cuenta del estado del arte de la investigaciones sobre esta temática. Es por esto que en este artículo se presenta una selección y revisión de publicaciones⁴ que permiten describir el estado de la cuestión en el marco de los Sistemas Ensambladores de Objetos de Aprendizaje (OA)⁵.

El artículo se organiza en seis secciones: a continuación se presenta la metodología utilizada para la selección de publicaciones que se utilizaron como base para este artículo. En la sección 3 se definen los conceptos de OA, se enuncia la relación de éstos con los SE; también, se abordan los conceptos de reutilización y metadato, y se remarca su importancia para los OA y los SE. En la sección 4, se caracterizan los SE, se enuncian las motivaciones que dan lugar a su investigación, se describen los modelos utilizados para representar las distintas entidades involucradas en el proceso de ensamblaje; así como la función de las ontologías. En la sección 5 se presentan las metodologías de ensamblaje de OA abordadas en este artículo. Para finalizar, la sección cinco presenta las conclusiones y algunas líneas de trabajos futuros.

2. Selección de trabajos

Este artículo se enmarca en una investigación cuyo objetivo principal es: realizar un estudio y análisis de las metodologías de ensamblaje de OA que favorezcan su reutilización.

Teniendo en cuenta este objetivo, se definieron las *preguntas de investigación* –por razones de espacio sólo se enuncian aquellas relevantes para éste artículo– que contienen los criterios

para la inclusión/exclusión de publicaciones: (i) ¿Para qué se realiza el ensamblaje de OA? (motivación), (ii) ¿Qué metodologías son utilizadas para el ensamblaje de OA? ¿Cuál es la definición de OA que involucran? y (iii) ¿Cómo se realiza el ensamblaje?

2.1 Fuentes

Las fuentes⁶ seleccionadas fueron: (i) IEEE *Xplore digital library*⁷, (ii) *Springer*⁸, (iii) *ACM Digital Library*⁹. También se consultó la (iv) Comunidad Latinoamericana de Objetos de Aprendizaje¹⁰ –especializada en la temática–. Asimismo, se realizaron búsquedas con el motor de (v) Google Académico¹¹.

Los idiomas elegidos fueron español e inglés y los tipos de documentos: actas de congresos, artículos en revistas, libros/capítulos de libros, tesis, capítulos de tesis o reportes de investigación publicados entre 2003 y 2013.

2.2 Criterios para la inclusión/exclusión

Se incluyeron publicaciones que: (i) propusieran una metodología de ensamblaje de MED de forma automática, semi-automática o manual, (ii) propusieran una metodología de ensamblaje de OA de forma automática, semi-automática o manual, (iii) usen sistemas recomendadores para lograr el ensamblaje de OA que formarán parte de un IA y (iv) describieran de una técnica para el ensamblaje. Se excluyeron: (i) por el idioma, (ii) por no tener acceso al texto completo, (iii) por tratarse de literatura informal y (iv) por no cumplir los criterios de inclusión.

2.3 Proceso de selección

Para cada resultado se leyeron: título, resumen y palabras clave, y se aplicaron los criterios de inclusión/exclusión. Este proceso generó el listado preliminar de publicaciones aprobadas para la lectura completa. Dicha lectura propició la selección de otros trabajos presentes en sus referencias o bibliografía. Asimismo, se realizó una búsqueda basada en

⁴ La metodología de selección de bibliografía está basada en la guía propuesta por Barbara Kitchenham: *Procedures for Performing Systematic Reviews* (Kitchenham, 2004). Por razones de espacio no se desarrolla completamente.

⁵ Si bien las metodologías de ensamblado pueden utilizar cualquier tipo de MED (e incluso recursos educativos digitales) que estén apropiadamente etiquetados con metadatos, este trabajo se centra, principalmente, en aquellas que utilizan OA.

⁶ Seleccionadas por ser librerías digitales que brindan acceso a publicaciones de revistas y actas de congresos reconocidos por la comunidad científica internacional.

⁷ <http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>

⁸ <http://rd.springer.com/>

⁹ <http://dl.acm.org/>

¹⁰ <http://laolo.org/papers/index.php>

¹¹ <http://scholar.google.com>

los autores para identificar trabajos relacionados/derivados sobre la temática.

