

Una mirada al desarrollo, evolución y tendencias de los sistemas inteligentes adaptativos en el ámbito educativo



“Es necesario poner las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación al servicio del estudiante, y al servicio de su proceso de aprendizaje. Así, la tecnología se convertirá en un medio, un valor añadido, y no una finalidad en sí misma”

Duart y Sangrá, 2000

Palabras clave: Sistemas hipermedia adaptativos, Sistemas inteligentes, Objetos de aprendizaje, Web adaptativa, Sistemas *eLearning*, Objetos de aprendizaje.

Tecnología Educativa y Sistemas inteligentes

“... la innovación educativa comporta un componente personal, ético, que debe dotar a las tecnologías y recursos del “valor de educar”. La innovación es humana. Las nuevas tecnologías aplicadas a la educación, serán novedad, [...] en la medida que sean dotadas de un espíritu progresista por quienes la utilizan y sobre todo, por quienes encuentren utilidades educativas que permiten formar mejor, educar de forma más completa [...] más libre” De Pablos, 1998.

Tecnología educativa es un conjunto de procedimientos, mecanismos, y normas generales mediante los cuales se sistematizan los conocimientos científicos para la solución de problemas educativos. Ha evolucionado como uso de aparatos de enseñanza y software educativo, luego como ayuda de aprendizaje y finalmente como enfoque de sistemas. La tecnología educativa tiene posibilidades ideales para mejorar la educación.

Las tecnologías de la información y las comunicaciones (**TIC**) penetran al mundo con la perspectiva de un universo multimedia de consumo, generado por la síntesis global de la Informática, las computadoras, la televisión el video, los negocios de entretenimiento, la electrónica doméstica, las telecomunicaciones e Internet. Las TICs se han difundido geográficamente de forma extensiva y han penetrado todas las esferas de la actividad humana. En Educación producen fuertes modificaciones en las formas de enseñar, acceder y apropiarse del conocimiento.

El término “**Sistemas Inteligentes**” se utiliza para describir sistemas y métodos que simulan aspectos del comportamiento inteligente, con la intención final de aprender de la naturaleza para poder diseñar y construir arquitecturas computacionales más potentes. El objetivo final, utópico, de los llamados Sistemas Inteligentes es llegar a construir un artefacto (robot, máquina, proceso informático, etc.) que pueda representar su propio conocimiento y razonar sobre él, que pueda planificar y actuar, que pueda asimilar nuevo conocimiento de la experiencia y de la interacción con el entorno y que, en definitiva, pueda llevar a cabo cualquier tarea que tendemos a considerar como propias de los seres

inteligentes. Los programas de computadora que utilizan técnicas procedentes del campo de la Inteligencia Artificial para representar el conocimiento y llevar a cabo una interacción con el alumno se denominan tutores inteligentes (TI). Su objetivo fundamental es proporcionar una instrucción más adaptada, tanto en el contenido como en la forma, con lo que superan algunos de los problemas más importantes del software educativo existente. La inclusión de los sistemas hipermedia en los sistemas tutoriales inteligentes, da lugar a un nuevo módulo dentro de los tutores inteligentes que se denomina “**Sistema Hipermedia Adaptativo**”.



“... Los sistemas adaptativos hipermediales elaboran un modelo de metas, preferencias y conocimiento de cada sujeto individual y utilizan este modelo en la interacción con el usuario con la finalidad de adaptar el hipertexto a las necesidades del sujeto”
P. Brusilovsky, 1996



“Los sistemas Web adaptativos presentan información al usuario en documentos hipermedia generados dinámicamente de acuerdo con un modelo automáticamente actualizado del usuario”
P. Castells, 2002

Multimedia

La *multimedia* es una característica del avance tecnológico: las computadoras han pasado de ser máquinas que procesaban información alfanumérica a ser capaces de procesar información en casi cualquier formato: música, voz humana, gráficos y fotografías, animación, vídeo. Consiste en la presentación de imágenes sincronizadas con sonido y videos a través de equipos apropiados. Logra fijar la atención del espectador en detalles importantes, las imágenes se combinan con narración sonora, para ayudar a la comprensión del mensaje y su fijación en la memoria. Se recomienda especialmente para audiencias que tengan poca familiaridad con el contenido a exponer, ya que permite explorar el programa detenidamente y presentar muchos ejemplos.

Hipertexto e hipermedia

La diferencia entre “*hipertexto*” e “*hipermedia*” estriba en el tipo de medio utilizado. Los programas hipertextuales sólo contienen información textual, mientras que los hipermedia combinan diferentes tipos de información (visual, auditiva, textual, etc.). La hipermedia posee una estructura de navegación no lineal a través de los hiperenlaces.

En la actualidad todos los software desarrollados son claramente hipermediales. El NetMeeting es un ejemplo de sistema hipermedia colaborativo.

Hipermedia adaptativa

Tomando en cuenta las características que ofrece Internet, y los avances en la inteligencia artificial, una aplicación coherente respecto a la necesidad de aprendizaje, ha llevado a percibir una nueva aplicación, esto es, los denominados sistemas Web adaptativos que se apoyan en la estructura hipermedial, como una herramienta con alto potencial de adaptación.

World Wide Web (o la "Web") fue creada alrededor de 1989 por el inglés Tim Berners-Lee y el belga Robert Cailliau mientras trabajaban en el CERN en Ginebra, Suiza, y publicada en 1992. Constituye un sistema de documentos de hipertexto y/o hipermedios enlazados y accesibles a través de Internet. Con un navegador Web, un usuario visualiza páginas Web estáticas y dinámicas que pueden contener texto, imágenes, vídeos u otros contenidos multimedia, y navega a través de ellas usando hiperenlaces. La Web se ha convertido en un medio eficaz de proporcionar, divulgar, compartir y construir conocimiento y es un medio propicio para el aprendizaje autónomo.

