

# Generación de cursos virtuales adaptativos basados en SCORM e IMS-LD

## Generation of virtual adaptive courses based on SCORM and the IMS-LD specification

Jeimy Vélez<sup>1,2</sup> MSc., Silvia Baldiris<sup>2</sup> MSc., Salim Nassiff<sup>1</sup> Esp., Ramón Fabregat<sup>2</sup> PhD.

1. Universidad Pontificia Bolivariana - Seccional Montería, 2. Universidad de Girona  
jeimy.velez@upbmonteria.edu.co, baldiris@eia.udg.edu, salim.nassiff@upbmonteria.edu.co,  
ramon.fabregat@udg.edu

Recibido para revisión: 24 de Abril de 2008, Aceptado: 28 de Noviembre de 2008, Versión final: 10 de Diciembre de 2008

**Resumen**—El uso de entornos virtuales de educación es cada vez más común en todos los niveles de educación. Sin embargo, este aumento en el uso de tales entornos presupone también que consideremos los diferentes escenarios donde ahora tendrán lugar los procesos de enseñanza – aprendizaje. Los estudiantes usuarios de un entorno de aprendizaje virtual, se ven enfrentados no solo a problemas relacionados con el aprendizaje de los nuevos conocimientos de su curso, sino también a problemas tecnológicos, de sobrecarga de información, de familiarización con la navegación Web, uso del computador, etc. Una forma de minimizar el impacto generado por la heterogeneidad existente en los entornos de aprendizaje virtual, es la adaptación de diferentes aspectos a las características del usuario y su contexto. Desde este punto de vista, este trabajo presenta un modelo de usuario integral que se ha utilizado para la generación de un curso virtual interoperable entre plataformas de E-learning. Este curso ha sido generado utilizando el modelo de referencia SCORM y la especificación IMS-LD.

**Palabras Clave**—Nuevas estrategias de optimización y gestión de recursos Web, Modelado de usuario, IMS-LD, SCORM, E-learning.

**Abstract**—The use of virtual learning environments it's more and more frequent in all education levels. However, this increasing use of such environments also implies that the different stages now used in the processes of teaching – learning need to be considered. Student users in a virtual learning environment are faced, not only to the problems related to acquire the knowledge of their course, but also to technological problems as information overloading, getting used to web surfing, computer use, etc. One way to minimize the impact caused by heterogeneity existing in virtual learning environments is to adapt several aspects to the specific characteristics from the user and his context. From this

point of view, this work shows a model for an integral user that has been used to generate a virtual course that can interoperate between E-Learning platforms. This course has been created using the SCORM reference model and the IMS-LD specification.

**Keywords**—New strategies for optimization and management of Web resources, User Model, IMS-LD, SCORM, E-Learning.

### I. INTRODUCCIÓN

La educación no ha sido ajena al gran desarrollo tecnológico presente en los últimos años. Esto se ha reflejado en la generación de nuevas y variadas formas de presentación del conocimiento, en el fácil acceso al conocimiento desarrollado en cualquier lugar del mundo, en la posibilidad de interconexión con millones de recursos en cualquier lugar y a cualquier hora, entre otras experiencias. Sin embargo, algo inherente al desarrollo tecnológico es la puesta en marcha de muchos proyectos pilotos, que terminan funcionando en estados inacabados. Esto es debido a que la tecnología agiliza los procesos pero al mismo tiempo genera desorganización y falta de planificación en el desarrollo de los proyectos.

Un ejemplo del uso de la tecnología sin planificación, son los cientos de recursos de aprendizaje que se crean sin los elementos esenciales para que su uso permita a los estudiantes el logro de los objetivos deseados. Un intento por lograr recursos de aprendizaje mas orientados a las necesidades reales de quienes los utilizaran, lo ha suscitado la línea de investigación en Sistemas Hipermedia Adaptativos (AHS, Adaptive Hypermedia Systems).

La idea fundamental de estos sistemas es poder capturar la información del usuario y a partir de esta información realizar las adaptaciones pertinentes para que el usuario se sienta a gusto con un sistema ajustado a sus características. Otras líneas han propuesto modelos de usuarios para facilitar aspectos como el soporte a las actividades grupales y colaborativas en los entornos de aprendizaje virtual (CSCL, Computer Support Collaborative Learning) y otra más orientadas a la parte comercial, como los sistemas recomendadores (RecSys, Recommender Systems), han propuesto modelos de usuarios que facilitan a los usuarios la búsqueda de productos o servicios en dominios específicos.

Todas las líneas mencionadas, en su intento por mitigar el impacto de la tecnología en el usuario final, han propuesto múltiples técnicas y herramientas para modelar el usuario y a partir de este modelo realizar inferencias que redunden en ventajas para el usuario. Algunos ejemplos son: [1], [8] y [30]. Sin embargo, éstos consideran solo algunos elementos presentes en los actuales entornos de aprendizaje virtual, lo que produce adaptaciones incompletas que en muchos casos no son muy útiles para los usuarios.

Para que las adaptaciones sean realmente efectivas en los entornos de aprendizaje virtual es necesario combinar una serie de elementos con el objetivo de extraer un conjunto de variables mínimas que nos permitan buenas relaciones costo/beneficio entre las adaptaciones y el desempeño del sistema.

El modelo que proponemos, denominado Modelo de Usuario Integral (MUI), está compuesto por tres dimensiones: Características del Usuario, Interacciones y Contexto del Usuario. Este modelo es utilizado para realizar el modelado del estudiante, y a partir de este modelado se definen las variables que deben considerarse en un curso virtual para que sea adaptativo. Por otra parte, la interoperabilidad entre plataformas es esencial en el desarrollo de los entornos de aprendizaje virtual, por lo cual en esta propuesta consideramos que es necesario partir de los estándares y especificaciones en E-learning para la caracterización y generación de recursos de aprendizaje. En esta primera aproximación al desarrollo de cursos virtuales adaptativos basados en el MUI, hemos creados dos cursos virtuales utilizando conjuntamente el modelo de referencia SCORM [32] y la especificación IMS-LD [22] para realizar el diseño instruccional del curso. Tanto SCORM como IMS-LD proporcionan niveles de complejidad que permiten adicionar variables que, dependiendo de su valor, permiten elegir secuencias de aprendizaje o recursos de aprendizaje diferentes para cada estudiante.

Aunque el diseño instruccional es un paso muy importante en este proyecto, es necesario que se creen los mecanismos que permitan las actualizaciones del modelo y la incorporación de los valores de variables que no son controladas por el entorno de aprendizaje virtual a los cursos previamente diseñados. Algunas variables no controladas por los entornos de

aprendizaje virtuales son las que se refieren a sus interacciones y al contexto del usuario. La definición e implementación del mecanismo que permite soportar la adaptatividad en los entornos de aprendizaje virtual está fuera del alcance de este artículo.

Este artículo está organizado de la siguiente manera. En el capítulo 2 se hace un recorrido por diferentes perspectivas que hacen uso de modelos de usuarios y la forma como estos modelos han sido utilizados. En el capítulo 3 se presenta el Modelo de Usuario Integral en forma extendida y se definen las variables que fueron consideradas en la generación de los cursos. En el capítulo 4 se presentan características y plataformas de E-learning que pueden ser utilizadas para generar entornos de aprendizaje virtual adaptativos. En el capítulo 5 se describe la forma como fueron creados los dos cursos en SCORM e IMS-LD y los principales elementos que se definieron para que sean adaptativos. Finalmente se presentan las conclusiones y los trabajos futuros.

