

# Modelo para la recomendación y recuperación de objetos de aprendizaje en entornos virtuales de enseñanza/aprendizaje

## Recommendation and retrieval model of learning object in virtual environments for teaching / learning

Daniel Betancur C., Ing., Julián Moreno C., MSc y Demetrio A. Ovalle C., PhD  
Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín, Colombia.  
dbetanc0, jmoreno1,dovalle{@unalmed.edu.co}

Recibido para revisión 26 de marzo de 2009, aceptado 15 de junio de 2009, versión final 9 de julio de 2009

**Resumen**—En este artículo se presenta un modelo para la recomendación y recuperación de objetos de aprendizaje como complemento de un Sistema Tutorial Inteligente, con el fin de incrementar la interacción tanto del profesor como del estudiante con los cursos en los cuales se encuentran inscritos. Para realizar la recomendación de objetos de Aprendizaje al profesor el modelo propuesto se fundamenta en las temáticas dentro de las cuales desarrolla sus cursos, mientras que para el estudiante en las características del perfil que este posee. En ambos casos se crea una relación con metadatos que representan información acerca de los objetos de aprendizaje que existen dentro de un repositorio en constante actualización. En este sentido, este trabajo representa un aporte al desarrollo de cursos virtuales eficientes, complementarios y acordes a las necesidades de sus usuarios.

**Palabras Clave**—e-learning, Sistemas Tutoriales Inteligentes, Objetos de Aprendizaje, Recomendación, Modelo del estudiante, Estilos de Aprendizaje.

**Abstract**—This paper presents a recommendation and retrieval model of learning objects as a complement to intelligent tutoring system, in order to increase the interaction both the teacher and students with the courses in which they are enrolled. To perform a recommendation of learning objects to the teacher the proposed model is founded in the subjects within that teacher develops its courses, whereas for students on the characteristics of the profiles they have. In both cases, a relationship with metadata is established about the learning objects that exist in a constantly updated repository. Thus, this work represents a contribution to the development of efficient and complementary virtual courses, which are also consistent with the needs of their users.

**Keywords**—e-learning, Intelligent Tutorial Systems, Learning Objects, Recommendation, Student Model, Learning Styles.

### I. INTRODUCCIÓN

La educación ha encontrado en las Tecnologías de la Información un soporte que le ha permitido cambiar la búsqueda, selección, adaptación, presentación y difusión de contenidos educativos, todo ello como consecuencia del crecimiento y utilización de Internet.

En la actualidad se desarrollan Sistemas Tutoriales (ST) para dar soporte a la educación virtual, éstos se encuentran compuestos por herramientas robustas, que utilizan tecnologías de punta y los últimos resultados en temas inherentes a la pedagogía para reducir así la brecha presente entre la educación presencial y virtual.

Con el uso de técnicas de inteligencia artificial, nace el concepto de Sistema Tutorial Inteligente (STI), el cuál abarca aquellos sistemas con una arquitectura adaptativa y que permiten emular el proceso de enseñanza/aprendizaje humano, adaptando el tipo y el contenido de la instrucción a las necesidades específicas del alumno; decidiendo cuándo introducir nuevos conceptos o repasar los anteriores si éstos no han sido asimilados y ayudando al profesor en la construcción efectiva y completa de sus cursos.

Los STI tienen en cuenta los conocimientos a enseñar (contenido pedagógico), la forma de enseñarlo (estrategia pedagógica), así como la información relevante sobre el alumno que está siguiendo el tutorial (módulo del alumno) [1].

En los STI se hace uso de la tecnología de Objetos de Aprendizaje (OA), la cual ha surgido como una potente opción para crear, almacenar y recuperar contenidos digitales educativos. Esto enriquece formidablemente el proceso de enseñanza/aprendizaje dentro de estos sistemas al permitir tanto al

estudiante como al docente acceder a grandes bancos de recursos.

Dentro de los STI, los OA desempeñan un papel importante en los procesos de adaptación, más específicamente en la recomendación y recuperación de material educativo, la cual tiene como objetivo facilitar el uso del los recursos de enseñanza tanto a profesores como a estudiantes.

Sin embargo muchas de las propuestas para el desarrollo de estos procesos de recomendación y recuperación engloban un alto grado de complejidad; esto y la dificultad de acceso a repositorios externos bien estructurados ocasionan que las soluciones propuestas generalmente sean poco viables de desarrollar en un entorno real.

El objetivo de este trabajo es presentar un modelo de recomendación de objetos de aprendizaje robusto y de fácil implementación que sirva de complemento a la arquitectura adaptativa de un STI y mejore el acceso tanto del profesor como del estudiante a los materiales educativos disponibles en un entorno definido.

El artículo se encuentra organizado de la siguiente manera: la sección 2 expone el marco teórico referente a los Sistemas Tutoriales Inteligentes, Objetos de Aprendizaje (OA) y metadatos. En la sección 3 se hace una revisión del estado del arte de los sistemas de recomendación de objetos de aprendizaje. En la sección 4 se presenta el modelo propuesto para la recomendación de OA. La sección 5 presenta la implementación del modelo en la arquitectura de un STI. Finalmente se presentan las conclusiones y el trabajo futuro.

## II. MARCO TEÓRICO

En esta sección se presenta el marco conceptual de las áreas fundamentales enmarcadas dentro del artículo, estas son: Los Sistemas Tutoriales Inteligentes (STI), Objetos de aprendizaje y Metadatos.

### A. Sistemas Tutoriales Inteligentes

Los STI son programas de computador con propósitos educacionales que incorporan técnicas de inteligencia artificial. Éstos ofrecen ventajas sobre la Instrucción Asistida por Computador (CAIs por sus siglas en inglés), pues pueden simular el proceso del pensamiento humano para ayudar en la solución de problemas o en la toma de decisiones [2].

Las características más importantes de un STI según [3], son:

- El conocimiento del dominio está restringido y claramente articulado.
- Se tiene conocimiento de los estudiantes permitiendo así dirigir y adaptar la enseñanza.
- La secuencia de la enseñanza no está predeterminada por el diseñador instruccional.

- Realiza procedimientos de diagnóstico más apropiados y detallados para el estudiante.
- Mejora la comunicación tutor/alumno, lo que permite al estudiante interactuar durante el desarrollo de un curso con el tutor.

