

**Deco, Claudia ; Bender, Cristina ; Saer, Jorge**

*Sistema recomendador de recursos educativos  
para la enseñanza de las ciencias*

Energeia, Año 8, N° 8, 2010

Este documento está disponible en la Biblioteca Digital de la Universidad Católica Argentina, repositorio institucional desarrollado por la Biblioteca Central "San Benito Abad". Su objetivo es difundir y preservar la producción intelectual de la Institución.

La Biblioteca posee la autorización del autor para su divulgación en línea.

Cómo citar el documento:

Deco, C., Bender, C., Saer, J. Sistema recomendador de recursos educativos para la enseñanza de las ciencias [en línea]. *Energeia*, 8(8), 2010.  
Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/revistas/sistema-recomendador-recursos.pdf> [Fecha de consulta: .....]

Proyecto "Mejora de la enseñanza de las ciencias en la carrera de Ingeniería Ambiental utilizando un sistema de recomendación de búsqueda personalizada de recursos educativos"

Departamento de Investigaciones Institucionales

Facultad de Química e Ingeniería, Universidad Católica Argentina, Rosario

## **Sistema recomendador de recursos educativos para la enseñanza de las ciencias**

Claudia Deco, Cristina Bender y Jorge Saer

*Departamento de Investigación Institucional, Facultad de Química e Ingeniería Rosario,  
Universidad Católica Argentina*

**Abstract.** In educational domain there is a large number and diversity of multimedia material that can be used in teaching and that is a major contribution to teaching-learning process. Much of this material is accessible through different learning objects repositories, where each object has descriptive metadata. This metadata can retrieve objects that satisfy not only the issue of query, but also the user profile, taking into account their characteristics and preferences. This paper presents a proposal for a recommender system of learning objects that helps a user find the educational materials that are most appropriate to his/her needs and preferences.

**Keywords:** recommender systems, learning objects, metadata, user profile.

**Resumen.** En el dominio de la educación existe gran cantidad y diversidad de material multimedial que puede ser utilizado en la enseñanza y que constituye una importante contribución al proceso enseñanza-aprendizaje. Mucho de este material es accesible a través de diferentes repositorios de objetos de aprendizaje, donde cada objeto tiene metadatos descriptivos. Estos metadatos permiten recuperar aquellos objetos que satisfagan no sólo el tema de la consulta, sino también el perfil de usuario, teniendo en cuenta sus características y preferencias. En este trabajo se presenta una propuesta de un sistema recomendador de objetos de aprendizaje que ayuda a un usuario a encontrar el material educativo que le sean más apropiados de acuerdo a sus necesidades y preferencias.

**Palabras clave:** sistemas recomendadores, objetos de aprendizaje, metadatos, perfil de usuario.

### **Introducción**

Con el desarrollo de la Web y su utilización masiva, se tiene una amplia gama de posibilidades de acceso a material útil e interesante para un docente o para un estudiante. En particular, existe gran cantidad y diversidad de material educativo que puede ser utilizado y reutilizado en el proceso enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, un mismo material puede no ser el adecuado para todos los usuarios. Esto se debe a que los usuarios poseen distintos estilos de aprendizaje así como características y preferencias personales. El proceso enseñanza-aprendizaje puede ser, entonces, mejorado si se utiliza material educativo acorde al perfil de cada usuario. La propuesta es entonces mejorar la enseñanza de las ciencias utilizando un sistema recomendador de objetos de aprendizaje que personalice los resultados de una búsqueda según un perfil de usuario, considerando sus características y preferencias en el momento de la búsqueda. Un usuario puede ser tanto un alumno que desea aprender un tema, como un docente que desea preparar material didáctico. En este contexto surge el Proyecto "Mejora de la enseñanza de las ciencias en la carrera de Ingeniería Ambiental utilizando un sistema de recomendación de búsqueda personalizada de recursos educativos" del Departamento de Investigación Institucional de la Facultad de Química e Ingeniería Rosario.

Un objeto de aprendizaje es todo recurso digital que apoya a la educación y que puede ser reutilizado. Estos recursos pueden ser utilizados por los docentes de ciencias para la preparación del material didáctico acorde a la temática a abordar, el tipo de material buscado, el nivel académico del curso y las características de cada grupo de alumnos. Los sistemas recomendadores son sistemas capaces de seleccionar, de forma automática y personalizada, el material que mejor se adapte a las preferencias o necesidades de un usuario. En los sistemas recomendadores se utilizan distintas técnicas y se razona sobre las preferencias de los usuarios (modeladas en perfiles personales) y sobre descripciones semánticas del material disponible.

