

# Módulo de Planificación Adaptativa de Enseñanza para un Sistema Tutor

---

Jorge Omar Ceyca Ceyca<sup>1</sup>, Rodolfo A. Pazos Rangel<sup>1</sup>, Jorge Alberto Ruiz Vanoye<sup>1</sup> & Ocotlan Díaz Parra<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico, Cuernavaca, Morelos, México.

<sup>2</sup>Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Morelos, México.

## Resumen

La enseñanza ha sido fortalecida con la aparición de las modernas tecnologías computacionales, que han permitido desarrollar la educación a distancia principalmente con el uso de la Internet, siendo los sistemas tutores una de las herramientas más beneficiadas e importantes para este fin. Sin embargo, la adaptación de los sistemas tutores a las capacidades de los estudiantes es un punto que a penas está siendo explorado, es por ello que dada la experiencia en el CENIDET para desarrollar sistemas tutores se implementó un módulo de planificación adaptativa que modifica el contenido de enseñanza dependiendo de la cuantificación de la calidad de las habilidades cognitivas de memorización y comprensión del estudiante.

*Palabras clave:* planificador de enseñanza adaptativa, sistema tutor inteligente, habilidades cognitivas.

## 1. Introducción

El proceso de enseñanza reclama una constante mejoría en los métodos, herramientas y sistemas existentes para dicho fin, principalmente en lo referente a la enseñanza a distancia. Esto no es del todo nuevo. La enseñanza a distancia basada en soportes tradicionales tiene muchos años de existencia. Lo novedoso es que hoy se pide que dicha enseñanza sea asistida por las modernas tecnologías de la informática, la multimedia y las comunicaciones para brindar ambientes de vanguardia tecnológica que sean atractivos y eficientes en la enseñanza.

Dentro de las tecnologías de vanguardia se encuentra la red mundial de comunicaciones, Internet, que ha tenido y seguirá teniendo un gran impacto en las diferentes actividades y áreas del desarrollo humano. No existirá actividad humana, que de una u otra forma, no se vea afectada por esta nueva revolución que ha expandido los límites de todas las disciplinas, entre ellas la enseñanza a distancia, en especial los sistemas tutores, cuyo poder de alcance con esta tecnología es casi ilimitado, teniendo la capacidad de llegar a cualquier lugar del planeta en el que la red de redes exista y se cuente con una cultura de uso.

Así la proliferación de sitios Web que ofrecen sistemas tutores en las diferentes ramas del conocimiento son un claro ejemplo. Dichos sistemas tutores van desde aquellos que son sólo simples libros digitales hasta los más sofisticados que utilizan técnicas de inteligencia artificial que brinda formas de interacción avanzada con el estudiante.

## 2. Sistemas Tutores

Existen muchas definiciones y términos para nombrar a los sistemas tutores. En el Military Handbook 284 parte 3 y en el Military Standard 1379D, el término usado para denotar estos sistemas es curso interactivo, definido de la siguiente manera [5]:

“Programa de computadora para controlar la instrucción del estudiante que determina el tiempo y orden de la enseñanza. El estudiante avanza a través de la secuencia de eventos tomando decisiones y selecciones. La instrucción avanza de acuerdo a las respuestas del estudiante.”

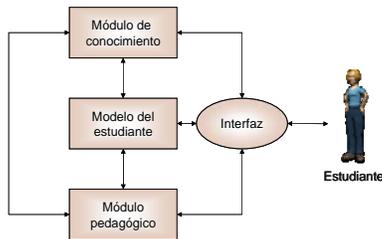
El objetivo de los sistemas tutores es reproducir las actividades del educador en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Si bien hace más de 30 años se desarrolló el primer tutor aún no se ha logrado satisfacer las funciones de un educador humano.

## 2.1. Arquitectura de un Sistema Tutor

Una forma tradicional de representar los sistemas tutores, es dividir los componentes de una forma natural (Figura 1):

- Módulo de conocimiento.
- Modelo del estudiante.
- Módulo pedagógico.
- Interfaz.

Esta arquitectura se presenta en los trabajos [6, 7].



**Figura 1.** División natural de un STI.

El módulo de conocimiento contiene la representación del conocimiento del tema que se pretende enseñar. Se compone de los siguientes elementos básicos: una base de conocimientos y una máquina de inferencia. Los principales métodos para representar el conocimiento son por medio de redes semánticas o grafos dirigidos, sistemas o reglas de producción, agentes y razonamiento basado en casos.

El modelo del estudiante es una representación del conocimiento adquirido por el estudiante, así como de otras características entre las que destacan las habilidades cognoscitivas, atención, dedicación, repasos realizados, y muchas más. Tradicionalmente las técnicas utilizadas para el diseño de dicho modelo son la sobreposición y buggy.

