

Learning Object Assembly Systems. A case study

Astudillo Gustavo J.

GrIDIE. Dpto. de Matemática
FCEyN, UNLPam
La Pampa, Argentina
astudillo@exactas.unlpam.edu.ar

Sanz, Cecilia V.

III LIDI. Invest. Asociado de la CIC
Facultad de Informática, UNLP
La Plata, Argentina
csanz@lidi.info.unlp.edu.ar

Santacruz-Valencia, Liliana P.

Esc. Téc. Sup. de Ing. Informática
Universidad Rey Juan Carlos
Madrid, España
liliana.santacruz@urjc.es

Abstract—Assembling is an essential part of the Learning Objects paradigm from its beginnings. There are currently many methodologies that are aimed at automating part or all the assembly process. In this paper, we present a case study in which a specific Learning Objects assembly methodology was applied. To carry out this process an Assembly System, called ELO-Tool, was used. The results obtained are analyzed and discussed. These results show a positive and satisfactory experience of the teachers involved, as well as, the possibility of assembly Learning Objects to create learning itineraries. Finally, improvement aspects in relation with the experience carried out are reviewed.

Index Terms—Assembly systems, assembly methodologies, learning objects, case study.

I. INTRODUCCIÓN

La idea de diseñar material educativo reutilizable y ensamblable puede rastrearse hasta finales de los 60, donde [1], asociaba el material educativo con piezas de *Meccano*. Sin embargo, es tres décadas más tarde donde esa idea comienza a vehiculizarse con los Objetos de Aprendizaje (OA). El ensamblaje puede observarse en las metáforas de los inicios del paradigma (LEGOs o átomos), sin embargo, la secuenciación era potestad exclusiva de docentes/diseñadores instruccionales.

Actualmente, se proponen Metodologías de Ensamblaje (ME) que permiten, con distintos niveles de automatización, la creación de itinerarios de aprendizaje con Materiales Educativos Digitales (MED) alojados en repositorios. Uno de los MED que mejor se adaptan a este proceso son los OA.

Si bien los OA cuentan con amplia difusión y es un tema de interés, no se visualiza aún una real utilización de éstos para la creación de itinerarios de aprendizaje. Es interesante analizar, entonces, qué factores influyen en esta problemática poniendo en juego una metodología concreta en un contexto real.

En este trabajo se presenta un estudio de caso en el cual se hace uso de una Metodología de Ensamblaje de Objetos de Aprendizaje (MEOA) y se analiza la opinión de un grupo de docentes acerca de las fortalezas y debilidades de la misma y del Sistema Ensamblador (SE) que la implementa.

Este artículo se organiza como sigue, la Sección II introduce brevemente los conceptos de MEOA y OA. La sección III describe el caso de estudio. Seguidamente, en la Sección IV se exponen y discuten los resultados obtenidos. Finalmente, en la Sección V se presentan las conclusiones y trabajos futuros.

II. METODOLOGÍAS DE ENSAMBLAJE DE OA

Una metodología de ensamblaje busca establecer una correspondencia sintáctica, estructural y semántica entre materiales educativos [2]. Así es posible generar un itinerario de aprendizaje con base en MED alojados en repositorios. Esta acción puede ser llevada a cabo con distintos niveles de automatización y, en algunos casos, puede tener en cuenta el perfil de usuario [3]. El ensamblaje involucra: definición de la temática, la secuenciación y la selección de los MED apropiados [4].

Con base en las ME analizadas en esta investigación [3] se ha podido observar que el ensamblaje se plantea de forma manual, semi-automática o automática. Para llevar adelante este proceso, las ME pueden hacer uso de información sobre: los contenidos y su rol educativo (función didáctica) y/o de los usuarios [5], [6]. Para relacionar los OA, en general, las MEOA hacen uso de ontologías y metadatos. Las primeras, permiten representar conceptos, relaciones entre ellos y sus atributos a partir de un conjunto de primitivas que modelan un dominio [7]. Los metadatos describen “atributos, propiedades y características [...] que identifican claramente al objeto, con el fin de que pueda encontrarse [y] ensamblarse” [8, p. 4]. Las ME analizadas utilizan diferentes estrategias para relacionar un OA con otro. Sin embargo, varias hacen uso de pre-requisitos y del conocimiento adquirido. Los primeros definen el conocimiento con el que debería contar un estudiante para acceder al OA, y el segundo, el conocimiento que se espera adquiera al haber completado el OA [9], [10].