## II. PERSPECTIVAS QUE UTILIZAN MODELOS DE USUARIO

### A. *Sistemas Hipermedia Adaptativos*

Estos sistemas han sido definidos por Brusilovskiy en [9] como "Cualquier sistema hipertexto o hipermedia que refleja algunas características del usuario en un modelo y que aplica este modelo para adaptar varios aspectos visibles del sistema para el usuario". Como se mencionó en la introducción, la idea fundamental en los AHS es la necesidad de conocer las particularidades de quién usa el sistema y de esta manera poder ofrecerle, por ejemplo un material acorde a sus características. Esto implica determinar que características se tendrán en cuenta en el modelo, cómo se representarán dichas características, cómo se actualiza el modelo de usuario y qué adaptación se aplica de acuerdo al modelo del usuario y al dominio en el que se está trabajando.

Los AHS han contribuido a los entornos de aprendizaje virtual incorporando modelos de usuarios que valiéndose de diversos métodos y técnicas son hechos visibles a los usuarios en ambientes educativos. Este modelo de usuario ha sido utilizado generalmente para adaptar la presentación [8] [47] y la navegación [3] [35]. Aunque en [44] se mencionan otras formas de adaptación como la adaptación histórica y la estructural. Las variables comúnmente utilizadas en estos modelos han sido: nivel de conocimientos [7], intereses [19], estilos de aprendizaje [8], etc.

### B. *Aprendizaje Colaborativo Soportado por Computador*

CSCL es el campo de estudio que busca comprender el significado y los procesos dados durante la construcción de conocimiento en el contexto de las actividades grupales, así como la manera en la cual estos procesos son soportados por

entornos diseñados para tal fin [42].

Esta definición tiene un alcance importante pues hace del aprendizaje una actividad y práctica social para lograr entendimiento. CSCL no es una extensión del aprendizaje individual, es mucho más que hacer que las personas interactúen, es utilizar elementos de hardware, software, fundamentos pedagógicos y objetivos de aprendizaje en un contexto social cuyo resultado es el aprendizaje significativo.

El CSCL presenta una nueva perspectiva en cuanto a la manera como la tecnología puede apoyar al aprendizaje. Este hecho debe incidir en la definición del modelo de usuario en entornos de aprendizaje virtual, pues el desarrollo de actividades conjuntas constituye una herramienta útil para conocer mejor al usuario y de esta manera poder ofrecer mejores servicios que le permitan lograr los objetivos deseados. En este enfoque, servicios como la generación automática de grupos de trabajos [1] y [34] son frecuentemente prestados a los profesores o tutores de un curso o actividad. Las variables consideradas para modelar estos grupos han sido en muchos casos el estilo de aprendizaje y variables definidas a partir de las interacciones que tiene el usuario con el sistema o con otros usuarios del sistema.

### C. *Sistemas Recomendadores*

Los Sistemas Recomendadores (RecSys) son potentes sistemas intermediarios de información que localizan ítems interesantes y útiles. Su crecimiento más significativo se ha dado en el comercio electrónico y en el acceso a información [11]. Los sistemas recomendadores intentan reducir la sobrecarga de información y basándose en las preferencias del usuario retenerlos dentro del sistema a través de la selección de subgrupos de ítems o servicios de un grupo universal [37].

Los investigadores han identificado cuatro características principales que facilitan el estudio de los RecSys: i) la forma como el sistema es modelado y diseñado (si las recomendaciones son basadas en contenido o colaborativas); ii) a quién está dirigido el sistema (individuo, grupo, tópico); iii) la manera como el sistema es construido; (métodos y técnicas utilizadas) y iv) la manera como el sistema es mantenido (en línea, fuera de línea) [28].

Los RecSys estudian gran cantidad de dimensiones de modelado. Las dicotomías más populares respecto al modelado son el filtrado basado en contenido [30] versus el filtrado colaborativo [20]. El filtrado basado en contenido recomienda ítems similares a los previamente seleccionados por el usuario. El filtrado colaborativo, por otro lado, recomienda ítems que han seleccionado previamente usuarios con preferencias similares a las del usuario en cuestión.

Aunque los RecSys no han sido especialmente diseñados para mejorar procesos educativos, en este trabajo hemos incorporado algunos de sus aportes para conseguir tal fin.

Desde el punto de vista de nuestra propuesta es interesante explorar diversas aproximaciones de los RecSys y conocer las variables que han considerado para el modelado de usuarios en diferentes dominios. De este modo podremos extraer y valorar aquellas variables que sean más relevantes en los entornos de aprendizaje virtual. Un conjunto de variables bastante utilizadas en los RecSys son las que se pueden extraer del contexto de usuario. Sin embargo, este contexto puede ser tan amplio como se quiera y referirse tanto a características fisiológicas como a características de contexto tecnológico desde el cual se accede.

Finalmente, otra ventaja que podemos aprovechar de los RecSys es su experiencia en el análisis de los datos del usuario que se obtienen no sólo de manera explícita a través de cuestionarios, test, etc. sino también de manera implícita utilizando los logs del usuario.

Estas tres perspectivas presentadas (AHS, CSCL y RecSys) orientan la definición de las dimensiones que se han considerado para el MUI que hemos definido.

## III. SCORM E IMS-LEARNING DESIGN

Un estándar es un formato, método o tecnología, que ha sido ratificado por un organismo reconocido de estandarización. Por ejemplo las organizaciones internacionales (ISO, International Organization for Standardization - IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers) y nacionales como (BSI, British Standards). El único organismo de estandarización en e-Learning es el LTSC (Learning Technology Standards Committee) de la IEEE y sus estándares serán luego adoptados por la ISO.

En la terminología usada para referirse a estándares en E-learning, suelen usarse de manera indistinta los términos, especificación, modelo de referencia y estándar. Sin embargo hay una gran diferencia en ellos, pues una especificación puede ser útil como un estándar de hecho mientras es identificada la necesidad y es ratificado un estándar relevante, sin embargo, una especificación no ha sido reconocida oficialmente por ningún organismo. Por. Ejemplo IMS (IMS Global Learning Consortium).

En el caso de los modelos de referencia, hacemos referencia a un grupo de estándares y especificaciones que son unidas por grupos u organizaciones con el objeto de sacar el máximo provecho de unos y otros.

### A. *Modelo de Referencia Scorm*

SCORM (Shareable Content Object Reference Model), es una suite de estándares técnicos que habilitan a los sistemas de aprendizaje basados en la Web para encontrar, importar, compartir, rehusar y exportar contenidos en una forma estandarizada. Definen como los elementos de instrucción

individuales son combinados a nivel técnico y un conjunto de condiciones necesarias para que el software use los contenidos. Este estándar usa XML y se basa en los trabajos hechos por los grupos ADL, AICC, IMS, IEEE, ARIADNE, entre otros. Está organizado en tres libros: SCORM CAM (Content Aggregation Model), SCORM RTE (Run Time Environment) y The SCORM SN (Sequencing and Navigation), este libro está basado en la especificación Simple Sequencing (SS) de IMS Versión 1.0, la cual define un método para representar el comportamiento esperado de cualquier experiencia de aprendizaje creada de tal forma que cualquier LMS conforme con SCORM ordenará actividades de aprendizaje discretas de una manera consistente. Es precisamente esta propiedad de SCORM la que se ha utilizado para la generación del curso que posteriormente será explicado en detalle.