En este proyecto se propone trabajar en un repositorio local de objetos de aprendizaje y analizar cuáles son los metadatos educacionales relevantes para la recomendación. Esta primera etapa será la base para desarrollar un prototipo de un sistema recomendador que facilite la búsqueda de objetos de aprendizaje que puedan ser utilizados por los docentes para la preparación de material didáctico, organizándolo de acuerdo a las características y necesidades de cada grupo de alumnos, o por los alumnos como material de apoyo para el cursado de las materias.

El resto del trabajo se organiza de la forma siguiente: en primer lugar se presentan algunos conceptos básicos; luego se propone el sistema recomendador y se realiza un análisis de los metadatos y repositorios. Finalmente se presentan algunas discusiones.

## Algunos Conceptos

Un *Objeto de Aprendizaje* es todo recurso digital que apoya a la educación y que puede ser reutilizado [1]. El concepto de Objeto de Aprendizaje (en inglés, *Learning Object*) abarca principalmente a un conjunto de materiales digitales los que como unidad o agrupación permiten o facilitan alcanzar un objetivo educacional. Algunos ejemplos de recursos digitales incluyen a textos, imágenes, cortos de video o audio, pequeñas aplicaciones Web, páginas Web completas que combinen texto, imágenes y otros medios de comunicación, entre otros.

Estos objetos están almacenados en *Repositorios* estructurados como una base de datos con metadatos asociados y que generalmente se pueden encontrar en la Web. Algunos ejemplos de repositorios son: MERLOT (Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching)<sup>5</sup>, CAREO (Campus Alberta Repository of Educational Objects)<sup>6</sup>, FLOR (Federación Latinoamericana de Repositorios)<sup>7</sup>, OER Commons (Open Educational Resources)<sup>8</sup>, entre otros.

Los *metadatos* son un conjunto de atributos necesarios para describir las características de un recurso. Son especialmente útiles en los recursos que no son textuales, por ejemplo los multimedia, y en los que su contenido no puede ser indizado por sistemas automáticos. El estándar de metadatos para los objetos de aprendizaje es el modelo de datos LOM (*Learning Object Metadata*) de la IEEE<sup>9</sup>. Los metadatos se pueden clasificar en: descriptivos, administrativos y de estructura. Los metadatos descriptivos sirven para encontrar, identificar y seleccionar un recurso, formar colecciones de recursos similares y relacionar un recurso con otros recursos. Los metadatos administrativos incluyen información sobre cuándo y cómo fue creado el recurso, quién es el responsable del acceso o de la actualización del contenido, y otra información técnica, como la versión de software o el hardware necesario para ejecutarlo. Los metadatos estructurales permiten identificar cada una de las partes que componen al recurso y definir la estructura que le da forma. Por ejemplo, un libro, que contiene capítulos y páginas, se puede etiquetar con metadatos que identifican cada parte y la relación que guardan entre ellas.

Para lograr una buena interconexión entre repositorios y facilitar el desarrollo de sistemas de búsqueda como es el caso del sistema recomendador, es importante que los metadatos estén escritos y organizados según un estándar. El estándar IEEE 1484.12.1-2002 8 acredita al modelo de datos *Learning Object Metadata (LOM)* como el estándar de metadatos para los objetos de aprendizaje. LOM especifica la sintaxis y la semántica de un conjunto mínimo de metadatos necesario para identificar, administrar, localizar y evaluar un objeto de aprendizaje en forma completa y adecuada. Este estándar contempla la diversidad cultural e idiomática de los contextos en los que se puedan utilizar los objetos y sus metadatos. En LOM, los metadatos se organizan en forma jerárquica, agrupándolos en categorías. En particular, el esquema base LOM v1.0 consiste de nueve categorías:

---

<sup>5</sup> <http://www.merlot.org/>

<sup>6</sup> <http://www.careo.org/>

<sup>7</sup> <http://ariadne.cti.espol.edu.ec/FederatedClient>

<sup>8</sup> <http://www.oercommons.org/>

<sup>9</sup> <http://ltsc.ieee.org/wg12> Especificación IEEE LOM.