Las publicaciones aprobadas en la fase anterior fueron sometidas a una lectura completa. En esta etapa se volvieron a aplicar los criterios de inclusión/exclusión.

Para finalizar, aquellos artículos seleccionados fueron registrados en una base bibliográfica y se respondieron las preguntas de investigación.

2.4 Resultados

La evaluación de cada uno de las publicaciones seleccionadas se realizó con una calificación binaria –Sí/No– para identificar si responden a las preguntas de investigación.

En el proceso de búsqueda y selección se localizaron 61 publicaciones. Luego de aplicar los criterios de inclusión/exclusión se eligieron 26. De éstas 6 de IEEE, 6 de *Springer* y 14 entre actas de congresos, artículos en revistas y tesis. Los trabajos pertenecen a investigadores de Universidades de más de 25 países.

Respecto a las preguntas de investigación, los 26 artículos seleccionados proponen una metodología de ensamblaje. Del total, 18 describen cómo se realizan el proceso de ensamblaje. La mayoría (25) eligen OA para la creación de las secuencias de aprendizaje. Sin embargo, sólo 18 enuncia una definición, el resto usa el concepto sin definirlo. Además, difieren las definiciones entre los artículos.

3. Los Objetos de Aprendizaje

Los OA se han vuelto muy populares entre diseñadores instruccionales y docentes, ya que facilitan la creación y la recuperación del contenido, permiten su reutilización y que sean compartidos entre diferentes instituciones (Becerra, Astudillo H., & Mendoza, 2012).

Si bien los OA cuentan con más de dos décadas de investigación y desarrollo, y a pesar de que existe una definición para el término, diversos autores continúan proponiendo nuevas definiciones. En este artículo se considerará a un OA como “una unidad didáctica digital diseñada para alcanzar un objetivo de aprendizaje simple, y para ser reutilizada en diferentes entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje, y en distintos contextos de aprendizaje. Debe contar,

además, con metadatos que propicien su localización, y permitan abordar su contextualización” (Astudillo, Sanz, & Willging, 2011, p. 34).

Los OA cuentan con, al menos, dos características que los distinguen de otros materiales educativos y que los hacen particularmente atractivos para los SE: (i) son reutilizables y (ii) descritos con metadatos.

3.1 Reutilización

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” (p.3).

La misma se da forma tecnológica y educativa, y depende de varios factores: (i) el tamaño del OA –granularidad–, (ii) la contextualización del contenido y (iii) la utilización de estándares para su publicación y etiquetado.

3.2 Metadatos

Los metadatos conforman “información sobre un objeto, sea éste físico o digital” (IEEE LTSC, 2002, p. ii). García Aretio (2005), los define 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).

La importancia del etiquetado de los OA está dada porque: (i) hace posible su identificación, (ii) facilita la búsqueda, (iii) permite el almacenamiento, (iv) favorece la reutilización y (v) propicia la interoperabilidad (Astudillo *et al.*, 2011).

“En el marco de las comunidades de usuarios basadas en las tecnologías, surge la necesidad de colaborar y compartir recursos e información. Para ello es necesario contar con [...] estándares aceptados a nivel internacional.” (López, Miguel, & Montaña, 2008, p. 4).

En el contexto educativo LOM¹² y DCMI¹³ son los estándares más difundidos para el

¹² 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>

¹³ Dublin Core Metadata Initiative. Estándar que cuenta 15 definiciones semánticas. Disponible <http://dublincore.org>

etiquetado de MED. Basado en ellos actualmente se desarrolla ISO/IEC 19788 *Metadata Learning Resource*¹⁴ (Betrián, Hilera, & Pagés-Arévalo, 2011, p. 140).

3.3 Metadatos, OA y SE

Como afirma Colucci *et al.* (2005) para lograr el ensamblaje de forma automática, los OA deben tener metadatos con descriptores no ambiguos y ser semánticamente ricos. En este sentido, Sánchez-Alonso *et al.* (2007) advierten que la selección y composición de OA debe contar con metadatos de calidad y apegados a estándares reconocidos.