La Web es el paradigma de sistema hipermedia global y ha sido un medio importante para desarrollar experiencias educacionales, muchas utilizan técnicas de hipermedia adaptativa para personalizar el proceso de aprendizaje. Los SHA permiten ofrecer servicios educativos accesibles y personalizados. Se debe mostrar la relación entre *sistemas inteligentes*, *hipermedia adaptativo*, y la *Web adaptativa*; estas tres son diferentes, pero no por ello dejan de implicarse mutuamente.

Ventajas de los Sistemas Hipermedia

- La libertad de navegación, lo que le permite decidir el flujo de su aprendizaje, obteniendo la información que desea en el orden que prefiera mientras navega por la red de informaciones. El alumno puede dirigir su aprendizaje hacia los conceptos y aspectos de mayor interés para él, profundizando en las materias que necesite dominar mientras sobrevuela otras materias secundarias.
- La presentación de información hipermedia (texto, audio, vídeo, gráfico) resulta más enriquecedora y amena, lo que incrementa la usabilidad y atractivo del sistema de cara a los alumnos que lo utilizan. Aunque para ello se necesita un diseño adecuado a fin de evitar que una presentación excesivamente colorista y/o llamativa desvíe la atención del alumno desde el mensaje al medio.
- El concepto hipermedia permite, mediante relaciones y la organización no-secuencial de informaciones, una implementación sencilla de las estructuras conceptuales, generalmente de semántica compleja, de los dominios a enseñar.

¿Qué es hipermedia adaptativa?

Es el área de la Informática que estudia el desarrollo de sistemas, métodos y técnicas capaces de promover la adaptación de interfaces en respuesta a las expectativas, necesidades, preferencias y deseos de sus usuarios.

Según P. Brusilovsky, los criterios que debe satisfacer un sistema hipermedia adaptativo son tres:

1. Ser un sistema hipertexto o hipermedia.
2. Tener un modelo de usuario.
3. Ser capaz de adaptar el hipermedia usando este modelo.

La lógica de adaptación de un sistema de aprendizaje personalizado puede ser definida en los siguientes términos [8]:

- Los determinantes: los aspectos de la experiencia de aprendizaje que dirigirán la adaptación, es decir **¿en qué se basa la adaptación?**
- Los constituyentes: los aspectos de la experiencia educativa que son el sujeto de la adaptación, es decir, **¿qué va a ser adaptado?**
- Las reglas: la lógica que define qué constituyentes son seleccionados para diferentes determinantes.

Sistemas hipermedia adaptativos

- Son programas de computación (*software*) capaces de diseñar información para usuarios (de forma individual) tomando en cuenta un modelo detallado de sus objetivos, intereses y preferencias.
- En función de una serie de variables que responden a diferentes perfiles de usuario adaptan dinámica o estáticamente los contenidos, los elementos multimedia, el mapeado del sitio Web e incluso el aspecto de la propia interfase.

La inclusión de los sistemas hipermedia en los sistemas tutoriales inteligentes, da lugar a un nuevo módulo dentro de los tutoriales inteligentes que se denomina “Sistema Hipermedia Adaptativo”.

¿Por qué la Hipermedia Adaptativa?

Problemas con la hipermedia (no-adaptada):

- Dificultad de manejo de la hipermedia
- Muchos enlaces, muchas rutas de navegación
- Poca comprensión de la información
- Sensación de “pérdida en el hiperespacio”

Soluciones con la hipermedia adaptativa:

- Mejor comprensión de la información (rutas de navegación seleccionadas)
- Orientación en el hiperespacio.

Clasificación de sistemas hipermedia elaborada por P. De Bra.

- **Hipermedias adaptables**

Requieren la participación activa y voluntaria del usuario (vg. mediante cuestionarios de preferencias, de conocimientos...) para elaborar un perfil explícito y por lo general estático.

- **Hipermedias adaptativas**

Incorporan algoritmos que monitorean de manera automática el comportamiento de los usuarios en el portal, analizando las acciones de navegación, los tiempos de permanencia en determinadas secciones, las palabras clave introducidas en los formularios de búsqueda, las descargas realizadas, etc. reconfigurando la información e incluso la estructura de la interfase en sucesivas visitas.

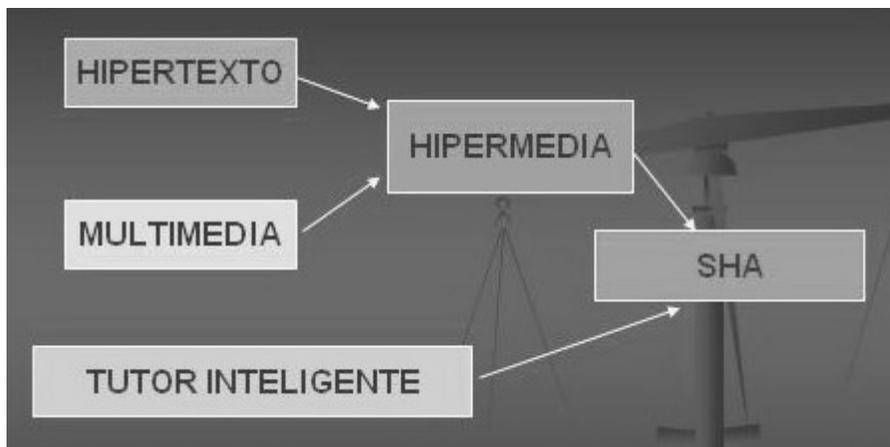
- **Hipermedias dinámicas**

Comparten las características de los anteriores, pero la información sobre los contenidos, los elementos estructurales y los perfiles de usuario está atomizada en bases de datos que permiten reconstruir dinámicamente una página *Web* (o documento hipermedia) diferente para cada usuario.