El módulo pedagógico normalmente puede poner en práctica una o varias técnicas de enseñanza. Tiene la capacidad de dividir el plan de enseñanza en submetas para dirigir al estudiante en forma individualizada. Además, puede dosificar los contenidos de acuerdo a los registros de las decisiones estratégicas generales y de los resultados del historial del estudiante. Los principales métodos didácticos implementados son el alumno pasivo y el alumno participativo.

Por último, la interfaz procesa el flujo de comunicación de adentro hacia fuera y viceversa. Esta tarea no es sencilla en éste tipo de sistemas, ya que el canal de comunicación entre el sistema y el estudiante normalmente es muy estrecho.

## 3. Habilidades Cognoscitivas

La palabra cognición se refiere a las destrezas del pensamiento lógico y racional de los individuos [8].

Dichas destrezas son responsables de facilitar la adecuada integración del sujeto con el medio que lo rodea. Cada destreza está integrada por habilidades cognoscitivas como son: memorización, comprensión, razonamiento, análisis, entre otras.

En el año de 1956 Benjamín Bloom encabezó un grupo de psicólogos educacionales quienes desarrollaron una de las clasificaciones del nivel de conducta intelectual más importante en el aprendizaje. Esto origina a una taxonomía que incluye tres dominios: cognitivo, psicomotor y afectivo [9]. El dominio cognitivo (que es el de interés en la presente investigación), se integra por seis niveles (Figura 2) y es de vital importancia dado que brinda un punto de partida a la clasificación básica de las habilidades cognoscitivas necesarias para lograr el aprendizaje de conocimientos.



**Figura 2.** Organización de los niveles del dominio cognitivo.

El conocimiento se define como el acto de recordar lo previamente aprendido. Presupone recordar información que van desde hechos concretos hasta teorías, pero, en todo caso, lo que se requiere es recordar la información apropiada.

La comprensión se define como la capacidad para captar el significado de la información y puede demostrarse al traducir o al interpretar la información, y al estimar cuáles serán las futuras tendencias (predicción de consecuencias o efectos).

La aplicación se refiere a la capacidad de usar el material aprendido en situaciones nuevas y concretas. Puede muy bien incluir la aplicación de elementos tales como reglas, métodos, conceptos, principios, leyes y teorías.

El análisis se refiere a la capacidad de subdividir el material a aprender en las partes que lo componen, de manera que pueda comprenderse la estructura de su organización.

La síntesis implica juntar las partes, de manera que se forme un todo, para lo cual puede requerirse la producción de una comunicación única (tema o discurso), un plan de operaciones (proposición de investigaciones), o un conjunto de relaciones abstractas (plan para clasificar información).

Por último, la evaluación consiste en la capacidad de juzgar el valor de un material basado en valores personales y/o opiniones, dando por resultado un producto final, con un propósito dado, sin respuestas reales correctas o incorrectas.

#### 4. Módulo de Planificación Adaptiva de Enseñanza para un Sistema Tutor

El módulo de planificación adaptativa de enseñanza se implementa sobre el módulo pedagógico dentro de la arquitectura típica de los sistemas tutores. La planificación adaptativa es sobre el contenido a enseñar por parte del sistema y de acuerdo a las habilidades cognitivas de memorización y comprensión del estudiante. La consideración específica de las habilidades cognitivas de memorización y comprensión es por su importancia dentro del proceso de aprendizaje de los estudiantes, siendo estas habilidades las primeras etapas en el proceso de aprendizaje del estudiante (de acuerdo a la taxonomía de Bloom).

Para lograr la planificación adaptativa de enseñanza utilizando las habilidades cognitivas antes mencionadas es necesario relacionar el conocimiento del contenido del curso tutor con las habilidades cognitivas.

#### 4.1. Funciones Básicas del Módulo

El módulo de planificación adaptativa realiza las siguientes funciones básicas:

- Medir las habilidades cognitivas de memorización y comprensión.
- No intimidar al estudiante al cuantificar sus habilidades cognitivas.
- Planificar el contenido del tema a enseñar por parte del tutor de acuerdo al resultado de la medición de la habilidad cognoscitiva de memorización.
- Planificar el contenido del tema a enseñar por parte del tutor de acuerdo al resultado de la medición de la habilidad cognoscitiva de comprensión.
- Determinar si la causa de la deficiencia en las habilidades cognitivas del estudiante es por el poco tiempo dedicado al estudio del material.

#### 4.2. Modelo Relacional de la Base de Datos del Sistema Tutor

Todos los módulos del sistema tutor están soportados por una base de datos, integrada por 21 tablas agrupadas en cuatro rubros principales (Figura 3): Los cuatro rubros principales de la base de datos son:

- Contenedores de los exámenes de los cursos (cinco tipos diferentes de mecanismos de evaluación).