La elección de los OA como MED para crear los itinerarios se debe, principalmente, a que éstos: son diseñados para ser reutilizados, y cuentan con metadatos [11]. Además, el paradigma de OA propone el ensamblaje como mecanismo para crear materiales de mayor granularidad [1], [12], [13]. Sabido es que no existe una definición acordada y única de OA. Esto se refleja también en las MEOA [14]. Es por ello, que se debe establecer la definición de OA con la que se va a trabajar. En esta investigación se asume que un OA es “un tipo de MED, que se caracteriza, desde el punto de vista pedagógico, por orientarse a un objetivo específico de aprendizaje, y por presentar: una serie de contenidos con el fin de abordar la temática relacionada con el objetivo, actividades que permitan al alumno poner en práctica o problematizar el contenido presentado, y una autoevaluación que posibilite conocer al alumno, si ha podido comprender esos contenidos

vinculados al objetivo. Desde el punto de vista tecnológico, se caracteriza por contener un conjunto de metadatos estandarizados para su búsqueda, y recuperación, y estar integrado, utilizando un modelo de empaquetamiento que respete estándares, y de esta manera, permita su diálogo con diferentes entornos tecnológicos.” [15, p. 34].

III. ESTUDIO DE CASO

El estudio de caso que se expone en el presente artículo forma parte de una investigación sobre MEOA en la cual se definieron un conjunto de criterios [16] para la evaluación MEOA y sistemas de ensamblaje. Con base en estos criterios se seleccionó la MEOA para el estudio de caso. Los objetivos planteados fueron: (i) conocer la opinión de docentes sobre el proceso de ensamblaje de OA para la generación de itinerarios de aprendizaje, (ii) identificar fortalezas y debilidades de la MEOA seleccionada, (iii) evaluar el nivel de usabilidad del SE y (iv) generar un proceso metodológico que permita, a docentes del área de Ciencias de la Computación, utilizar el SE. Una vez elegida la MEOA y luego de un proceso de preparación y planificación, se llevó adelante un taller de ensamblaje de OA sobre el que se desarrolló el estudio de caso.

A. Selección de la MEOA

Para la implementación del taller se hizo necesario contar con una MEOA centrada en ensamblaje y sujeta a ser usada por docentes, dado que es de interés para esta investigación conocer su opinión. De las 33 MEOA analizadas [3], sólo 5 contaban con un SE accesible: EDUTIC [17], ELO-Tool [2], *Lecture Composer* [18], PAIGOS [5], y AGORA [19]. En [3, Cap. 4.4] se presenta un análisis detallado de cada una de estas metodologías de ensamblaje. Se seleccionó la metodología que implementa el sistema de ensamblaje llamado ELO-Tool por: (i) tratarse de un prototipo funcional, (ii) ser accesible desde la web, (iii) presentar una definición de OA con coincidencias suficientes con la adoptada en esta investigación y (iv) permitir las adaptaciones necesarias para llevar adelante el estudio de caso. Cabe aclararse, que ELO-Tool es un sistema que sólo almacena los metadatos y que se enfoca a ser usado por docentes. La MEOA que subyace a este sistema, denomina ELO (*Electronic Learning Object*) a los MED que tienen tres niveles de agregación: Unidades de Información (UI) o recursos, de Contenido (UC) o conjunto de UIs, y Unidades Didácticas (UD) o conjunto de UCs que incluyen objetivos, resumen y evaluación [2]. Los ELOs se representan a través de metadatos (estándar LOM extendido) y usan ontologías para establecer una relación entre ellos. El proceso de ensamblaje se implementa a través del Conocimiento Asociado (CA). El CA define requisitos y competencias, así si las competencias de un OA cubren los requisitos de otro, éstos podrán ensamblarse [2].