¿Cuándo es útil? Para usuarios con diferentes objetivos y niveles de conocimiento pueden estar interesados en diferentes partes de la información presentadas en la página *Web* y pueden escoger diferentes enlaces para la navegación.

Esquema de un Sistema Hipermedia Adaptativo (SHA)

Esquema de un Sistema Hipermedia Adaptativo (SHA)



Clasificación de Sistemas Hipermedia Adaptativos

Se clasifican según:

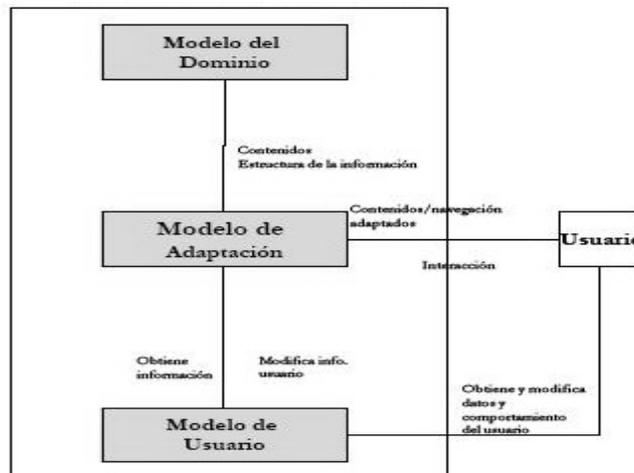
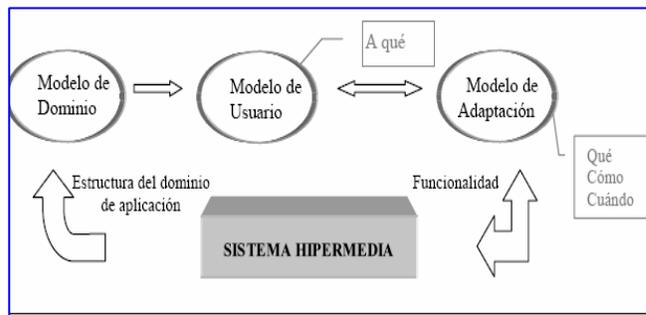
1. Áreas de aplicación
2. Características del usuario al que se adapta
3. Aspectos que pueden ser adaptados
4. Métodos y técnicas de adaptación
5. Grado de generalidad
6. Diseño del hiperespacio
7. Acceso a la información
8. Seguimiento de las acciones del usuario
9. Mantenimiento del sistema
10. Requisitos tecnológicos.

Objetivos de un Sistema Adaptativo

- Facilitar el acceso a la funcionalidad más comúnmente utilizada por el usuario.
- Facilitar el aprendizaje de la nueva funcionalidad según va siendo necesitada por el usuario.
- Ocultar la funcionalidad que no necesita el usuario.

- Proveer a los usuarios de información actualizada, subjetivamente interesante, con la ilustración multimedia adecuada, con la complejidad adecuada al contexto y en correspondencia directa con el modelo del usuario.
- Personalización, individualización de la interfase. Un único sistema, pero con interfaces distintas generadas dinámicamente.

Modelo del usuario que permita presentar solo las páginas y los vínculos útiles Ej. En sistemas hipermedia educacionales, el usuario puede tener distinto conocimiento de un tema dependiendo de la etapa del aprendizaje y **Adaptabilidad** para proteger al usuario de perderse en el hiperespacio. En los Sistemas hipermedia adaptativos, el hiperespacio puede ser descrito por especificar un conjunto de nodos y las relaciones entre ellos. Web los primeros sistemas hipermedia existentes, los nodos corresponden a hiperdocumentos, mientras que los enlaces constituyen las opciones de navegación entre ellos.



Modelación de sistemas hipermedia adaptativos

La Interfase Web adaptativa

Ayuda al usuario en su navegación,

- limitando el espacio de búsqueda
- con comentarios para posibles vínculos

- sugiriendo vínculos más relevantes.
- Almacena internamente modelos de:
- características del usuario
 - plataforma física y dispositivos de E/S
 - los utiliza para presentar la información de distintas maneras.

Parámetros para la adaptación

1.- ¿Qué puede ser adaptado en la interfase Web?

Básicamente existen dos grandes clases de adaptación hipermedia:

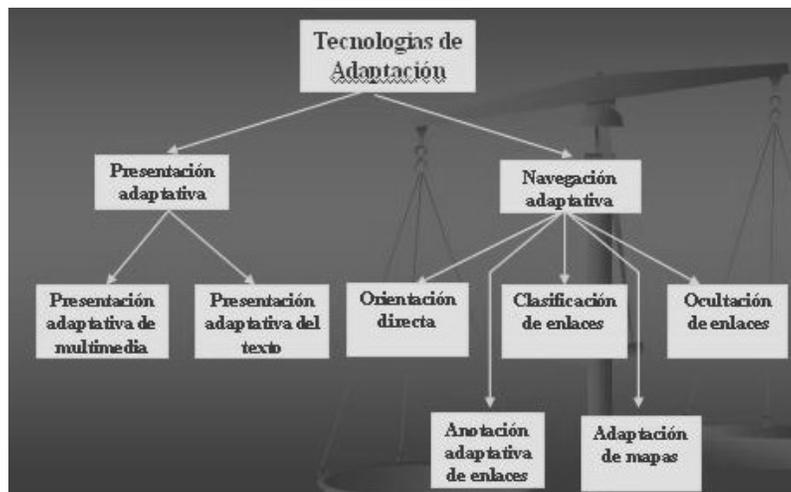
- a) **Presentación adaptativa y,**
- b) **Navegación adaptativa.**

a) **La presentación adaptativa** se refiere a la adaptación dentro de los contenidos de aprendizaje, a partir de las necesidades y habilidades de los usuarios. “La idea de presentación adaptativa, es la de personalizar los contenidos de los cursos, para moldearlos a las características específicas de los estudiantes, generando modelos de usuarios”.