Un aspecto importante para el uso de metadatos en el contexto de los SE es que los mismos deben aportar semántica. En este sentido, afirman Santacruz-Valencia *et al.* (2008) los metadatos semánticos son (i) la base para la comparación de OA heterogéneos, (ii) así como para la realización de búsquedas semánticas y, además, (iii) para establecer las relaciones que permiten el ensamblaje.

En función de que los OA deben contar con metadatos como parte constitutiva, esto provoca que sean el tipo de MED adoptado por la mayoría de las metodologías en ensamblaje.

4. Sistemas Ensambladores

“La organización, selección y secuenciación de los contenidos de aprendizaje ha sido un tema de interés central para el diseño curricular [en todos los niveles educativos]” (Zapata Ros, 2010, p. 20).

Los SE tienen como objetivo principal la definición de un IA. El mismo puede estar generado a través de distintos niveles de automatización y puede (o no) tener en cuenta el perfil del usuario (decente/estudiante).

Es posible distinguir entre tres tipos de metodologías de ensamblaje: (i) aquellas que crean un IA de OA, (ii) las que crean un OA (el itinerario está implícito, por ser una unidad didáctica) y (iii) las que recomiendan un IA basado en el perfil del usuario.

El proceso de ensamblaje consta de tres etapas (Farrell, Liburd, & Thomas, 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).

Pero, ¿qué motiva a los investigadores a trabajar en esta temática? Una respuesta se ensaya en esta sección. Luego, se caracterizan este tipo de metodologías y se abordan conceptos que permiten su implementación.

4.1 La Motivación

Sobre la base del análisis de la bibliografía seleccionada es posible resumir las motivaciones para investigar y desarrollar metodologías de ensamblado como sigue:

- (a) El rápido crecimiento de la cantidad de información en la web (6 publicaciones).
- (b) La deficiente organización del conocimiento (4 publicaciones).
- (c) La dificultad para localizar MED apropiados (3 publicaciones).
- (d) La personalización del contenido (10 publicaciones).
- (e) La necesidad de adaptar/mejorar los sistemas de *e-learning* a la actual forma de administrar los contenidos. Propender a sistemas inteligentes (9 publicaciones).
- (f) La persistencia del “trabajo manual” en el diseño de cursos y MED (5 publicaciones).
- (g) La incorporación de las TIC para mejorar los procesos educativos (5 publicaciones).
- (h) La posibilidad de lograr una genuina reutilización de MED (7 publicaciones).

4.2 Modelos de representación

Las metodologías deben representar o abstraer varios aspectos de la realidad, dando prioridad a lo educativo. De manera general, cada metodología puede contar con las siguientes abstracciones –parte o todas–: (i) un modelo de contenido, (ii) un modelo de estudiante, (iii) un modelo profesor, (iv) un modelo de enseñanza (Ullrich & Melis, 2009; Verbert *et al.*, 2012).

¹⁴ Disponible en: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:19788:-1:ed-1:v1:en>

Un *modelo de contenido* (MC) “describe los componentes utilizados en una experiencia de aprendizaje, cuál es la relación entre dichos componentes, cómo se describen para facilitar su búsqueda y descubrimiento y las reglas que hacen posible el ensamblaje de dichos componentes para su posterior reutilización” (Santacruz-Valencia, Delgado Kloos, & Cuevas Aedo, 2005, p. 73).

Un MC muy difundido para MED es SCORM¹⁵. El mismo es adoptado o adaptado por 14¹⁶ de las metodologías.

Una de las estrategias de las metodologías de ensamblaje es la creación de itinerarios de aprendizaje que se ajusten al perfil del estudiante. Para ello deben contar con un *modelo de estudiante* (ME) el cual les permita registrar y mantener actualizada las interacciones de los estudiantes con el material (Ullrich & Melis, 2009). Los ME “contienen supuestos modelados explícitamente que representan las características del estudiante que son pertinentes para el sistema [y] permite [a este] personalizar la interacción entre el estudiante y el contenido” (Thyagarajan & Nayak, 2007, p. 832).

El ME debe representar: nivel de conocimiento, tareas realizadas y objetivos (Verbert et al., 2012). Otros autores (Anh & Dam, 2006; Chellatamilan & Suresh, 2012; Garrido, Onaindia, & Sapena, 2009; Huang, Huang, Wang, & Hwang, 2009; Jovanović, Gašević, & Devedžić, 2009; Kellar, Stern, Watters, & Shepherd, 2004; Schreurs, Vanhove, & Al-Zoubi, 2008; Thyagarajan & Nayak, 2007) agregan a la lista el estilo de aprendizaje del estudiante.