El objetivo principal de los sistemas tutoriales inteligentes es proporcionar una educación apropiada para cada estudiante, tratando de acercarse a la de un humano docente en el aula. Estos sistemas se basan en una arquitectura que está compuesta principalmente de cuatro componentes. La arquitectura tradicional base se muestra a continuación:

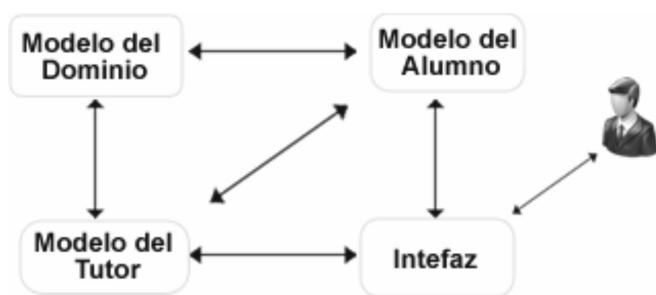


Figura 1. Arquitectura clásica de un STI.

**Modelo del alumno:** Este modelo abarca toda la información del estudiante.

**Modelo del tutor:** Tiene conocimiento acerca de estrategias y tácticas de enseñanza, las cuales se seleccionan en función de las características de cada estudiante (representadas en el modelo de estudiante).

**Modelo del Dominio:** Posee el contenido del curso, el cual comprende los conocimientos que se desean transmitir a los alumnos, este conocimiento se almacena en forma de reglas de producción, estereotipos, etc.

**Intefaz** Medio de interacción que permite tanto al tutor como al estudiante interactuar con el sistema

### B. Objetos de Aprendizaje

Dentro de la revolución tecnológica en la educación, aparece el término “Objeto de Aprendizaje (OA)” utilizado aproximadamente desde 1992 e inspirado en el juego Lego y que ha sido dotado de significado a medida que los principales grupos desarrolladores de soluciones de “e-learning” y “metadata” han trabajado en el concepto [4].

Según la IEEE, un objeto de aprendizaje puede considerarse como una entidad digital con características de diseño instruccional, que puede ser usado, reutilizado o referenciado durante el aprendizaje soportado en computador; con el objetivo de generar conocimientos, habilidades, actitudes y competencias en función de las necesidades del alumno.

Para diferenciar los objetos de aprendizaje del resto de los recursos que se ofrecen a través de Internet, éstos deben de reunir algunas de las siguientes características [5].

- Interoperabilidad: corresponde a la capacidad que tiene un sistema para trabajar en otro.
- Reusabilidad: es la capacidad de los objetos para ser combinados dentro de nuevos cursos (o entornos de aprendizaje).
- Escalabilidad: característica de los objetos que les permite ser integrados a estructuras más complejas o extensas dentro del dominio de aprendizaje para el que fueron creados, así como también que las capacidades (multiusuario) que se le anexen no implique un incremento proporcional en costos.
- Generatividad: característica del objeto que permite generar otros objetos derivados de él.
- Gestión: facilidad que brinda el sistema para tener la información concreta y correcta acerca de los contenidos que aborda y de las posibilidades de estudio que ofrece al estudiante.
- Interactividad: capacidad que posee el objeto para generar la actividad y la comunicación entre los sujetos involucrados en el proceso de aprendizaje.
- Accesibilidad: facilidad que ofrece al usuario para acceder libremente a los contenidos apropiados en el tiempo que se requiera.
- Durabilidad: se refiere a la vigencia de la información de los objetos a fin de eliminar su obsolescencia.
- Adaptatividad: característica del objeto de aprendizaje para acoplarse a las necesidades de aprendizaje de cada individuo.
- Autocontención conceptual: capacidad de los objetos para autoexplicarse y posibilitar experiencias de aprendizaje íntegras.

El concepto de objeto de aprendizaje requiere comprender el cómo se aprende ya que de ello va a depender el diseño del objeto en todas dimensiones, a saber: pedagógica, didáctica y tecnológica.

### C. Metadatos

Los metadatos se pueden definir como datos acerca de la información [6]. Los bibliotecarios han usado esta estructura durante cientos de años. De hecho, un catálogo de la biblioteca, que ayuda a los bibliotecarios a gestionar sus libros y revistas, es un ejemplo de uso de metadatos. Los metadatos pueden ser útiles según [7] para:

- resumir el significado de los datos,

- permitir a los usuarios búsquedas de datos,
- permitir a los usuarios determinar si los datos son lo que quieren,
- dar información que afecta la utilización de los datos (condiciones jurídicas, el tamaño, la edad, y así sucesivamente), y
- indicar las relaciones con otros recursos.

En el caso de la educación, las universidades y muchas otras organizaciones con el fin de gestionar, buscar y reutilizar los materiales de aprendizaje, describen los recursos con metadatos que podrían ser particularmente útiles. Uno de los más prometedores enfoques de metadatos para describir recursos de aprendizaje fue desarrollado por el Grupo de Trabajo IEEE P1484.12: Esquema LOM (Learning Object Metadata) [21]. Es principalmente influenciado por el trabajo del proyecto “Sistemas de Administración de Educación Instruccional” y de la Alianza de redes de creación y distribución de Instrucción Remota para Europa, o Consorcio ARIADNE [16], las principales características son la reutilización de los objetos de aprendizaje, y, facilitar la interoperabilidad. Otros enfoques muy importantes son DublinCore [15] y CanCore [23].

## III. ESTADO DEL ARTE

La recomendación en los sistemas virtuales de enseñanza puede dividirse en dos enfoques, el primer enfoque es el basado en filtrado colaborativo social que toma en cuenta principalmente al usuario. El segundo, se basa en filtrado de contenido que responde a los ítems disponibles. A continuación se muestra una descripción más amplia de cada enfoque y luego se analizan algunos trabajos realizados específicamente en la recomendación de objetos de aprendizaje.

### A. Sistemas basados en filtrado colaborativo social

Esta clase de sistemas construyen la recomendación como una agregación estadística/probabilística de las preferencias de otros usuarios [8]. Estos sistemas buscan modelar al usuario generando patrones de preferencias y a su vez algunos también buscan agrupar los usuarios con preferencias similares. Las técnicas más utilizadas son el análisis estadístico o la minería de datos haciendo uso de la monitorización del comportamiento del usuario sobre el sistema, sus puntuaciones sobre los servicios, su historial, etc. El enfoque de este tipo de sistemas se encuentra plasmado en la aplicación Ringo desarrollada por Shardenand y Maes [9] o en GroupLens desarrollado por Konstant et al. [10].