Consiste en tratar el contenido a ser presentado al usuario dependiendo de sus objetivos y de la base que éste posea del conocimiento manejado por el sistema. A partir de estas informaciones el sistema presentará el conocimiento que es relevante al usuario o que el mismo está listo para recibir.

b) **El soporte de navegación adaptativa** es el que se presenta en los niveles de estructura de navegación. Tiene como objetivo guiar al usuario, limitando su espacio de búsqueda y evitando que se pierda. Como ejemplo de adaptatividad en la navegación se puede citar al sistema ELM-ART

Clasificación del Hipermedia Adaptativo



2.- ¿Qué características del sistema pueden diferir para usuarios diferentes?

- 1) Modelo de adaptación o del entorno
- 2) Modelo del dominio (contenidos y navegación)
- 3) Modelo del usuario.

Métodos y técnicas de adaptación

En un sistema adaptativo, el núcleo modifica automáticamente los datos allí reflejados a partir de la interacción con el usuario. La adaptación consiste en:

- La adecuación de un programa o de un entorno de trabajo, de acuerdo a las características del usuario.
- La modificación de la forma de presentar los contenidos de los *nodos o conceptos* de información y *enlaces ó relaciones* entre ellos
- La adaptación de los soportes de navegación. Es la modificación de la presentación y comportamiento asociado en lo que se refiere a los enlaces, relaciones o vínculos.

En un sistema adaptativo hipermedia la adaptación solo puede afectar a los nodos y a los vínculos del hiperespacio

TECNOLOGIAS DE ADAPTACIÓN	METODOS DE ADAPTACIÓN	TÉCNICAS DE ADAPTACION
PRESENTACIÓN ADAPTATIVA	Explicaciones adicionales.	Filtros de textos condicionales.
	Explicaciones de prerequisites.	Ajuste de texto adaptativo.
	Explicaciones comparativas.	Variantes de páginas.
	Variantes de explicación.	Variantes de fragmentos.
	Ordenamiento.	Aproximaciones basadas en marcos.
ESTRUCTURA DE ENLACES ADAPTATIVA	Guía global.	Presentación multimedia adaptativa.
	Guía local.	Guía directa.
	Soporte de orientación local.	Ordenamiento adaptativo de enlaces.
	Soporte de orientación global.	Ocultamiento adaptativo de enlaces.
		Anotación adaptativa de enlaces.
	Adaptación de mapas.	

Tabla No. 2 Métodos y técnicas de adaptación en un sistema hipermedia adaptativo [2]

Tabla 2. Métodos de adaptación más utilizados

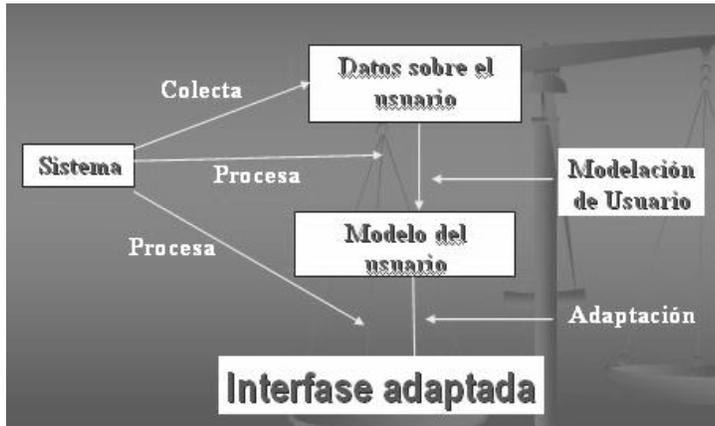
ADAPTACIÓN DE LA PRESENTACIÓN	
Explicación Adicional	Proporcionar información adicional (ejemplos, ilustraciones, comentarios, etc.) a aquellos usuarios que la necesiten
Explicación de Prerrequisito	Incluir información sin la que el usuario no comprendería el resto de la página. Permite compensar la falta de un conocimiento requerido
Explicación Comparativa	Incluir información sobre otros conceptos conocidos por el usuario que están relacionados con el concepto descrito en la página actual
Variantes	La misma información es presentada a cada usuario con distinto nivel de especialización, idioma, grado de verborrea, etc.
Ordenación	La información de la página es ordenada de acuerdo a algún criterio, que dependerá de la meta y otras características del usuario
ADAPTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN	
Consejo global	Sugerir un camino de navegación global: un conjunto de páginas y el orden de lectura
Consejo local	Sugerir la siguiente página a visitar
Soporte global de orientación	Mostrar una vista de la estructura de enlaces completa y la posición actual del usuario, indicando partes visitadas, deseables y prohibidas
Soporte local de orientación	Mostrar una parte de la estructura de enlaces, normalmente uno o dos niveles arriba o debajo de la página actual
Vistas personalizadas	Vista de la estructura de enlaces orientada a la meta del usuario