B. Actividades preliminares

Para la implementación del taller se hizo necesario realizar algunas tareas para utilizar ELO-Tool.

Se creó una **aplicación web**, denominada ELOs-Viewer, como soporte de ELO-Tool, para dar mayor facilidad a la visualización (ELO-Tool sólo muestra el archivo XML en crudo para cada material educativo).

Se tuvo que **compatibilizar el concepto de OA adoptado** con el de ELO. Se asumió que las UD se correspondían con la definición de OA por la granularidad que las caracteriza. Para atender a los componentes del OA según la definición adoptada, se compuso cada OA con dos UC, que contenían: el Objetivo del OA, su contenido, y por otro lado, las actividades/ejemplos y la autoevaluación (ver Fig. 1). Se crearon 11 OA a partir de recursos encontrados en la web y otros creados *ad-hoc*.

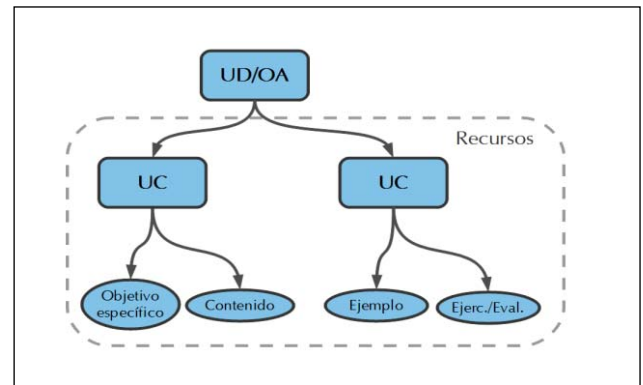


Fig. 1. Estructura adaptada de OA.

Otras adaptaciones previas fueron necesarias como la **creación y publicación de las ontologías** de dominio con las temáticas propias del taller. Se consideró además que al ensamblar dos o más OA (UDs de ELO-Tool) se conforma un itinerario de aprendizaje.

C. Muestreo y recogida de datos

Para la obtención de la muestra se realizó un **muestreo por conveniencia** [20] sobre las asignaturas: Introducción a la Computación y Programación I (FCEyN-UNLPam). Esto permitió definir una muestra de cinco docentes participantes del taller sobre los cuales se realizaron las observaciones.

Para la recogida de datos se utilizaron: **la entrevista, la encuesta y la observación participante**. Además, se realizó un registro filmico de la actividad del taller y se utilizó una planilla estructurada de observación.

D. Implementación del taller

El taller se realizó durante el mes de agosto de 2015 en aulas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UNLPam), Santa Rosa, La Pampa, Argentina. Se desarrolló en dos sesiones: en la primera (45') se explicó la MEOA y las adaptaciones realizadas. En la otra (120'), se crearon los itinerarios de aprendizaje, mediante ensamblaje de OA.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados, que se presentan a continuación, se organizaron con base a una serie de variables de estudio: A. Nivel de dificultad en la **actividad realizada**, B. nivel de comprensión de la metodología de ensamblaje, C. nivel de comprensión de las adaptaciones que se le realizaron, D. fortalezas/debilidades de la metodología en uso, E. utilidad de la metodología para crear los itinerarios de aprendizaje, F.

facilidad en la carga de metadatos, G. nivel de satisfacción en relación al uso de la herramienta.

A. Nivel de dificultad al completar la tarea

Tanto en la encuesta como en la entrevista se consultó a los docentes sobre su opinión en relación al nivel de dificultad para realizar el ensamblaje de OA y conformar un itinerario. Al mismo tiempo, se contrastaron las respuestas con los registros filmicos y las observaciones. Todos los datos obtenidos muestran que cada participante completó exitosamente el ensamblaje de OA en un tiempo promedio de 20 minutos. Los obstáculos se superaron con consultas al docente guía del taller. En la encuesta, 3 participantes asignaron, en una escala de 1 a 5 para significar el nivel de dificultad del proceso, un valor de 4 (fácil); 1 participante indicó el valor 5 (muy fácil) y el restante el valor 3 (medio). Es interesante rescatar que las consultas al docente refirieron principalmente a cuestiones de semántica de la terminología presentada, por ejemplo, en la carga de metadatos.