Estos sistemas sufren fundamentalmente de dispersión, debido a que para construir grupos de comportamiento entre usuarios se necesita un gran volumen de usuarios y productos muestreados. La generación de recomendaciones apropiadas

necesita una cantidad relativamente grande de datos. Esto resulta un problema para generar recomendación de calidad a un usuario del que no se tiene historial de ítems. Dependiendo del mecanismo de realimentación del usuario en el sistema, los algoritmos empleados en este enfoque se clasifican a su vez en algoritmos basados en memoria (Memory-based algorithms) y algoritmos basados en modelos (Model-based algorithms) [11].

Los basados en memoria utilizan valoraciones que otros usuarios han dado a un objeto, para calcular la posible valoración para el usuario actual y los basados en modelos hacen uso del modelo del estudiante para construir un perfil o modelo, a partir del cual se realizan las recomendaciones.

#### **B. Sistemas basados en filtrado por contenido**

La recomendación de un objeto según este enfoque se basa en la similitud con otros objetos que el usuario ha adquirido anteriormente. Es decir, por ejemplo para el caso del uso de un objeto A, generalmente lleva al uso del objeto B, en el momento que un usuario utilice el objeto A, se le recomienda el B. Esta técnica posee algunos problemas con el ingreso de nuevos objetos debido a que no existe ningún tipo de relación con otros objetos existentes. Una forma adecuada de solventar este problema es la definición de características detalladas que permitan calcular niveles de proximidad con los demás objetos.

Algunas de las técnicas utilizadas para desarrollar este tipo de enfoque son el aprendizaje automático y cierto tipo de clasificadores que establecen el grado de interés de un usuario en un objeto, con base en históricos disponibles sobre ese objeto. Dichos clasificadores pueden ser implementados utilizando diversas técnicas de la inteligencia artificial, con lo que son las redes neuronales y los árboles de decisión. Los sistemas basados en contenido utilizan algoritmos “ítem a ítem” generados mediante la asociación de reglas de correlación entre ellos. Algunos trabajos que son orientados para el desarrollo de este enfoque son [12], [13].

#### **C. Trabajos relacionados**

A continuación se analizan algunos de los trabajos más relevantes sobre sistemas para la recomendación de objetos de aprendizaje.

El trabajo presentado por Sánchez et. al en [14] se fundamenta en un modelo de e-educación, e-campus, el cual se basa en la construcción de un patrimonio de recursos educativos de uso común. Dichos recursos están compartidos y organizados en repositorios abiertos y distribuidos de objetos de aprendizaje, a través de una red de instituciones y comunidades educativas que generan dichos objetos de uso común.

Para encontrar objetos con alguna característica especial se realizan búsquedas basadas en una sintaxis especial, la del lenguaje de consulta XQuery [22]. Esta sintaxis no es fácil de manejar para la mayoría de la gente, por lo que la interfaz de acceso al sistema ofrece la posibilidad de buscar sobre los principales campos de los metadatos.

En sistema se construye integrando repositorios de objetos de aprendizaje distribuidos en diferentes fuentes y toda la arquitectura es desarrollada con base en estándares y especificaciones reconocidas tales como LOM, IMC, SCORM, y recomendaciones de W3C para el trabajo con SOAP y WSDL.

Sin embargo, el sistema tiene limitaciones importantes en cuanto a robustez, eficiencia, flexibilidad, capacidad y facilidad de desarrollo del modelo. Además no se encuentra inmerso dentro de un entorno de Enseñanza-Aprendizaje ya constituido y por lo tanto el proceso de recomendación de objetos de aprendizaje como tal no existe. Por el contrario sólo se permite realizar búsquedas a través de los elementos más relevantes de los metadatos asociados a los Objetos de Aprendizaje.

Otro trabajo se presenta en [8] donde se resaltan las posibilidades que se generan en base a ciertos estándares para la reutilización automática de objetos de aprendizaje basadas en su contenido semántico, además se propone una arquitectura de recuperación de Objetos de Aprendizaje que permita la búsqueda eficiente, la selección y composición de éstos en un contexto definido.

Para la generación de la recomendación se utiliza tanto como el conocimiento del dominio con la información del usuario y busca realizar recuperación de objetos en una serie de repositorios alojados en internet.

Es sistema está limitado debido a que la recomendación no se realiza de forma automática, si no que el estudiante debe realizar consultas. Adicionalmente en la actualidad es muy baja, casi que nula la posibilidad de encontrar repositorios de objetos que además de poseer metadatos, también permitan el acceso a los mismos, por tanto el hecho de basar la recuperación de objetos en fuentes externas acarrea grandes problemas.

En [20] se propone un framework basado en servicios para el establecimiento de la recuperación y recomendación de objetos de aprendizaje personalizados. En el framework propuesto, una Ontología de Dominio se utiliza para la construcción automática de inferencias sobre la intención del usuario. El trabajo de personalización aprovecha al máximo el poder de la inferencia semántica probabilística de los términos de consulta, preferencias de acceso del usuario basado en LOM, y otras retroalimentaciones de los usuarios para la ponderación de la recomendación con el fin de recuperar el objeto de aprendizaje más adecuado para los usuarios.

El framework propuesto presenta un gran avance en la precisión del proceso de recuperación de objetos de aprendizaje de calidad. Sus algoritmos presentan muy buenos niveles de eficiencia y se resalta la capacidad de realizar feedbacks para mejorar su desempeño posterior.

Dentro de este trabajo el usuario debe realizar consultas para que el sistema recupere objetos de aprendizaje de interés. La recomendación no está muy completa y consiste principalmente

en una clasificación de los objetos de aprendizaje que se recuperan a través de las consultas. Estos procesos pueden complementarse y automatizarse, si se tiene en cuenta el modelo del estudiante para generar creencias de posibles objetos de interés del mismo.

#### IV. MODELO PROPUESTO

Para comprender de mejor manera el modelo que se propone en este artículo, se presenta a continuación la arquitectura base que dará soporte al mismo. Luego se continúa con la presentación modelo de recomendación de objetos de aprendizaje propuesto.

##### A Arquitectura base

El modelo de recomendación propuesto en este artículo esta soportado bajo un Sistema tutorial inteligente, denominado Cursos Inteligentes Adaptativos CIA [19]. Este sistema contiene la estructura básica de un STI y adicionalmente posee diferentes módulos que desarrollan diversas tareas, algunos enfocados al desarrollo del aprendizaje individual como lo son el módulo planificador y el modulo evaluador, otros orientados al trabajo colaborativo y a la construcción de todo el conocimiento del dominio (modulo grupal y modulo administrador). En la figura 2 se puede ver los componentes e interacciones que se presentan en el sistema CIA.

también preferencias, estilos de aprendizaje (capturados en el sistema a través del como el test de Felder [18]) y algunos rasgos de la personalidad. Basado en estas características, el sistema puede presentar al estudiante el contenido en un formato adecuado a sus necesidades, logrando así que éste tenga una mejor compresión del tema de estudio. Este modelo proporciona el conocimiento para la recomendación de objetos de aprendizaje al estudiante.