Parámetros para adaptación

CRITERIO	TIPOS	
Dominio de Aplicación ¿Qué?	<i>Sistema hipermedia adaptativo general:</i> Los documentos tratan sobre temas muy diferentes	
	<i>Sistema hipermedia adaptativo específico:</i> Todos los documentos explican conceptos de un dominio de información uniforme. ADAPTS [5] ofrece soporte técnico personalizado, ELM-ART [7] es un curso de Lisp, el sistema PUSH [9] reorganiza un manual sobre métodos de desarrollo de software orientado a objetos, etc.	
Adaptación a ¿A qué?	Usuario	Representación de el modelo de usuario
		<i>Parejas (atributo/valor).</i> AHA [22,23]
		<i>Modelo bayesiano.</i> KBS Hyperbook [13]
	<i>Modelo probabilístico y episódico.</i> ATS [19]	
<i>Red de Petri.</i> [Nuestra propuesta]		
Grupo de usuarios	<i>Recomendaciones personalizadas.</i> Enfoque propuesto por Johan Bollen[4]	
	<i>Recomendaciones a un grupo de usuarios.</i> INTRIGUE [2]	
	<i>Otros.</i> Por ejemplo, adaptación a diferentes tipos de aparatos en tecnología de móviles [1]	
Métodos Adaptativos [6] ¿Qué? ¿Cómo?	Navegación Adaptativa	Consejo
		<i>Local o Global</i>
		<i>Soporte de orientación</i>
	Presentación Adaptativa	<i>Local o Global</i>
		<i>Vistas personalizadas</i>
		<i>Explicación adicional</i>
<i>Explicación prerequisite</i>		
	<i>Explicación comparativa</i>	
	<i>Variantes de una misma explicación</i>	
	<i>Ordenación</i>	
Tipo de Prerequisitos [16] ¿Cómo?	<i>Prerequisitos pedagógicos:</i> Las relaciones entre páginas obedecen a aspectos relacionados con el aprendizaje	
	<i>Prerequisitos como mecanismo de ordenación:</i> Tratan de establecer un orden parcial entre las páginas	

Integración de Información de Diferente Origen ¿Qué?	<i>Sistema hipermedia adaptativo abierto:</i> Estos sistemas pueden integrar recursos de información localizados en cualquier sitio de la WWW. KBS Hyperbook [14]	
	<i>Sistema hipermedia adaptativo cerrado</i>	
Interacción del Usuario con la Adaptación ¿Cuándo? ¿Cómo?	<i>Sistema hipermedia adaptable:</i> El modelo de usuario se actualiza solo después de una solicitud explícita del usuario	
	<i>Sistema hipermedia adaptativo:</i> El modelo de usuario se actualiza automáticamente mientras que el usuario navega.	<i>El usuario, si lo desea, puede tener algún control sobre el comportamiento adaptativo del sistema.</i> PUSH [9]
		<i>El usuario no tiene control explícito sobre la adaptación</i>
	<i>Sistema hipermedia adaptable/adaptativo.</i> Enfoque Intensional Hypertext [21]	
Creación de Hiperdocumentos ¿Cuándo? ¿Cómo?	<i>SHA dinámico:</i> Los documentos se crean dinámicamente por demanda del usuario	
	<i>SHA no dinámico:</i> Los documentos existen de forma previa a su uso, aunque su presentación sea adaptada a cada usuario	
	<i>Mediación entre hipermedia adaptativo y dinámico.</i> Enfoque del Macronodo [17]	
Historia de Navegación ¿Cómo?	<i>Representación explícita de la historia.</i> Las reglas de navegación usan la historia [15]	
	<i>La representación del camino de navegación del usuario no es explícita</i>	
Información Contextual ¿A qué?	<i>Contexto de usuario:</i> Papel de usuario en un grupo, localización física, etc.	
	<i>Contexto textual:</i> Frase, párrafo o documento donde está inmerso el texto	
	<i>Contexto espacial:</i> Camino de navegación seguido por el usuario hasta llegar a la página actual. Enfoque basado en contexto [3]	

El mecanismo de adaptación



Técnicas de adaptación de la navegación

Las técnicas de adaptación del soporte de la navegación consisten en la modificación de las posibilidades de navegación, con lo que se intenta reducir las posibilidades de pérdida del estudiante en el hiperespacio: a) recomendación de enlaces a seguir; b) etiquetado de enlaces. (Ej., el sistema ELM-ART, etiqueta pero permite atravesarlos, dejándole esa responsabilidad al usuario); c) ocultamiento de enlaces; d) utilización de herramientas adicionales para la navegación.

- Orientación directa:** el enlace más adecuado será destacado visualmente en la pág. o un enlace del tipo “*next*” es generado vinculando la página más adecuada al perfil del usuario.
- Clasificación de enlaces:** crea una lista de enlaces del más relevante al menos relevante para el usuario en aquel momento.
- Ocultamiento de enlaces:** la idea aquí es restringir el espacio de navegación del usuario.
- Anotación adaptativa de enlaces:** incrementa los enlaces con algún comentario para informar al usuario sobre el actual estado de los nodos.

Modelo del entorno

Este modelo contiene información que sirve para modelar la funcionalidad multimedia que está utilizando el usuario, es decir, las características que debe tener la computadora para reproducir la Web o el sistema adaptativo. El sistema puede adaptarse a las características del soporte físico que utilice el alumno, pero mientras no se pidan requisitos previos de software o se pidan los mínimos, ciertas funciones del sistema no será posible utilizarlas.

- Contiene información para modelar funcionalidad multimedia del soporte físico que se está utilizando información antes implícita en los programas.
- Aplicaciones multiplataforma que utilizan lenguajes como Java.

- Necesidad de especificación del soporte físico multimedia (más detallado): el sistema puede adaptarse a características del soporte físico del usuario, o eventualmente exigir conjunto de requisitos mínimos.

Modelo del dominio de contenidos

Un modelo de dominio es la estructura de referencia para mantener un sistema actualizado del conocimiento y objetivos por los que navegará el alumno en relación con la materia que se le presenta.

1. Información inherente al dominio
 - dependencias entre conceptos
 - reglas de inferencia aplicables a dominio.
2. Información general adicional incluida en representación del dominio
 - Ej., información sobre dificultad de cada uno de conceptos que cubre el dominio, de manera que se adapte al nivel de comprensión del usuario.
3. Otras informaciones
 - relaciones de expresión pedagógica entre conceptos, reglas de inferencia basadas en estos datos, etc.