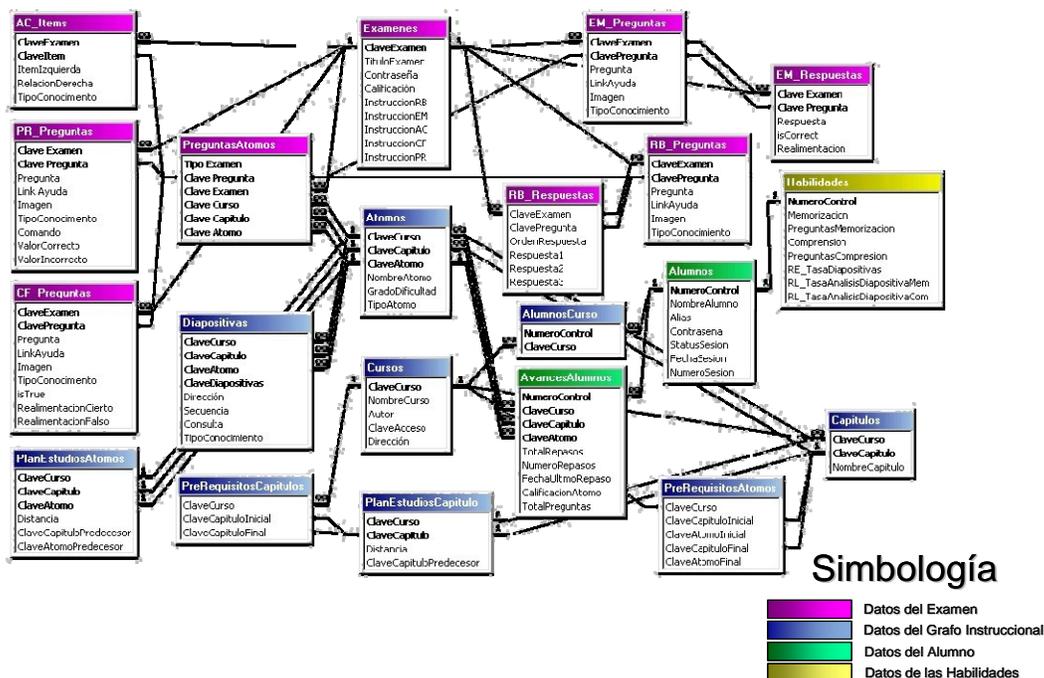


Figura 3. Base de datos del sistema tutor.

- b) Contenedores de datos generales de los estudiantes (datos de identificación).
- c) Contenedor de las habilidades cognitivas de los estudiantes (memorización y comprensión).
- d) Contenedores del modelo del estudiante (representación del grado de aprendizaje del estudiante).

### 4.3. Arquitectura General del Sistema Tutor

El sistema tutor utilizado en la presente investigación tiene sus orígenes en los trabajos realizados en el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico [3, 4]. Los diferentes módulos del sistema tutor han sido adaptados para el adecuado funcionamiento del módulo adaptativo de enseñanza estableciendo la siguiente arquitectura del tutor (Figura 4).

Como se puede observar en la Figura 4, los cuatro módulos en la parte inferior de la arquitectura forman al sistema tutor, mientras que los cuatro módulos superiores son herramientas de autoría para facilitar la elaboración de sistemas tutores en diferentes áreas del conocimiento humano.