**Modelo del Dominio:** La estructura u organización del modelo del dominio propuesta en CIA divide el conocimiento por Cursos, los cuales se componen a su vez de Unidades Básicas de Aprendizaje (UBAs) que se encuentran conformadas por temas; y dichos temas tendrán asociados uno o varios Objetivos instruccionales, los cuales se podrán alcanzar por medio del desarrollo de una o varias actividades las cuales tienen asociados uno o varios Objetos de Aprendizaje (ver figura 3).

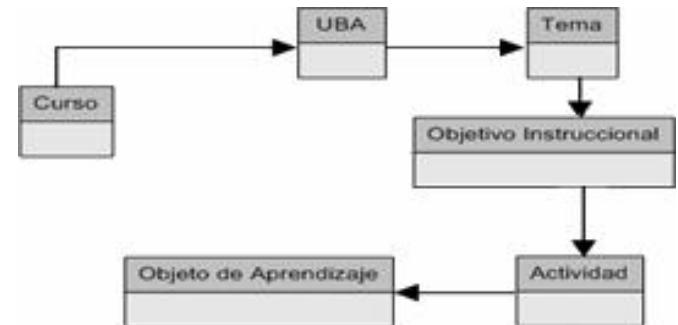


Figura 3. Estructura del modelo del dominio de CIA.

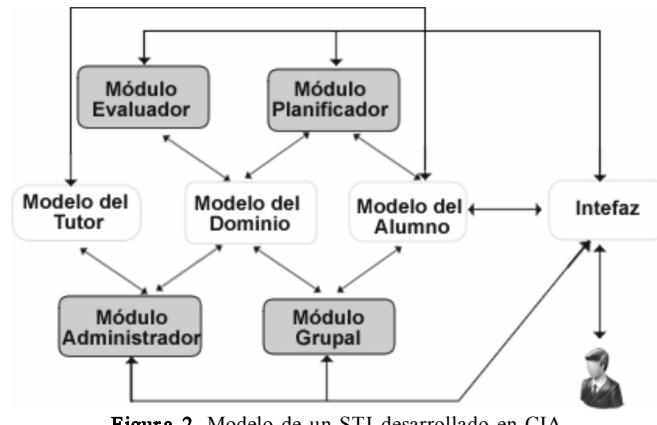


Figura 2. Modelo de un STI desarrollado en CIA.

Una breve explicación de cada uno de los componentes del sistema base se presenta seguidamente, haciendo especial énfasis en el modelo del alumno y el modelo del dominio, ya que son fundamentales en el desarrollo del modelo propuesto.

**Modelo del alumno:** Captura las características del estudiante, permitiendo al STI adecuar las diferentes estrategias y contenidos instruccionales para cada estudiante. Este modelo posee tanto información general sobre el estudiante, como

En esta estructura se basa el modelo de recomendación para el trabajo con el profesor.

**Modelo del Tutor:** En CIA el modelo del tutor a través del módulo administrador permite al sistema seleccionar estrategias y tácticas de enseñanza, adaptadas en función de las características de cada estudiante. Adicionalmente se permite un monitoreo constante por parte de usuario de tipo profesor.

**Módulo Planificador:** Encargado de diseñar planes instructionales adecuados y adaptados a los estudiante a través de los estilos de aprendizaje. Este módulo después de detectar los errores en la evaluación de conocimientos permite replanificar dinámicamente el aprendizaje para un estudiante dado.

**Módulo Evaluador:** Construye las evaluaciones que permiten monitorear el progreso del estudiante en un curso en particular. La función principal de este módulo es lograr medir y controlar el del estudiante durante el desarrollo de un curso.

**Módulo Grupal:** Administra y controla el ambiente colaborativo de aprendizaje, creando y organizando grupos de estudiantes de forma automática, con base en la información contenida en un modelo para el desarrollo de trabajo colaborativo.

**Interfaz** Medio de interacción que permite tanto al tutor como al estudiante trabajar con el sistema. Permite el despliegue de los diferentes contenidos de los respectivos cursos y el análisis de las diversas situaciones ocurridas

### B. Modelo para la recomendación de objetos de aprendizaje propuesto

Este modelo se desarrolló con el fin de ayudar a estudiantes y profesores con el desarrollo de un curso virtual, teniendo como objetivo general facilitar e incrementar el agrado de los mismos en el proceso de enseñanza/aprendizaje.

El modelo busca recuperar y recomendar objetos de aprendizaje, logrando la reutilización del material disponible para el desarrollo de un curso, permitiendo a los estudiantes complementar conocimientos adquiridos sobre un tema, ayudando a los profesores en la construcción y actualización de sus cursos e incrementando el interés del estudiante ofreciéndole acceso a material de su agrado en general.

El modelo se compone de 7 módulos que se pueden apreciar en la figura 4.

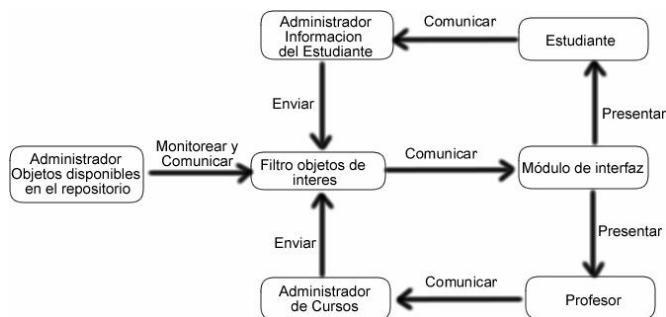


Figura 4. Estructura del modelo propuesto.

A continuación se da una descripción de los diferentes componentes del modelo:

**Administrador de Información del Estudiante:** Es el encargado del manejo de toda la información del estudiante. En el caso de la recomendación de objetos de interés el Administrador tiene la tarea de adquirir la información relevante del estudiante (Modelo del estudiante). Éste también realiza búsquedas y clasificaciones de los Objetos de Aprendizaje existentes en el repositorio que puedan ser de interés para cada estudiante, basándose en las áreas de interés y los estilos de aprendizaje del mismo y las palabras clave de cada uno los Objetos de Aprendizaje alojados en el repositorio de objetos.