La meta final del módulo de adaptación de contenidos es la generación, en tiempo real, de actividades de aprendizaje mediante el ensamblaje de recursos de aprendizaje atómicos en actividades coherentes basados en los requisitos cognitivos del alumno.

- Representa contenidos que cubren los distintos SHA y sobre la cual navegará el usuario.
- De esta información se pueden hacer deducciones útiles para adaptar el sistema al usuario (información inherente al dominio).
- La idea de la navegación adaptativa consiste en ayudar a los usuarios a encontrar su camino en el hiperespacio adaptando el modo de presentar los enlaces.

¡Un mismo enlace podrá conducir a usuarios distintos a páginas Web distintas!

Formas de adaptar la presentación de contenidos

- ***Explicaciones comparativas.***
La presentación del contenido se adapta según el conocimiento previo que tenga el alumno sobre el tema.
- ***Variantes explicativas o ajuste del texto.***
De una forma u otra los nodos están definidos previamente. El sistema reconoce el nivel del usuario y ajusta el contenido a diversos grados de dificultad, incluyendo información adicional o borrando la superflua.
- ***Generación de nodos completos.***
En este caso, el sistema genera nodos con la información que solicita el usuario; la información está predefinida, pero no asignada directamente a un nodo concreto. Este nuevo nodo, no existe previamente en el hiperespacio y se crea como consecuencia de la petición.
- ***Adaptación de la disposición de los contenidos de un nodo.***
Cuando los contenidos de los nodos se presentan muy estructurados, se le proporciona al usuario la posibilidad de elegir formas de presentación de los mismos.

Los sistemas guardan el modelo personal de los usuarios y entre los elementos de este modelo personalizado esta la disposición de presentar los mismos contenidos.

▪ ***Adaptación de los medios audiovisuales.***

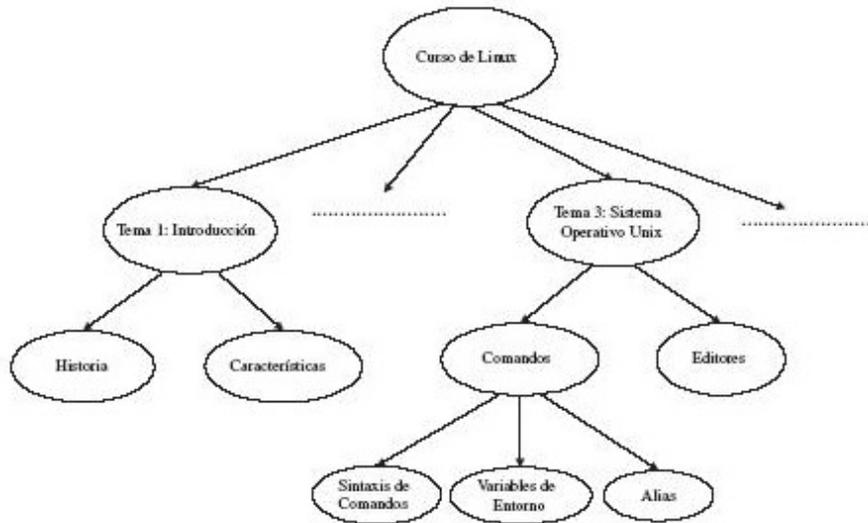
Se seleccionan entre diversos medios audiovisuales los más adecuados para presentar la información. Por ejemplo, si el usuario tiene discapacidades auditivas, el sistema no presentará medios sonoros; o bien, si la computadora no tiene suficiente resolución gráfica, se omitirán algunos gráficos o bajarán su definición.

Es importante tener en cuenta esta opción ya que los gráficos, videos y reproducciones sonoras no se descargan fácilmente, lo que hace al sistema lento; por lo que si no son necesarios, es mejor omitirlos

Ejemplo de modelo de dominio

El modelo del dominio contiene toda la información que se desea enseñar a los alumnos (el qué enseñar). Contiene todos los conocimientos así como la estructura o forma en que éstos se encuentran organizados. En el sistema **AHA** (De Bra & Calvi, 98) está formado básicamente por conceptos (nodos) y relaciones entre los conceptos.

Estructura de modelo de dominio en un curso de Linux



Modelo del usuario

- El Módulo del alumno contiene la información sobre el alumno (a quién enseñar) preferencias, conocimiento, objetivos, historial, etc.
- El modelo de usuario es una representación interna del usuario almacenada, mantenida y consultada por el sistema, con el fin de adaptarse a cada usuario, proporcionándole la navegación y presentación de la información que necesita.

- El estado actual del usuario se representa a través de sus intereses, conocimientos, preferencias y experiencias previas (tanto en la materia como en el uso de sistemas hipertexto).

Resulta necesario adaptar el aprendizaje a características individuales del usuario.

En la presentación del contenido, teniendo en cuenta las características físicas del usuario y su contexto: tipos de dispositivo, ancho de banda, discapacidades visuales y auditivas, ambiente de estudio, etc.

La adaptación se puede realizar teniendo en cuenta las características psicopedagógicas del alumno: objetivos educativos, conocimiento previo o estilo de aprendizaje.

