

Desarrollo de un recomendador web de objetos de aprendizaje para el aprendizaje de las matemáticas universitarias

Development of a web recommender learning objects for teaching university mathematics

Magally Martínez Reyes Centro

Centro Universitario UAEM Valle de Chalco

mmreyes@hotmail.com

Anabelem Soberanes Martín

Centro Universitario UAEM Valle de Chalco

belemsoberanes@yahoo.com.mx

Ariana Chavez Estrada

Centro Universitario UAEM Valle de Chalco

liabelso@hotmail.com

Resumen

La necesidad de construir un Recomendador de Objetos de Aprendizaje (ROA) para la enseñanza de matemáticas a nivel superior, surge porque los desarrolladores de material didáctico se concentran en el diseño instruccional dejando la asignación de metadatos a través de protocolos de etiquetado de OA alojados en repositorios. Se elaboró un modelo computacional y pedagógico para desarrollar una aplicación web en Java y generar algoritmos que permitan recomendar OA del área matemática alojados en repositorios académicos. Se diseñaron dos formatos: Para la Evaluación de Objetos de Aprendizaje (FEOA) y para Medir la Usabilidad de Objetos de Aprendizaje por Estudiantes (FMUOAE), pasaron pruebas de validez y confiabilidad en su elaboración y pruebas de usabilidad por 100 estudiantes y 11 OA evaluados por expertos, se analizan los resultados experimentales y plantea la inclusión del ROA que hospede los OA con calidad favorable para su utilización en la impartición de cátedras matemáticas universitarias. Abonando además a determinar ¿cuáles son los elementos que debe considerar un usuario (docente o alumno) en el desarrollo de material didáctico de determinado tema en áreas de matemáticas?

Abstract

The need to build a Learning Object Recommender (ROA) for teaching mathematics at a higher level arises because the developers of teaching materials focus on instructional design leaving assigning metadata through labeling protocols staying in OA repositories. a computational and pedagogical model was developed to develop a web application in Java and create algorithms to recommend the mathematical area OA housed in academic repositories. Two formats were designed: For evaluation of Learning Objects (FeoA) and Measuring Usability of Learning Objects for Students (FMUOAE), they were tested for validity and reliability in their design and usability testing for 100 students and 11 OA evaluated experts, the experimental results are analyzed and raises the inclusion of ROA that hosts the OA favorable quality for use in the teaching of mathematics university professorships. Also paying to determine what are the elements that should be considered a user (teacher or student) in the development of teaching material in certain subject areas of mathematics?

Palabras clave / key words: Matemáticas, evaluación de recursos, aprendizaje, base de datos. / Mathematics, resources evaluation, learning, databases.

Introducción

La instrucción universitaria incorpora innovadores recursos pedagógicos basados en las tecnologías de la información y comunicación (TIC) con el objeto de brindar herramientas complementarias de acceso a información y actividades encaminadas a potenciar el conocimiento; en particular la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas han interesado a numerosos investigadores, no sólo a nivel nacional sino además internacional (Castillo, 2008). En México, una de las principales instituciones en atender esta disciplina es el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV) del Instituto Politécnico Nacional, que en conjunto con universidades del país y extranjeras trabajan en proyectos que en su mayoría emplean material y alguna tecnología informática o audiovisual, y que además buscan no sólo enseñar esta disciplina sino además que el usuario aprenda a utilizar las nuevas tecnologías a la par con las áreas de estudio (Duquesne, 2007).

En este sentido, el concepto de Objetos de Aprendizaje (OA) surge a partir de que el proceso de enseñanza y de aprendizaje ha ganado terreno en la Web y por ello es necesaria la existencia de

material en formato digital. La redundancia en el material disponible ha proliferado en los últimos años. La producción y reelaboración una y otra vez de los mismos contenidos subidos a la red implicaba un esfuerzo y costo digno de considerar. Es por ello que los OA se convierten en la próxima generación del diseño, desarrollo y distribución de material instruccional, aunque en la actualidad ya se cuenta con una propuesta adicional de Recursos Educativos Abiertos (REA). Los OA ya estaban presentes en la programación orientada a objetos, al dividir el objeto de conocimiento en partes que luego podrían ser ensambladas entre sí y reutilizadas en diferentes contextos, para este caso el educativo.