B. Nivel de comprensión de la MEOA utilizada

El nivel de comprensión de la MEOA con la que se trabajó resultó medio a bajo. Se realizaron una serie de preguntas referidas a conceptos o cuestiones propias de la metodología de ensamblaje utilizada: ¿cómo define la metodología, el ensamblaje de OA?, ¿cómo define el Conocimiento Asociado?, ¿para qué utiliza las ontologías? Todas las preguntas presentaron un formato de opciones múltiples, con la posibilidad de elegir más de una opción. Respecto de la primera pregunta se obtuvieron mayoritariamente respuestas correctas. Respecto al Conocimiento Asociado, las respuestas fueron más diversificadas, produciéndose una confusión con el concepto de metadato y el de Conocimiento Asociado. Esto también se observó en el registro filmico en el que se captura un debate entre dos docentes que dudan sobre qué es el Conocimiento Asociado.

Al ser consultados por las ontologías del dominio, se encontraron diversas respuestas. Esto también es confirmado en las entrevistas, donde si bien tienen una idea general de lo que son las ontologías, no presentan con exactitud para qué las utiliza la metodología.

Los resultados analizados indican que, si bien los docentes conocen la MEOA utilizada, lo hacen desde un lugar más práctico, acorde a la tarea realizada. Las principales confusiones refieren al uso de las ontologías por parte de la MEOA y al concepto de Conocimiento Asociado. Estas podrían ser barreras futuras en la creación de itinerarios de aprendizajes en contextos donde los docentes deban desempeñarse de forma más autónoma.

C. Nivel de comprensión de las adaptaciones realizadas

Se observa un nivel medio de comprensión de las adaptaciones realizadas a la metodología (relación entre UD y concepto de OA adoptado, cómo se conforma el itinerario, etc.). Si bien, la mayoría, caracterizó adecuadamente la estructura de un OA, y cómo está conformado un itinerario de aprendizaje, acorde a la metodología planteada y las

adaptaciones que se le realizaron, se encontraron dudas en términos de los metadatos que debían cargar.

D. Fortalezas y debilidades de la MEOA

Se observó como fortalezas de la MEOA que: tiene un buen nivel de automatización, solicita una cantidad aceptable de metadatos y es flexible gracias al uso de ontologías. La principal debilidad planteada se vinculó con los metadatos específicos relacionados con el Conocimiento Asociado que se utiliza para el ensamblaje, tanto en término de la cantidad como de su semántica. Esto se visualiza como una posible barrera en la creación de itinerarios de OA utilizando esta metodología.

E. Utilidad de la MEOA para crear itinerarios de aprendizaje

Los informantes, ven en la MEOA elegida el potencial para la creación de itinerarios de aprendizaje a través de la reutilización de OA existentes. Todos indican que volverían a utilizarla.

F. La carga de metadatos

Pudo observarse que la cantidad de metadatos a ingresar no resultó tediosa para los docentes y consideraron a la actividad como sencilla. Sin embargo, durante la entrevista, se manifiesta alguna dificultad con la semántica de los metadatos enfocados en el CA (referidos a requerimientos/competencias de los OA).

G. Nivel de satisfacción de los usuarios con las herramientas

En general, los participantes manifestaron una opinión positiva sobre el aspecto visual de la interfaz y las funcionalidades que ofrecen ELOs-Viewer y ELO-Tool. Sin embargo, sobre este último, se encontraron algunos aspectos de mejora, tales como la imposibilidad de editar los metadatos de un ELO ya creado y la falta de la opción guardar los cambios.