En general se precisa disponer de:

- **Información sobre el usuario,**
 - proporcionada directamente por el mismo, o inferida por el sistema, dependiendo de la forma de adquisición del modelo
- **Preferencias (perfil) del usuario,**
 - permite adaptar presentación del sistema al interés del usuario
 - interfase para modificarla y usuario decide qué características de comportamiento del sistema prefiere.
 - una técnica hoy muy difundida.
- **Información sobre el usuario previa al uso del sistema,**
 - información sobre experiencia previa del usuario que no está cubierta por el sistema, pero puede ser relevante para adaptación
 - profesión, experiencia en áreas relacionadas, etc.
- **Historia del recorrido del usuario por el hiperespacio**
 - lista de los nodos visitados por usuario
 - normalmente ordenada del más reciente al más antiguo
 - herramienta de navegación
 - permite hacer deducciones sobre comportamiento del usuario.
- **Comportamiento del usuario frente al sistema**
 - identificar diferentes maneras de proceder:
 - Ej. búsqueda reiterada de información más detallada sobre los temas que se están presentando
 - Tiempo invertido en visita que se hacen a nodos, o visitas a un mismo nodo.

Estado del Arte de los Sistemas Hipermediales Adaptativos de Aprendizaje

El objetivo de estos sistemas es gestionar los contenidos en un SHA. Se utilizan algoritmos para la adaptación, permitiendo adaptar los contenidos a las características de cada estudiante. La gran mayoría de los sistemas adaptativos desarrollados antes de 1996 utilizaban hipertextos e hipertexto clásico, los desarrollados a partir de esta fecha eran todos sistemas adaptativos para educación basada en Web. De principios de esta fecha son sistemas como ELM-ART e InterBook, sistemas pioneros que influyeron en la creación de

sistemas posteriores, entre los que se encuentran: TANGOW, CAMELEON, AHA! y ART-Web, entre otros. A continuación una relación de un conjunto de sistemas adaptativos de enseñanza-aprendizaje.

- **AHA (1998, 2003):** Adaptive Hypermedia Architecture. Tiene presentación adaptativa de contenidos en formato HTML, conseguidos con enlaces presentados según las características particulares del educando. Se construye un esquema de metas y conocimiento para cada usuario, dependiendo de los prerequisites cumplidos. AHA, en su versión 2003 usa XML para marcar los conceptos, reglas de adaptación y salidas bajo concepto de software libre.
- **AHES:** un motor de hipermedia adaptativa para componentes de software (Universidad de Tübingen, Alemania), amplía los límites de adaptar objetos multimedia convencionales a adaptación de componentes de software multimediales, incluyendo adaptación de estructura interna, gráficos, interacciones y algoritmos.
- **AME-A:** Sistema multiagente de enseñanza - aprendizaje, basa su modelo de alumno en el perfil psico-pedagógico del aprendiz, su motivación y nivel de conocimiento; la actualización se realiza al inicio del curso mediante un cuestionario. Contenido Tabla Contenido Tesis Estado del Arte Fuentes de Datos Modelado de Perfiles de Estudiante
- **ARTHUR (1999):** recopila distintos estilos de enseñanza de distintos instructores sobre el mismo dominio, y los pone a disposición del estudiante.
- **ATLAS:** Un sistema multiagente inteligente aplicado a procesos educativos
- **CALAT:** (Computer Aided Learning and Authoring environment for Tele-education): sistema tutorial inteligente integrado con un ambiente multimedia distribuido soportado en la Web. Basa su modelo de alumno en el nivel de comprensión durante el desarrollo de los cursos, registro de todas las visitas del usuario con el fin de llevar un control de la presentación.
- **CLEW:** Ambiente de aprendizaje cooperativo para la Web, permite la interacción entre los alumnos pudiendo así aprender por la interacción de los estudiantes con diferentes habilidades y cualidades.
- **COLS/HA:** (Sistema de gestión de contenidos hipermedia adaptativos)
- **DCG (1998):** (*Dynamic Courseware Generator*, incluye un planificador que dirige el camino a seguir por el alumno para alcanzar determinados conceptos que se fijan como objetivo, a partir de los conceptos que ya conoce.
- **Electrotutor:** ambiente distribuido de enseñanza – aprendizaje inteligente basado en arquitectura multi-agente. Flexibilidad de modo tutor o de modo autónomo, en tutor el sistema toma el control de la sesión definiendo secuencias de lecciones, ejemplos y ejercicios mas adecuada.
- **ELM-ART (1996):** (Episodic Learner Model-Adaptive Remote Tutor) Sistema tutorial inteligente en la WEB, programación en LISP, basa su modelo de alumno en el registro de las visitas realizadas además de su sistemas de diagnostico inteligente a las soluciones de los problemas.
- **INSPIRE:** sistema hipermedia educacional adaptativo y adaptable que basa su adaptación en la meta de aprendizaje expresada por el estudiante.
- **InterBook** (herramienta para la autoría y entrega de libros de texto electrónicos adaptables en el Web. Sistema que muestra textos adaptativos al alumno, funcionando como una guía adaptativa. Basa su modelo de alumno en el estado del

conocimiento actual, al inicio el alumno llena un formulario, el cual traslapa el modelo de un grupo con características similares con el fin de inicializar su modelo.