Entonces se concibe como "Objeto de aprendizaje a la mínima estructura independiente que contiene un objetivo, una actividad de aprendizaje, un metadato y un mecanismo de evaluación, el cual puede ser desarrollado con tecnologías de la información y comunicación posibilitando su reutilización, interoperabilidad, accesibilidad y duración en el tiempo" (Ascheri et. al. 2012; Navas 2007), es importante resaltar la independencia de los objetos, característica necesaria para que se puedan ensamblar con otros. Se señala además, que los metadatos son un aspecto fundamental al momento de la inclusión en un repositorio y para su búsqueda adecuada. Los repositorios tienen como finalidad que los OA sean entre otras cosas, descubiertos, ya que incluyen una colección de metadatos de OA que fungen para localizarlo y entregarlo de manera remota. Para su construcción se requiere la prueba de varios prototipos de objetos; es decir, poblar el repositorio con diferentes tipos de contenidos para verificar su funcionamiento, interoperabilidad, recuperación de recursos y robustez.

Los OA hospedados en los repositorios deben ser etiquetados con anterioridad siguiendo un estándar de metadatos, lo cual permite al usuario a partir de ciertos criterios seleccionar de entre todos los hospedados en el repositorio (Hernández, 2009) y que de acuerdo a Ascheri et. al. (2012) residen en el dominio público o han sido publicados bajo una licencia de propiedad intelectual que permite que su uso sea libre para otras personas.

Ejemplo de ello son los portales institucionales para cursos universitarios: del Centro Universitario UAEM Valle de Chalco, <http://cux.uaemex/cursos>, que es administrado por Moodle y la página Open Course Ware (OCW) de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), en ambos casos el contenido didáctico es elaborado por los docentes y abierto en su uso para los alumnos inscritos al curso; en cada uno de ellos se cuenta con un diseño instruccional y metodológico basado en

cierto modelo educativo, los repositorios siguen también determinados criterios que delimitan la propuesta de uso de OA o material digital estático, como lo permite por ejemplo REDALyC de la Universidad Autónoma del Estado de México; sin embargo al existir una gama de recursos didácticos para apoyo del docente y alumno en el aprendizaje de las matemáticas, se requiere de un sistema que sólo recomiende material etiquetado. Los materiales didácticos atienden a una de las mayores problemáticas: el universitario llega de una educación media superior deficiente, en la cual no se conciben conocimientos básicos en ejes como álgebra, cálculo o estadística por mencionar algunos.

Desarrollo

Para este trabajo se abordarán los OA basados en estándares para su posterior incorporación como recursos en una plataforma virtual. En la enseñanza de las matemáticas resulta importante acotar el significado entre objeto matemático (OM) y objeto de aprendizaje (OA) para el área de las matemáticas, para el primero Chevallard (1991) define un objeto matemático como "un emergente de un sistema de prácticas donde son manipulados objetos materiales que se desglosan en diferentes registros semióticos", entonces se entiende como OM todo lo que es indicado, señalado, nombrado cuando se construye, se comunica o se aprende matemáticas. El segundo surge a partir de la necesidad de representarlo semióticamente, dichas representaciones son conocidas como Objetos de Aprendizaje para el área de las matemáticas. La transposición de OM en un OA computacional significa desarrollar actividades didácticas para producir una mejor comprensión del mismo, en un ambiente virtual. Este OA digitalizado deberá cumplir especificaciones de etiquetado y reusabilidad. Asimismo este objeto certificado estará en un repositorio para formular la administración de cursos (Zacarías, 2013).

Ejemplo de ello es lo planteado por Delgado (2009) en la incorporación del uso de Maple para la representación gráfica del OM Función como primer paso para visualizar el concepto. Delgado en su laboratorio interactivo para la enseñanza del cálculo a distancia emplea MAPLE en dos modos de trabajo: simbólico y numérico. La forma numérica, permite intuir procesos y estudiar la estabilidad de los cálculos; es decir, desarrollar distintas aproximaciones numéricas y gráficas encaminadas a generar un proceso de visualización en el alumno. Por otro lado, opera de forma exacta, y con algoritmos análogos que se emplean en razonamientos a la hora de realizar los cálculos a mano. La figura 1 ejemplifica cómo es que un OM sólo puede aprenderse por medio de sus representaciones semióticas y como éstas serán las que se simulan en objetos digitales.