**Administrador de Curso:** El administrador de curso es el encargado de manejar todo lo concerniente a los cursos en el sistema, permite al profesor la construcción y actualización de cada curso. La tarea primordial del administrador dentro del modelo propuesto es capturar la información relevante de cada curso para recomendar objetos adecuados para cada profesor en cada uno de sus cursos.

**Administrador de Objetos de Aprendizaje:** El administrador de Objetos de aprendizaje es el encargo de la inserción, actualización y control de los objetos de aprendizaje. Para este modelo en particular tiene un rol de renovador y actualiza en caso de que sea necesario, la información de los objetos de aprendizaje de interés de los estudiantes y los profesores, en el momento que se realice la agregación de un nuevo Objeto de Aprendizaje.

**Filtro de Objetos de Interés:** Los Objetos de Aprendizaje al ser definidos como de Interés para un usuario deben presentarse clasificados de una forma adecuada. El filtro de objetos ordena los objetos de interés de cada estudiante y de los cursos, de forma que se muestren teniendo en cuenta ciertos criterios (Fecha, Nivel de interés, Tipo de recurso, etc.).

**Módulo de Interfaz:** Se encarga de mostrar al estudiante o al profesor los objetos de aprendizaje que podrían interesarle, este módulo sirve de puente entre los usuarios y el sistema, permitiendo capturar información y retroalimentando al usuario con los elementos pertinentes.

**Profesor.** Los profesores construyen los cursos y dotan al sistema del conocimiento necesario para lograr que éste pueda brindar enseñanza semiautomáticamente a los estudiantes. La principal función del profesor es construir y modificar el módulo del dominio, constituyendo y modificando las Unidades Básicas de Aprendizaje y los Objetos de Aprendizaje. Por otro lado, los profesores gracias a este modelo pueden reutilizar Objetos de Aprendizaje de su interés que se encuentren dentro de un repositorio general, para la constitución o actualización de su curso.

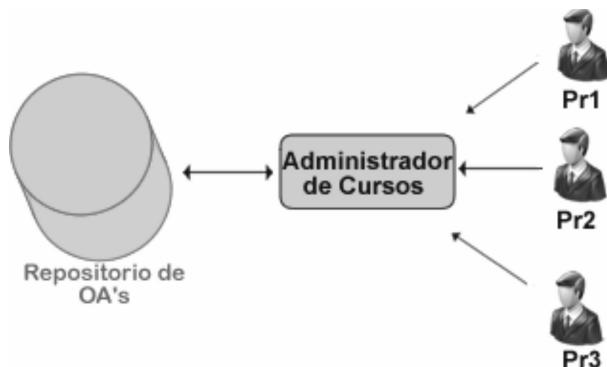
**Estudiante:** Su principal objetivo en el sistema es obtener el conocimiento acerca de un determinado curso (en el que se debe inscribir), lo cual se pretende obtener por medio del estudio de las UBAs y de los Objetos de Aprendizaje que se presentan en un plan instruccional que será adecuado a un perfil académico y personal del estudiante. Este estudiante a través del modelo estará incentivado por medio de objetos de aprendizaje que lo motivarán a aprender más sobre sus áreas de interés y a lograrán reforzar su aprendizaje al recomendarle objetos de aprendizaje relacionados con el tema de estudio que actualmente desarrolla.

Los procesos que conforman principalmente al modelo son dos y se presentan a continuación

**1) Proceso para la recomendación y recuperación de OA's para profesores:** Este proceso consiste en facilitar al profesor tanto la construcción como la actualización de sus cursos, ahorrándole tiempo en la búsqueda y asociación de objetos de aprendizaje.

Mediante la recuperación de objetos de aprendizaje el profesor accede a través del módulo Administrador de cursos a todos los objetos de aprendizaje disponibles en un repositorio en constante actualización. Esto facilita la construcción de

nuevos cursos, complementarlos y a su vez lograr que los Objetos de Aprendizaje disponibles en el repositorio sean reutilizados (Ver figura 5).

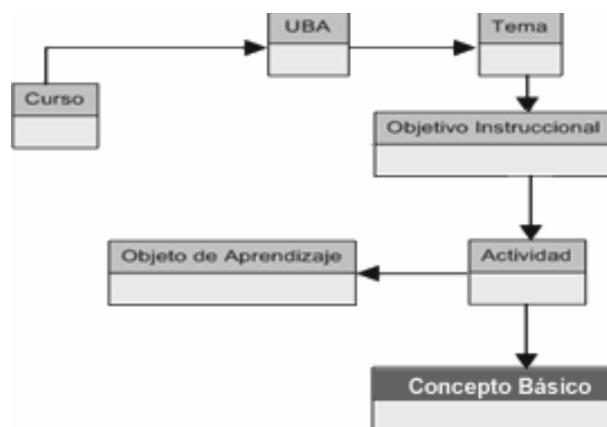


**Figura 5.** Recuperación de Objetos de Aprendizaje (Profesor).

El repositorio diseñado para el modelo está basado en el estándar IEEE LOM, permitiendo a los profesores realizar búsquedas por diferentes campos tales como: Palabras claves, Nombre, tipo de interactividad, etc. Esto enriquece el proceso de recuperación de Objetos de Aprendizaje.

El proceso de Recomendación de Objetos de Aprendizaje para el profesor está basado en el modelo del dominio y permite recomendarle al profesor nuevos objetos de aprendizaje que podrían complementar sus cursos ya definidos.

Para este proceso se realizó una modificación simple en la estructura del modelo del dominio (Ver figura 6).

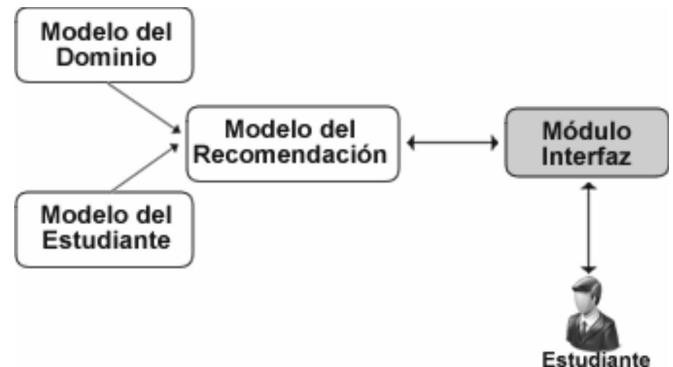


**Figura 6.** Estructura del Modelo del Dominio del STI (Modificado).

El término concepto básico surge como la representación mínima de un conocimiento que se debe alcanzar a través de un objetivo instruccional.