### B. IMS- Learning Desing

El IMS Global Learning Consortium ha definido las siguientes especificaciones entre otras:

- IMS Content Packaging (CP): Describe cómo empaquetar y transferir contenido. De éste modo los LMS conocen cómo está estructurado el contenido y cómo lo deben mostrar. Usa XML para describir cómo está realizado el contenido. Se trata de una parte importante de SCORM.
- IMS Simple Sequencing (SS): Describe distintos caminos a seguir para un conjunto de fuentes de aprendizaje. Incluido en SCORM versión 1.3.
- IMS Question and Test Interoperability (QTI): Describe cómo las cuestiones, tests y sus resultados pueden describirse en XML.
- IMS Learning Desing (LD): Describe el modo de especificar distintas estrategias de aprendizaje y cómo las fuentes de aprendizaje encajan dentro de éstas estrategias. Basado en EML (Educational Modelling Language) desarrollado por la Open University of the Netherlands. Se trata de una descripción basada en XML sobre el e-learning. Proporciona un marco global para la inclusión de la descripción de los diferentes modelos de aprendizaje pedagógicos y metodológicos. Por lo tanto, IMS-LD es independiente de una pedagogía concreta o metodología. El archivo XML que es compatible con IMS-LD especifica un conjunto de actividades de aprendizaje (que usualmente se relacionan con un conjunto de recursos y servicios), como y cuando pueden hacer estas actividades y con qué condiciones. Por lo tanto, establece una secuencia de actividades para cada rol. Una unidad de aprendizaje (unit of learning o UoL), tal como se definen en las especificaciones de IMS-LD, es un término abstracto utilizado para referirse a cualquier pieza delimitada de la educación o la formación, como un curso, un módulo, una lección, etc.

En el apartado número VI se detallará el uso de la especificación IMS-LD para la generación de cursos adaptativos.

## IV. MODELO DE USUARIO INTEGRAL

El aprendizaje es un proceso muy complejo que involucra múltiples variables y que por ser un acto humano implica que es particular y que se lleva a cabo de manera diferente en cada individuo. Desde este punto de vista, las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones TICs están llamadas a ser no solo promotoras de nuevos entornos de aprendizaje, sino también generadoras de procesos de enseñanza – aprendizaje más efectivos y eficientes.

Como ya hemos visto, los AHS han enfocado su atención en proveer adaptaciones de acuerdo a las características del usuario. Sin embargo, en la mayoría de los trabajos revisados las variables consideradas fueron principalmente los estilos de aprendizaje, el nivel de conocimiento y las experiencias previas. Esas variables corresponden sólo a una de las tres dimensiones que según [46] se deben tener en cuenta para lograr entornos de aprendizaje virtual creados a partir de las TICs y con los que se obtengan mejores resultados de satisfacción y efectividad. Las dimensiones definidas en [46] son características del usuario, el contexto y la interacción.

A partir de las tres dimensiones mencionadas hemos definido un conjunto de variables iniciales que podrían ser tenidas en cuenta en cada dimensión. Sin embargo, el modelo se irá depurando en la medida en que el usuario interactúe con el sistema y se pueda evaluar el beneficio de cada variable. Un conjunto de estas variables, clasificadas por dimensiones, puede ser visto en la Tabla 1.

Tabla 1. Modelo de usuario integral

Variables	Dimensiones del Modelo de Usuario				
	Características del Usuario		Contexto	Interacción	
	Explícita	Implícita	Tecnológico	Personal	Comunidad
Edad	x				x
Sexo	x				x
Hobbis	x	x			x
Estado civil	x				
País de origen	x				x
País de residencia	x				x
Primera Lengua	x				x
Otras lenguas	x				x
Nivel de conocimiento	x	x			x
Objetivos	x	x			x
Conocimientos previos	x	x			x
Experiencias	x	x			x
Preferencias	x	x			x
Estilos de aprendizaje	x	x			x

Tipo de dispositivo de acceso		x	
Carga de la red		x	
Carga del servidor		x	
Ancho de banda		x	
Software del usuario		x	
Numero de sesiones			x
Duración sesiones			x
Fecha inicio sesión			x
Tipo de material solicitado	x		x
Número de interacciones con otros usuario			x
Fecha inicio interacción			x
Usuarios con quienes ha interactuado	x		x
Duración de interacciones			x
Tipo de interacciones	x		x

Las variables de la dimensión características del usuario pueden ser divididas en implícitas (logs) y explícitas (cuestionarios, encuestas, etc.) dependiendo de la forma como se obtienen.

Las variables de contexto pueden ser divididas dependiendo de los aspectos que consideren. En nuestro caso sólo hemos considerado los elementos tecnológicos de los que dispone el usuario (hardware, software, etc.) y por este motivo hablamos del contexto tecnológico. Otros contextos son susceptibles de ser incorporados al modelo de acuerdo a los resultados que se pretendan obtener.

Finalmente la dimensión de interacción ha sido dividida en personal y de comunidad. Esta división tiene en cuenta si la interacción es entre un usuario y el sistema o entre usuarios a través del sistema.

Considerando lo previamente planteado, los sistemas que quieran incorporar las TICs como herramienta para mejorar los procesos de enseñanza – aprendizaje tendrán que considerar un Modelo de Usuario Integral, que tenga en cuenta las variables definidas en cada una de las dimensiones, con el objetivo de permitir un verdadero direccionamiento hacia el aprendizaje.

Sistemas que han considerado algunas de las variables presentadas en el MUI son: MAS-PLANG [36], sistema multi-agente que modela el estilo de aprendizaje de cada estudiante para ofrecer un entorno similar a los ofrecidos por AHS. MISTRAL [x2], una herramienta de autor, para el desarrollo de

cursos a distancia basado en las mismas tecnologías de los AHS y los Sistemas de Tutoría Inteligentes (ITS, Intelligent Tutoring Systems). Modela el usuario teniendo en cuenta su conocimiento, perfil y estilo de aprendizaje. Finalmente en [2] se presenta una aproximación metodológica para el análisis, diseño y desarrollo de [ITS] basados en el paradigma de MAS (Multi-Agents Systems). En este último trabajo las variables de adaptación modeladas fueron: características personales, perfil académico, perfil psicopedagógico, características contextuales, etc.

En todos los trabajos revisados en los que se generan cursos adaptativos prevalecen algunas variables de adaptación tales como nivel de conocimiento, estilos de aprendizaje, metas, intereses, etc. Sin embargo, todas estas características son modeladas en sistemas propietarios que aunque facilitan la creación de los cursos pueden ser una limitante para su posterior reutilización. En este trabajo se recogen un gran número de variables para generalizar un modelo de adaptación en sistemas educativos adaptativos y al mismo tiempo se realiza un ejercicio práctico de creación de cursos adaptativos con el modelo de referencia SCORM y la especificación IMS-LD las cuales son frecuentemente usadas para el diseño de cursos en la Web. Con la creación de cursos a partir de estándares, modelos de referencia y/o especificaciones podríamos contribuir al uso masivo de recursos de aprendizaje creados para la Web.