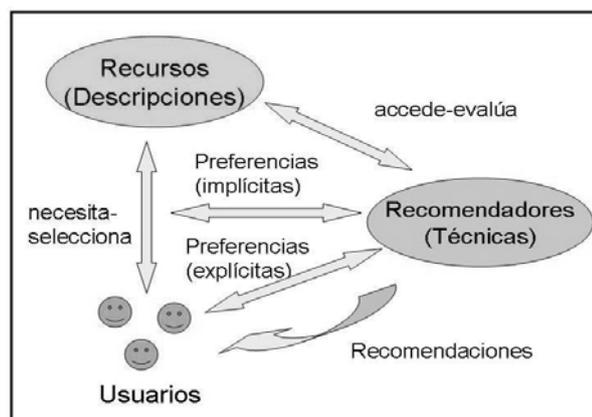
- General: agrupa información general que describe el objeto de aprendizaje como un todo.
- Ciclo de vida: agrupa las características relacionadas con la historia y el estado presente del objeto.
- Meta-metadatos: agrupa información sobre los mismos metadatos, no sobre el objeto de aprendizaje que se está describiendo.
- Técnica: contiene requisitos y características técnicas del objeto.
- Educacional: agrupa las características pedagógicas y educacionales del objeto.
- Derechos: agrupa las condiciones de uso para la explotación del recurso.
- Relación: agrupa características que definen la vinculación del recurso descrito con otros objetos de aprendizaje.
- Anotación: provee comentarios sobre el uso educativo del objeto de aprendizaje.
- Clasificación: describe este objeto de aprendizaje en relación a un sistema de clasificación particular.

El detalle completo del estándar se encuentra en: IEEE Standard 1484.12.1, New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers, Learning Technology Standards Committee (2002) (PDF), Draft Standard for Learning Object Metadata; accesible con la siguiente URL: [http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM\\_1484\\_12\\_1\\_v1\\_Final\\_Draft.pdf](http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf)

El objetivo de los *sistemas recomendadores* [2] es explorar y filtrar las mejores opciones a partir de un perfil de usuario, considerando una importante cantidad de posibilidades diferentes. Esto involucra la construcción de un perfil de usuario que contenga preferencias, características, etc., el cual puede ser obtenido de forma implícita o explícita. En [3] puede verse una taxonomía detallada de sistemas recomendadores. Las principales técnicas para su desarrollo pueden agruparse en sistemas de filtrado colaborativo, sistemas de filtrado basado en contenidos, sistemas de filtrado basado en conocimiento y sistemas híbridos [4]. En la Figura 1 se muestran los actores y los procesos intervinientes en un esquema de recomendación.

Los *recursos* son los objetivos del proceso de recomendación. Los *recomendadores* son aquellas entidades que dan opiniones sobre los recursos. Las *preferencias*, que pueden ser explícitas o implícitas, corresponden a la posición del usuario respecto a lo que desea de los recursos. Las recomendaciones son los resultados del proceso de la búsqueda que pueden presentarse ordenados o filtrados.

Entre las aplicaciones potenciales de los sistemas recomendadores, el dominio de la educación es un buen candidato ya que las ofertas de recursos educativos están en constante crecimiento.



**Figura 1: Actores y procesos en la recomendación**

Una alternativa para el desarrollo de sistemas complejos, tal como un sistema recomendador, es la utilización de *sistemas multiagentes*. Esta tecnología de agentes es importante a la hora de modelar diferentes características que se espera de estos sistemas como por ejemplo: generar y considerar el perfil del usuario, inferir y agregar información proveniente de fuentes heterogéneas y distribuidas, obtener sistemas escalables, abiertos y seguros, y realizar la tarea requiriendo la menor intervención de

las personas. Los agentes son entidades de software que poseen la suficiente autonomía e inteligencia como para poder encargarse de tareas específicas con poca o ninguna supervisión humana.

Según Zaiane [5] los sistemas recomendadores han surgido con el comercio electrónico y propone usarlos en el dominio de la educación. Siguiendo esta propuesta, Romero et al. [6] plantea el uso de técnicas de minería de datos para recomendar la navegación entre *links*, y Soonthornphisaj et al. [7] propone un sistema que integra el material recomendado antes de dárselo al usuario. Zhu et al. [8] propone una arquitectura de un sistema de recomendación personalizado en educación, la cual adopta una tecnología multiagente y consiste de seis agentes de software, los cuales coordinan el trabajo de forma jerárquica entre ellos para ofrecer un conjunto de funcionalidades.