El ME es implementado por 7 de las metodologías analizadas en este artículo.

El *modelo de profesor* refleja las preferencias de éste (Verbert et al., 2012) y el *modelo de enseñanza* contiene el conocimiento pedagógico sobre cómo ensamblar el material en una secuencia para cada estudiante (Ullrich & Melis, 2009; Verbert et al., 2012).

La incorporación de un *modelo de profesor* está sujeta a los destinatarios del SE. Según Verbert et al. (2009), “el modelo incluye atributos para representar el nivel de experiencia de los docentes, sus intereses y actividades, las estrategia enseñanza que prefieren, sus antecedentes y estilos de presentación” (p.2).

Los SE debieran incluir al docente. Sin embargo, sólo una metodología implementa el modelo de profesor y dos modelo de enseñanza.

Para Chellatamilan & Suresh (2012) es necesario contar con sistemas proactivos basados en las actividades que realiza el docente al preparar sus clases. Shahin et al. (2008) por su parte optan por una intervención docente, en la cual éste es quien define el método educativo que mejor se adapta al estudiante.

Otra abstracción es la función didáctica o educativa que tendrán los OA en el contexto del IA. Dice Verbert et al. (2012) “algunos sistemas también distinguen un [*modelo de contenido...*] que define los tipos de contenido de aprendizaje, tales como definiciones, ejemplos, ilustraciones, etc” (p. 1258). A esta clasificación de los MED otros autores la denominan como *rol educativo*, dicen Ullrich & Melis (2009) “cada recurso tiene un tipo que especifica su función educativa, por ejemplo, si se trata de una definición, un ejemplo, un ejercicio, etc.” (p. 9320).

Esta discriminación de rol educativo de los OA dentro del IA es implementada por cinco de las metodologías aquí analizadas.

4.3 Ontologías & Sistemas Ensambladores

La localización y la composición de OA, de forma automatizada, requieren de un conjunto de metadatos definidos a partir de ontologías (Colucci et al., 2005).

Una ontología es “un conjunto de primitivas de representación con las cuales modelar un dominio de conocimiento” (Liu & Zsu, 2009, p. 1963), es decir “una vista abstracta y simplificada del mundo que queremos representar para un propósito específico” (Santacruz-Valencia et al., 2008, p. 106).

¹⁵ *Sharable Content Object Reference Model*. Conjunto de especificaciones técnicas para software de e-learning (<http://scorm.com/scorm-explained/>)

¹⁶ Cuatro de las cuales basan su MC en *IMS Content Packaging Specification*, compatible con SCORM.

En el marco de las metodologías de ensamblaje de OA, analizadas en este artículo, se destaca la adopción de las ontologías como parte constitutiva del proceso de ensamblaje (14 publicaciones). Las mismas permiten representar y describir: (i) conceptos, (ii) relaciones entre ellos y (iii) sus atributos. Además, hacen posible la (iv) organización del conocimiento de forma jerárquica y estructurada, lo que (v) favorece el razonamiento automático (López et al., 2008; Thyagarajan & Nayak, 2007), así como también hacen posible (vi) comparaciones entre OA heterogéneos (Lalithsena, Hewagamage, & Jayaratne, 2008; Santacruz-Valencia et al., 2005).

Como se puede observar en las secciones anteriores las metodologías de ensamblaje utilizan distintos modelos para representar, entre otros, usuarios y contenidos, y son las ontologías (junto con los metadatos) las que permiten modelados y establecer relaciones entre ellos (Lalithsena et al., 2008; Manouselis et al., 2012).

5. Metodologías de Ensamblado

Seguidamente se realiza una breve descripción de las metodologías de ensamblado de OA que se abordan en este artículo:

En Kellar *et al.* (2004) describen una arquitectura para la web que permite, dinámicamente, seleccionar y ensamblar OA basados en el perfil del estudiante.

Pahl & Barrett (2004) proponen una arquitectura, basada en servicios, en la que introducen una serie de patrones que favorecen la localización y ensamblado de OA.