### 4.4. Arquitectura General Del Sistema Tutor

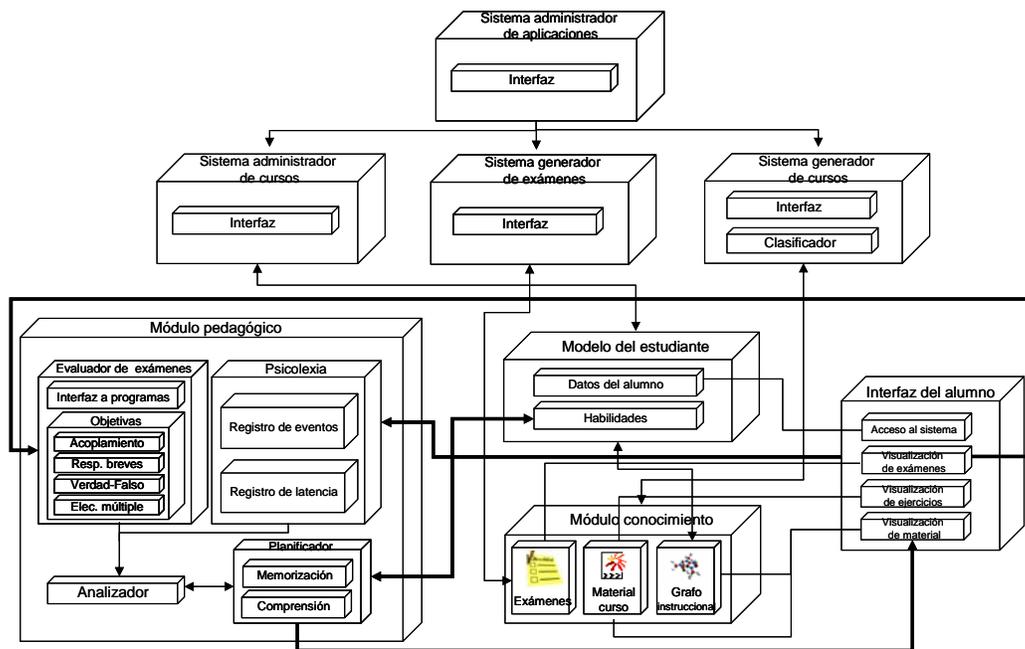


Figura 4. Arquitectura general del sistema tutor.

El foco principal de la presente investigación es el módulo de planificación adaptativa que forma parte del módulo pedagógico.

El módulo pedagógico se integra por cuatro submódulos: evaluador de exámenes, psicolexia, analizador y planificador. Los primeros dos recaban información sobre el estudiante mientras que el tercer elemento analiza la información recaba indicándole al planificador las acciones a realizar. La arquitectura del módulo pedagógico se muestra en la Figura 5.

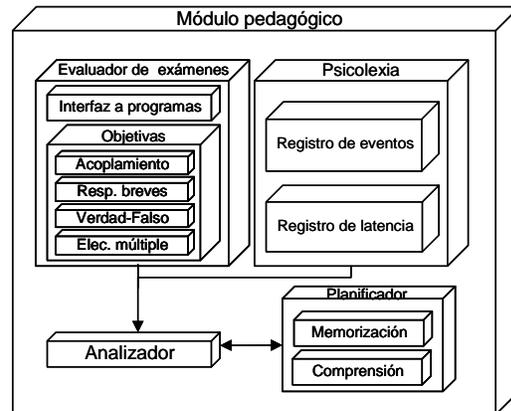


Figura 5. Arquitectura del módulo pedagógico.

El submódulo evaluador de exámenes como su nombre lo indica es el responsable de evaluar el grado de aprendizaje del estudiante del material a enseñar por el sistema tutor usando cinco tipos diferentes de

de acoplamiento, examen de elección múltiple y examen por aplicaciones externas.

El submódulo psicolexia es el encargado de medir las habilidades cognoscitivas de memorización, comprensión y otras variables de los estudiantes. El nombre del módulo proviene de una de las ramas de la psicología que estudia a las habilidades mentales de los individuos pero en cuanto a su calidad, y se selecciono esta disciplina principalmente porque no intimida al estudiante por medio de observaciones. Toda observación es reportada utilizando registros, uno de estos registros es el de eventos, utilizado por el sistema para medir las habilidades cognoscitivas de memorización y comprensión. El registro de latencia es otro tipo de registro que el sistema emplea para determinar si el tiempo de estudio del contenido es un factor importante en caso de que el estudiante manifieste deficiencias en sus habilidades cognoscitivas, entre otros factores que se detallarán posteriormente.

El submódulo analizador tiene la función de indicar al submódulo planificador las acciones a realizar de acuerdo a un análisis de las mediciones obtenidas de las habilidades cognoscitivas del estudiante.

Por último, el submódulo planificador lleva a cabo las adecuaciones necesarias en el contenido, así como recordar al estudiante repaos necesarios a cierto material para que sea más fácil el aprendizaje, todo esto de acuerdo a las indicaciones del submódulo analizador.

El submódulo planificador dispone de dos mecanismos de planificación adaptativa del contenido: planificación por memorización y planificación por comprensión. La planificación por memorización a su vez se compone de dos fases que le recuerdan y muestran al estudiante el contenido que necesita repasar para estudiar un tema específico. La planificación por comprensión es más compleja y determina el número de diapositivas que el estudiante verá en cada tema que estudia.

#### **4.5. Proceso de Medición de la Calidad de las Habilidades Cognoscitivas**

Debido a que uno de los puntos importantes en el sistema tutor es evitar la intimidación del estudiante al momento de medir las habilidades cognoscitivas de memorización y comprensión, se realizó una amplia búsqueda de técnicas y métodos en la psicología para dicho fin. La búsqueda dio como resultado que dentro de la rama de la psicolexia (parte de la psicología) existe una técnica llamada observación, que permite medir las habilidades mentales de los individuos sin que perciban que están siendo evaluados. La observación es la técnica psicológica de uso más frecuente. Tiene como valor fundamental el poder estudiar a los sujetos en forma natural, es decir, que el observador se pone en contacto directo con la conducta del sujeto. Toda observación utiliza diferentes instrumentos para registrar las

actividades específicas que investiga. Los instrumentos que emplea el sistema tutor son: registro de eventos y registro de latencia.