- > $f: x \rightarrow x^*(x-1)^*(x+1)$: Función continua
- > $IdD: [-1, 1]$: Intervalo de definición
- > $IdA: [-1, 1]$: Intervalo de alturas

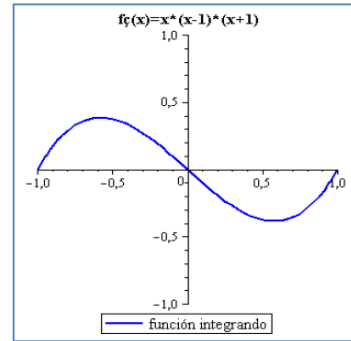


Figura 1. Uso de MAPLE como reforzamiento en la enseñanza del Cálculo (Delgado, 2009).

De esta forma las metodologías de desarrollo de OA permiten la concepción del OM como una herramienta de enseñanza de las matemáticas asistida por TI, surgiendo como necesidad primaria apearse a alguna metodología de diseño de OA, la cual será la pauta para que el desarrollador de OA determine el camino que mejor le convenga de acuerdo al equipo de desarrollo y necesidades a cubrir dentro de la Institución a la cual proveerán de dichos OA. Así, cada Institución determina su metodología de desarrollo para la creación de OA, por ejemplo:

- La Universidad Nacional Autónoma de México creó 19 objetos, aplicando y usando soporte a expertos en contenido (EC) apoyados por expertos en diseño instruccional (ID), en diseño gráfico (DG) y programación web (SC) para el diseño, implementación y seguimiento de unidades didácticas basado en OA y el ambiente CCOBÁ. Los 19 OA están disponibles desde la Galería de Objetos, o a través del Sistema para la Gestión del Conocimiento (SIGEC) basado en Moodle.

- La Universidad Abierta de los Países Bajos generó un marco de trabajo que apoya la diversidad pedagógica y la innovación, así como fomentar el intercambio y la interoperabilidad de los materiales de e-learning, mediante el IMS Learning Design. Con el IMS es posible incluir SCORM dentro de un contenido de diseño de aprendizaje.

- La Universidad de Guadalajara a través de su interfaz CREADOR guía al usuario mediante 10 sencillos pasos para crear un OA, sus características le permiten a cualquier persona utilizarlo y aprovechar sus funcionalidades. Esta institución además de brindar una metodología para la generación

de OA elaboró un instrumento de evaluación de OA, el instrumento CREA al final otorga un dictamen donde se autoriza o no la publicación del OA, además de las observaciones y propuestas de mejora.

La descripción de estas metodologías para la creación de OA, muestra la preocupación por generar OA de manera metódica; ahora bien si se desea avanzar en el reuso de OA es importante permitir el intercambio de los recursos entre diferentes Instituciones de Educación Superior, tarea que pretende facilitar la Norma Mexicana para la interoperabilidad entre entornos para OA (Castro & López, 2014), de manera que se deben estandarizar ítems como: desarrollo, etiquetado, empaquetado, almacenamiento en ROA, registro mediante metadatos, publicación, búsqueda del OA en ROA por usuario mediante palabras claves y/o metadatos, localización del OA, despliegue y uso del OA, búsqueda federada; y como aportación principal personalización en la entrega del OA mediante el estilo de aprendizaje del usuario.

Los Repositorios de Objetos de Aprendizaje (ROA) se han convertido en parte de los servicios que ofrecen Organizaciones e Instituciones Educativas, algunos de los más representativos son: CREA (<http://www.crea.udg.mx/index.jsp>), TEMOA (<http://www.temoa.info/es>), ARIADNE (<http://www.ariadne-eu.org>), iLumina (<http://www.ilumina-dlib.org>), National Science, Mathematics, Engineering, and Technology Education Digital Library (NSDL) (<http://www.smete.org>), Education Network Australia (<http://www.edna.edu.au/>), Multimedia Educational Resources for Learning and Online Teaching (<http://www.merlot.org>), constituyen una muestra a nivel internacional de ROA donde el material alojado busca cumplir una metodología estándar. Por lo que se requiere de instrumentos que permitan evaluar la calidad de los OA alojados en ROA para recomendar su uso.