### Sistema Recomendador Propuesto

El proyecto “Mejora de la enseñanza de las ciencias en la carrera de Ingeniería Ambiental utilizando un sistema de recomendación de búsqueda personalizada de recursos educativos” del Departamento de Investigación Institucional, Facultad de Química e Ingeniería Rosario propone mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias mediante un sistema recomendador de objetos de aprendizaje que asista al docente en la selección y preparación de material didáctico acorde a elementos tales como la temática a abordar, el tipo de material buscado, el nivel académico del curso y las características de cada grupo de alumnos.

La propuesta de trabajo contempla un conjunto de actividades que apuntan a lograr los objetivos planteados. Algunas de las actividades a realizar son: el diseño de un repositorio de objetos de aprendizaje local donde los objetos estén descritos con los metadatos educacionales seleccionados; la definición del perfil del usuario donde debe contemplarse las características de los destinatarios del curso; y la determinación de las reglas de razonamiento para ordenar los objetos de aprendizaje de acuerdo a los perfiles de usuario. Actualmente, se ha planteado una primera arquitectura para el sistema recomendador y se ha realizado un análisis de repositorios de objetos de aprendizaje.

La arquitectura propuesta para el sistema recomendador se presenta en la Figura 2.

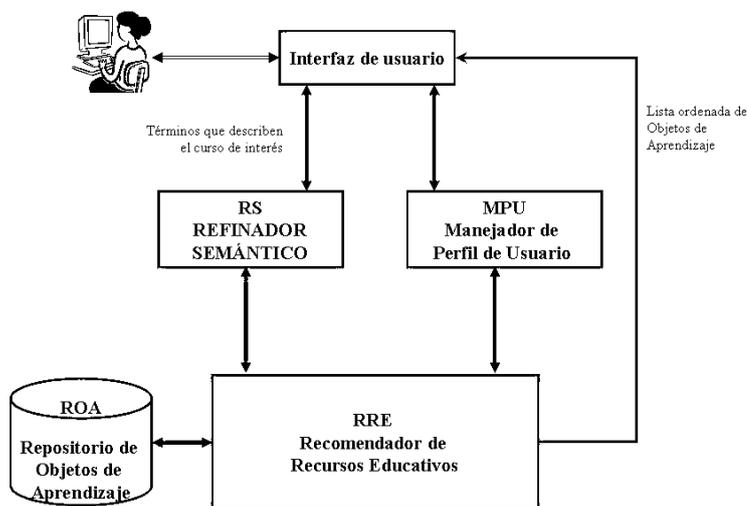


Figura 2: Arquitectura del Sistema Recomendador

Esta arquitectura consta de un módulo Interfaz de usuario que se encarga de capturar los datos ingresados por el usuario y de brindarle la lista ordenada de objetos de aprendizaje. El módulo Refinador Semántico (RS) tiene por objetivo producir la estrategia de búsqueda asociada al interés del usuario y el módulo Manejador de Perfil de Usuario (MPU) se encarga de construir y mantener el perfil de cada usuario. El Recomendador de Recursos Educativos (RRE) se encarga de encontrar los objetos educativos que satisfacen la temática y las restricciones de interés del usuario en los distintos repositorios (ROA), integrar lo encontrado y por último seleccionar los mejores objetos de acuerdo al perfil del usuario.

Para poder realizar la búsqueda, el RRE adapta la estrategia de búsqueda a la sintaxis de cada repositorio al que accede. Para esto, se comunica con el repositorio a través de un protocolo de comunicación, por ejemplo el protocolo SQL para comunicarse con el repositorio FLOR. Establecida la comunicación, realiza la consulta correspondiente y obtiene una respuesta que transforma a un formato común (por ejemplo, al lenguaje XML). A continuación el recomendador RRE integra la información encontrada y soluciona conflictos de manera que los datos sean consistentes. Por ejemplo, si recibe de dos repositorios la descripción de un mismo objeto, complementa los metadatos que lo describen en cada repositorio para obtener una descripción más completa del objeto. Finalmente recomienda al usuario los objetos de aprendizaje que satisfacen adecuadamente el perfil del mismo. La salida es una lista ordenada de los recursos, donde el primero es el que más se adecua al deseo del usuario.

Para realizar la recomendación, el recomendador tiene en cuenta las preferencias y restricciones que fueron provistas por el Manejador de Perfil de Usuario (MPU) y utiliza un conjunto de reglas y funciones para determinar cuáles de los objetos de aprendizaje son los que debe recomendar. Las características de los objetos de aprendizaje son descritas a través de los metadatos (por ejemplo, el idioma, grado de interacción, contexto académico, etc.).