Además en el MUI cada dimensión nos permite definir los recursos de aprendizaje que se entregarán a los estudiantes. De este modo, las características del usuario direccionan el contenido del recurso que se entrega, el contexto direcciona el formato en el cual ese contenido es entregado y las interacciones que establezca el usuario en el sistema servirán para determinar las actividades complementarias que le proporciona el sistema de acuerdo a los perfiles definidos previamente en el sistema.

A continuación presentamos una descripción de sistemas que por sus características pueden servir de base para la generación de entornos virtuales de aprendizaje adaptativos. Estos sistemas tienen componentes necesarios para la gestión de cursos virtuales, sin embargo carecen de características de adaptatividad al estudiante. A partir del Modelo de Usuario Integral pueden ser diseñados mecanismos que se incorporen a estas tecnologías y que permitan adaptatividad de los cursos que se ofrecen a través de ellos. Adicionalmente, la adaptación no dependerá del curso que se genere sino del mecanismo incorporado al sistema existente.

## V. SISTEMAS GESTORES DE APRENDIZAJE

Un LMS (Learning Management Systems) también denominado CMS (Course Management Systems) es un software que automatiza la administración de acciones de

formación. Un LMS registra usuarios, organiza los diferentes cursos en un catálogo, almacena datos sobre los usuarios, provee informes para la gestión y suministra al instructor un mecanismo para crear y distribuir contenido, monitorear la participación de los estudiantes y evaluar su desempeño. También suelen ofrecer a los estudiantes el uso de mecanismos de interacción como foros de discusión, videoconferencias o servicios de mensajería instantánea.

Un LMS generalmente no incluye posibilidades de autoría (crear sus propios contenidos) y se centra en gestionar contenidos creados por gran variedad de fuentes diferentes. La labor de crear los contenidos para los cursos es desarrollada mediante un LCMS (Learning Content Management Systems).

Un LCMS se encarga de la creación, reusabilidad, localización, desarrollo y gestión de contenidos formativos. Los contenidos son generalmente almacenados en un repositorio en la forma de pequeños objetos de aprendizaje, únicos y autodescriptivos, cada uno de los cuales satisface uno o más objetivos formativos bien definidos. Aunque muchas de las plataformas revisadas son definidas explícitamente como LMS, algunas de ellas incorporan módulos que permiten funcionalidades como las descritas por los LCMS, por lo cual aquí los denominaremos en forma genérica como LMS.

Un LMS podemos decir que permite el registro de estudiantes, la entrega de actividades de aprendizaje y la evaluación en ambientes online. Algunos más especializados pueden incluir herramientas como administración de competencias, planificación de sesiones, certificación y alojamiento de recursos tales como salones, documentos, instructores, etc.

Los LMS son construidos utilizando una gran variedad de plataformas y usualmente usan bases de datos robustas. Existen muchos sistemas comerciales pero en los últimos años ha habido un incremento sustancial de las alternativas de código abierto, lo cual ha posibilitado un campo de investigación y desarrollo muy atractivo.

Algunos LMS comerciales son Blackboard [5] (quien se unió con WebCT), Fronter [17], Desire2Learn Inc [14], Lotus Learning Management System [25], LearnFlex™ [24], y SumTotal [43] entre otros. Sin embargo, nuestro interés se centra en LMS de código abierto, los cuales consideramos ideales para el desarrollo de investigaciones en el campo de la educación, que permitan el uso efectivo y eficiente de las TICs en tales ambientes.

A continuación realizamos una breve descripción de algunos de los LMS de código abierto más conocidos:

- LRN [26] conocido también como dotLRN, desarrollado inicialmente por el MIT. .LRN está respaldado en la actualidad por un consorcio mundial de instituciones educativas, organizaciones sin ánimo de lucro, empresas y desarrolladores de código abierto. .LRN es apropiada para

comunidades de aprendizaje e investigación, pues tiene capacidades de gestión de cursos, comunidades on-line, gestión de contenidos y del aprendizaje. Las instituciones miembros del consorcio trabajan juntas para apoyar los avances de cada uno y acelerar y ampliar la adopción y el desarrollo de .LRN. El consorcio asegura la calidad del software certificando componentes como .LRN-compliant, a través de planes de desarrollo del software coordinados y manteniendo los lazos con OpenACS, el kit de herramientas de código abierto que forman la base de .LRN.

- Moodle [29]. Moodle es un paquete de software para la producción de cursos basados en Internet, viene del acrónimo Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment, que es sobre todo útil para programadores y educadores teóricos. Actualmente está en desarrollo y ha sido diseñado para soportar un marco de trabajo educativo basado en la filosofía social constructivista. Es un gestor de contenidos que mantiene los contenidos centralizados en una base de datos y que facilita los contenidos a los estudiantes a través de una interfase Web. Moodle permite la creación de contenidos, la comunicación entre los usuarios y el seguimiento de las actividades realizadas.
- Claroline. El proyecto Claroline [13], fue iniciado en el 2000 en la Universidad de Louvain (Belgium) por Thomas De Praetere y fue soportado económicamente por la fundación Louvain. Claroline ha sido desarrollado siguiendo las experiencias pedagógicas y necesidades de los profesores. La plataforma se puede personalizar y ofrece un ambiente de trabajo flexible y hecho a la medida. Claroline es otra plataforma de código abierto, basada en PHP y MySQL, para la administración de aprendizaje. Este sistema es un entorno de aprendizaje colaborativo que permite a los profesores o instituciones educativas, crear y administrar cursos a través de la Web. Además permite estructurar cursos, almacenar material y administrar las actividades de los estudiantes, brindándole al profesor la total libertad para estructurar y configurar los cursos sobre la Web.
- Sakai. La fundación Sakai [39], es una organización sin ánimo de lucro que se dedica a coordinar actividades en torno a dicho proyecto y a su comunidad para asegurar la viabilidad del mismo a largo plazo. Sakai nació como una iniciativa del consorcio uPortal [45] y cuatro universidades norteamericanas (Indiana, Michigan, MIT y Stanford), en enero del 2004, para integrar las funcionalidades de un entorno virtual de enseñanza/aprendizaje en un portal institucional. El proyecto de Sakai, Collaboration and Learning Environment, es un entorno modular de código fuente abierto, cuyo objetivo es integrar diversas funcionalidades del e-learning en un portal académico.

Aunque todos los LMS tienen funcionalidades similares, la diferencia real de ellos para nuestro trabajo radica en la posibilidad de permitir flexibilidad para incorporar nuevas

características que permitan una personalización de los entornos de trabajos considerando aspectos individuales de los estudiantes. Esto depende de la forma como han sido desarrollados y mantenidos, pues como hemos visto en los ejemplos presentados estos proyectos son desarrollado generalmente por grandes comunidades que van trabajando de manera conjunta en el mejoramiento de diferentes aspectos. Por lo tanto, la coordinación es un proceso que garantizará o no la escalabilidad de los proyectos sin perder la flexibilidad para poder realizar mejoras posteriores.