El registro de eventos es un conteo de las conductas tal y como éstas ocurren. Anotar el número de veces que ocurre una conducta a estudiar es una técnica de registro de observación frecuentemente utilizada. Para nuestro caso, el sistema tutor emplea dicho registro para contabilizar las siguientes variables: número de preguntas y aciertos de memorización, número de preguntas y aciertos de comprensión y tasa de diapositivas vistas.

El registro de latencia es la medición del tiempo transcurrido entre el comienzo de un estímulo y la iniciación de una conducta. El registro de latencia se utiliza cuando el interés principal es la cantidad de tiempo entre una oportunidad de emitir una conducta y el comienzo de la ejecución de esa conducta. Para nuestro caso, el sistema tutor emplea dicho registro para contabilizar las siguientes variables: tasa de estudio de las diapositivas tanto de memorización como de comprensión.

Las variables número de preguntas y aciertos de memorización y número de preguntas y aciertos de comprensión son obtenidas al momento de evaluar los exámenes de los estudiantes. Mientras que la tasa de diapositivas vistas es obtenida al revisar las diapositivas del estudiante en cada sesión.

Por último, las variables de tasa de estudio de las diapositivas tanto de memorización como de comprensión es obtenida calculando el tiempo que transcurre desde que el sistema tutor despliega una diapositiva hasta que el estudiante realiza alguna acción como avanzar o retroceder. Estas variables son un soporte para el sistema tutor con las que determina si el estudiante está dedicando el tiempo suficiente para analizar el contenido del tema y en caso de existir deficiencias en las habilidades cognoscitivas, el sistema tutor señalará que es necesario mayor tiempo en el estudio.

#### **4.6. Proceso de Planificación Adaptativa de Enseñanza**

Una vez medidas las habilidades cognoscitivas de memorización y comprensión se realiza el proceso de planificación adaptativa del contenido a enseñar por parte del sistema tutor. La planificación está dividida en dos partes: planificación por memorización y planificación por comprensión. La planificación por memorización permite al sistema tutor recomendar al estudiante repasar un tema que el sistema determina ha sido olvidado y es necesario para el material que se pretende enseñar. Existen dos fases en esta planificación, la primera fase es implementada cuando

el estudiante accede a los capítulos del curso tutor iniciando la siguiente secuencia:

1. Obtener el valor de la memorización del estudiante (MemEst)
 
$$\text{MemEst} = \frac{\text{NumAciMem} \times 100}{\text{NumPreMem}}$$
2. Obtener el valor promedio de la memorización de los estudiantes inscritos en el curso (ProMem)
3. Si (MemEst < ProMem) entonces
  - 3.1. Obtener el valor de la tasa de análisis de diapositivas de memorización del estudiante (TADMEst)
  - 3.2. Obtener el valor promedio de la tasa de análisis de diapositivas de memorización de los estudiantes inscritos en el curso (ProTADM)
  - 3.3. Si (TADMEst < ProTADM) entonces
    - 3.3.1. Desplegar mensaje "RECOMENDACIÓN. Analice con mayor detenimiento el material del curso para un mejor aprovechamiento."
  - 3.4. Fin Si
- 3.5. Obtener la lista de todos los temas vistos por el estudiante y con el número de repasos < repasos recomendados (TemVisEst)
- 3.6. Filtrar TemVisEst eliminado los temas que tienen menos de siete días de ser vistos
- 3.7. Si (TemVisEst.length > 1) entonces
  - 3.7.1. Desplegar TemVisEst
- 3.8. Fin Si

4. Fin Si

Un ejemplo visual de lo que ocurre se muestra en la Figura 6.



**Figura 6.** Visualización de la primera fase de la planificación por memorización.

La segunda fase de la planificación por memorización es implementada al momento de que el estudiante inicia el estudio de un tema dado, un ejemplo visual de lo que ocurre se muestra en la Figura 7.



**Figura 7.** Visualización de la segunda fase de la planificación por memorización

El planificador realiza la siguiente secuencia:

1. Obtener el valor de la memorización del estudiante (MemEst)
 
$$\text{MemEst} = \frac{\text{NumAciMem} \times 100}{\text{NumPreMem}}$$
2. Obtener el valor promedio de la memorización de los estudiantes inscritos en el curso (ProMem)
3. Si (MemEst < ProMem) entonces
  - 3.1. Obtener el valor de la tasa de análisis de diapositivas de memorización del estudiante (TADMEst)
  - 3.2. Obtener el valor promedio de la tasa de análisis de diapositivas de memorización de los estudiantes inscritos en el curso (ProTADM)
  - 3.3. Si (TADMEst < ProTADM) entonces
    - 3.3.1. Desplegar mensaje "RECOMENDACIÓN. Analice con mayor detenimiento el material del curso para un mejor aprovechamiento."
  - 3.4. Fin Si
  - 3.5. Si (existe tema predecesor y tiene diapositivas de memorización y tiene más de siete días de ser visto) entonces
    - 3.5.1. Obtener las diapositivas del tema predecesor (DiapTemPre)
    - 3.5.2. Desplegar DiapTemPre
- 3.6. Fin Si