Mediante los conceptos básicos asociados a un objetivo instruccional, se realiza un análisis de los metadatos asociados a los Objetos de Aprendizaje que van siendo ingresados al Repositorio; por medio de este análisis se identifican y recomiendan a los profesores, Objetos de Aprendizaje que podrían estar relacionados con sus cursos, de forma que éstos puedan re-utilizarlos.

*1) Proceso para la recomendación de OA's para estudiantes:* Este proceso fomenta el aprendizaje del estudiante, ayudándolo a reforzar sus conocimientos sobre los cursos en los cuales se encuentra inscrito; y también creando un agrado por el Sistema Tutorial al recomendarle Objetos de Aprendizaje asociados a otras áreas de interés que incluso pueden no tener relación con los cursos en los que se encuentra inscrito.



**Figura 7.** Recomendación de Objetos de Aprendizaje (Estudiante).

En este proceso se desarrollan dos tipos de recomendaciones ambas basadas en el modelo del estudiante y en el modelo del dominio (Figura 7).

El primer tipo de recomendación consiste en lograr complementar el proceso de aprendizaje del estudiante en un curso específico, relacionando a través de los objetivos instructionales de un curso en particular, los objetos de aprendizaje de todo el repositorio que podrían servir de complemento al conocimiento que en un momento se desea alcanzar.

El segundo tipo de recomendación busca capturar las características del modelo del estudiante como lo son áreas de interés y estilos de aprendizaje, con el fin de incentivar al estudiante a adquirir conocimientos adicionales independientes de los cursos en los que se encuentra y a su vez promoviendo el ingreso del estudiante a otros cursos que se encuentre disponibles en el STI.

## V. IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO PROPUESTO

Un prototipo del modelo propuesto, está siendo diseñado y construido para el proyecto de investigación “Recuperación y administración de objetos de aprendizaje para sistemas tutoriales inteligentes mediante agentes de software” en colaboración con el proyecto “Modelo de sistema Multi-Agent de cursos adaptativos integrados con ambientes colaborativos de aprendizaje”. El prototipo diseñado funciona dentro del sistema CIA el cual tiene un modulo para la construcción de cursos (Figura 8) y un modulo para el desarrollo de los mismos (Figura 9).

The screenshot shows the 'Administrador de Cursos' (Course Administrator) module. At the top, there's a logo for 'UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA' and the CIA logo. The main title 'Administrador de Cursos' is centered. Below it, a sidebar shows 'Profesor: Juan Perez' and a tree view of course structure: 'Cursos' (Algoritmos, UBA1, Tema 1, Tema 2, Tema 3, Bases de Datos). Under 'Objetos posiblemente útiles para tus cursos', there are three items: 'Operaciones Con Bases De Datos Ofimáticas', 'Optimización de Algoritmos', and 'Principios del Modelo Relacional'. A legend at the bottom defines icons for Curso, UBA, Tema, Objeto Instruccional, Actividad, Pregunta, and Prerrequisitos.

Figura 8. Modulo CIA – Administrador de Cursos.

The screenshot shows the 'Mis Cursos' (My Courses) module for a student. The top bar includes the university logo, the title 'Mis Cursos', the CIA logo, and a 'Terminar Sesión' button. The left sidebar lists 'Cursos Disponibles' (Mis Cursos, Mi Correo, Mi Agenda, Videos) and 'Objetos de posible Interés' (Historia de la Guerra Civil, Introducción a la Dinámica de Sistemas, Principios del Modelo Relacional). A large central area is currently empty. The bottom footer reads 'Universidad Nacional De Colombia Sede Medellín'.

Figura 9. Recomendación de Objetos de Aprendizaje (Estudiante).

Este prototipo recupera y recomienda Objetos de Aprendizaje de un repositorio en constante actualización, construido para el alojamiento de diversos recursos asociados a todos los cursos que sean instanciados dentro del STI.

Cabe señalar para realizar la recuperación y recomendación adecuadamente se deben tener en cuenta los siguientes elementos:

- El profesor que desee agregar un nuevo Objeto de Aprendizaje, preferiblemente debe poseer un archivo adicional donde se encuentre los metadatos en el estándar IEEE LOM. Sin embargo el prototipo permite la creación de los metadatos más

importantes en caso de no poseer un documento con todos los metadatos en general.

- Cada profesor al definir sus cursos, debe construir los conceptos básicos de una manera adecuada y bien estructurada.
- El estudiante debe definir cuando se inscriba dentro del Sistema tutorial Inteligente, las áreas de conocimiento sobre las cuales presenta mayor agrado.
- El estudiante debe realizar el Test de Felder con el fin identificar una aproximación a los estilos de aprendizaje que posee.

A continuación se muestra el funcionamiento de la implementación del modelo para el profesor y luego para el estudiante.

Inicialmente con respecto al profesor el proceso de recuperación de objetos de aprendizaje, se presenta en el momento de la construcción de cada curso virtual; el sistema mediante una interfaz

permite al profesor realizar la búsqueda y recuperación de objetos de aprendizaje (Figura 10). Esta búsqueda es realizada por medio de los principales campos que componen el estándar IEEE LOM, como lo son nombre, palabras claves, descripción, etc. Mediante esta interfaz el profesor podrá revisar los objetos recuperados y en caso de agradarle alguno, re-utilizarlo en su curso.

Figura 10. Proceso de búsqueda y recuperación de objetos de aprendizaje.

También el prototipo ofrece al profesor una interfaz en donde puede encontrar Objetos de Aprendizaje que pueden estar relacionados con los cursos que actualmente le pertenecen dentro del STI (Figura 12). Esta interfaz se accede mediante un recuadro que aparece en la página principal (Figura 11). Con este proceso se logra que el profesor pueda complementar sus cursos o actualizarlos con el material nuevo que sea ingresado al repositorio de Objetos de aprendizaje.

La interfaz de recomendación para el profesor separa los Objetos de aprendizaje por cursos, para facilitar la exploración del profesor (Figura 12).

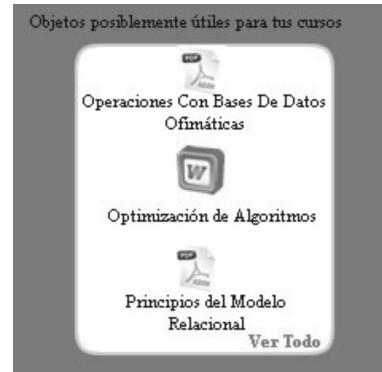


Figura 11. Recuadro de acceso rápido a Objetos de Aprendizaje (Profesor).

