

Modelo para la selección de objetos de aprendizaje adaptados a los estilos de los estudiantes

Model for learning objects selection adapt to the students learning styles

Francisco J. Arias S., MSc(C)., Julián Moreno C., MSc., Demetrio A. Ovalle C., PhD.

GIDIA: Grupo de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial, Escuela de Ingeniería de Sistemas
Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín
{fjarias, jmoreno1, dovalle}@unalmed.edu.co

Recibido para revisión 16 de marzo de 2009, aceptado 20 de mayo de 2009, versión final 28 de mayo de 2009

Resumen— Para mejorar los procesos de enseñanza / aprendizaje de los estudiantes se han desarrollado sistemas computarizados que permiten adaptar los cursos según los estilos de aprendizaje y el ritmo de estudio de los alumnos.

Existen diversos tipos de adaptación: adaptación de planes instruccionales según las fortalezas y debilidades de los estudiantes, adaptación de evaluaciones según el nivel de conocimientos y el plan instruccional que está siguiendo un alumno y adaptación de contenidos educativos según las características particulares que posee un estudiante. En este artículo se propone un modelo para la adaptación de contenidos, el cual permite llevar a cabo la selección de objetos de aprendizaje teniendo en cuenta los estilos de aprendizaje de los estudiantes, los metadatos de los objetos de aprendizaje y la estructura de cursos aplicada en el Sistema Tutorial Inteligente (STI) CIA (Cursos Inteligentes Adaptativos).

Palabras Clave— E-learning, Objetos de Aprendizaje, Estandar Dublin Core, Sistemas Tutoriales Inteligentes, Estilos de Aprendizaje, Selección de Contenidos.

Abstract— In order to improve the teaching/learning process in classrooms, computerized systems has been developed to adapt courses to students learning styles and study speed. There are several types of adaptation: instructional plans adaptation according to students' strengths and weaknesses, evaluations adaptation according to knowledge level and the instructional plan that a student is following, and educational contents adaptation according to the students' particular features. In this paper a model to achieve the contents adaptation is proposed, which allows the learning objects selection considering the students' learning styles, the objects metadata and the courses structure that is applied into CIA intelligent tutoring system.

Keywords— E-Learning, Learning Objects, Dublin Core Standard, Intelligent Tutoring Systems, Learning Styles, Contents Selection

I. INTRODUCCIÓN

La compatibilidad de las tecnologías de la información con los procesos de enseñanza/aprendizaje ha propiciado la aparición de nuevas formas de dictar cursos asistidos por computador. El objetivo básico de estos sistemas es lograr el aprendizaje de un dominio específico del conocimiento por parte del estudiante mediante la utilización de herramientas propias de la informática.

El principal enfoque que se le ha dado a estos cursos asistidos por computador es la capacidad de adaptación. A través de esta habilidad, se pretende que el sistema permita que el proceso de enseñanza/aprendizaje sea planificado y ejecutado de acuerdo a las características de cada estudiante y a su ritmo de estudio de forma individualizada.

Existen diversos tipos de adaptación [7]:

- Adaptación de planes instruccionales: busca determinar una secuencia de acciones consistentes, coherentes y continuas, teniendo en cuenta principalmente los Objetivos Instruccionales de un curso y el nivel de conocimiento de un estudiante. Cabe resaltar que una buena planificación de la instrucción debe facilitar la evaluación continua y sistemática de cada uno de los elementos que integran los procesos de enseñanza y aprendizaje.
- Adaptación de evaluaciones: busca determinar un conjunto de preguntas relacionadas con una secuencia de acciones determinada previamente, teniendo en cuenta el nivel de conocimientos y el plan instruccionales que está siguiendo un alumno.

- Adaptación de contenidos: busca seleccionar los mejores objetos de aprendizaje según las características particulares que posee cada estudiante.

En este artículo se pretende abordar la adaptación de contenidos, por lo cual se propone un modelo para llevar a cabo la selección de Objetos de Aprendizaje adaptados a los estudiantes, teniendo en cuenta sus estilos de aprendizaje, los metadatos de los objetos de aprendizaje y la estructura de cursos aplicada en el Sistema Tutorial Inteligente (STI) CIA (Cursos Inteligentes Adaptativos).

La estructura de cursos aplicada al STI CIA se encuentra compuesta por 8 componentes [11]: Curso, Unidad Básica de Aprendizaje (UBA), Tema, Objetivo Instruccional (OI), Actividad, Prerrequisitos por Objetivo Instruccional (POI) y Objeto de Aprendizaje (OA). Es importante aclarar que esta estructura puede ser aplicada a cualquier tipo de cursos (virtuales o presenciales), lo cual facilita su uso y entendimiento.

Para la determinación de los estilos de aprendizaje, hemos adoptado el Modelo FLSM (Felder and Silverman Learning Style Model) [5] que permite categorizar estudiantes de acuerdo a su habilidad para procesar, percibir, recibir, organizar y entender la información.

El estándar de metadatos utilizado para describir los objetos de aprendizaje fue el estándar Dublin Core [4].

El contenido del artículo está organizado de la siguiente manera: En la sección 2 se presenta una breve descripción del marco teórico y el estado del arte de la problemática abordada. En la sección 3 se muestra la estructura de los cursos que se aplico para el desarrollo del STI CIA. En la sección 4 se presenta como pueden ser identificados los estilos de aprendizaje haciendo uso del modelo FLSM. En la sección 5 se detalla el modelo propuesto para llevar a cabo la selección de objetos de aprendizaje. En la sección 6 se muestran algunos resultados que se obtuvieron al desarrollar el modulo de selección de contenidos siguiendo el modelo propuesto en este artículo y finalmente en la sección 7 se presentan las conclusiones y el trabajo futuro.

II. MARCO TEÓRICO DE REFERENCIA Y ESTADO DEL ARTE

En esta sección se realiza una contextualización de los conceptos que intervienen en la problemática de estudio, como son: Sistemas Tutoriales Ininteligentes, Objetos de Aprendizaje y su selección. Posteriormente se realiza la revisión del estado del arte, donde se detallan brevemente algunos trabajos relacionados con la construcción de Sistemas de enseñanza/aprendizaje.

A. *Sistemas Tutoriales Inteligentes*

Un Sistema Tutorial Inteligente (STI) es una herramienta cognitiva computarizada que busca mejorar los procesos de enseñanza / aprendizaje de los aprendices [2]. El término inteligente se refiere a la habilidad que posee el sistema sobre

qué enseñar, cuándo enseñar y cómo enseñar imitando la actividad de un profesor real.

Según Sanz [14], un STI debe cumplir con las siguientes funciones:

- Debe poseer conocimiento tanto sobre la manera, como los conceptos a enseñar.
- Debe ser adaptativo. Debe adaptar el nivel de enseñanza y el nivel de conocimiento a las necesidades y ritmo de estudio del alumno.
- Capacidad de reacción. Debe ser capaz de reorganizar el plan de enseñanza si el alumno responde de forma imprevista o su evolución de conocimiento entra en conflicto con los objetivos del tutor.
- Eficacia. Debe disponer de un abanico de estrategias didácticas suficiente y de un mecanismo de selección de dichas estrategias lo más acertado posible para conseguir que el alumno aprenda apropiadamente.
- Motivador. Debe animar al alumno mediante mensajes de aliento para que su evolución sea positiva y rápida.
- Evaluador. Debe evaluar los conceptos enseñados mediante ejercicios y cuestionarios para comprobar si el alumno está realmente entendiendo los conceptos que se le están presentando.

B. *Objetos de Aprendizaje y Estándares*

Según [8] los Objetos de Aprendizaje (OA) son elementos que se fundamentan en la corriente de las ciencias de la computación conocida como orientación a objetos, la cual se basa en la creación de entidades con la intención de que puedan ser reutilizadas en múltiples aplicaciones. Esta misma idea se sigue para la construcción de los OA. Es decir, los diseñadores instruccionales pueden desarrollar componentes instruccionales pequeños que pueden ser reutilizados en diferentes aplicaciones educativas.

Debido a que en la literatura se presenta una gran cantidad de definiciones, así como la diversidad de recursos que pueden considerarse como OA, es difícil llegar a un término específico, pero podemos considerar que cualquier recurso con una intención formativa, compuesto de uno o varios elementos digitales, descrito con metadatos, que pueda ser utilizado dentro de un entorno enseñanza / aprendizaje puede considerarse un OA (Figura 1).



Figura 1. Concepto de un OA [8].

1) *Estándar IEEE LOM (Learning Object Metadata)*: En este estándar una instancia de metadatos para un objeto de Aprendizaje describe las características relevantes del objeto y están agrupados en nueve categorías [6].

- General: agrupa la información general que describe un objeto educativo de manera global.
- Ciclo de Vida: agrupa las características relacionadas con la historia y el estado actual del objeto educativo, y aquellas que le han afectado durante su evolución.
- Meta-Metadatos: agrupa la información sobre la propia instancia de Metadatos, (en lugar del objeto educativo descrito por la instancia de metadatos).
- Técnica: agrupa los requerimientos y características técnicas del objeto educativo.
- Uso Educativo: agrupa las características educativas y pedagógicas del objeto.
- Derechos: agrupa los derechos de propiedad intelectual y las condiciones para el uso del objeto educativo.
- Relación: agrupa las características que definen la relación entre este objeto educativo y otros objetos educativos relacionados.
- Anotación: permite incluir comentarios sobre el uso educativo del objeto e información sobre cuándo y por quién fueron creados dichos comentarios.
- Clasificación: describe este objeto educativo en relación a un determinado sistema de clasificación.

2) *Estándar Dublin Core*: Este estándar se encuentra compuesto por 15 metadatos, los cuales pueden ser clasificados en 3 grupos que indican la clase o el ámbito de la información que contienen [4]:

Elementos relacionados principalmente con el contenido del recurso:

- Título: El nombre dado a un recurso.
- Palabras clave: frases clave o códigos de clasificación que describan el tema de un recurso.
- Descripción: La descripción puede ser detallada por medio de un resumen, tabla de contenidos, referencia a una representación gráfica de contenido o una descripción de texto libre del contenido.
- Fuente: Una referencia a un recurso del cual se deriva el recurso actual.
- Lenguaje: La lengua del contenido intelectual del recurso.
- Relación: Una referencia a un recurso relacionado.

Elementos relacionados principalmente con el recurso cuando es visto como una propiedad intelectual:

- Autor: La entidad primariamente responsable de la creación del contenido intelectual del recurso. Entre los ejemplos de un creador se incluyen una persona, una organización o un servicio.
- Editor: La entidad responsable de hacer que el recurso se encuentre disponible.
- Colaboradores: La entidad responsable de hacer colaboraciones al contenido del recurso.
- Derechos: La información sobre los derechos de propiedad y sobre el recurso.

Elementos relacionados principalmente con la instanciación del recurso:

- Fecha: Típicamente, la fecha será asociada con la creación o disponibilidad del recurso.
- Tipo de recurso: El tipo incluye términos que describen las categorías generales, funciones, géneros o niveles de agregación del contenido. Algunos tipos de recurso pueden ser: Ejemplo, Animación, Simulación, Grafico Interactivo, Glosario, Ejercicio.
- Formato: El formato puede incluir el tipo de media o dimensiones del recurso. Podría usarse para determinar el software, hardware u otro equipamiento necesario para ejecutar u operar con el recurso. Algunos tipos de formatos pueden ser: pdf, doc, txt, swf, ppt, entre otros. Se recomienda seleccionar un valor de un vocabulario controlado (Por ejemplo MIME que define los formatos de medios de computador).
- Identificador: Una referencia no ambigua para el recurso dentro de un contexto dado.

Ambos estándares representan los metadatos a través de lenguajes abiertos como XML (eXtended Markup Language), ya que se considera que los metadatos basados en tecnología XML son un elemento clave para la administración de repositorios digitales, con esta alianza se puede llevar a cabo el intercambio de información y de contenidos, entre plataformas y entre repositorios, de forma transparente para el usuario.

C. *Selección de Objetos de Aprendizaje*

Según [9] uno de los problemas más frecuentes a la hora de trabajar con OAs, es la dificultad que existe para encontrar el OA apropiado. En los cursos virtuales adaptativos, dicha dificultad también se presenta, por lo cual es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

- La estructura del curso: mapa que representa el conocimiento de un curso específico a través de las relaciones existentes entre los conceptos que conforman un curso (Temas, Objetivos, Actividades, etc.).
- La estructura del curso, puede ser utilizada para guiar el proceso de enseñanza / aprendizaje de forma secuencial.
- El nivel de conocimientos del estudiante: este aspecto hace

referencia al conocimiento que posee un estudiante, en un momento determinado para un curso específico. Una manera de medir este nivel es mediante la cantidad de logros alcanzados en un curso.

- Los estilos de aprendizaje asociados a cada estudiante: se refiere al hecho de que cada persona utiliza su propio método o estrategia a la hora de aprender. El estilo de aprendizaje que tiene cada estudiante depende de 3 parámetros: como selecciona la información, como organiza la información y como trabaja con la información.

Existen diversos test que permiten identificar los estilos de aprendizaje que poseen los estudiantes, siendo uno de los más conocidos el test Felder y Silverman (FSLSM) [5].

- Las características propias de los OAs: como se explicó anteriormente, los OA pueden ser descritos a través de sus metadatos, los cuales suministran información valiosa para realizar la selección de contenidos de forma apropiada.

Si se utiliza el estándar LOM para describir los OAs del sistema se recomienda utilizar los metadatos de las categorías “Técnica” y “Uso Educativo” ya que en dichas categorías podemos capturar información del OA que puede ser relevante para el proceso de selección de contenidos.

Si se utiliza el estándar Dublin Core para describir los OAs del sistema se recomienda utilizar los metadatos “Tipo de Recurso” y “Formato”.

D. Estado del Arte

Algunas herramientas relacionadas con el desarrollo de sistemas de enseñanza/aprendizaje y adaptabilidad son:

MAS-PLANG (Multi Agent System – PLANG) Es una herramienta desarrollada para transformar el entorno educativo virtual de las USD (“Unitats de Suport a la Docència”) en un sistema hipermedia adaptativo teniendo en cuenta estilos de aprendizaje. Las técnicas de adaptación están dirigidas a la selección personalizada de los materiales didácticos, las herramientas de navegación y las estrategias de navegación del entorno educativo de acuerdo al estilo de aprendizaje del estudiante. Para el modelado del estudiante se utilizaron técnicas de Inteligencia Artificial como el Razonamiento Basado en Casos y la Lógica Difusa [3].

MISTRAL Es una herramienta que facilita la creación y administración de cursos virtuales a distancia. Un aspecto especial de esta propuesta, que influye en la capacidad de adaptación al usuario, es la posibilidad de diagnosticar el nivel de conocimiento del estudiante, su perfil de usuario y sus estilos de aprendizaje. Esto se hace con el fin de poder elegir la mejor estrategia de enseñanza y el mecanismo de evaluación más adecuado para cada aprendiz. Una limitante de Mistral podría ser su generalidad para abarcar cualquier dominio del conocimiento pues algunas estrategias y actividades de enseñanza/aprendizaje son propias de ciertas áreas del conocimiento [13].

En cuanto a los trabajos que se han enfocado en la reutilización de OA, podemos encontrar propuestas para realizar almacenamiento estandarizado y recuperación automática de contenidos. A continuación se presentará una breve descripción de algunos de estos trabajos:

Morales et al [10] proponen evaluar los OAs desde una perspectiva técnica y pedagógica elaborando un rango de valoración que se incluye en sus metadatos con el objetivo de que estos puedan ser buscados de forma automática través de agentes inteligentes incluyendo el criterio de la calidad del OA en su selección.

López [8] realiza una investigación que busca definir un modelo conceptual para estructurar Repositorios de Objetos de Aprendizaje de tal manera que se pueda dar la interoperabilidad entre distintos repositorios con componentes de un entorno e-learning, lo cual es de gran interés para las comunidades que utilizan y gestionan recursos, además de aquellas que desarrollan repositorios, principalmente del sector educativo.

III. ESTRUCTURA GENERAL DE UN CURSO EN EL STI CIA

CIA es un Sistema Tutorial Inteligente que planifica inicialmente el aprendizaje de un estudiante específico para un curso virtual, adapta las evaluaciones y re planifica dinámicamente las actividades según los logros alcanzados o perdidos por un estudiante.

Los cursos del sistema CIA se encuentran soportados por una estructura general que contemplan 7 elementos [1] (ver figura 1):

- **Curso:** los cursos son los elementos más generales de la arquitectura. Estos representan un marco en el cual los distintos protagonistas del proceso (profesores, monitores y alumnos) pueden interactuar entre sí de forma instantánea, en cualquier momento y directa, desde cualquier lugar.
- **Unidad Básica de Aprendizaje (UBA):** elemento que recogen una gran cantidad de información. Pueden verse como una subdivisión de cursos y son similares a los capítulos de un libro. Una UBA no puede ser evacuada en una sola sesión de un curso [12].
- **Tema:** elemento que envuelve un conjunto de conceptos que son importantes según el profesor para el aprendizaje del estudiante. Un tema puede ser evacuado en una sesión del curso.
- **Objetivos Instruccionales:** Demuestran la intención del maestro sobre lo que los estudiantes deben aprender. Un objetivo instruccional se alcanza mediante la realización de actividades y de evaluaciones.
- **Prerrequisitos por objetivo instruccional:** especifican cuales objetivos instruccionales deben ser aprobados para buscar el logro de otro objetivo instruccional. Cuando se tienen definidos todos los prerrequisitos por objetivos

instruccionales en un curso, es posible observar un mapa que ayuda al maestro y a los estudiantes a saber para donde van y si llegaron a su destino. Los prerrequisitos de un curso son definidos a nivel de los Objetivos instruccionales.

- Actividad: Es un conjunto de acciones que se llevan a cabo para adquirir el conocimiento necesario para alcanzar los objetivos instruccionales. Una actividad es realizada a través de uno o varios Objetos de aprendizaje.
- Objeto de Aprendizaje (OA): Un Objeto de Aprendizaje es

un elemento para la instrucción, aprendizaje o enseñanza virtual de un conocimiento en específico. Se construye con la intención de que pueda ser reutilizado en múltiples aplicaciones.

En la figura 2 se presenta la relación que existe entre los conceptos explicados anteriormente.

En la figura 3 se presenta la estructura de un curso instanciado en el sistema CIA, las flechas continuas representan los prerrequisitos que están asociados a cada objetivo instruccional.

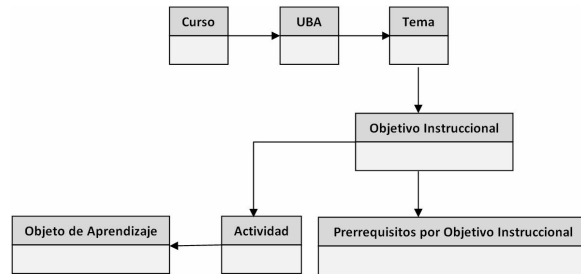


Figura 2. Estructura general de un curso en CIA.

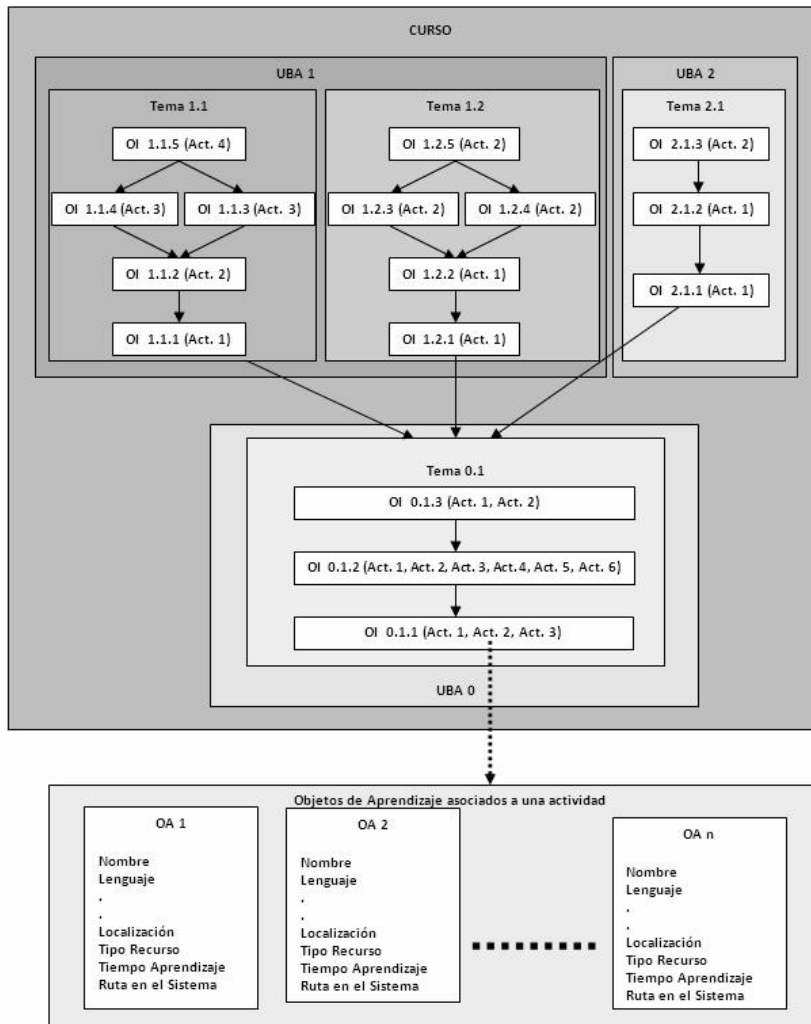


Figura 3. Estructura de un curso instanciado en CIA.

Según [3] el modelo más apropiado para capturar los estilos de aprendizaje, es el modelo de estilos de aprendizaje de Felder y Silverman (FSLSM) [5]. Dicho modelo fue diseñado con dimensiones dicotómicas que pueden ser particularmente importantes si se aplican al campo de las Ciencias de la Educación y al aprendizaje asistido por computador. En la Tabla 1 se pueden observar tales dimensiones.

Para capturar los estilos de aprendizaje se desarrollo un test

Tabla I. Dimensiones Dicotómicas

| DICOTOMÍA | |
|------------|-----------|
| Activo | Reflexivo |
| Sensitivo | Intuitivo |
| Visual | Verbal |
| Secuencial | Global |

compuesto por 44 preguntas (11 preguntas por dicotomía). Para calificar el test, se debe colocar un “1” en el espacio asignado, según sea el número de la pregunta y la respuesta elegida, posteriormente se debe realizar la suma del total de respuestas acumuladas por columna y finalmente se debe establecer la diferencia entre las columnas de preguntas asociadas a cada dicotomía para determinar los estilos por dicotomía (Ver tabla 2 – calificación original).

Según la Tabla 2 (calificación original) el estudiante posee los siguientes estilos de aprendizaje: Activo, Intuitivo, Visual y Global.

IV. MODELO PROPUESTO

Para llevar a cabo la selección de contenidos según los perfiles de los estudiantes en el STI CIA, se deben realizar 8 pasos:

1) Capturar los estilos de aprendizaje de los estudiantes, haciendo uso del test Felder & Sylverman [5] (mencionado en la sección anterior). Cabe resaltar que la calificación del test fue modificada de la siguiente manera: primero se debe realizar la suma del total de respuestas acumuladas por columna y posteriormente dividir las por el número de preguntas realizadas por dicotomía (11 preguntas), de tal manera que podamos obtener un valor porcentual que indique el grado de pertenencia de un estudiante en cada estilo de aprendizaje.

En la tabla 2 (calificación modificada) se presenta un ejemplo de cómo se califica el test Felder & Sylverman con la modificación propuesta.

2) Crear uno o varios objetos de aprendizaje por cada actividad instanciada en un curso (lo ideal es crear varios objetos por actividad) y describirlos a través de un estándar de metadatos. Para este trabajo escogimos Dublin Core. Es importante aclarar que en el metadato “Tipo de Recurso” se debe colocar alguna de las siguientes etiquetas: Ejemplo, Ejercicio, Juego, Simulación, Documento o Gráfico y en el metadato formato se debe colocar alguna de las siguientes etiquetas: pdf, doc, txt, swf, ppt, wav, mp3, jpg, png, gif, avi o mpg.

3) Construir una tabla que relacione los estilos de aprendizaje con los tipos de recurso, tal como se muestra en la tabla 3. Dicha tabla fue construida por medio de encuestas a estudiantes, a los cuales se les aplicó el test Felder & Sylverman previamente.

4) Construir una tabla que relacione los estilos de aprendizaje con los tipos de formato, tal como se muestra en la tabla 4. Dicha tabla fue construida por medio de encuestas a estudiantes, a los cuales se les aplicó el test Felder & Sylverman previamente.

Tabla II. Test Felder & Silverman Modificado

| ACT/REF | | SNS/INT | | VIS/VRB | | SEQ/GLO | | |
|--------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------|
| Q | a | b | Q | a | b | Q | a | b |
| 1 | 1 | | 2 | | 1 | 3 | 1 | |
| 5 | 1 | | 6 | | 1 | 7 | 1 | |
| 9 | | 1 | 10 | | 1 | 11 | | 1 |
| 13 | | 1 | 14 | | 1 | 15 | | 1 |
| 17 | | 1 | 18 | 1 | | 19 | 1 | |
| 21 | 1 | | 22 | 1 | | 23 | 1 | |
| 25 | 1 | | 26 | | 1 | 27 | 1 | |
| 29 | 1 | | 30 | | 1 | 31 | | 1 |
| 33 | 1 | | 34 | | 1 | 35 | 1 | |
| 37 | 1 | | 38 | 1 | | 39 | 1 | |
| 41 | | 1 | 42 | | 1 | 43 | | 1 |
| Total Act/Ref | | Total Sns/Int | | Total Vis/Vrb | | Total Seq/Glo | | |
| Calificación Original | a | b | a | b | a | b | a | b |
| | 7 | 4 | 3 | 8 | 9 | 2 | 5 | 6 |
| | 3a | | 5b | | 7a | | 1b | |
| Calificación Modificada | Total Act/Ref | | Total Sns/Int | | Total Vis/Vrb | | Total Sec/Glo | |
| | a | b | a | b | a | b | a | b |
| | 7/11 | 4/11 | 3/11 | 8/11 | 9/11 | 2/11 | 5/11 | 6/11 |
| | 0.63 | 0.37 | 0.27 | 0.73 | 0.82 | 0.18 | 0.45 | 0.55 |

Tabla III. Relación de los estilos de aprendizaje con los tipos de recurso

| | Ejemplo Ejercicio | Juego | Simulación | Documento | Gráficos |
|------------|----------------------|-------|------------|-----------|----------|
| Activo | ✓ | | ✓ | | |
| Reflexivo | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Sensitivo | | | ✓ | | ✓ |
| Intuitivo | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Visual | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ |
| Verbal | ✓ | | | ✓ | |
| Secuencial | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Global | ✓ | | | ✓ | ✓ |

Tabla IV. Relación de los estilos de aprendizaje con los tipos de formato

| | pdf-doc-txt | swf | ppt | wav-mp3 | Jpg-png-gif | avi-mpg |
|------------|-------------|-----|-----|---------|-------------|---------|
| Activo | ✓ | | | | ✓ | |
| Reflexivo | | ✓ | | | | ✓ |
| Sensitivo | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Intuitivo | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Visual | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ |
| Verbal | ✓ | | | ✓ | | |
| Secuencial | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | |
| Global | | | | | ✓ | ✓ |

Tabla V. Relación de los estilos de aprendizaje de un estudiante con los tipos de recurso

| | Ejemplo / Ejercicio | Juego | Simulación | Documento | Gráficos |
|------------|------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Activo | GP Activo | | GP Activo | | |
| Reflexivo | GP Reflexivo | GP Reflexivo | GP Reflexivo | GP Reflexivo | GP Reflexivo |
| Sensitivo | | | GP Sensitivo | | GP Sensitivo |
| Intuitivo | GP Intuitivo | GP Intuitivo | GP Intuitivo | GP Intuitivo | GP Intuitivo |
| Visual | GP Visual | GP Visual | GP Visual | | GP Visual |
| Verbal | GP Verbal | | | GP Verbal | |
| Secuencial | GP Secuencial | GP Secuencial | GP Secuencial | GP Secuencial | GP Secuencial |
| Global | GP Global | | | GP Global | GP Global |
| Resultado | $\Sigma GP/7$ | $\Sigma GP/4$ | $\Sigma GP/6$ | $\Sigma GP/5$ | $\Sigma GP/6$ |

5) Cuando un estudiante complete el test Feleder & Sylverman se deben llenar las tablas que relacionan los estilos de aprendizaje con el tipo de recurso y con el tipo de formato, colocando en cada campo resaltado (chuleado) el grado de pertenencia correspondiente para el estudiante. Posteriormente, para cada tabla, debe calcular el promedio de cada columna (ver tabla 5).

6) Crear una lista con el “Top de recursos” y con el “Top de Formatos” teniendo en cuenta los valores promedio de cada columna.

7) Construir una tabla que represente todas las posibles combinaciones entre las tablas “Top de recursos” y “Top de Formatos”, teniendo en cuenta las prioridades.

Tabla VI. Datos estudiante 1 y estudiante 2

| | Resultados Est. 1 | Resultados Est. 2 |
|------------|-------------------|-------------------|
| Activo | 0.63 | 0.29 |
| Reflexivo | 0.37 | 0.71 |
| Sensitivo | 0.27 | 0.46 |
| Intuitivo | 0.73 | 0.54 |
| Visual | 0.82 | 0.26 |
| Verbal | 0.18 | 0.74 |
| Secuencial | 0.45 | 0.60 |
| Global | 0.55 | 0.40 |

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

CIA
Curso Inteligente Adaptativo

Usuario Activo Estudiante: Francisco Javier Arias Sanchez Terminar Sesión

Test Felder

1 Entiendo mejor algo:

Si lo práctico
 Si pienso en ello.

2 Me considero:

Realista
 Innovador

3 Cuando pienso acerca de lo que hice ayer, es más probable que lo haga en base a:

Una imagen
 Palabras

4 Tengo tendencia a:

Entender los detalles de un tema pero no ver claramente su estructura completa
 Entender la estructura completa pero no ver claramente los detalles

5 Cuando estoy aprendiendo algo nuevo, me ayuda:

Hablar de ello
 Pensar en ello

Figura 4. Test Felder CIA.

Cuando el estudiante desea realizar un plan de actividades, se comienza a recorrer las actividades y se recupera el objeto de aprendizaje con tipo de recurso y con tipo de formato igual a la combinación con mayor prioridad. En caso de no encontrar un objeto que cumpla con dichas características, se debe seleccionar un objeto de aprendizaje que cumpla con otro tipo de combinación (teniendo en cuenta la prioridad).

De esta manera se puede asegurar que el objeto de aprendizaje que se seleccionará para llevar a cabo una actividad, será el objeto existente (asociado a la actividad) más motivador para un estudiante específico.

V. RESULTADOS

A continuación se presentará algunos resultados que se obtuvieron al aplicar el modelo propuesto en este artículo, para realizar la selección de contenidos en dos estudiantes que se inscribieron en el sistema CIA.

Es importante aclarar que cuando un estudiante se registra en el sistema, inmediatamente se realiza el test Felder (ver figura 4).

Posteriormente los estudiantes deben inscribirse en un curso (Algoritmos) y luego seleccionan uno de los temas que se encuentren disponibles (según la estructura del curso y el nivel de conocimientos de los estudiantes).

Tabla VII. Relación de los estilos de aprendizaje con los tipos de recurso para los estudiantes 1 y 2

| Ejemplo / Ejercicio | Juego | | Simulación | | Documento | | Gráficos | |
|---------------------|--------|--------|------------|--------|-----------|--------|----------|--------|
| | Est. 1 | Est. 2 | Est. 1 | Est. 2 | Est. 1 | Est. 2 | Est. 1 | Est. 2 |
| Activo | 0,63 | 0,29 | | | 0,63 | 0,29 | | |
| Reflexivo | 0,37 | 0,71 | 0,37 | 0,71 | 0,37 | 0,71 | 0,37 | 0,71 |
| Sensitivo | | | | | 0,27 | 0,46 | | 0,27 |
| Intuitivo | 0,73 | 0,54 | 0,73 | 0,54 | 0,73 | 0,54 | 0,73 | 0,54 |
| Visual | 0,82 | 0,26 | 0,82 | 0,26 | 0,82 | 0,26 | | 0,82 |
| Verbal | 0,18 | 0,74 | | | | | 0,18 | 0,74 |
| Secuencial | 0,45 | 0,6 | 0,45 | 0,6 | 0,45 | 0,6 | 0,45 | 0,6 |
| Global | 0,55 | 0,4 | | | | | 0,55 | 0,4 |
| Resultado | 0,53 | 0,51 | 0,59 | 0,53 | 0,55 | 0,48 | 0,46 | 0,60 |

Tabla VIII. Relación de los estilos de aprendizaje con los tipos de formatos para los estudiantes 1 y 2

| | pdf-doc-txt | | swf | | ppt | | wav-mp3 | | Jpg-png-gif | | avi-mpg | |
|------------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|-------------|--------|---------|--------|
| | Est. 1 | Est. 2 | Est. 1 | Est. 2 | Est. 1 | Est. 2 | Est. 1 | Est. 2 | Est. 1 | Est. 2 | Est. 1 | Est. 2 |
| Activo | 0,63 | 0,29 | | | | | | | 0,63 | 0,29 | | |
| Reflexivo | | | 0,37 | 0,71 | | | | | | | 0,37 | 0,71 |
| Sensitivo | | | 0,27 | 0,46 | 0,27 | 0,46 | 0,27 | 0,46 | 0,27 | 0,46 | 0,27 | 0,46 |
| Intuitivo | 0,73 | 0,54 | 0,73 | 0,54 | 0,73 | 0,54 | 0,73 | 0,54 | 0,73 | 0,54 | 0,73 | 0,54 |
| Visual | | | 0,82 | 0,26 | 0,82 | 0,26 | | | 0,82 | 0,26 | 0,82 | 0,26 |
| Verbal | 0,18 | 0,74 | | | | | 0,18 | 0,74 | | | | |
| Secuencial | 0,45 | 0,6 | 0,45 | 0,6 | 0,45 | 0,6 | 0,45 | 0,6 | | | | |
| Global | | | | | | | | | 0,45 | 0,4 | 0,45 | 0,4 |
| Resultado | 0,49 | 0,54 | 0,52 | 0,51 | 0,56 | 0,46 | 0,40 | 0,58 | 0,58 | 0,39 | 0,52 | 0,47 |

A. Caso de estudio.

En la tabla 6 se presentan los datos de 2 estudiantes que se seleccionaron para realizar el caso de estudio.

Con la información de los estilos de aprendizaje para cada estudiante procedemos a llenar las tablas que relacionan los estilos de aprendizaje con el tipo de recurso y con el tipo de formato (ver tablas 7 y 8).

Posteriormente identificamos el “Top de recursos” y el “Top de Formatos” para ambos estudiantes. Por ejemplo:

El “top de recursos” del estudiante 1 es: Juegos, Simulaciones, Ejemplos / Ejercicios, Gráficos y Documentos.

El “top de recursos” del estudiante 2 es: Documentos, Juegos, Ejemplos / Ejercicios, Gráficos y Simulaciones.

El “top de formatos” del estudiante 1 es: ppt, swf, pdf-doc-txt, jpg-png-gif, wav-mp3 y avi-mpg.

El “top de formatos” del estudiante 2 es: wav-mp, pdf-doc-txt, swf, avi-mpg, ppt y jpg-png-gif.

Luego generamos la tabla que combina la lista “Top de recursos” con la lista “Top de Formatos” para ambos estudiantes (ver tablas 9 y 10).

Finalmente se eligen los objetos de aprendizaje existentes en la base de conocimientos del curso, que son más adecuados para cada estudiante (ver figuras 5 y 6).

Tabla IX. Combinaciones “Top de recursos” y “Top de Formato” para el estudiante 1

| Prioridad | Tipo Recurso | Tipo Formato | Prioridad | Tipo Recurso | Tipo Formato |
|-----------|---------------------|--------------|-----------|---------------------|--------------|
| 1 | Juego | ppt | 16 | Ejemplo / Ejercicio | Jpg-png-gif |
| 2 | Juego | swf | 17 | Ejemplo / Ejercicio | Wav-mp3 |
| 3 | Juego | pdf-doc-txt | 18 | Ejemplo / Ejercicio | avi-mpg |
| 4 | Juego | Jpg-png-gif | 19 | Gráficos | ppt |
| 5 | Juego | Wav-mp3 | 20 | Gráficos | swf |
| 6 | Juego | avi-mpg | 21 | Gráficos | pdf-doc-txt |
| 7 | Simulación | ppt | 22 | Gráficos | Jpg-png-gif |
| 8 | Simulación | swf | 23 | Gráficos | Wav-mp3 |
| 9 | Simulación | pdf-doc-txt | 24 | Gráficos | avi-mpg |
| 10 | Simulación | Jpg-png-gif | 25 | Documento | ppt |
| 11 | Simulación | Wav-mp3 | 26 | Documento | swf |
| 12 | Simulación | avi-mpg | 27 | Documento | pdf-doc-txt |
| 13 | Ejemplo / Ejercicio | ppt | 28 | Documento | Jpg-png-gif |
| 14 | Ejemplo / Ejercicio | swf | 29 | Documento | Wav-mp3 |
| 15 | Ejemplo / Ejercicio | pdf-doc-txt | 30 | Documento | avi-mpg |

Tabla X. Combinaciones “Top de recursos” y “Top de Formato” para el estudiante 2

| Prioridad | Tipo Recurso | Tipo Formato | Prioridad | Tipo Recurso | Tipo Formato |
|-----------|---------------------|--------------|-----------|---------------------|--------------|
| 1 | Documento | Wav-mp3 | 16 | Ejemplo / Ejercicio | avi-mpg |
| 2 | Documento | pdf-doc-txt | 17 | Ejemplo / Ejercicio | ppt |
| 3 | Documento | swf | 18 | Ejemplo / Ejercicio | Jpg-png-gif |
| 4 | Documento | avi-mpg | 19 | Gráficos | Wav-mp3 |
| 5 | Documento | ppt | 20 | Gráficos | pdf-doc-txt |
| 6 | Documento | Jpg-png-gif | 21 | Gráficos | swf |
| 7 | Juego | Wav-mp3 | 22 | Gráficos | avi-mpg |
| 8 | Juego | pdf-doc-txt | 23 | Gráficos | ppt |
| 9 | Juego | swf | 24 | Gráficos | Jpg-png-gif |
| 10 | Juego | avi-mpg | 25 | Simulación | Wav-mp3 |
| 11 | Juego | ppt | 26 | Simulación | pdf-doc-txt |
| 12 | Juego | Jpg-png-gif | 27 | Simulación | swf |
| 13 | Ejemplo / Ejercicio | Wav-mp3 | 28 | Simulación | avi-mpg |
| 14 | Ejemplo / Ejercicio | pdf-doc-txt | 29 | Simulación | ppt |
| 15 | Ejemplo / Ejercicio | swf | 30 | Simulación | Jpg-png-gif |

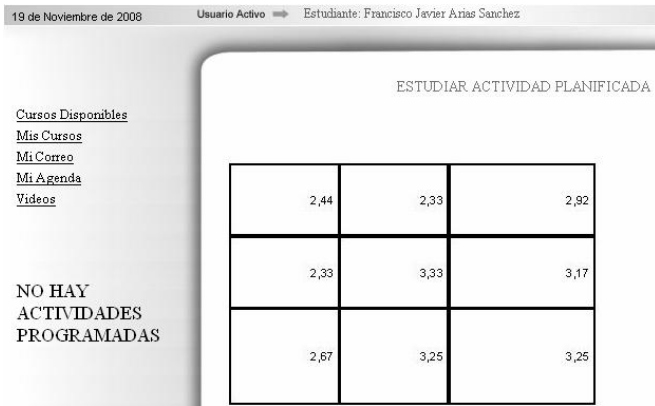


Figura 5. OA seleccionado para el estudiante 1.

VI. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

En este artículo se presentó un modelo para la selección de objetos de aprendizaje, el cual tiene en cuenta los estilos de aprendizaje codificados usando el estándar Dublin Core de los estudiantes capturados con el test Felder, los metadatos de los objetos de aprendizaje y la estructura de cursos aplicada en el Sistema Tutorial Inteligente (STI) CIA (Cursos Inteligentes Adaptativos). Con este modelo se busca superar las debilidades identificadas en la revisión del estado del arte para la adaptación de contenidos en los procesos de enseñanza / aprendizaje en Cursos Virtuales.

La validación de este modelo se realizó a través de la construcción de un módulo de selección de objetos de aprendizaje en el Sistema Tutorial Inteligente (STI) CIA (Cursos Inteligentes Adaptativos). En CIA se planifica inicialmente el aprendizaje de un estudiante específico para un curso virtual, adapta las evaluaciones y re planifica dinámicamente las actividades según los logros alcanzados o perdidos por un estudiante.

Como trabajo futuro se pretende ampliar este modelo, de tal manera que contemple la recuperación de contenidos, el cual de forma automática obtenga recursos que puedan ser adicionados a un curso virtual específico bajo la supervisión del profesor.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo de investigación presentado en este artículo fue financiado por COLCIENCIAS (Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología), quien apoyó al estudiante Francisco Javier Arias Sánchez con la Convocatoria Jóvenes Investigadores (2008-2009), en la cual se está desarrollando el Proyecto “Modelo Multi-Agente para la Planificación Instruccional en Cursos Virtuales Adaptativos

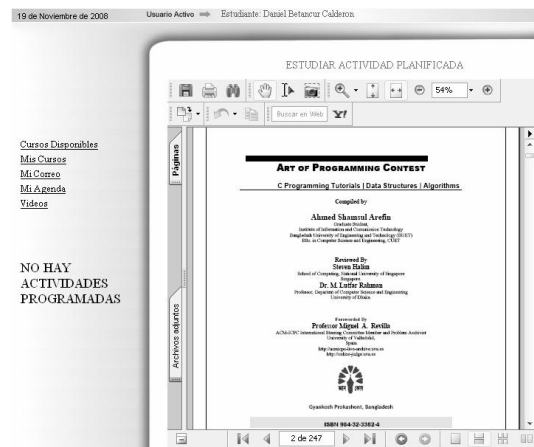


Figura 6. OA seleccionado para el estudiante 2

siguiendo el estándar SCORM”. Adicionalmente se agradece a la DIME (Dirección de Investigaciones de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín), quien financio el proyecto de investigación “Recuperación y gestión de objetos de aprendizaje para sistemas tutoriales inteligentes mediante agentes de software” y apoyo al estudiante Francisco Javier Arias Sánchez con la Convocatoria Nacional de Investigación 2009 Modalidad V, para desarrollar su tesis de maestría en Ingeniería de Sistemas.

REFERENCIAS

- [1] Arias F.; Jiménez, M & Ovalle D. (2008) Modelo Multi-Agente basado en la Web para Planificación Instruccional y Evaluación Adaptativa en Cursos Virtuales. IX Congreso Iberoamericano de Informática Educativa, Caracas, Venezuela.
- [2] Brusilovsky, P. (1998) Adaptive Educational Systems on the World-Wide-Web: A Review of Available Technologies. En: Intelligent Tutoring Systems on the Web of ITS'98.
- [3] Clara Inés Peña, Jose-L. Marzo, Josep Lluís de la Rosa, Ramón Fabregat. (2002). Un sistema de tutoría inteligente adaptativo considerando estilos de aprendizaje. Universitat de Girona, España.
- [4] Dublin Core Metadata Initiative. [Consultado el 24 de Noviembre de 2008]. Disponible en: <http://dublincore.org/documents/>.
- [5] Felder, R.; Spurlin, J. (2005) Applications, Reliability, and Validity of the Index of Learning Styles, Int. J. Engng Ed. Vol. 21, No. 1, pp. 103-112.
- [6] IEEE (2002). Estándar para metadatos de objetos educativos (en línea). [Consultado el 25 de Noviembre de 2008]. Disponible en: http://www.gist.uvigo.es/~lanido/LOMes/LOMv1_0_Spanish.pdf.
- [7] Jiménez, J. (2006) Un Modelo de Planificación Instruccional usando Razonamiento Basado en Casos en Sistemas Multiagente para entornos integrados de Sistemas Tutoriales Inteligentes y Ambientes Colaborativos de Aprendizaje. Tesis de Doctorado en Ingeniería - Sistemas, Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín, 2006.
- [8] López, C. (2005) Los Repositorios de Objetos de Aprendizaje como soporte a un entorno e-learning, Tesina doctoral, Universidad de Salamanca. (Director Francisco José García Peñalvo).
- [9] Mohan, P., & Brooks, C. (2003). Learning objects on the semantic web. Proceedings of ICALT (pp. 195-199). Athens, Greece.
- [10] Morales, E., Gil, A.B., García F.J. (2007) “Arquitectura para la

recuperación de Objetos de Aprendizaje de Calidad en Repositorios Distribuidos “. En las actas del SHCA 2007, 11 de Septiembre de 2007, Zaragoza. Actas de Talleres JISBD Vol. 1 - Nº 1 pp. 31-38, ISSN:1988-3455, 2007.

- [11]Ovalle, D et al. (2007) Análisis funcional de la estrategia de aprendizaje individualizado adaptativo. Proyecto de investigación – Dime – Vicerrectoría de investigación. Modelo de sistema multi-agente de cursos adaptativos integrados con ambientes colaborativos de aprendizaje.
- [12]Ovalle, D., Jiménez, J. (2004) Millennium: A Learning Framework based on Integrating Model of Intelligent Tutoring Systems and Computer Supported Collaborative Learning. In: Proceedings of the 1st LEDGRAPH Workshop of 7th International Conference on ITS - Intelligent Tutoring Systems.
- [13]Salcedo, P., Labraña, C., 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. infoUYclei, Congreso Uruguayo de Informática y Centro Latinoamericano de Estudios en Informática.
- [14]Sanz P., (2004) Descripción de la Asignatura de Doctorado 1241010 Interfaces Avanzadas basadas en Sistemas Multimedia. Universitat Jaume I. España.



Francisco Javier Arias Sánchez Estudiante de segundo año de Maestría en Ingeniero de Sistemas de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Integrante del GIDIA: Grupo de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial, Categoría A de Colciencias. Ha trabajado durante los últimos tres años como monitor académico de investigación en los tres proyectos del GIDIA titulados: “Diseño e implementación de un sistema Multi-Agente que simule el comportamiento del mercado energético en Colombia”, “Modelo de Sistema Multi-Agente de Cursos Adaptativos Integrados con Ambientes Colaborativos de Aprendizaje” y “Herramienta informática para el diagnóstico automático de eventos en líneas de transmisión de energía eléctrica”, este último en colaboración con GAUNAN (Grupo de Automática de la Universidad Nacional de Colombia), ISA y cofinanciado por Colciencia



Julian 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.

Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín

Facultad de Minas

Escuela de Ingeniería de Sistemas

Pregrado

- ❖ Ingeniería de Sistemas e Informática.



Posgrado

- ❖ Doctorado en Ingeniería-Sistemas.
- ❖ Maestría en Ingeniería de Sistemas.
- ❖ Especialización en Sistemas con énfasis en:
 - Ingeniería de Software.
 - Investigación de Operaciones.
 - Inteligencia Artificial.
- ❖ Especialización en Mercados de Energía.

Áreas de Investigación

- ❖ Ingeniería de Software.
- ❖ Investigación de Operaciones.
- ❖ Inteligencia Artificial.

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
<http://pisis.unalmed.edu.co/>