La planificación por comprensión ha diferencia de la planificación por memorización se implementa en todos los estudiantes en mayor o menor grado, excepto cuando la medición de la habilidad cognoscitiva de comprensión tiene el valor máximo (100 puntos) o cuando el estudiante a excedido el número de diapositivas que en promedio revisa por sesión, y consiste en ajustar el número de diapositivas clasificadas de comprensión (específicamente las diapositivas de apoyo) que el estudiante verá, para éste fin el planificador emplea la siguiente formula:

$$DA = \frac{\left( \text{Com}_{Max} - \text{Com}_{Est} \right) \times \left( \left( \frac{\text{GD}_{Tema} \times \left( \frac{NL}{2} \right)}{\text{GD}_{Max}} \right) + \left( \frac{NL}{2} \right) \right)}{\left( \text{Com}_{Max} - \text{Com}_{Min} \right)}$$

Simbología:

- DA = Número de diapositivas de apoyo a desplegar.
- ComMax = Valor de la comprensión máxima posible.
- ComEst = Valor de la comprensión del estudiante.
- ComMin = Valor de la comprensión mínima posible.
- GDTema = Grado de dificultad del tema.
- GDMax = Grado de dificultad máximo del tema (5 puntos).
- NL = Número de láminas o diapositivas de comprensión de apoyo disponibles para el tema.

La ecuación se integra por dos partes o filtros que determinan el número de diapositivas de apoyo a desplegar al estudiante: el primer filtro (parte más interna de la ecuación) calcula el número de diapositivas aconsejables a ver de acuerdo al grado de dificultad del tema, mientras que el segundo filtro (parte externa) determina el número de diapositivas a desplegar

finalmente al estudiante de acuerdo a la valorización de la habilidad cognoscitiva de comprensión, empleando como base el valor arrojado por el primer filtro.

El planificador por comprensión realiza la siguiente secuencia:

1. Obtener el número de diapositivas vistas por el estudiante (DiapVisEst)
2. Obtener el promedio de diapositivas que ve el estudiante (ProDiap)
3. Si (DiapVisEst < ProDiap) entonces
  - 3.1. Obtener el valor de la comprensión del estudiante (ComEst)
 
$$\text{ComEst} = \frac{\text{NumAciCom} \times 100}{\text{NumPreCom}}$$
  - 3.2. Obtener el grado de dificultad del tema a analizar por el estudiante (GD)
  - 3.3. Obtener el número de diapositivas de apoyo existentes en el tema a analizar por el estudiante (NL)
  - 3.4. Obtener el número de diapositivas de apoyo aconsejables a mostrar al estudiante (DA)

$$\text{DA} = \frac{\left( (100 - \text{ComEst}) \times \left( \left( \frac{\text{GD} \times (\frac{\text{NL}}{5}) \right) + (\frac{\text{NL}}{2}) \right) \right)}{(100 - 0)}$$

- 3.5. Desplegar diapositivas base + DA
4. Fin Si

Para detallar esto se expone el siguiente ejemplo. Consideremos un tema con un grado de dificultad de 2 puntos que posee dos diapositivas declaradas como fundamentales, y además dispone de siete diapositivas de apoyo.

Si el estudiante tuviera una valoración de la habilidad cognoscitiva de comprensión de 100 puntos, el planificador no desplegaría diapositivas de apoyo tal como se muestra en la Figura 8.

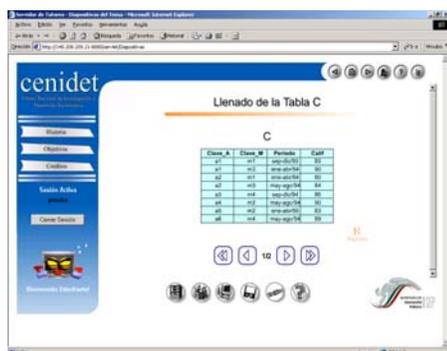


Figura 8. Visualización de la planificación por comprensión inactiva.

Si el estudiante tuviera una valoración de la habilidad cognoscitiva de comprensión de 50 puntos, el planificador realizaría lo siguiente:

$$3 = \frac{(100 - 50) \times \left( \left( \frac{2 \times (\frac{7}{5}) \right) + (\frac{7}{2}) \right)}{(100 - 0)}$$

NOTA.- Todas las divisiones fueron redondeadas al número superior más cercano.