V. CONCLUSIONES

Este artículo presenta un estudio de caso que se llevó adelante, a través de un taller de ensamblaje de OA, con el objetivo de conocer la opinión de un grupo de docentes universitarios sobre el uso de una MEOA y su sistema ensamblador (ELO-Tool) para crear itinerarios de aprendizaje.

El diseño de este estudio implicó, por una parte, tomar una postura sobre la definición de OA y adaptar la terminología propia de la metodología a ésta. Además, se trabajó en la creación de los OA para el taller.

El estudio de caso permitió obtener una serie de consideraciones que se exponen a continuación y que pueden ofrecer luz para analizar por qué aún no se llevan a cabo de manera más extendida estos procesos de ensamblaje de OA.

La creación de OA debe hacerse con base en una definición. No se hallaron OA ajustados a la definición adoptada sobre la temática en cuestión, sin embargo, ELO-Tool permitió la creación de OA vía ensamblaje de recursos de menor granularidad (una página web con una actividad, o sólo un video, etc.). En varios casos, la contextualización de los recursos encontrados limitó las posibilidades de reutilización y requirió de la creación de recursos *ad hoc*.

ELO-Tool permitió y exigió la creación de ontologías de dominio para alcanzar el ensamblaje. Sin embargo, el diseño de éstas requiere de un esfuerzo considerable, y de un cierto nivel de experticia en la temática. Esto debe hacerse previo a la creación de los itinerarios, con la participación de docentes e informáticos.

Si bien la muestra con la que se trabajó es pequeña y no permite la generalización de los resultados, en la evaluación de la MEOA y de ELO-Tool se observó que:

- Los docentes pueden, con un nivel bajo de dificultad, alcanzar la creación de itinerarios de aprendizaje vía ensamblaje de OA utilizando ELO-Tool, bajo las condiciones iniciales de preparación indicadas.
- La aplicación ELO-Tool acompañó adecuadamente el proceso de ensamblaje. Su diseño resultó satisfactorio, más allá de que se indicaron aspectos de mejora en su interfaz.
- Los docentes no se apropiaron completamente de los conceptos subyacentes a la MEOA utilizada, pero sí lograron trabajar con ella de una manera práctica. Esta fue la principal fuente de consultas durante el proceso, ya que se encontraron dudas sobre la terminología específica.
- En línea con lo anterior, tuvieron dificultades con la semántica de los metadatos, las ontologías y el Conocimiento Asociado. Conceptos, estos últimos, con los que los docentes no estaban familiarizados.

Se pudo experimentar, con este estudio, la dificultad de llevar adelante el proceso de ensamblaje a partir de la reutilización de OA. La primera dificultad se vinculó con la disparidad de materiales educativos que se referían como OA encontrados, pero que correspondían a diferentes niveles de granularidad y de estandarización, por lo que hubo que trabajar en la definición para lograr alcanzar el ensamblaje. Sumado a lo anterior, cada metodología de ensamblaje establece un conjunto de requisitos a atender para llevar adelante el proceso, en el caso puntual de la ELO-Tool, fue necesario contar tanto con las ontologías de dominio, como con los metadatos.

La combinación de OA para la creación de material de mayor granularidad forma parte de la génesis del paradigma y se ha avanzado significativamente en la propuesta de metodologías para automatizar parte de este proceso. Sin embargo, se hace necesario continuar con la investigación a fin de facilitar sus posibilidades para alcanzar la recomendación de OA sujetos a ser ensamblados, y componer así itinerarios de aprendizaje personalizados.