Como ya hemos visto, la lista de LMS comerciarles y no comerciales es extensa, por lo cual elegir uno se puede convertir en un verdadero problema. Sin embargo, trabajos como el de Carrillo et al. en [12] no solo dan información sobre importantes entidades y herramientas que realizan evaluaciones de LMS, sino que también nos proporcionan un modelo para la caracterización de LMS que permite realizar evaluaciones de LMS que sean de nuestro interés.

Algunos de las evaluaciones tenidas en cuenta en [12] son las realizadas por GATE [18], EduTools [16], EDUTECH [15], MARSHALL [27] y el Grupo Tadel. De estas, la del Grupo Tadel ya no se encuentra disponible, pero otras como EDUTECH siguen realizando evaluaciones que nos orientan a la hora de elegir un LMS. En el año 2003, este organismo únicamente contenía evaluaciones de LMS comerciales, sin embargo, debido al gran auge de herramientas de código abierto, esta tarea fue extendida y en el año 2005 se presentó una evaluación que definía los siguientes criterios:

1. Soporte a múltiples lenguajes.
2. Múltiples sistemas operativos.
3. Ambientes integrado de aprendizaje heterogéneo.
4. Desarrollo activo, con por lo menos dos desarrolladores permanentes.
5. Comunidad activa.
6. Disponibilidad de herramientas de aprendizaje básicas.
7. Disponibilidad de documentación básica.

De acuerdo a esta evaluación, solo seis LMS cumplieron estos criterios: ATutor, Claroline, dotLRN, Moodle y OLAT [37]. Todos estos sistemas proveen funcionalidades básicas tales como herramientas para los estudiantes (comunicación, productividad, participación del estudiante) y herramientas de soporte (administración, entrega de cursos, foros, chat, etc.) de acuerdo a las categorización de características definida por EduTools.

Sin embargo, hay tres elementos de mayor importancia para las instituciones de educación superior que no son consideradas en esta evaluación: Adaptatividad, reusabilidad y accesibilidad. Aunque la adaptatividad actualmente no es soportada completamente por ningún sistema, de acuerdo a [23], Moodle y dotLRN son los LMS mejor preparados para soportarla.

Por otra parte, los aspectos reusabilidad y accesibilidad, en términos de soporte a estándares, son analizados en [41]. Este análisis concluye que solo dotLRN soporta un gran rango de estándares educacionales tales como el modelo de referencia SCORM y las especificaciones de IMS, así como que garantiza dentro de sus funcionalidades requerimientos de accesibilidad.

Aunque la definición del LMS a utilizar es importante es solo un paso previo al desarrollo de entornos de aprendizaje virtual adaptativos. En realidad, la mayor importancia radica en la definición del modelo de usuario a utilizar, las técnicas de modelado y actualización que se utilicen y el uso que se dé a este modelo. Es decir, la forma como aprovechamos esa información para ofrecer a los estudiantes recursos que los orienten y les permitan alcanzar los objetivos de una forma más efectiva y eficiente.

En este trabajo se presenta una primera aproximación al modelo de usuario.

## VI. DISEÑO DE CURSOS ADAPTATIVOS

Una vez definido un sistema sobre el cual técnicamente es viable el desarrollo de cursos adaptativos, es necesario que se realicen prototipos que orienten la forma como estos cursos deben ser diseñados y generados para que puedan ejecutarse en los LMS de forma adaptativa. Dos ejemplos de cursos generados con estas características son presentados en este capítulo. Ellos han sido generados considerando los trabajos que se vienen adelantando sobre estandarización en E-learning, por lo cual, se ha utilizado para la generación de los cursos, el modelo de referencia SCORM y la especificación IMS-LD.

El modelo de usuario considerado para los dos cursos es definido a partir del Modelo de Usuario Integral. Sin embargo, en esta fase sólo consideramos la dimensión “características del usuario”. Las otras dos dimensiones se están trabajando inicialmente como proyectos separados debido a la necesidad de experimentar de forma independiente con las inferencias que el sistema realiza a partir de los datos recogidos y el uso que de esta información se hace.

Las variables que se han definido en este caso para el modelo de usuario han sido el nivel de conocimiento y las metas del usuario. Inicialmente se realizaron cursos considerando el estilo de aprendizaje [4]. Sin embargo, los resultados obtenidos no son lo suficientemente concluyentes, tal como se expresa en [10], teniendo en cuenta el esfuerzo que implica la generación de estos cursos adaptativos. Por ello, aunque se reconocen las diferencias existentes entre los alumnos en este sentido, y por lo tanto existe la necesidad de proveer las condiciones para que todos los estilos sean diseccionados, la respuesta a esto ha sido incorporar elementos variados para presentar los contenidos ofreciendo al estudiante combinaciones de formatos y formas de presentación del contenido.

Después de definir las variables que conforman el modelo de usuario, es necesario que se defina como se medirán dichas variables y que valores recibirán cada una de las escalas definidas. De este modo se tendrá claridad sobre la información que se necesita para modelar el usuario y sobre las técnicas válidas para realizar las inferencias a partir de la información recogida.

En nuestro caso, la variable “Nivel de conocimiento” es recogida a través de evaluaciones realizadas en el LMS. Para definir el nivel se utiliza la escala propuesta por Bloom en la taxonomía definida en [6] (ver Tabla 2). En los cursos generados el nivel máximo propuesto es el nivel de aplicación.

La variable “metas” es definida de acuerdo a las competencias u objetivos que se plantean en el curso. Es posible de esta manera permitir a los estudiantes profundizar u orientar el curso de acuerdo a las alternativas predefinidas durante la etapa de diseño del mismo.

La temática elegida fue programación orientada a objetos pues se dispuso de los recursos de aprendizaje utilizados en el proyecto SHABOO [31], así como de otros materiales de la asignatura Informática I que se ofrece en el primer semestre del programa Ingeniería Informática de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Montería. Los dos cursos fueron generados utilizando la herramienta Reload [38].

Tabla 2. Taxonomía de bloom

OBJETIVO	DESCRIPCION
Conocimiento	Recordar un hecho sin un entendimiento real del significado del hecho.
Comprensión	Asir el significado del material.
Aplicación	Usar el material aprendido en situaciones nuevas y concretas.
Análisis	Dividir un problema complejo en partes.
Síntesis	Poner en partes para reunir las y crear una nueva entidad única.
Evaluación	Juzgar el valor del material para un propósito dado.

### A. Curso generado con IMS-LD

Un Learning Design (LD) es la descripción de un método que habilita a los estudiantes a alcanzar ciertos objetivos desempeñando diversas actividades de aprendizaje en un cierto orden y en el contexto de un cierto ambiente de aprendizaje.

El IMS-LD en su primer nivel (nivel A) garantiza la definición de los roles que podrían jugar los actores del proceso, la definición de diferentes tipos de actividades y la creación de los ambientes (o entornos) que conforman esas actividades. Dichos ambientes podrán tener asociados objetos de aprendizaje, servicios y escenarios colaborativos con los que el estudiante podrá ir logrando los objetivos de aprendizaje propuestos. El segundo nivel del LD (nivel B) permite la definición de propiedades que como mostraremos más adelante pueden ser usadas con fines de adaptación de los diseños

generados. Estas propiedades pueden ser locales o globales dependiendo de si afectan a un curso específicamente o a la actuación del estudiante en la plataforma en general. También pueden ser personales, de roles o generales, en función del tipo de actor que se vea afectado.