Un ejemplo de las reglas a definir es el siguiente:

$$SI (IdiomaOA_i)='Inglés' Y (UsuarioConoceInglés='Si') Entonces Prioridad_j (OA_i) = 1$$

Esta regla asigna un valor alto a la componente  $j$  de prioridad ( $Prioridad_j = 1$ ) del objeto  $i$  dado que el usuario conoce el idioma en el que está escrito el objeto y por lo tanto éste será cercano a su perfil. Se obtiene así, para cada objeto  $OA_i$  un conjunto de valores de prioridad que permite ordenar los objetos de acuerdo a una función dada. Y entonces el sistema puede recomendar al primero de la lista obtenida como el más adecuado, sin descartar las restantes alternativas. Distintos enfoques para que el sistema recomendador genere la lista ordenada resultante se presentan en [9] y [10].

### **Análisis de Repositorios y Metadatos**

Una tarea inicial de importancia es realizar un relevamiento de repositorios existentes de objetos de aprendizaje y analizar los estándares utilizados para la descripción de sus objetos. A partir de los estándares revisados y de la información recopilada de los repositorios, se diseñará un repositorio de objetos de aprendizaje, vinculados a la enseñanza de las ciencias básicas.

La personalización de los resultados propuesta se sustenta en los metadatos de los documentos. En la actualidad la mayoría de los repositorios trabajan con el esquema LOM. Sin embargo, al analizar los repositorios, una de las observaciones que resaltamos es la falta de información sobre metadatos educativos. Por ejemplo OER Commons en su mayoría cuenta únicamente con los metadatos que especifican la edad y el idioma del destinatario típico, sin contar con el tiempo aproximado que puede tomar trabajar con el objeto, o el grado de interacción requerido por el mismo, etc. Sin embargo, los registros cuentan con etiquetas (las cuales no son parte del estándar LOM) que permiten especificar los datos educativos como: el tipo de material buscado, y el contexto académico. Por otro lado, FLOR cuenta con algunos metadatos educativos como Learning Resource Type (Tipo de Recurso Educativo), Intended End User Role (Rol del usuario final) y Context (Contexto). Faltando la descripción de los metadatos Interactivity Type, Difficulty, los cuales son necesarios para efectuar una recomendación más personalizada. ARIADNE en cambio, cuenta con la mayoría de los metadatos educativos.

Así, los metadatos siguen el estándar LOM, y son de particular interés aquellos que describan características educacionales, tales como los presentados en la Tabla 1.

**Tabla 1: Algunos metadatos de los objetos de aprendizaje.**

<b>Metadato LOM</b>	<b>Descripción</b>	<b>Ejemplos de valores</b>
Language	Idioma del recurso	inglés, español, portugués
Format	Formato del recurso	doc, pdf
Learning Resource Type	Tipo de recurso de aprendizaje	lectura, [ejercicio,

		lectura], ejercicio	diapositiva,
Interactivity Level	Nivel de interactividad requerido por el recurso por parte del usuario	bajo, alto	
Intended End User Role	Papel del utilizador del recurso	profesor, estudiante	
Context	Contexto académico	universitario, secundario	
Difficulty	Dificultad	media, baja, alta	
Typical Learning Time	Tiempo típico de aprendizaje	40 min	

En las pruebas realizadas, se han observado algunas dificultades vinculadas a la información de los metadatos. En algunos casos se encontró una mala asignación de valores en algunos metadatos de alguno de los objetos. Por ejemplo, se encontró un documento cuyo metadato Idioma (Language) es *inglés*, pero sólo tiene el título en inglés y el cuerpo del documento está en francés. Además, hay metadatos que si bien pueden estar catalogados correctamente desde el punto de vista del tipo de archivo, no llegan a describir adecuadamente el contenido del documento. Por ejemplo, se encontró un documento donde el metadato Tipo de Recurso (Learning Resource Type) contenía el valor *texto narrativo*, pero era en realidad un programa en Java para resolver el problema del vendedor ambulante y que podría clasificarse como *ejemplo*. Esta clasificación del recurso como *texto narrativo* hace que al aplicar las reglas se tenga el máximo grado de creencia de que el objeto satisface el estilo teórico, lo cual no es cierto.

## Discusión

Realizado el análisis de repositorios y sus metadatos se han vislumbrado ciertas dificultades relacionadas con los recursos y sus metadatos.