Figura 12. Recomendación de Objetos de Aprendizaje a Profesores.

Se instanciaron dos tipos de recomendación para el estudiante. El primero consiste en que el sistema constantemente le muestra al estudiante Objetos de Aprendizaje que podrían ser de su interés, independiente de los cursos en los que se encuentre, solo tomando en cuenta sus áreas de interés y su estilo de aprendizaje (Figura 13). De esta manera el estudiante podrá complementar sus conocimientos sobre sus temáticas preferidas, y a su vez logrará conocer otros cursos que se encuentren disponibles dentro del STI.

El segundo tipo de recomendación ayuda al estudiante durante el trabajo dentro de un curso específico. La función del sistema es recomendar objetos de aprendizaje que le puedan servir de complemento en el proceso de aprendizaje, dependiendo de los conceptos básicos que se encuentre estudiando y clasificándolos teniendo en cuenta los estilos de aprendizaje del alumno (Figura 14).



**Figura 13.** Recomendación de Objetos de aprendizaje (Estudiante).

## ESTUDIAR ACTIVIDAD PLANIFICADA

actividadActual=0

ACT :1-1-1-1-1 -> narrative text Actividad1.1.1.1

Objeto :4 /CIA/repositorio/ObjetosAprendizaje/Data processing in the INTOLAP System.pdf

Objetivo Perseguido :Descripción ObjetivoInstruccional1.1.1

The screenshot shows a PDF document open in Adobe Reader. The title 'Data Processing in the INTOLAP System' is at the top. Below it is a figure illustrating the architecture of the mOLAP system, showing components like 'Data Sources', 'OLAP Engine', 'OLAP Cache', and 'User Interface'. There is also a table comparing OLAP and OLAP-like systems.

OLAP	OLAP-like
Relational database	No relational database
Relational query language	Non-relational query language
Relational storage	Non-relational storage
Relational processing	Non-relational processing

[Siguiente](#)

## OBJETOS COMPLEMENTARIOS

Nombre	Descripción	Cursos Asociados	Conceptos Básicos	Estilo de Aprendizaje	No interesa
Operadores OLAP	La herramientas OLAP están basadas, generalmente, en sistemas o interfaces multidimensionales, utilizan operadores específicos (además de los clásicos): drill, roll, pivot, slice & dice, y el resultado se presenta de una manera matricial o híbrida.	Topicos Avanzados en Bases de Datos	intOLAP	Secuencial - Verbal	X

**Figura 14** . Recomendación de Objetos de aprendizaje (Estudiante).

## VI. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

En este artículo se propone un modelo de recomendación y recuperación de objetos de aprendizaje basado en una arquitectura para Sistemas Tutoriales Inteligentes, que busca explotar todas las bondades de los objetos de aprendizaje, con el fin de facilitar y mejorar los procesos de enseñanza/aprendizaje en cursos virtuales.

La simplicidad de este modelo con respecto a muchos de los propuestos en la literatura permite que su implementación y uso sea muy viable, dando grandes avances en el proceso de recuperación y recomendación, sin dejar a un lado la calidad de los objetos que se recuperan.

El modelo propuesto en este artículo enriquece considerablemente el proceso de enseñanza/aprendizaje llevado a cabo por medio de un Sistema Tutorial Inteligente.

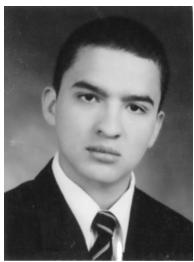
Como trabajo futuro, se piensa integrar el modelo a otros repositorios en línea, con fin de incrementar considerablemente la cantidad de objetos a los que se tiene acceso. En el momento la principal limitante es el hecho que la mayoría de los repositorios públicos aun no poseen una estructura adecuada para el trabajo automático con objetos de aprendizaje y en muchas ocasiones la variedad de estándares produce problemas.

## AGRADECIMIENTOS

El trabajo de investigación presentado en este capítulo fue financiado por la Convocatoria Nacional de Investigación 2009, Modalidad V. para el proyecto “Modelo basado en Agentes de Software para las etapas de Recopilación e Integración de datos en el proceso de KDD” y a su vez también por el proyecto de investigación “Recuperación y administración de objetos de aprendizaje para sistemas tutoriales inteligentes mediante agentes de software” auspiciado por la dirección de investigación de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín.

## REFERENCIAS

- [1] Molés M., Coltell O., Arregui M., Chalmeta R. 2004. Desarrollo e Implementación de un Sistema Tutor Inteligente para el Aprendizaje de la Informática Biomédica. Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos de la Universidad Jaume I. España, C.R.
- [2] Fowler, D.G. 1991. A Model for Designing Intelligent Tutoring Systems. Journal of Medical Systems, Vol. 15, N.1
- [3] Urretavizcaya L. M. 2001. Sistemas inteligentes en el ámbito de la educación. Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial. Nro. 12, pp.5-12.
- [4] Varas L., Repositorios de Objetos de Aprendizaje, URL [www.alejandria.cl/recursos/documentos/documento\\_varas.doc](http://www.alejandria.cl/recursos/documentos/documento_varas.doc). visto el 29 de Noviembre de 2007.
- [5] Cruz, G. & Galeana, G., 2005. Los fundamentos biológicos del aprendizaje para el diseño y aplicación de objetos de aprendizaje. Revista CEUPROMED, México.
- [6] Steinacker, A., Ghavam, A., Steinmetz, R., 2001. Metadata Standards for Web-Based Resources. IEEE Multimedia, pp. 70-76.
- [7] R. Ianelle, A. Waugh., “Metadata: Enabling the Internet,” <http://www.dsc.edu.au/RDU/pres/cause97/sld001.htm>. accedido el 21 de Enero del 2008.
- [8] Gil, A., García, F. 2007. Un Sistema Multiagente de Recuperación de Objetos de Aprendizaje con Atributos de Contexto. Actas del Taller de Trabajo Zoco'07/CAPIA. Integración de Aplicaciones Web para la Web Semántica. ISBN: 978-972-8969-04-2, pp. 1-11. 12 de Noviembre, Salamanca.
- [9] Shardonand, U. & Maes, P. 1995. Social Information Filtering: Algorithm for Automating Word of Mouth. Proceedings of ACM CHI'95 Conference on Human Factors in Computing Systems, pp. 210-217.
- [10] Konstant, J.; Miller, B.; Maltz, D.; Herlocker, J.; Gordon, L.; Riedl, J. 1997. Applying collaborative Itering to Usenet news. Communications of the ACM, 40(3): 77-87.
- [11] Breese, J. S., Heckerman, D., Kadie, C. 1998. Empirical analysis of predictive algorithms for collaborative Itering. En Proceedings of the Fourteenth Conference in Artificial Intelligence, p. 43-52, Julio 1998.
- [12] Mooney, R. J.; Roy, L., 2000. Content-Based Book Recommending Using Learning for Text Categorization, Proceedings of the V ACM Conference on Digital Libraries, San Antonio, USA, pp.195-204.
- [13] Pazzani M.I J., Billsus D. 2002. Content-Based Recommendation Systems. The Adaptive Web. LNCS Volume 4321/2007 pp. 325-341. Springer, Heidelberg (2007) 10. IEEE Draft Standard for Learning Object Metadata. IEEE 1484.12.1.
- [14] Sánchez, V., López, S., Morales, R. & Castañeda, F. 2004. “Diseño e implantación de una interfaz interoperable para un patrimonio de recursos educativos basado en una red de acervos abiertos y distribuidos de objetos de aprendizaje”. Memorias Taller Objetos de Aprendizaje, International Conference on Computer Science ENC04. Colima, Col. 20-21 Sep, 2004.
- [15] Hillmann, D. 2004. An Introduction to Dublin Core. International Conference on Dublin Core and Metadata Applications. Shanghai, China, 11-14 Octubre 2004.
- [16] Vidal, P., Broisin, J., Duval, E. & Ternier, S. 2004. Learning Objects Interoperability: The Ariagne Experience. IFIP International Federation for Information Processing - Building the Information Society. Volumen 156/2004. Pp: 551-556. ISBN 978-1-4020-8156-9.
- [17] Universidad de Valencia, Sistema de formación Permanente, URL: [www.uv.es/sfp/pdi/ESTILOS%20APRENDIZAJE.pdf](http://www.uv.es/sfp/pdi/ESTILOS%20APRENDIZAJE.pdf) - accedido el 1 de Diciembre de 2007.
- [18] Felder, R., 1993 Reaching the Second Tier Learning and Teaching Styles in College Science Education. Journal of College Science Teaching.
- [19] Ovalle, D., Jiménez, J., Salazar, C., Arias, F., Jiménez, M. 2007. Informe de Avance del Proyecto de Investigación DIME titulado: “Modelo de Sistema Multi-Agente de Cursos Adaptativos integrados con Ambientes Colaborativos de Aprendizaje.”, de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín.
- [20] Che, M., Hua, K., Yen, D. & I Wan, T. 2006. A Service-Based Framework for Personalized Learning Objects Retrieval and Recommendation. Lecture Notes in Computer Science. Advances in Web Based Learning – ICWL 2006. Springer Berlin / Heidelberg. Volume 4181/2006. ISBN 978-3-540-49027-2, pp. 336-351.
- [21] IEEE P1484.12.3/D8, 2005. Draft Standard for Learning Technology - Extensible Markup Language Schema Definition Language Binding for Learning Object Metadata. [http://ltsc.ieee.org/wg12/files/IEEE\\_1484\\_12\\_03\\_d8\\_submitted.pdf](http://ltsc.ieee.org/wg12/files/IEEE_1484_12_03_d8_submitted.pdf).
- [22] Chamberlin, D., 2002. XQuery: An XML query language, tutorial overview, IBM Systems Journal 41(4).
- [23] Fisher, S., Tozer, L., Friesen, N. & Roberts, A. 2002. Learning Object Metadata Application Profile Guidelines. , CanCore Initiative, Athabasca University - Edmonton Learning Center.

**Daniel Betancur Calderón.**

Ingeniero de Sistemas e Informática (2008), Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín. Estudiante de Maestría en Ingeniería – Ingeniería de Sistemas. Integrante del GIDIA: Grupo de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial, Categoría A de Colciencias. El área de énfasis de su investigación es la Inteligencia Artificial, específicamente Sistemas Multi-agente, el proceso de KDD (Knowledge Discovery in Databases) y E-learning. Ha trabajado en Sistemas híbridos que integran Sistemas Tutoriales Inteligentes, Sistemas Multi-agente y Ambientes Colaborativos de Aprendizaje. También ha realizado trabajos sobre Sistemas Expertos y en las etapas de recolección e integración de datos del proceso KDD a través de Sistemas Multi-agente y otras técnicas de IA.

**Julián Moreno Cadavid.**

Profesor Auxiliar, Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín. Ingeniero de sistemas e informática (2004). Magíster en Ingeniería de Sistemas (2007). Integrante de GIDIA: Grupo de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial, Categoría A de Colciencias. El área de énfasis de su investigación es la Inteligencia Artificial aplicada a diversos problemas académicos y de la industria. Más específicamente ha trabajado en sistemas híbridos que integran Sistemas Expertos, Sistemas Neuro-Difusos, Sistemas Multi-Agente, Aprendizaje de Máquina, junto con otras herramientas, para la modelación, simulación, pronóstico y apoyo a la toma de decisiones en diferentes dominios como los Mercados de Energía, los Mercados Bursátiles, los Sistemas Eléctricos de Potencia, el e-Learning, entre otros

**Demetrio Arturo Ovalle Carranza.**

Profesor Asociado, Escuela de Sistemas, Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín. Director del GIDIA: Grupo de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial, Categoría A de Colciencias. Ingeniero de Sistemas y Computación, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia (1984). Magíster en Informática del Institut National Polytechnique de Grenoble, Francia (1987). Doctor en Informática de la Université Joseph Fourier, Francia (1991). El área de énfasis de su investigación es Inteligencia Artificial, más específicamente Sistemas Híbridos Inteligentes integrando Redes Neuronales, Sistemas de Lógica Difusa, Redes de Sensores Inalámbricos y Sistemas Multi-Agente aplicados a la Computación Ubicua, Simulación de los Mercados de Energía, Detección de Fallas en Líneas de Transmisión, E-learning, etc. Otros tópicos de investigación que trabaja actualmente son: Inteligencia Artificial en Educación, Sistemas Tutoriales Inteligentes, Sistemas basados en CBR (Case- Based Reasoning) y Técnicas de Planificación Inteligente aplicadas a la Construcción de Sistemas de Composición de Servicios Web.