En este sentido, se diseñaron, crearon y validaron dos instrumentos de recolección de información de tipo cuestionario, el primero enfocado en medir la calidad del OA por expertos y el segundo mide la percepción de usabilidad del OA por el estudiante. Ambos están incluidos en un Modelo Evaluador de OA que pueda ser validado, para alcanzar este objetivo fue necesario diseñar un sistema Recomendador de OA. El primer instrumento se denominó Formato para la Evaluación de Objetos de Aprendizaje (FEOA) y considera cuatro ejes principales: Diseño Instruccional, Contenido, Aspectos técnicos e Interfaz de usuario.

Este cuestionario es el resultado de concentrar indicadores que permiten medir la calidad de un OA en términos académicos, de contenido y técnicos operativos, ya que se consideró que deben cuidarse: la

calidad del contenido, estructura didáctica, aspectos tecnológicos, diseño e interfaz de usuario para su usabilidad así como la forma en cómo puede ser desarrollada la competencia mediante las estrategias de aplicación para ser llevadas a la práctica educativa.

El FEOA se caracterizó por ser iterativo en el sentido de que un OA puede evaluarse y rediseñarse tantas veces como sea necesario contribuyendo en la obtención del nivel de calidad deseado. Se tiene entonces la escala para determinar la calidad del OA: mayor que 78 (Muy buena), 52-77 (Buena), 26-51 (Regular), menor que 25 (No aceptable). Estas cuatro escalas reflejan la calidad del OA evaluado.

En cuanto al segundo instrumento denominado Formato para medir la usabilidad de Objetos de Aprendizaje por estudiantes (FMUOAE), considera también cuatro ejes principales: Diseño Instruccional, Contenido, Aspectos técnicos e Interfaz de usuario. Sin embargo a diferencia del FEOA, estos indicadores concentran resultados mediante la percepción de los usuarios, ver figura 2.



Figura 2. Rango de evaluación de OA mediante percepción de usuarios

El Modelo Evaluador de Objetos de Aprendizaje (MEOA) propuesto en una de sus etapas contempla el desarrollo de una aplicación para la interacción del usuario (docente y/o alumno) con los OA evaluados, estos OA fueron calificados con anterioridad mediante el FEOA. Esta aplicación, Recomendador de Objetos de Aprendizaje, se desarrolló mediante XP al ser una de las metodologías ágiles, todos los requerimientos se expresan como escenarios (llamados historias de usuario), como aplicación Web en lenguaje de programación Java y se generaron algoritmos que permitan recomendar OA mediante los parámetros de los cuestionarios.

En esta investigación participaron cuatro docentes adscritos al Cuerpo Académico Cómputo Aplicado y siete colaboradores externos pertenecientes a otras Instituciones de Educación Superior: UABC, ITCH, UAA, DME-CINVESTAV. Quienes valoraron el cuestionario FEOA para establecer la validez del instrumento y los procedimientos que permitan evaluar OA, considerando cuatro ejes: Diseño Instruccional, Contenido, Aspectos Técnicos e Interfaz de usuario, con la finalidad de contar con el índice de validez por expertos.

Para el desarrollo del estudio fue necesario desarrollar e implementar un Repositorio de OA para el Cuerpo Académico de Cómputo Aplicado, el cual pretende alojar OA evaluados por el FEOA y el FMUOAE para posteriormente hacer el análisis de los cuestionarios aplicados a los usuarios.

Resultados

Se evaluaron OA del área matemática para determinar su calidad con la versión validada del FEOA. Los resultados exponen datos que indican si los OA contaron con los criterios de calidad para su recomendación al usuario final (estudiante). La prueba se realizó a 100 alumnos del Centro Universitario Valle de Chalco de las carreras de Ingeniería en Computación, Informática Administrativa y Diseño Industrial; de los cuales el 30% son mujeres y el 70% son hombres entre 19 y 23 años de edad, a quienes y con ayuda del Sistema Recomendador de OA se les otorgó material didáctico para el tema de Matemáticas básicas, contemplando su estilo de aprendizaje para la interacción con el OA seleccionado.