REFERENCIAS

- [1] R. Gerard, *Shaping the Mind: Computers in Education*, Training & Development Journal., vol. 23. New York: Academic Press, 1969.
- [2] L. P. Santacruz-Valencia, C. Delgado Kloos, y I. Cuevas Aedo, «Automatización de los procesos para la generación ensamblaje y reutilización de Objetos de Aprendizaje», Tesis doctoral, Universidad Carlos III de Madrid, Madrid, 2005.
- [3] G. J. Astudillo, C. V. Sanz, y L. P. Santacruz Valencia, «Estrategias de diseño y ensamblaje de Objetos de Aprendizaje», Tesis de Maestría, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina, 2016.
- [4] R. Farrell, «Dynamic Assembly of Learning Materials in a Corporate Context», *Educ. Technol.*, vol. 46, n.º 1, pp. 70-73, 2006.
- [5] C. Ullrich y E. Melis, «Pedagogically founded courseware generation based on HTN-planning», *Expert Syst. Appl.*, vol. 36, n.º 5, pp. 9319-9332, 2009.
- [6] K. Verbert, X. Ochoa, M. Derntl, M. Wolpers, A. Pardo, y E. Duval, «Semi-automatic assembly of learning resources», *Comput. Educ.*, vol. 59, n.º 4, pp. 1257-1272, 2012.
- [7] T. Gruber, «Ontology», en *Encyclopedia of Database Systems*, L. LIU y M. T. ÖZSU, Eds. Springer US, 2009, pp. 1963-1965.
- [8] L. García Aretio, «MOOC: objetos de aprendizaje», *Context. Univ. Medrados*, vol. 19, n.º 13, pp. 1-6, 2013.
- [9] S. Colucci, T. Di Noia, E. Di Sciascio, F. M. Donini, y A. Ragone, «Semantic-based automated composition of distributed learning objects for personalized e-learning», en *The Semantic Web: Research and Applications*, Springer, 2005, pp. 633-648.
- [10] S. Sánchez-Alonso, M. A. Sicilia, J. M. López-Cobo, y S. Arroyo, «Design by Contract-Based Selection and Composition of Learning Objects», en *Computers and Education*, vol. XI, Netherlands: Springer Netherlands, 2007, pp. 179-191.
- [11] G. J. Astudillo, C. V. Sanz, y L. P. Santacruz Valencia, «Análisis de metodologías de recomendación y ensamblado de Objetos de Aprendizaje, a partir de la definición de criterios», en *VIII Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, Santiago del Estero, Argentina, 2013, p. 10.
- [12] J. L'Allier, «NETg's Precision Skilling: The linking of occupational skills descriptors to training interventions», 1998. [En línea]. Disponible en: <http://www.netg.com/research/pskillpaper.htm>. [Accedido: 15-dic-2009].
- [13] D. Wiley, «Learning objects and the new CAI: So what do I do with a learning object». opencontent.org, 1999.
- [14] G. J. Astudillo, C. V. Sanz, y L. P. Santacruz Valencia, «Metodologías de ensamblaje de objetos de aprendizaje. Análisis bajo la lupa del concepto de objetos de aprendizaje subyacente», en *Actas XXII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, San Luis, Argentina, 2016, pp. 372-381.
- [15] C. V. Sanz, «Los objetos de aprendizaje, un debate abierto y necesario», *Bit Byte*, vol. 1, n.º 1, pp. 33-35, 2015.
- [16] G. J. Astudillo, C. V. Sanz, y L. P. Santacruz Valencia, «Criterios para evaluar metodologías de ensamblaje de objetos de aprendizaje», en *2015 International Symposium on Computers in Education (SIIE)*, España, 2016.
- [17] R. Roig Vila, «Diseño de materiales curriculares electrónicos a través de Objetos de Aprendizaje», *RED Rev. Educ. Distancia*, n.º IV, pp. 1-9, 2005.
- [18] N. Karam, S. Linckels, y C. Meinel, «Semantic Composition of Lecture Subparts for a Personalized e-Learning», en *The Semantic Web: Research and Applications*, vol. 4519, E. Franconi, M. Kifer, y W. May, Eds. Springer Berlin Heidelberg, 2007, pp. 716-728.
- [19] V. H. Menéndez Domínguez, M. E. Prieto Méndez, y A. Zapata González, «Sistemas de Gestión Integral de Objetos de Aprendizaje», *IEEE-RITA*, vol. 5, n.º 2, pp. 56-62, 2010.
- [20] L. Cohen y M. Lawrence, *Métodos de investigación educativa*, 2da Edición. Madrid, España: La Muralla, 2002.