Roig Vila (2005) plantea un ensamblaje manual OA para el diseño de una WebQuest.

Colucci *et al.* (2005) proponen la composición personalizada y dinámica de cursos basado en OA, los cuales son secuenciados a partir de los conocimientos previos requeridos para el OA.

Farrel (2006) expone “experiencia dinámica de aprendizaje” en que permite a estudiantes consultar y ensamblar contenidos en un IA.

Li & Huang (2006) proponen un IA generado por mapa de conocimiento creado por el docente que relaciona los OA. Al hacer una

búsqueda sobre el mapa se determina dónde comenzar y se calcula qué nodos visitar (basado en el perfil del estudiante).

Lopes Gançarski *et al.* (2007), proponen una búsqueda interactiva que permite al usuario componer OA. El usuario navega sobre la estructura de los OA y elige las partes que son de su interés –apoyado por el sistema–.

Rigaux & Spyrtos (2007), proponen una red de auto-aprendizaje, los autores cooperan en la creación de los OA usados por una comunidad de estudiantes. Un *mediador* actúa como servidor: registra, localiza y ensambla los OA, en base a la consultas.

Sánchez-Alonso *et al.* (2007), proponen la utilización del *diseño por contrato*¹⁷ para especificar y manejar la selección y composición de OA. El usuario especifica las necesidades y restricciones y el sistema busca los OA compatibles sobre un repositorio y define una secuencia de OA.

Thyagarajan & Nayak (2007) abordan la selección y composición automática de cursos basados en OA y en los objetivos de aprendizaje de los estudiantes. Éstos son guiados a través de una secuencia en función de la consecución de sus objetivos.

Karam *et al.* (2007) crean una secuencia de OA que cubra tanto como sea posible la consulta del estudiante, basado en la información de los OA y conocimiento de usuario. La secuencia esta basada en pre-requisitos para el abordaje de los OA y los conocimientos adquiridos al usarlos.

Anh *et al.* (2008) proponen la generación de IA basados en OA y adaptados al perfil del estudiante. Los OA se seleccionan desde un grafo sobre el que se calcula el camino más corto –basado en el perfil del estudiante–.

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. Dos OA son ensamblados si las competencias de uno cubren los requerimientos del otro.

¹⁷ Notación basada en LOM, permite especificar un conjunto de pre- y post-condiciones para cada OA, así como las relaciones entre ellos (Sánchez-Alonso *et al.* 2007).

Shahin *et al.* (2008) parten de un *plan de contenidos*, creado por el docente, para armar el curso con los OA apropiados. El plan define pre-requisitos para armar la secuencia.

Schreurs *et al.* (2008) proponen una metodología para el ensamblaje de OA a cargo de especialistas: en primera fase el autor descompone el contenido en fragmentos para construir contenido reutilizable y un diseñador que lo almacena y ensambla.

Sarasa *et al.* (2008) diseñan una herramienta de autor (LOMEditor) que permite crear paquetes a través del ensamblado de OA. La herramienta permite componer, de forma manual, un OA a partir de los ya existentes.

Wetzlinger *et al.* (2008) presentan un sistema que permite la conexión con diferentes repositorios distribuidos para buscar y recuperar OA e integrarlos en un nuevo material de aprendizaje.

López *et al.* (2008) presentan un Sistema Generador de Ambientes de Enseñanza-Aprendizaje que permite combinar OA existentes. Esto se hace a través de un conjunto de reglas de producción que definen las combinaciones posibles.

Bouzeghoub *et al.* (2009), proponen un ambiente virtual para la búsqueda y composición de OA. El docente es asistido por el sistema en el proceso de composición y puede editarla. Una vez terminada se envía y el sistema la valida y la almacena en un servidor de conocimiento.

Garrido *et al.* (2009), presentan un *planificador inteligente* para crear cursos personalizados. El docente define el *problema de planificación* y el sistema genera la ruta de aprendizaje con OA.

Jovanović *et al.* (2009), proponen descomponer OA para ensamblar uno nuevo (personalizado) con las partes de su interés. Ambos procesos se realizan de forma automatizada. El estudiante es guiado sobre qué OA abordar para alcanzar sus objetivos.