Una vez finalizada la interacción procedieron a evaluar el OA mediante el instrumento FMUOAE, con la finalidad de terminar la usabilidad mediante percepción de usuario. Se pretende conocer si el OA ha sido adecuado como unidad de enseñanza; es decir, valorar su calidad desde el punto de vista de los estudiantes con preguntas relacionadas a su satisfacción con respecto a los contenidos, actividades y evaluación (usabilidad pedagógica), diseño de la interfaz y navegación (usabilidad). Se realizaron pruebas de confiabilidad y validez para el FMUOAE.

El FEOA fue valorado por once expertos en desarrollo de material didáctico y se obtuvo un Índice de Valoración de Contenido (IVC) que sobrepasan el mínimo admitido de 0.51, con lo que todos otorgan validez al instrumento.

La confiabilidad permite determinar si se trata de un instrumento fiable que hace mediciones estables y consistentes, a grandes rasgos, mide la homogeneidad de las preguntas promediando todas las correlaciones entre todos los ítems para ver que, efectivamente, se parecen, los cuales pueden oscilar entre 0 y 1, donde 0 significa confiabilidad nula y 1 representa el máximo de confiabilidad. En un segundo ejercicio los 11 expertos evaluaron un OA diferente y se obtuvo un coeficiente alfa de Cronbach del 0.63, lo cual indica que se acerca más al 1 que al 0, con lo que se concluye un buen grado de confiabilidad del instrumento.

Considerando el número de alumnos (100) que evaluaron los OA recomendados por el sistema, el 84% piensa que la interacción fue fácil, el 87% opina que su experiencia fue satisfactoria, el 75% encontró que los OA presentan flexibilidad al momento de trabajar con el contenido del material y por último el 85% consideró entretenido el uso de recursos durante sus sesiones de clase. A través de los criterios es posible conocer la valoración del OA por parte de estudiantes mediante los distintos indicadores propuestos. Los resultados obtenidos permiten realizar análisis tanto cuantitativos y cualitativos acerca de la calidad del OA:

1) **Diseño Instruccional:** El 100% de los usuarios opina que las indicaciones son precisas para la interacción, el 93% opina que recomendaría el recurso a otro usuario, el 80% encontró que los OA presentan ejemplos prácticos y de aplicación al momento de trabajar con el contenido del material y por último el 96% consideró que en general la información que el OA le presenta está organizada de manera tal que permite la interacción.

2) **Contenido del recurso:** el 83% de los estudiantes está totalmente de acuerdo en que el objetivo indica lo que se espera que sea aprendido, el 100% consideró importante el que existan descriptores teóricos para la comprensión de conceptos así como indicaciones precisas durante la interacción con el OA, y por último el 83% indica que en general la forma como fue presentada la información antes y durante la interacción le facilitó el uso del recurso.

3) **Aspectos Técnicos:** de los OA, el 58% de los estudiantes opina que no hubo necesidad de emplear un Sistema Operativo ajeno al cotidiano, el 93% opina que su experiencia fue satisfactoria toda vez que los recursos audiovisuales cargaron efectivamente, el 41% encontró que los OA no cuentan con

especificaciones mínimas para su uso y por último el 96% de los alumnos logró emplear el navegador de preferencia toda vez que no hubo necesidad de emplear otro.

4) Interfaz de Usuario: el 96% de los estudiantes manifestó que las imágenes empleadas aclaran los contenidos presentados. Es decir, la imagen tiene un valor añadido, mientras que el 98% encontró a los videos y animaciones como fuente de ayuda, el 89% de los estudiantes está de acuerdo con los colores y el diseño. Para el 11%, el diseño le resulta indiferente y por último el 96% opina que la experiencia fue interactiva al encontrar menús y/o ligas entre contenidos.