Con estos resultados el planificador por comprensión despliega cinco diapositivas al estudiante, dado que considera las dos diapositivas básicas del plan de estudios original y las tres diapositivas de apoyo aconsejadas a incluir dada la valoración de la habilidad cognoscitiva de comprensión y el grado de dificultad del tema que se encuentra en análisis por el estudiante. El resultado del funcionamiento de la planificación por comprensión se muestra en la Figura 9.

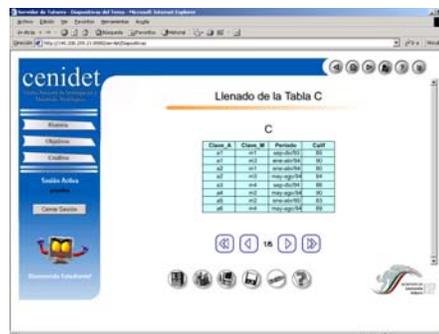


Figura 9. Visualización de la planificación por comprensión activa.

## 5. Pruebas

Con la finalidad de comprobar el beneficio de incorporar en un sistema tutor la planificación adaptativa usando las habilidades cognoscitivas, se utilizó la prueba PEMGU (Pedagogical Evaluation Methods Guidelines for Multimedia Applications) desarrollada por la Unión Europea con la finalidad de que los centros de educación contarán con una herramienta para evaluar la calidad del software educativo [10].

La prueba PEMGU se integra por tres rubros principales:

- a) Adaptación técnico instructiva.- contempla la evaluación del diseño de la interfaz, facilidades de acceso y control de la información, facilidades de uso del sistema tutor y documentación.
- b) Didáctica o adaptación curricular.- evalúa al sistema tutor en lo referente al manejo de objetivos curriculares, actividades y contenidos para el aprendizaje, mecanismos de evaluación al estudiante, factores de motivación y áreas de uso del sistema tutor.
- c) Evaluación global.- considera aspectos generales del sistema tutor al ser utilizado por los estudiantes.

En la Figura 10 se muestra la interfaz de los sistemas tutores utilizados para llevar a cabo la prueba PEMGU, a la izquierda el sistema tutor sin módulo de planificación [4], a la derecha el sistema tutor con módulo de planificación adaptativa de enseñanza.



Figura 10. Interfaz de los sistemas tutores.

Los resultados de las pruebas se muestran en la Tabla 1.

No.	Elemento	Valoración		
		Tutor con planificador	Tutor sin planificador	Máxima
Adaptación Técnico-Instructiva				
1	Diseño de pantalla	40	29	40
2	Acceso y control de la inf.	23	19	50
3	Uso	15	10	15
4	Documentación	10	6	20
Didáctica o Adaptación Curricular				
5	Objetivos de aprendizaje	9	0	60
6	Contenido para el aprendizaje	72	65	75
7	Actividades para el aprendizaje	43	28	60
8	Evaluación	40	24	55
9	Motivación	33	20	35
10	Uso del programa	19	14	30
Evaluación global				
11	Evaluación global	39	25	40
<b>TOTAL</b>		<b>343</b>	<b>240</b>	<b>480</b>

Tabla 1. Resultados de la prueba PEMGU.

Como se puede observar, los resultados muestran una ligera mejoría en la adaptación técnico instructiva originada por cambios en la Interfaz con la finalidad de hacerla más amigable. En lo referente a didáctica o adaptación curricular hay grandes avances en las actividades del aprendizaje lo que revela el éxito del módulo de planificación adaptativa de enseñanza, ya que al adaptar el contenido del material a las habilidades cognitivas de memorización y comprensión del estudiante se mejoran las actividades de aprendizaje.

Además, los mecanismos de evaluación registraron un avance dado que se contemplaron más y mejores formas de evaluación de la adquisición de conocimientos por parte del estudiante.

En la Figura 11 se muestra los resultados de la prueba PEMGU en forma gráfica con la finalidad de destacar los puntos de variación de ambos sistemas tutores y el máximo de puntuación posible con la prueba PEGU.

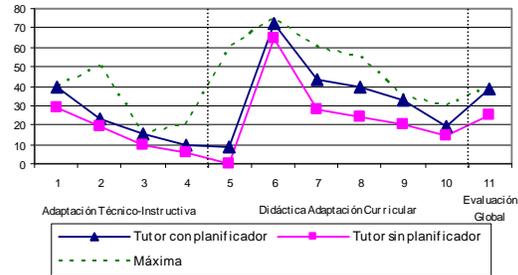


Figura 11. Gráfica de los resultados de la prueba PEMGU.