Huang *et al.* (2009), proponen el uso de un SR de Secuencias de Aprendizaje. Las recomendaciones se basan en las trayectorias de aprendizaje del estudiante. Éstas

experiencias permiten derivar patrones para predecir secuencia para otros estudiantes.

Ullrich & Melis (2009), presentan un *framework* para generar cursos a partir del ensamblaje de recursos educativos basados en criterios pedagógicos (contexto, nivel de competencias, conocimientos previos, etc.). Con esta información el sistema ofrece una secuencia de tareas que abarcan los conceptos que el estudiante desconoce y se adaptan al nivel de competencia del estudiante.

Menéndez *et al.* (2010) ofrecen un modelo de ensamblaje de OA. La secuenciación la crea el docente apoyado por el sistema para completar los metadatos a través de un modelo de similitud de OA.

Stănică & Crișan (2011), presentan un *framework* para el ensamblaje y reutilización de OA. El cual se centra en la granularidad de los OA y la abstracción. Con esto garantizan un alto nivel de acoplamiento y una baja cohesión de los OA, lo que facilita su ensamblado.

Verbert *et al.* (2012) proponen un *framework* para el ensamblaje de recursos y materiales educativos basado en patrones. El usuario selecciona una actividad y el sistema sugiere la siguiente, o genera toda la secuencia con una plantilla.

6. Conclusiones y trabajos futuros

En este artículo se han analizado 26 publicaciones que han permitido detallar los primeros lineamientos para definir un estado del arte de los SE de OA.

Dicho análisis ha permitido definir las motivaciones que han dado lugar –y que aún lo hacen– a las investigaciones sobre la temática, así como determinar los modelos de representación que utilizan las metodologías de ensamblaje y su implementación a través del uso de ontologías.

Si bien el ensamblaje de OA es un aspecto que el paradigma trae desde sus inicios (metáforas del LEGO y del átomo), en un principio se abordaba como una actividad que docentes o diseñadores instruccionales debían realizar en forma manual. Las investigaciones sobre SE reflejan esfuerzos por revertir esto, así como

propiciar la reutilización y facilitar la búsqueda y secuenciación de los contenidos.

En la actualidad, se hace necesario que los sistemas de *e-learning* evolucionen hacia herramientas inteligentes que apoyen a sus usuarios en la toma de decisiones. La conexión con repositorios y la integración de SR/SE que permitan crear IA personalizados, son funciones que debieran ofrecer para satisfacer las necesidades de los usuarios actuales.

Sin embargo, para que el planteo anterior se pueda llevar adelante, los MED debieran contar con metadatos semánticamente ricos y sin ambigüedades. Sabido es que tanto la carga inicial de los metadatos, como el mantenerlos actualizados son tareas que insumen tiempo, esfuerzo y cierto nivel de experticia. Los MED –incluso si se trata de OA– no cuentan, por lo general, con la suficiente información, lo que limita la aplicación de metodologías de ensamblaje. La reutilización, en los procesos de ensamblaje, esta directamente relacionada con una correcta y completa descripción de los MED a través de metadatos.

Las investigaciones sobre estas temáticas siguen abiertas, y por ende, las posibilidades de ampliar este estado del arte.

En el contexto del trabajo de investigación que se apoya sobre este estado de la cuestión, se llevará adelante un caso de estudio que permitirá la evaluación de herramientas para el ensamblaje de OA y su impacto en la función docente.

7. Bibliografía

Anh, N. V., & Dam, H. S. (2006). ACGs: Adaptive Course Generation System - An Efficient Approach to Build E-Learning Course. In *Computer and Information Technology, 2006. CIT '06. The Sixth IEEE International Conference on* (pp. 259–259). IEEE. doi:10.1109/CIT.2006.32

Astudillo, G., Sanz, C., & Willging, P. (2011). *Análisis del estado del arte de los objetos de aprendizaje. Revisión de su definición y sus posibilidades* (Trabajo final). Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Buenos Aires. Retrieved from <http://sedici.unlp.edu.ar/ARG-UNLP-TPG-0000002954/12061.pdf>

Becerra, C., Astudillo, H., & Mendoza, M. (2012). Improving learning objects recommendation processes by using domain description models. *Conferencia LACLO*, 3(1).

Betrián, D. P., Hilera, J. R., & Pagés-Arévalo, C. (2011). ISO/IEC 19788 MLR: Un Nuevo Estándar de Metadatos para Recursos Educativos. *IEEE-RITA*, 6(3), 140–145.

Bouzeghoub, A., Buffat, M., Lopes Ganccarski, A., Lecocq, C., Benjemaa, A., Selmi, M., & Maillet, K. (2009). Search and Composition of Learning Objects in a Visual Environment. *Learning in the Synergy of Multiple Disciplines*, 763–768.

Chellatamilan, T., & Suresh, R. M. (2012). Automatic classification of learning objects through dimensionality reduction and feature subset selections in an e-learning system. In *Technology Enhanced Education (ICTEE), 2012 IEEE International Conference on* (pp. 1–6). doi:10.1109/ICTEE.2012.6208621

Cobo Romani, C., & Pardo Kuklinski, H. (2007). *Planeta Web 2.0. Inteligencia colectiva o medios fast food*. Barcelona / México DF: Grup de Recerca d'Interaccions Digitals, Universitat de Vic. Flacso México. Retrieved from <http://www.planetaweb2.net/>

Colucci, S., Di Noia, T., Di Sciascio, E., Donini, F. M., & Ragone, A. (2005). Semantic-based automated composition of distributed learning objects for personalized e-learning. In *The Semantic Web: Research and Applications* (pp. 633–648). Springer.

De Benito, B., Darder, A., & Salinas, J. (2012). Los itinerarios de aprendizaje mediante mapas conceptuales como recurso para la representación del conocimiento. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (39), 1–14.

Farrell, R. (2006). Dynamic Assembly of Learning Materials in a Corporate Context. *Educational Technology*, 46(1), 70–73.

Farrell, R., Liburd, S., & Thomas, J. (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. In *Advanced Learning Technologies* (pp. 178 –182). Riga, Latvia. doi:10.1109/ICALT.2009.39
- 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. Retrieved from http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_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. doi:doi:10.4304/jetwi.1.1.6-21
- Karam, N., Linckels, S., & Meinel, C. (2007). Semantic Composition of Lecture Subparts for a Personalized e-Learning. In E. Franconi, M. Kifer, & W. May (Eds.), *The Semantic Web: Research and Applications* (Vol. 4519, pp. 716–728). Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-72667-8_50
- Kellar, M., Stern, H., Watters, C., & Shepherd, M. (2004). Information architecture to support dynamic composition of interactive lessons and reuse of learning objects. In *System Sciences, 2004. Proceedings of the 37th Annual Hawaii International Conference on System Sciences* (p. 10 pp.). Hawaii: IEEE. doi:10.1109/HICSS.2004.1265048
- Lalithsena, R. S. S., Hewagamage, K. P., & Jayaratne, K. L. (2008). A Semantic Web Model for the Personalized e-Learning (pp. 30–39). Presented at the 9th International Information Technology Conference, Colombo, Sri Lanka. Retrieved from <http://www.ictcr.org/conference/sites/default/files/ictcr/IITC-2008p30.pdf>
- Li, Y., & Huang, R. (2006). Dynamic composition of curriculum for personalized e-learning. *IOS Press*, 151(Learning by Effective Utilization of Technologies: Facilitating Intercultural Understanding), 569 – 576.
- Liu, L., & Zsu, M. T. (2009). *Encyclopedia of Database Systems* (1st ed.). Springer Publishing Company, Incorporated.
- Lopes Gançarski, A., Bouzeghoub, A., Defude, B., & Lecocq, C. (2007). Iterative search of composite learning objects. In *IADIS International Conference WWW/Internet* (pp. 8–12). Vila Real, Portugal. Retrieved from http://www.iadis.net/dl/final_uploads/200712C050.pdf
- López, M. G., Miguel, V., & Montaña, N. E. (2008). Sistema Generador de AMBientes de Enseñanza-ApRendizaje Constructivistas basados en Objetos de Aprendizaje (AMBAR): la Interdisciplinariedad en los ambientes de aprendizaje en línea. *Revista de Educación a Distancia*, (19), 1–14.
- Manouselis, N., Drachsler, H., Verbert, K., & Duval, E. (2012). *Recommender systems for learning*. New York: Springer.
- Marquès, P. (2011, Agosto). Los medios didácticos. Página Web. Retrieved June 21, 2012, from <http://peremarques.pangea.org/medios.htm>
- Menéndez, V., Prieto, M., & Zapata, A. (2010). Sistemas de Gestión Integral de Objetos de Aprendizaje. *Latin-American Learning Technologies Journal*, 5(2), 56–62.
- Ochoa, X., & Carrillo, G. (2013). Recomendación de Objetos de Aprendizaje basado en el Perfil del Usuario y la Información de Atención Contextualizada. *Conferencias LACLO*, 4(1).
- Pahl, C., & Barrett, R. (2004). A web services architecture for learning object discovery and assembly (pp. 446–447).
- Rigaux, P., & Spyrtos, N. (2007). Selene report: Metadata management and learning object composition in a self elearning network. *Last Accessed Sept.*
- Rodríguez Marín, P. A. (2014). *Modelo de recomendación adaptativa de objetos de aprendizaje en el marco de una federación de repositorios, apoyado en agentes inteligentes y perfiles de usuario*. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- Roig Vila, R. (2005). Diseño de materiales curriculares electrónicos a través de Objetos de

- Aprendizaje. *RED. Revista de Educación a Distancia*, (IV), 1–9.
- Sánchez-Alonso, S., Sicilia, M., López-Cobo, J., & Arroyo, S. (2007). Design by Contract-Based Selection and Composition of Learning Objects. In B. Fernández-Manjón, J. Sánchez-Pérez, J. Gómez-Pulido, M. Vega-Rodríguez, & J. Bravo-Rodríguez (Eds.), *Computers and Education* (pp. 179–191). Springer Netherlands. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4020-4914-9_16
- Santacruz-Valencia, L. P., Delgado Kloos, C., & Cuevas Aedo, I. (2005, de abril de). *Automatización de los procesos para la generación ensamblaje y reutilización de Objetos de Aprendizaje* (Tesis doctoral). Universidad Carlos III de Madrid, Madrid. Retrieved from www.lite.etsii.urjc.es/liliana/Defensa_Tesis_L_PSV.pdf
- 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.
- Sarasa, A., Piquer, J., Arriola, R., & Iglesia, S. (2008). LOMEditor: Composition and Classification of Learning Objects. In A. Mendes, I. Pereira, & R. Costa (Eds.), *Computers and Education* (pp. 241–249). Springer London. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1007/978-1-84628-929-3_24
- Schreurs, J., Vanhove, B., & Al-Zoubi, A. (2008). Assembling content into dynamic learning objects versus authoring of e-learning courses. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 3(3), 15–20.
- Shahin, R., Barakat, L., Mahmoud, S., & Alkassar, M. (2008). Dynamic Generation of Adaptive Courses. In *Information and Communication Technologies: From Theory to Applications, 2008* (pp. 1–4).
- Sicilia Urbán, M.-A., & Sánchez Alonso, S. (2009). *Learning objects y learning designs: conceptos*. Presented at the Diseño y Evaluación de contenidos y actividades educativas reutilizables, Information Engineering Research Unit. Universidad de Alcalá.
- Stănică, J. L., & Crișan, 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.
- Thyagarajan, K., & Nayak, R. (2007). Adaptive content creation for personalized e-learning using web services. *Journal of Applied Sciences Research*, 3(9), 828–836.
- Ullrich, C., & Melis, E. (2009). Pedagogically founded courseware generation based on HTN-planning. *Expert Systems with Applications*, 36(5), 9319 – 9332. doi:10.1016/j.eswa.2008.12.043
- 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. doi:10.1016/j.compedu.2012.06.005
- Verbert, K., Wiley, D., & Duval, E. (2009). A Methodology and Framework for the Semi-automatic Assembly of Learning Objects. *LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE*, (5794), 757 – 762.
- Wetzlinger, W., Auinger, A., & Sary, C. (2008). Ad-hoc Composition of Distributed Learning Objects using Active XML. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 3(3), pp. 33–39. doi:10.3991/ijet.v3i3.279
- Zapata Ros, M. (2010). *Secuenciación de contenidos. Especificaciones para la secuenciación instruccional de objetos de aprendizaje* (Tesis doctoral). Universidad de Alcalá, España.