Del análisis de los repositorios se ha visto que sólo algunos de ellos cuentan con material en español útil para las tareas docentes. Otro problema encontrado en los repositorios analizados es que, aunque se prevé la inclusión de metadatos educacionales en su diseño, éstos generalmente no están cargados. Estos metadatos son necesarios para hacer una selección de los objetos de aprendizaje no sólo por su temática sino por las características y preferencias del usuario. Este puede ser un inconveniente para la validación de un prototipo del sistema recomendador, ya que la falta de información en muchos de los metadatos hace necesario completar estos metadatos en los objetos para poder realizar alguna experimentación. También es difícil la evaluación de la recomendación brindada, ya que a través de la selección de los recursos más adecuados, se busca alcanzar mejores resultados del proceso de enseñanza-aprendizaje, lo cual es complejo de evaluar.

Otra dificultad es que los metadatos educacionales deberían describirse mediante una caracterización local, que represente adecuadamente los estilos de aprendizaje de los estudiantes de la región. Por esto, el segundo punto importante a discutir regionalmente es la relevancia de los distintos metadatos educacionales planteados en LOM y LOM extendido, con el fin de definir un conjunto local a utilizar en el recomendador. Para esto, se propone analizar cómo ciertos metadatos (o la combinación de ellos) pueden aportar información respecto a si un objeto puede satisfacer las preferencias de un usuario (por ejemplo: interactividad alta, material práctico, etc.). Se considera que la selección de los metadatos a utilizar y su incidencia en la satisfacción de diferentes preferencias son elementos a analizar regionalmente.

A esto se debe agregar la necesidad de representar adecuadamente las reglas que se utilicen en el sistema recomendador. Estas reglas deben ser representativas de la forma de elección y de selección de los recursos por parte de usuarios (docentes y alumnos) locales. Esto obliga, además, a construir una representación del perfil de usuario adecuada.

Se espera que los resultados de este proyecto impacten positivamente a diferentes aspectos del área educación. Desde el punto de vista de los docentes, contar con tecnologías de soporte a la búsqueda personalizada de recursos educativos y de objetos de aprendizaje mejorará la productividad de los

mismos, al permitirle reorganizar el material de acuerdo a las características académicas y culturales de cada grupo de alumnos. Desde el punto de vista del alumno, se espera que utilizando recursos didácticos multimediales acorde a su perfil redunde en una mejora del proceso de aprendizaje.

## Referencias

- [1] Wiley, D. Connecting Learning Objects to Instructional Design Theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. In D. A. Wiley (ed.) *Instructional Use of Learning Objects*. Editorial Association for Instructional Technology, 2002.
- [2] Niinivaara O. *Agent-Based Recommender Systems*. Technical Report, University of Helsinki, Dept. of CS, 2004.
- [3] Montaner M., Lopez B., de la Rosa J.L. A Taxonomy of Recommender Agents on the Internet, *Artificial Intelligence Review*, Kluwer Academic Publishers. Volume 19, Issue 4, pp. 285-330. June, 2003.
- [4] Terveen L. G. and Hill W., *Beyond Recommender Systems: Helping People Help Each Other*. In Carroll, J. (Ed.), *HCI in the New Millennium*. Addison Wesley, 2001.
- [5] Zaiane O. R.. "Building a recommender agent for e-learning systems", in *Proceedings of International Conference on Computers in Education*, pp: 55-59, 2002.
- [6] Romero C., Ventura S., Delgado J., de Bra P.. "Personalized Links Recommendation Based On Data Mining in Adaptive Educational Hypermedia Systems", in *Second European Conference on Technology Enhanced Learning (EC-TEL 2007)*. Crete, Greece, 2007.
- [7] Soonthornphisaj N., Rojsattarat E., Yimngam S.. "Smart E-Learning Using Recommender System", in *LNCS*. Springer Berlin, Heidelberg, Volume 4114. *Computational Intelligence* pp 518-523. 2006
- [8] Zhu F., Ip H., Cao J.. "PeRES: A Personalized Recommendation Education System Based on Multi-agents & SCORM", in *Advances in Web Based Learning (ICWL 2007)*, LNCS 4823/2008, pp 31-42, 2008.
- [9] Bender, C., Motz, R., Deco, C., Saer, J. *Recuperación personalizada de e-CURSOS*. *Proceedings IX Congreso Iberoamericano de Informática Educativa, RIBIE 2008*. Caracas, Venezuela, march 2008.
- [10] Casali A., Gerling, V., Deco C., Bender C. *Un sistema inteligente para asistir la búsqueda personalizada de objetos de aprendizaje*. *Revista CyT Nro 16*, Universidad de Palermo, pp 113-127, diciembre 2009.