## Conclusiones

El contemplar las habilidades cognitivas en la construcción de sistemas tutores no es nuevo y ejemplo de ello son los trabajos de Julita Vassileva, Peter Brusilovsky y John Anderson [1,11]. Sin embargo, éste proyecto a diferencia de algunos de los trabajos antes mencionados aborda la medición y el uso de las habilidades cognitivas de manera genérica, dicho de otra forma, el módulo de planificación adaptativa soporta múltiples cursos de enseñanza, siendo totalmente independiente su funcionamiento del conocimiento que se pretenda enseñar. Facilitando con ello, la elaboración de cursos tutores de calidad.

Otro de los avances importante consiste en no solo considerar las habilidades cognitivas de memorización y comprensión en la planificación del material a enseñar, sino también, determinar la posible causa de la deficiencia en alguna de las habilidades cognitivas como es el tiempo dedicado al estudio, permitiendo con ello mejorar el grado de aprendizaje del estudiante a través de sugerencias.

Por último, esta investigación da un paso claro e importante para que en el CENIDET el desarrollo e investigación en el área de sistemas tutores sea de vanguardia e innovación tecnológica, aportando importantes avances a la educación a distancia en México. Sin embargo, aun existen puntos de investigación por abordar.

## Referencias

- [1] J. R. Anderson, “Cognitive Tutor: An Effective Way to Teach Math”, [www.significantdifference.org/anderson.html](http://www.significantdifference.org/anderson.html), (2003).
- [2] PACT Center – Carnegie Mellon University, “Pittsburgh Advanced Cognitive Tutor Center”, [www-2.cs.cmu.edu/~pact/](http://www-2.cs.cmu.edu/~pact/).
- [3] J. W. Ingram Ramírez, Sistema Tutorial para la Enseñanza de SQL, tesis de maestría, Depto. de Ingeniería Informática, CENIDET, (1999), Morelos, México.
- [4] J. M. Martínez Castro, Desarrollo de Módulos para Presentación Multimodal de Conocimientos y Acceso Vía Internet para un Sistema Tutor, tesis de maestría, Depto. de Ingeniería Informática, CENIDET, (2002), Morelos, México.
- [5] D. Howe, “Interactive Courseware”, [wombat.doc.ic.ac.uk/foldoc/foldoc.cgi?Interactive+CourseWare](http://wombat.doc.ic.ac.uk/foldoc/foldoc.cgi?Interactive+CourseWare), (1995).
- [6] E. Wenger, Artificial Intelligence and Tutoring Systems, Morgan Kaufmann Publishers, (1987).
- [7] J. R. Hartley & D. H. Sleeman, “Towards Intelligent Teaching Systems”, International Journal Man-Machine Studies, (1973), vol. 5, pp. 215-236.
- [8] OMH, “Lidiando con Disfunciones Cognoscitivas Asociadas a Impedimentos Psiquiátricos”, [www.omh.state.ny.us/omhweb/span site/cogdys\\_manual/CogDysHndbk.htm](http://www.omh.state.ny.us/omhweb/span site/cogdys_manual/CogDysHndbk.htm), (2002).
- [9] Distance Learning, “Bloom’s Taxonomy”, [www.dlrm.org/library/dl/guide4.html](http://www.dlrm.org/library/dl/guide4.html), (2000).
- [10] A. Sobrino, C. Reparaz, R. Santiago, J. I. Mir, “Evaluación de Software Educativo: Propuesta de una Escala de Valoración OnLine”, [tecnologiaedu.us.es/edutec/paginas/p2f2.htm](http://tecnologiaedu.us.es/edutec/paginas/p2f2.htm), (2001).
- [11] P. Brusilovsky, J. Vassileva, “Course Sequencing Techniques for Large Scale Web-based Education”, [julita.usask.ca/homepage/Texte/BrusilovskyVassileva-print.pdf](http://julita.usask.ca/homepage/Texte/BrusilovskyVassileva-print.pdf), (2003).

### *Dirección de Contacto del Autor/es:*

Jorge Omar Ceyca Castro  
CENIDET - Informatica  
Interior Internado Palmira s/n  
Palmira, Cuernavaca, Morelos  
México  
e-mail: jceyca@gmail.com

Jorge Alberto Ruiz Vanoye  
CENIDET - Informatica  
Interior Internado Palmira s/n  
Palmira, Cuernavaca, Morelos  
México  
e-mail: ruizvanoye04c@cenidet.edu.mx  
sitio web: <http://www.ruizvanoye.com>

---

Jorge Omar Ceyca Castro.

Estudiante de doctorado en ciencias computacionales en el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico enfocado al área de lenguaje natural para sistemas tutores inteligentes.

---

Jorge Alberto Ruiz Vanoye.

Estudiante de doctorado en ciencias computacionales en el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico enfocado al área de optimización combinatoria de problemas NP-Complejos.

---