El nivel alcanzado en la generación de este curso fue el B. Teniendo en cuenta lo mencionado previamente, para la generación del curso fue necesario definir las competencias a lograr, los roles que participarían en el curso, las variables locales de cada estudiante en el curso, las propiedades las actividades de aprendizaje, los ambientes que complementaban esas actividades y finalmente el orden y las condiciones utilizadas para entregar los recursos a los estudiantes. En la Figura 1 se presentan las variables definidas para el curso, que corresponden a nuestro modelo de usuario. El nivel de conocimiento tiene tres posibles valores en nuestro curso. Aunque la taxonomía de Bloom define una escala de seis elementos, previamente ya se comentó que el curso se diseñó solo hasta el nivel de aplicación.

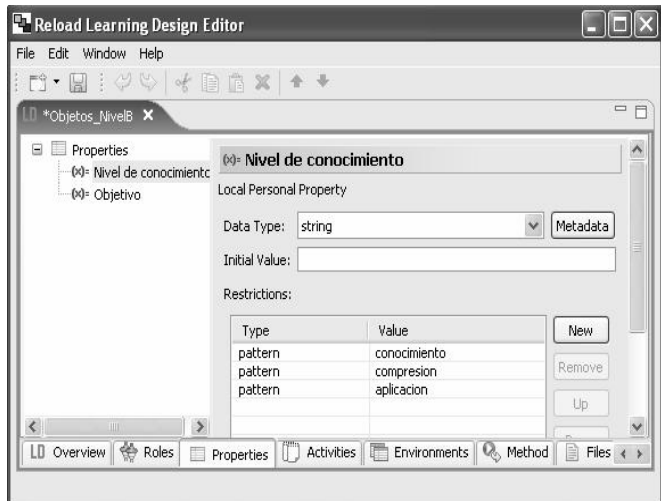


Figura 1. Definición de propiedades en el IMS-LD

En la Figura 2, se hace énfasis en la forma como estas variables pueden influir en la adaptación del curso, pues podemos determinar que recursos o actividades se despliegan al estudiante dependiendo de su modelo de usuario, el cual está definido por las variables nivel de conocimiento y objetivos.

En este ejemplo se aprecia un bloque If-Then-Else que define una regla para la presentación de recursos de aprendizaje al estudiante. La condición If de la regla está dada por la unión de dos condiciones a través de un operador AND. La primera de las reglas, resaltada en la Figura 2, se refiere al nivel de conocimientos y la segunda a los objetivos del estudiante. De esta manera se le entregará al estudiante el recurso con el contenido adaptado a su modelo de usuario.



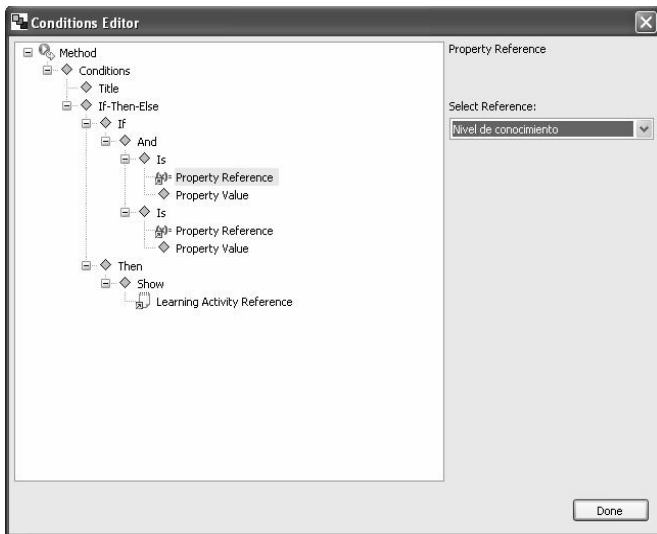


Figura 2. Definición de reglas para el secuenciamiento de las actividades

**B. Curso generado con SCORM**

En el diseño y generación del curso en SCORM se utilizaron los mismos recursos y se modeló el usuario considerando las mismas variables definidas previamente: nivel de conocimiento y objetivos. La apariencia del editor es bastante diferente a la del IMS-LD, sin embargo, los dos sirven para nuestros propósitos, pues permiten la adición de condiciones que se ejecutan dependiendo de la información extraída de los estudiantes. En la Figura 3 vemos la apariencia del editor y la forma como se organiza un curso en el mismo.

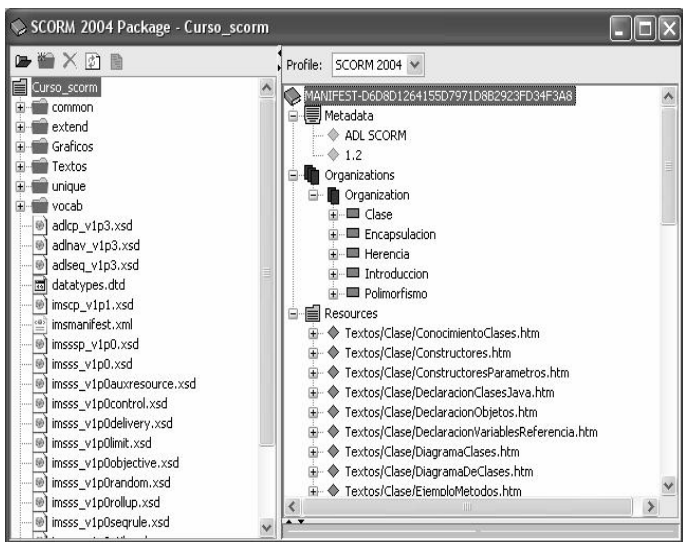


Figura 3. Organización y estructura del curso con SCORM

Al igual que en IMS-LD, en SCORM también es posible formular reglas que definan el orden y los recursos que serán presentados al estudiante, de acuerdo al modelo de usuario previamente definido. En la Figura 4 se presenta la apariencia del ambiente de adición de reglas en SCORM. Es allí donde se definen las reglas de adaptación que consideran el modelo de usuario previamente definido. Las reglas aquí definidas son las que guían los procesos de ejecución del árbol de actividades en SCORM.

A diferencia de IMS-LD, en SCORM la secuencia de las actividades está ligada a los objetivos definidos para cada actividad. Esto aunque en términos educativos suene conveniente, para efectos de adaptación puede ser desventajoso. El problema radica en que no todas las variables definidas en el Modelo de Usuario Integral están relacionadas al logro de los objetivos de las actividades del curso diseñado. Por ejemplo, no es fácil ver el mapeo de las variables cuando lo que modelamos en el usuario es el contexto tecnológico.