En general, el Modelo Evaluador del OA mediante los instrumentos FEOA y FMUOAE contribuye a la generación de la cultura del conocimiento a partir de material digital para la enseñanza y concepción de las matemáticas a nivel superior.

Conclusión

A partir de esta experiencia se observa que el Modelo Evaluador de Objetos de Aprendizaje es apropiado en la recomendación de material didáctico computacional de calidad, además los instrumentos son adecuados para apoyar en el ejercicio de esta nueva forma de ver la creación y adaptación de material didáctico de apoyo a los procesos enseñanza-aprendizaje de las matemáticas a nivel superior. Primordialmente se pretende que mediante la sensibilización de docentes y la aceptación de los estudiantes los OA desarrollados, empleados y evaluados sean la pauta para formar una comunidad virtual de aprendizaje y que con el tiempo el Centro Universitario UAEM Valle de Chalco cuente con un ROA con OA de calidad.

Con el Modelo Evaluador propuesto se logró evaluar Objetos de Aprendizaje hospedados en ROA públicos de Instituciones de Educación Superior, a partir de metadatos (etiquetas) que clasifican de entre una gama de recursos a aquellos que cumplen con el tema a desarrollar, facilitándole la familiaridad con el recurso recomendado; es notable mencionar que el Modelo Evaluador puede ser aplicado sin importar la metodología de creación de OA que emplee la Institución, debido a que el FEOA arroja en su escala los parámetros por atender para lograr la calidad deseada.

Las pruebas de confiabilidad y validez de los instrumentos FEOA y FMUOAE, verificaron y comprobaron su utilidad, principalmente porque expertos en la generación, uso y evaluación de OA aportaron elementos para que el grado de validez de los ítems que componen al FEOA. En una segunda etapa se les pidió a los expertos evaluar un OA diferente para determinar el coeficiente alfa de Cronbach, el cual mide la homogeneidad de las preguntas, como resultado se logró tener 0.63, lo cual indica que al acercarse más al 1 que al 0, el instrumento obtuvo un buen grado de confiabilidad; a diferencia de otros instrumentos empleados para calificar a los OA, los propuestos por el Modelo Evaluador otorgan solidez en los resultados.

Otra de las principales aportaciones se enfoca en los resultados arrojados por el FEOA y el FMUOAE, con base en ellos las Instituciones de Educación saben a partir de dónde es necesario reestructurar el OA calificado e inclusive una vez atendidas volver a evaluarlos.

Bibliografía

- Ascheri M.E., Pizarro, R.A., Astudillo, G.J., García P. & Culla M.E. (2012). “Software Educativo para Temas de Cálculo Numérico”. *XIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*. (ISBN 978-950-673-892-1).
- Castillo, S. (2008). “Propuesta pedagógica basada en el constructivismo para el uso óptimo de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática”. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 11(2).
- Castro, G.L. & López, M.G. (2014). *Norma Mexicana para la Interoperabilidad de Entornos de Objetos de Aprendizaje*. Recuperado el 26 de julio de 2014 de http://azul.iing.mx1.uabc.mx/normex-iop/Vol.1_Marco_Teorico_de_la_Interoperabilidad.pdf
- Chevallard, Y. (1991). *La transposición didáctica del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique.
- Delgado, P.M. (2009). “Matemática visual: simulaciones relativas al teorema fundamental del cálculo”. *Revista El Cálculo y su Enseñanza*.

- Duquesne, R.M. (2007). *Herramientas para la producción de materiales didácticos para las modalidades de enseñanza semipresencial y a distancia*. Memorias ACIMED, 16 (2).
- Hernández, A.L.A. (2009). *Desarrollo de Objetos de Aprendizaje Matemáticos para un Modelo Universitario de Educación a Distancia*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Autónoma del Estado de México.
- Navas, P.E. (2007). *La Creación de un Repositorio de Objetos de Aprendizaje y su Implantación en la Universidad Metropolitana, Caso de Estudio*. (Tesis Doctoral). Recuperada de la Base de Datos fondos digitales de la Universidad de Sevilla: España (ISBN 9788469108888).
- Zacarías, J.D. (2013). *PROBEX: Un entorno virtual de apoyo a la enseñanza de la probabilidad* (Tesis doctoral). Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN.