

# Modelo de Inferencia Difusa para la Selección de Objetos de Aprendizaje Adaptados a los Perfiles de los Estudiantes

Francisco Javier Arias S.\*    Demetrio Arturo Ovalle C. \*  
Julian Moreno C. \*

Fecha de Recibido: 17/10/2009    Fecha de Aprobación: 17/12/2009

## Resumen

Para mejorar los procesos de enseñanza / aprendizaje de los estudiantes se han desarrollado sistemas computarizados que permiten adaptar los cursos virtuales según los perfiles de los estudiantes. Existen diversos tipos de adaptación: adaptación de planes instruccional, adaptación de evaluaciones y adaptación de contenidos educativos. En este artículo se propone un modelo de inferencia difusa para la selección de Objetos de Aprendizaje, teniendo en cuenta los estilos de aprendizaje de los estudiantes y el comportamiento de las personas a partir de la identificación de los hemisferios cerebrales. Para la determinación de los estilos de aprendizaje, hemos adoptado el Modelo FSLSM (Felder and Silverman Learning Style Model) y para la identificación del comportamiento de los alumnos se utilizó el Modelo RCMT (Revelador del Cociente Mental Triádico). Finalmente, se presenta la validación del modelo y los resultados obtenidos.

**Palabras Clave:** *E-learning, Objetos de Aprendizaje, Cursos Virtuales Adaptativos, Estilos de Aprendizaje, Hemisferios Cerebrales, Sistemas de Inferencia Difusa.*

## Abstract

In order to improve students' teaching/learning processes computational systems have been developed allowing to adapt virtual courses based on the students' profiles. There are currently various kinds of adaptation such as instructional adaptation of plans, assessments adaptation, and adaptation of educational contents, among others. The aim of this paper is to propose a fuzzy inference model for Learning Objects selection, taking into account the students' learning styles and the people's behavior provided by the identification of the brain hemispheres. For the determination of the learning styles, we have adopted the FSLSM (Felder and Silverman Learning Style Model) model and for the identification of the students' behavior the MTQD (Mental Triadic Quotient Detector) model was used. Finally, the model validation and some results obtained are presented.

**Keywords:** *E-learning, Learning Objects, Adaptive Virtual Courses, Learning Styles, Brain Hemispheres, Fuzzy Inference Systems.*

---

\* Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín, Facultad de Minas, Escuela de Sistemas, GIDIA – Grupo de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial, Carrera 80 No. 65 – 223, Bloque M8-A, {fjarrias,dovalle,jmoreno1}@unal.edu.co

† Se concede autorización para copiar gratuitamente parte o todo el material publicado en la *Revista Colombiana de Computación* siempre y cuando las copias no sean usadas para fines comerciales, y que se especifique que la copia se realiza con el consentimiento de la *Revista Colombiana de Computación*.

## 1 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 virtuales. 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.

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

Existen diversos tipos de adaptación [8]:

- 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 de inferencia difusa para llevar a cabo la selección de Objetos de Aprendizaje adaptados a los estudiantes, teniendo en cuenta sus estilos de aprendizaje, su comportamiento según el hemisferio cerebral más utilizado, los metadatos de los objetos de aprendizaje y la estructura de cursos aplicada en el Curso Virtual Adaptativo (CVA) CIA (Cursos Inteligentes Adaptativos).

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 detallan los test utilizados para capturar los estilos de aprendizaje y el hemisferio cerebral más utilizado. En la sección 4 se describe el modelo de inferencia difusa propuesto para llevar a cabo la selección de objetos de aprendizaje. En la sección 5 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 6 se presentan las conclusiones y el trabajo futuro.

## **2 Marco Teórico de Referencia y Estado del Arte**

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

### **2.1 Cursos Virtuales Adaptativos**

Según [3], los cursos virtuales son sometidos a tres etapas específicas de desarrollo e implementación y el progreso de cada curso en cada una de estas etapas permite clasificarlos en alguno de los siguientes tipos: curso de consulta, curso de apoyo a clases y curso en línea.

Para desarrollar un curso virtual de primer tipo (curso de consulta), bastaría tan solo con publicar en una página Web el programa, los contenidos, los objetivos, el temario, la metodología, la bibliografía recomendada y los apuntes de la asignatura; de tal manera que la información sea asequible por los alumnos. Para el desarrollo de un curso virtual de segundo tipo (curso de apoyo a clases), se requiere de la elaboración del material didáctico electrónico dirigido al alumnado para que estudie la asignatura de manera autónoma en su hogar o fuera del aula convencional. Finalmente si se pretende desarrollar un curso virtual de tercer tipo (curso en línea) se requiere la incorporación de distintos recursos telemáticos que permitan la comunicación entre docente y alumnado (a través de correo electrónico, chat, foros de debate, etc.).

Un Curso Virtual Adaptativo (CVA) es una herramienta cognitiva computarizada que busca mejorar los procesos de enseñanza / aprendizaje de los aprendices [2]. El término adaptativo 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 [15], un CVA 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.

## 2.2 Objetos de Aprendizaje y Estándares

Según [9] los Objetos de Aprendizaje (OA) son elementos que se fundamenta 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).



Fig. 1. Concepto de un OA [9].

En el ámbito del e-learning, para la descripción de OA, se han desarrollado diversos estándares, a continuación se describirán brevemente los 2 estándares más utilizados.

### ***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 [7].

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

### ***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 [5]:

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.

### **2.3 Sistemas de Inferencia Difusos**

En la lógica clásica una proposición sólo admite dos valores: verdadero o falso, por esto se le llama también lógica binaria. Dicha lógica sirve para explicar ciertos fenómenos y problemas, aunque la gran mayoría de ellos enmarcados en el mundo teórico de la matemática. Por el contrario, la lógica borrosa o difusa se basa en el principio de “Todo es cuestión de grado”, entonces si P es una proposición, se le puede asociar un número  $v(P)$  en el intervalo  $[0,1]$  tal que si  $v(P) = 0$  entonces P es falso, si  $v(P) = 1$  entonces P es verdadero. La veracidad de P aumenta con  $v(P)$ .

De esta manera, los sistemas de inferencia difusa son un conjunto de reglas heurísticas de la forma SI (antecedente) ENTONCES (consecuente), donde el antecedente y el consecuente son también conjuntos difusos, ya sea puros o resultado de operar con ellos. Los métodos de inferencia para esta base de reglas deben ser simples, veloces y eficaces. Los resultados de dichos métodos son un área final, fruto de un conjunto de áreas solapadas entre sí (cada área es resultado de una regla de inferencia). Para escoger una salida concreta a partir de tanta premisa difusa, el método más usado es el del centroide, en el que la salida final será el centro de gravedad del área total resultante.

### **2.4 Revisión del 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 hipermèdia 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 [13].
- 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 [14].

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:

- SINDROME (Sistema Interactivo Distribuido de Repositorios de Objetos de Aprendizaje MatEmáticos) es un sistema de búsqueda y recuperación de metadatos de objetos de aprendizaje basado en heurísticas para recomendar objetos de aprendizaje que tengan algún grado de asociación a las preferencias técnicas y al estilo de aprendizaje del estudiante. Se describe el razonamiento de su origen, así como su arquitectura y sus componentes principales [10].
- Erla Morales, Ana Gil y Francisco García en su trabajo “Arquitectura para la Recuperación de Objetos de Aprendizaje de calidad en Repositorios Distribuidos” proponen evaluar los OAs desde una perspectiva técnica y pedagógica elaborando un rango de valoración que se incluirá 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 [11].
- Clara López Guzmán en su trabajo “Los Repositorios de Objetos de Aprendizaje como soporte a un entorno e-learning” 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 aquéllas que desarrollan repositorios, principalmente del sector educativo [9].

### **3 Test Para Capturar Información de los Estudiantes**

A continuación se presenta una breve descripción de los test que fueron utilizados para capturar los estilos de aprendizaje y el hemisferio cerebral más utilizado de cada estudiante.

### 3.1 Test FLSM (Felder & Silverman Learning Style Model)

Este test 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 [6]. En la Tabla 1 se pueden observar tales dimensiones.

DICOTOMÍA	
Activo	Reflexivo
Sensitivo	Intuitivo
Visual	Verbal
Secuencial	Global

Tabla 1. Dimensiones dicotómicas

Para capturar los estilos de aprendizaje se desarrollo un test compuesto por 44 preguntas (11 preguntas por dicotomía). La calificación de dicho test fue modificada se presenta en la figura 2.

ACT/REF			SNS/INT			VIS/VRB			SEQ/GLO			
Q	a	b	Q	a	b	Q	a	b	Q	a	b	
1	1		2		1	3	1		4		1	
5	1		6		1	7	1		8		1	
9		1	10		1	11	1		12	1		
13		1	14		1	15	1		16	1		
17		1	18	1		19	1		20		1	
21	1		22	1		23	1		24		1	
25	1		26		1	27	1		28	1		
29	1		30		1	31		1	32	1		
33	1		34		1	35	1		36		1	
37	1		38	1		39	1		40		1	
41		1	42		1	43		1	44	1		
Calificación Original	Total Act/Ref		Total Sns/Int		Total Vis/Vrb		Total Seq/Glo					
	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					
	1-(cant a/11)		1-(cant a/11)		1-(cant a/11)		1-(cant a/11)					
	1-(7/11)		1-(3/11)		1-(9/11)		1-(5/11)					
	0.36		0.72		0.18		0.55					

Tabla 2. Test FLSM

### 3.2 Test RCMT (Revelador del Cociente Mental Tríadico)

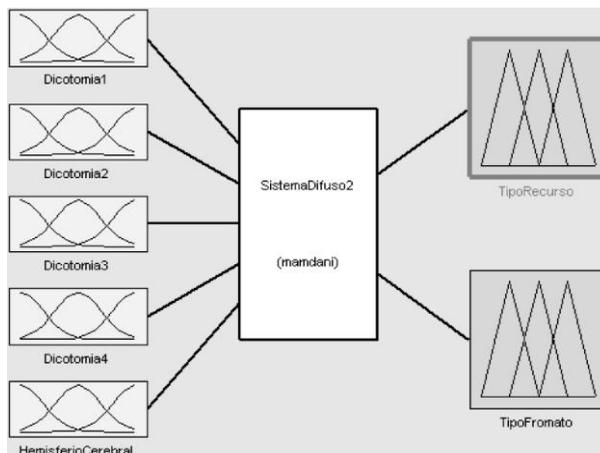
Este test se origina a partir del modelo de cerebro tríadico desarrollado por Waldemar de Gregori en 1999 [4], el cual busca describir el comportamiento de las personas a partir de la identificación de los hemisferios cerebrales:

- Cerebro central o inteligencia operativa: Se asocia con la acción, la experiencia, el pensamiento concreto y la administración.
- Cerebro izquierdo o inteligencia lógica: Se relaciona con la ciencia, la matemática y el saber.
- Cerebro derecho o inteligencia emocional: Se asocia a la intuición, la fe, la emotividad, el arte y la religión.

El RCMT es un modelo cuantitativo que de manera proporcional (no puntual) determina las inclinaciones del cerebro triádico de acuerdo con: las posiciones frente al mundo, los temores las relaciones con los demás, los criterios para evaluar el arte y en general, su actuar en los contextos lógicos, motores y lúdicos.

## 4 Modelo Propuesto

Para llevar a cabo la selección de contenidos según los perfiles de los estudiantes en el CVA (Curso Virtual Adaptativo) [1], se desarrollo un sistema de inferencia difuso compuesto por 5 variables de entrada: Dicotomía 1, Dicotomía 2, Dicotomía 3, Dicotomía 4 y Hemisferio Cerebral; y 2 variables de salida: Tipo de Recurso y Tipo de Formato (ver figura 2). Las variables de entrada correspondientes a las dicotomías están compuestas por 2 conjuntos difusos en un universo de discurso comprendido entre  $[0,1]$  y la variable difusa Hemisferio Cerebral está compuesta por 3 conjuntos difusos en un universo de discurso comprendido entre  $[-3,3]$  (ver figura 3). Las variables de salida están compuestas por conjuntos Crisp que denotan los tipos de recursos o los tipos de formato (ver figuras 4 y 5).



**Fig. 2.** Sistema de inferencia difuso.

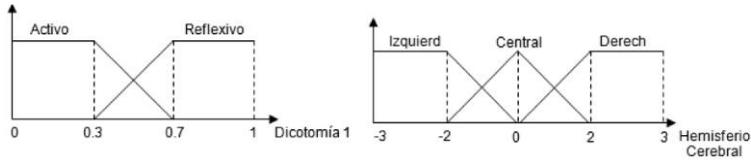


Fig. 3. Estructura de las variables de entrada.

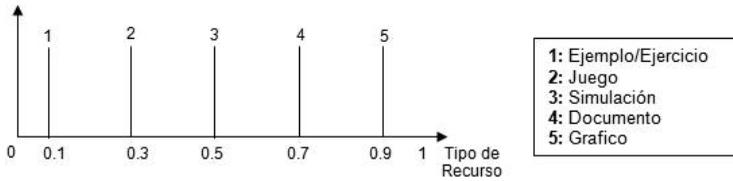


Fig. 4. Estructura de la variable de salida "Tipo de Recurso".

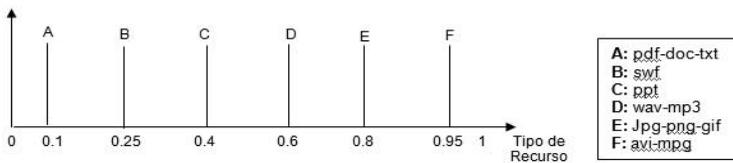


Fig. 5. Estructura de la variable de salida "Tipo de Formato".

Dicotomías	Hemisferio utilizado			Dicotomías	Hemisferio utilizado		
	Izquierdo	Central	Derecho		Izquierdo	Central	Derecho
Activo	3	4	1	Activo	F	A	C
Reflexivo	4	4	5	Reflexivo	A	D	E
Sensitivo	2	3	2	Sensitivo	B	B	B
Intuitivo	1	4	3	Intuitivo	C	A	F
Visual	5	3	5	Visual	F	C	F
Verbal	4	2	5	Verbal	A	D	F
Secuencial	4	1	3	Secuencial	A	B	B
Global	5	5	5	Global	C	E	F

Tabla 3. Sistema de reglas para seleccionar el tipo de recurso y el formato

## 5 Análisis de Resultados

A continuación se presentará algunos resultados que se obtuvieron al aplicar el modelo propuesto en este artículo, para realizar la selección de contenidos para dos estudiantes que se inscribieron en el sistema CIA [12].

Es importante aclarar que cuando un estudiante se registra en el sistema, inmediatamente realiza el test felder y el test RCMT (ver figuras 4 y 5).

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

CIA  
Curso Inteligente Adaptativo

Usuario Activo ⇒ Estudiante: Francisco Javier Arias Sanchez

Terminar Sesión

**Test Felder**

- Entiendo mejor algo:
  - Si lo práctico
  - Si pienso en ello.
- Me considero:
  - Realista
  - Innovador
- Cuando pienso acerca de lo que hice ayer, es más probable que lo haga en base a:
  - Una imagen
  - Palabras
- 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
- Cuando estoy aprendiendo algo nuevo, me ayuda:
  - Hablar de ello
  - Pensar en ello

**Fig. 6.** Test Felder en el sistema CIA.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

CIA  
Curso Inteligente Adaptativo

Usuario Activo ⇒ Estudiante: marcela jimenez

Terminar Sesión

**Test Triádico**

- ¿Al fin del día, de la semana, o de una actividad, haces revisión, evaluación?
- ¿En tu casa, en tu habitación, en tu lugar de trabajo, hay orden, organización?
- ¿Crees que tu cuerpo, tu energía son parte de un todo mayor, de alguna fuerza superior, invisible, espiritual y eterna?
- ¿Sabes contar chistes? ¿Vives alegre, optimista y disfrutando a pesar de todo?
- ¿Dialogando o discutiendo, tienes buenas explicaciones, argumentos, sabes rebatir?

**Fig. 7.** Test RCMT (Revelador del Cociente Mental Triádico) en el sistema CIA.

En la figura 6 se muestra el despliegue del objeto de aprendizaje seleccionado para el estudiante 3 según la información que se obtuvo al realizar las pruebas FLSM y RCMT.

	Dic. 1	Dic. 2	Dic. 3	Dic. 4	Hemisferio Cerebral	Valor Tipo Recurso	Tipo Recurso Seleccionado	Valor Tipo Formato	Tipo Formato Seleccionado
Est. 1	0,36	0,72	0,18	0,55	-2	0,5	Simulación	0,318	SWF
Est. 2	0,7	0,7	0,75	0	0	0,2	Ejemplo Ejercicio	0,317	SWF
Est. 3	0,15	0	1	0	-3	0,4	Documento	0,175	pdf-doc-txt
Est. 4	0,7	1	0,75	0,55	3	0,7	Juego	0,65	wav-mp3

Tabla 4. Resultados arrojados por el sistema para 4 estudiante.

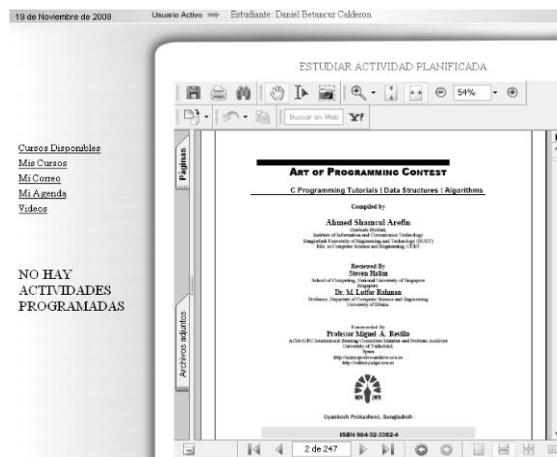


Fig. 8. Presentación del objeto seleccionado en el sistema CIA.

## 6 Conclusiones y Trabajo Futuro

En este artículo se presentó un modelo de inferencia difusa para la selección de objetos de aprendizaje, teniendo en cuenta los estilos de aprendizaje de los estudiantes y el comportamiento de las personas a partir de la identificación de los hemisferios cerebrales. Para la determinación de los estilos de aprendizaje, hemos adoptado el Modelo FLSM (Felder and Silverman Learning Style Model) y para la identificación del comportamiento de los alumnos se utilizó el Modelo RCMT (Revelador del Cociente Mental Trídico).

La validación de este modelo se realizó a través de la construcción de un módulo de selección de objetos de aprendizaje en el Sistema CIA (Cursos Inteligentes Adaptativos) [12].

Como trabajo futuro se pretende ampliar este modelo, de tal manera que contemple la recuperación de contenidos educativos de forma automática, es decir que obtenga recursos para 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 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”.

## **Referencias**

- [1] Arias, F., Jiménez, J. & Ovalle D. Construcción de Cursos Virtuales Adaptativos con Énfasis en Aprendizaje Personalizado Activo. Revista Avances en Sistemas e Informática, Escuela de Sistemas de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, ISSN 1657-7663, Volumen 5, No 1, pp. 214-221, 2008.
- [2] Brusilovsky, P. Adaptive Educational Systems on the World-Wide-Web: A Review of Available Technologies. En: Intelligent Tutoring Systems on the Web of ITS'98, 1998.
- [3] Chaparro, X. Análisis sistematico de las interacciones en el curso virtual (de apoyo a la docencia) de cálculo II (matematicas) y adaptacion de la propuesta CERT para evaluación en línea basada en niveles de confianza. Trabajo de grado, Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Departamento de Matematicas. Bogota D.C., 2005.
- [4] De Gregori, G. “Construcción del poder de tus cerebros”. Editorial Pancast, Brasil, 1999.
- [5] Dublin Core Metadata Initiative. [Consultado el 24 de Noviembre de 2008]. Disponible en: <http://dublincore.org/documents/>.

- [6] Felder, R. & Spurlin, J. Applications, Reliability, and Validity of the Index of Learning Styles, *Int. J. Engng Ed.* Vol. 21, No. 1, pp. 103-112, 2005.
- [7] IEEE. Estándar para metadatos de objetos educativos (en línea). Disponible en: [http://www.gist.uvigo.es/~lanido/LOMes/LOM\\_v1\\_0\\_Spanish.pdf](http://www.gist.uvigo.es/~lanido/LOMes/LOM_v1_0_Spanish.pdf). [Consultado el 25 de Noviembre de 2008].
- [8] Jiménez, J. 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 – Área de Sistemas e Informática, Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín, 2006.
- [9] López, C. Los Repositorios de Objetos de Aprendizaje como soporte a un entorno e-learning, Tesina doctoral, Universidad de Salamanca. (Director Francisco José García Peñalvo) 2005.
- [10] López, G. Briseño J. & Aguilera M. Sistema Interactivo Distribuido de Repositorios de Objetos de Aprendizaje MatEmáticos (SINDROME). Universidad Nacional Autónoma de México 2008.
- [11] Morales, E., Gil, A.B., García F.J. “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.
- [12] Moreno, J., Arias F. & Ovalle D. CIA: Framework for the creation and management of Adaptive Intelligent Courses. WCCE - World Conference on Computer in Education, Brazil, July, 2009.
- [13] Peña, C. Marzo, J. De la Rosa, J. & Fabregat, R. Un sistema de tutoría inteligente adaptativo considerando estilos de aprendizaje. Universitat de Girona, España, 2002.
- [14] Salcedo, P., Labraña, C., Farrán, Y. 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, 2002.
- [15] Sanz P., Descripción de la Asignatura de Doctorado 1241010 Interfaces Avanzadas basadas en Sistemas Multimedia. Universitat Jaume I. España, 2004.