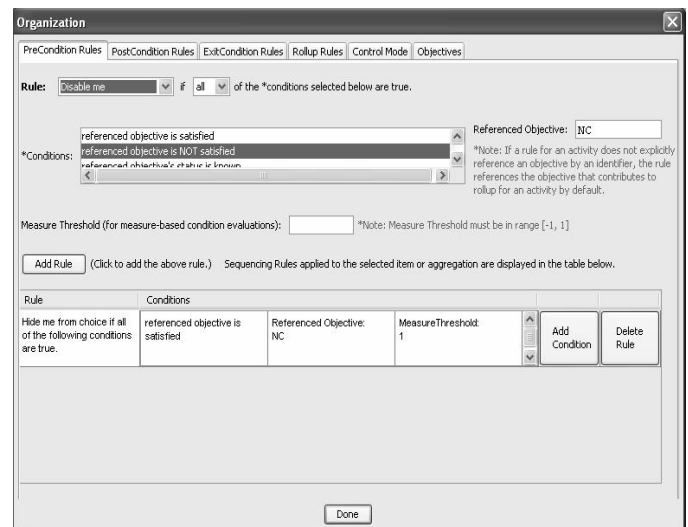


Figura 4. Definición de reglas en SCORM

Aunque tanto IMS-LD como SCORM soportan la generación de cursos adaptativos considerando las características del usuario queda aun por definir la forma como las otras dimensiones del modelo de usuario pueden ser introducidas en los cursos para lograr la adaptatividad de los entornos de aprendizaje virtual conservando la interoperabilidad entre plataformas de E-learning.

**VII. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS**

Los entornos de aprendizaje virtual son hoy día unos de los sistemas mas usados por las instituciones educativas. Sin embargo, su uso en la mayoría de los casos se ha dado de una manera casi que accidental. Muchos han optado por usarlos,

ante la presión de las normativas nacionales y otros por alinearse con las tendencias en instituciones del mismo nivel. Esto ha suscitado que su potencial se haya limitado y reducido al montaje de material de clase y en algunos casos a la realización de evaluaciones, chat o foros dentro del curso presencial. En este trabajo se propone incorporar funcionalidades de adaptatividad a los entornos de aprendizaje virtual a partir de un Modelo de Usuario Integral. Para ello se han generado dos cursos que definen las variables de la dimensión características del usuario y las tienen en cuenta para el diseño y planificación del orden en el cual se entregan los recursos de aprendizaje. Para la generación del curso se utilizó IMS-LD y también SCORM, resultando más genérico el IMS-LD para la incorporación de otras variables relacionadas con el Modelo de Usuario Integral.

Como trabajos futuros se propone la ampliación de las variables consideradas en la generación del curso, incluyendo las dimensiones Interacción y Contexto. Adicionalmente es necesario realizar pruebas para validar el mecanismo de adaptación que integre el LMS con el curso generado.

#### AGRADECIMIENTOS

Ministerio de Educación y Ciencia (TIN2005-08945-C06-03), Red Temática del Capítulo Español de la Sociedad de la Educación del IEEE (acción TSI2005-24068-E), Generalitat de Catalunya (SGR 00296), la Fundación Carolina y la Universidad Pontificia Bolivariana Montería.

#### REFERENCIAS

- [1] Alfonseca, E., Carro, R., Martín, E., Ortigosa, A. y Paredes, P., 2006. The impact of learning styles on student for collaborative learning: a case study. *Computer Science and Humanities, Social Sciences and Law Issue Volume 16, Numbers 3-4*
- [2] Arias F., Ovalle D. y Jiménez J., 2008. Construcción de Cursos Virtuales Adaptativos con Énfasis en Aprendizaje Personalizado Activo. Tercer Congreso Colombiano de Computación. Medellín.
- [3] Bajraktarevic, N., Hall, W. y Fullick, P., 2003. Incorporating learning styles in hypermedia environment: Empirical evaluation. *Proceedings of the Fourteenth Conference on Hypertext and Hypermedia*.
- [4] Baldiris, S., Santos, O., Barrera, C., Boticario, J., Vélez, J., y Fabregat, R., 2008. Integration of Educational Specifications and Standards to Support Adaptive Learning Scenarios in ADAPTAPlan. Published at Special Issue on New Trends on AI techniques for Educational Technologies. *International Journal of Computer Science and Applications - IJCSA*. Vol. 5, No. 1, pp. 88-107.
- [5] Blackboard, <http://www.blackboard.com/us/index.bbb>
- [6] Bloom, B.S., 1956. *Taxonomy of Educational Objectives: The classifications of educational goals*. New York: David McKay.
- [7] Brailsford, T.J., Stewart, C.D., Zakaria, M.R. y Moore, A., 2002. Autonavagation, links, and narrative in an adaptive Web-based integrated learning environment. In: *Proc. of The 11th International World Wide Web Conference*.
- [8] Brown, E., Stewart, C. y Brailsford, T., 2006. Adapting for visual and verbal learning styles in AEH. *IEEE Proceedings of International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2006)*, Kerkrade, The Netherlands.
- [9] Brusilovsky, P., 1996. *Methods and Techniques of Adaptive Hypermedia: User Modeling and User-Adapted Interaction*. Kluwer academic publishers 1996, Vol. 6, pp. 87-129.
- [10] Brusilovsky, P. y Millán, E., 2007. *User Models for Adaptive Hypermedia and Adaptive Educational Systems*. Volume 4321, pp. 3-53.
- [11] Burke, R., 2005. *Recommender Systems and User Modeling*. In *Advances in Recommender Systems Workshop*, Haifa, Israel,
- [12] Carrillo, L., Baus, T., Fabregat, R. y Arteaga, C., 2003. Definición de un modelo para la caracterización de plataformas de teleeducación y su aplicación a las USD. Published at *Proceedings of CLEI 2003*. La Paz, Bolivia.
- [13] Claroline, <http://www.claroline.net/>
- [14] Desire2Learn Inc, <http://www.desire2learn.com/>
- [15] EduTech, <http://www.edutech.ch/lms/ev3/>
- [16] EduTools, <http://www.edutools.info/index.jsp>
- [17] Fronter, <http://fronter.co.uk/uk/>
- [18] GATE, Gabiente de Teleeducación, <http://www.gate.upm.es/>
- [19] Gauch, S., Speretta, M., Chandramouli, A. y Micarelli, A., 2007. User profiles for personalized information access. In: Brusilovsky, P., Kobsa, A., Neidl, W. (eds.): *The Adaptive Web: Methods and Strategies of Web Personalization*. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 4321. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York.
- [20] Goldberg, D., Nichols, D., Oki, B.M. y Terry, D., 1992. Using Collaborative Filtering to Weave an Information Tapestry. *Communications of the ACM*, 35(12) pp. 61-70
- [21] H. Poor, 1985. *An Introduction to Signal Detection and Estimation*. New York: Springer-Verlag, C. 4.
- [22] IMS, 2003. *Learning Design. Version 1.0 Final Specification*.
- [23] Kareal, F. y Klema, J., 2006. Adaptivity in e-learning. In A. Méndez-Vilas, A. Solano, J. Mesa and J. A. Mesa: *Current Developments in Technology-Assisted Education*, Vol. 1, pp. 260-264.
- [24] LearnFlex™, <http://www.learnflex.com/>
- [25] Lotus Learning Management System, <http://www-306.ibm.com/software/lotus/products/learning-management-system/>
- [26] .LRN, Learn, Research, Network, <http://dotlrn.org/>
- [27] Marshall, <http://www.marshall.edu/it/cit/webct/compare/index.htm>
- [28] Mirza, B.J., 2001. *Jumping Connections: A Graph-Theoretic Model for Recommender Systems*. Master's thesis, Virginia Tech.
- [29] Moodle, Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment, <http://www.moodle.org>
- [30] Mooney, R. y Roy, L., 2000. Content-Based Book Recommending Using Learning for Text Categorization. In *Proceedings of the Fifth ACM Conference on Digital Libraries*. San Antonio, TX. pp. 195-204.
- [31] Moreno G. y Baldiris S., 2003. *Memorias del proyecto de grado: Sistema Hipermedia Adaptativo para la Enseñanza de la Programación Orientada a Objetos*. Universidad Industrial de Santander,
- [32] SCORM, Sharable Content Object Reference Model <http://www.adlnet.gov/scorm/>
- [33] OLAT, <http://www.olat.org/website/en/html/index.html>
- [34] Olguin, C.J., Delgado, A.L. y Ricarte, I.L., 2000. An Agent Infrastructure to Set Collaborative Environments. *Educational Technology & Society*, 3(3), pp. 65-73
- [35] Paredes, P. y Rodriguez, P., 2004. A Mixed Approach to Modelling Learning Styles in Adaptive Educational Hypermedia, *Advanced Technology for Learning*, Acta Press, Volume 1, issue 4, pp. 210-215
- [36] Peña C., Marzo J.L., De la Rosa J.L. y Fabregat, R., 2002. Un sistema de tutoría inteligente adaptativo considerando estilos de aprendizaje. *Universitat de Girona, España*.
- [37] Perugini, S., Gonçalves, M.A. y Fox, E.A., 2004. A Recommender Systems Research: A Connection-Centric Survey. *Journal of Intelligent Information Systems*, 23:2.
- [38] Reload, <http://www.reload.ac.uk/>
- [39] Sakay, Online Collaboration and Learning, Environment <http://www.sakaiproject.org/index.php>
- [40] Salcedo, P., Labraña, C. y Farrán, Y., 2002. Una Plataforma Inteligente de Educación a Distancia que incorpora la Adaptabilidad de Estrategias de Enseñanza al Perfil, Estilos de Aprendizaje y Conocimiento de los Alumnos.

- [41] Santos, O.C., 2006. Technology Enhanced Life Long eLearning for All. In K. Maillat and R. Klamma: Proceedings for the 1st Doctoral Consortium on Technology Enhanced Learning. European Conference on Technology Enhanced Learning, pp.66-71.
- [42] Stahl G., 2002. Proceedings of CSCL Boulder, Colorado, USA.
- [43] SumTotal, <http://www.sumtotalsystems.com/learning/apps/lms.html>
- [44] Tiarnaigh, M., 2005. An integration of Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) with an AHS (Adaptive Hypermedia System).
- [45] uPortal, <http://www.uportal.org/>
- [46] Vélez, J., Fabregat, R., 2007. Arquitectura para la Integración de las Dimensiones de Adaptación en un Sistema Hipermedia Adaptativo. Published at Proceedings of Research report Institut d'informàtica i aplicacions (IIIA 07-01-RR).
- [47] Wolf, C., 2002. iWeaver: towards "learning style"-based elearning in computer science education. Proceedings of the Fifth Australasian Computing Education Conference, pp. 273 – 279

**Jeimy Vélez:** Estudiante de doctorado (2006 - Actual) del programa Tecnologías de la Información de la Universidad de Girona, España. Ingeniera de Sistemas (2000) de la Universidad Industrial de Santander y Especialista en Ingeniería de Software (2004) Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Es miembro del grupo de Comunicaciones y Sistemas Distribuidos (BCDS) y del Instituto de Informática y Aplicaciones (IiiA) de la Universidad de Girona. Se ha desempeñado como docente de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Montería desde el año 2001 hasta la fecha. Es directora del grupo de investigación ITEM de la Facultad de Ingeniería Informática de la UPB Montería y coordina la línea de investigación en E-learning e Inteligencia Artificial. Ha participado en los proyectos de investigación ADAPTAPlan y SURVEYOR. Actualmente dirige el proyecto de investigación « Sistema Multi-agente para la adaptación de contenidos Web ». financiado por la UPB Montería. Las líneas de investigación de su interés son E-learning adaptativo, Inteligencia Artificial. Modelado de usuario abierto, estándares en E-learning.

**Silvia Baldiris:** Estudiante de doctorado (2006/2007) y MSc (2007) del programa Tecnologías de la Información de la Universidad de Girona, España. Ingeniera de Sistemas e Ingeniera Industrial de la Universidad Industrial de Santander. Es miembro del grupo de Comunicaciones y Sistemas Distribuidos (BCDS) y del Instituto de Informática y Aplicaciones (IiiA) de la Universidad de Girona. Ha participado en los proyectos de investigación ADAPTAPlan y SURVEYOR. Las líneas de investigación de su interés son E-learning adaptativo, competencias, modelado de usuario.

**Salim Nassiff:** Ingeniero de sistemas (1997) y especialista en sistemas de telecomunicaciones (2007) de la Universidad del Norte. Trabajó como ingeniero de soporte de proyectos para el Banco de Occidente región norte (1998). Consultor de redes de la gobernación de Córdoba (2005). Docente de cátedra para la Universidad del Sinú (2000), y se desempeña como docente de la Universidad Pontificia Bolivariana desde el año 2000 hasta la fecha. Perteneció al grupo de investigación ITEM de la Facultad de Ingeniería Informática de la UPB Montería. Ha participado como director en proyectos de pregrado. Actualmente colabora en el proyecto de investigación « Sistema Multi-agente para la adaptación de contenidos Web ». financiado por la UPB Montería. Las líneas de investigación de su interés son Realidad virtual y sistemas de telecomunicaciones.

**Ramon Fabregat:** Doctor (1998) por la Universitat de Girona, España. Es profesor Titular de Universidad del Departamento de Arquitectura y Tecnología de Computadores. Es miembro del grupo de Comunicaciones y Sistemas Distribuidos (BCDS) y del Instituto de Informática y Aplicaciones (IiiA) de la Universidad de Girona. Su investigación está centrada en la gestión y evaluación de rendimiento de redes de computadores, la optimización multiobjetivo, los sistemas hipermedia adaptativos y el e-learning. Es el responsable de la UdG en el proyecto «ADAPTPlan : Adaptación basada en aprendizaje, modelado y planificación para tareas complejas orientadas al usuario » (TIN2005-08945-C06-03). Participa en diversas redes de ámbito nacional e internacional y ha sido miembro de los comités de programa de diferentes conferencias. Es co-autor del libro titulado "Multi-Objective Optimization in Computer Networks" (CRC Press, 2007), y de artículos publicados en revistas internacionales así como en conferencias.

# Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín

## Facultad de Minas



### Escuela de Ingeniería de Sistemas

#### Grupos de Investigación

#### Grupo de Investigación en Sistemas e Informática

Categoría A de Excelencia Colciencias  
2004 - 2006 y 2000.

#### GIDIA: Grupo de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial

Categoría A de Excelencia Colciencias  
2006 - 2009.



#### Grupo de Ingeniería de Software

Categoría C Colciencias 2006.

#### Grupo de Finanzas Computacionales

Categoría C Colciencias 2006.

#### Centro de Excelencia en Complejidad

Colciencias 2006

Escuela de Ingeniería de Sistemas  
Dirección Postal:  
Carrera 80 No. 65 - 223 Bloque M8A  
Facultad de Minas. Medellín - Colombia  
Tel: (574) 4255350 Fax: (574) 4255365  
Email: [esistema@unalmed.edu.co](mailto:esistema@unalmed.edu.co)  
<http://pisis.unalmed.edu.co/>