- **ISIS-TUTOR (1994):** (es utilizado para el aprendizaje del lenguaje del sistema de recuperación de información CDS/ISIS. Es un ambiente integrado de aprendizaje basado en un modelo de dominio y en un modelo del estudiante que da soporte al componente tutor y al componente hipermedia.
- **Manic (1997):** es un sistema hipermedia adaptativo basado en la Web que provee material basado en lecturas. Cada curso consta de diapositivas, las cuales son diseñadas por el instructor y audio de las lecturas.
- **MILLENIUM:** integra sistemas tutoriales inteligentes con técnica de aprendizaje colaborativo por computador, basa su modelo en el nivel de comprensión de las unidades básicas de aprendizaje, como valor agregado lleva un histórico de las visitas con el fin de tener estadísticas de la forma del uso del sistema. Contenido, Tabla, Estado del Arte, Modelado de Perfiles de Estudiante
- **NetCoach:**(se derivó de ELM-ART y está diseñado para permitir que autores desarrollen sus cursos de aprendizaje adaptativo sin conocimientos de programación).
- **OPTIMA** (Este sistema parte del desarrollo de un Sistema Tutorial Inteligente Multimedia para la Enseñanza de la Investigación de Operaciones)
- **PAT:** Sistema diseñado para enseñar Álgebra: Su modelo de alumno se basa en el récord de experiencias exitosas y fallidas en los ejercicios planteados por el sistema.
- **CAMELEON (1998):** (Computer Aided Medium for Learning On Network) System de educación virtual. basado en los distintos estilos de aprendizaje de los estudiantes, que pueden clasificarse en: verbal/visual, razonado/intuitivo, activo/reflexivo y secuencial/global
- **SABIA:** Sistema multiagente inteligente aplicado a procesos educativos.
- **SHABOO** (sistema para la enseñanza de los conceptos básicos de la Programación Orientada a Objetos).
- **SHAPCE-TAS:** Sistema Hipermedia Adaptativo para Contenidos Educativos basados en Tecnología de Agentes de *Software* de apoyo a la educación presencial que busca adaptar el contenido temático de un curso a los estudiantes, tomando en cuenta su estilo de aprendizaje.
- **TANGOW (2001):** (Taskbased Adaptive learNer Guidance on the WWW). Carro (2001). Genera la estructura del curso en tiempo de ejecución. TANGOW modeliza la actividad del estudiante en forma de una jerarquía de tareas, unidades didácticas, que el estudiante puede realizar. A cada tarea corresponde un conjunto de contenidos en HTML, a partir de los cuales TANGOW compone páginas Web en las que se realizan las tareas.
- **Willow (2006):** es un sistema de evaluación automática y adaptativa de respuestas en texto libre. A partir de las preguntas introducidas, escoge la más adecuada según el perfil que tiene guardado de cada estudiante.

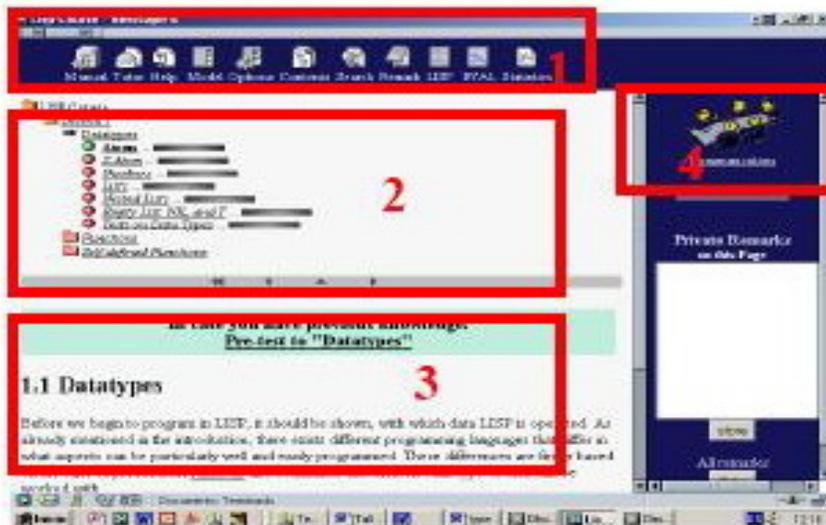
ELM-ART (ELM-Adaptive Remote Tutor)

Es un sistema tutorial de lenguaje LISP, disponible en WWW. Es un ambiente integrado de aprendizaje donde todos sus componentes se comunican, soportando programación basada en ejemplos, análisis inteligente de la solución, facilidades de depuración (compila

instrucciones LISP). Usa técnicas de Hipermedia Adaptativa, soportando la reorganización adaptativa de los enlaces.

1. **Menú**, donde es posible acceder a opciones de evaluación, ayuda, consultas vía email a un tutor, estadísticas, contenidos del curso, comandos de Lisp, etc.
2. **Estructura jerárquica de carpetas**, mediante la cual el usuario puede navegar por las distintas lecciones del curso.
3. **Contenido de la lección seleccionada**.
4. **Zona de discusión colectiva**, que permite chatear, participar en foros, etc.

Interfase gráfica de ELM-ART



Sistema AHA

AHA! está implementado completamente en Java, y trabaja con servidores Web basados en Java como Tomcat y con Java servlets. Se necesitan versiones recientes de Tomcat y de Java SDK para hacer funcionar AHA!. En la parte del navegador se pueden emplear versiones recientes de Mozilla Firefox o Microsoft Internet Explorer para asegurar un soporte pleno de (X)HTML and HTTP. AHA! Provee la adaptación de contenidos mediante selección condicional de páginas, fragmentos u objetos and a través de la adaptación de enlaces. La adaptación de enlaces se realiza mediante el uso de hojas de estilo.

Sistema Tangow (ref. Rosa M. Carro, Universidad Autónoma de Madrid).

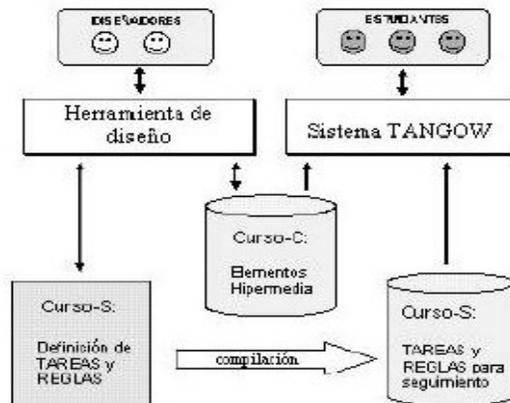
- Es un sistema para el desarrollo de cursos a través de Internet, que permite la adaptación de estos cursos a ciertos factores que los diseñadores consideran significativos, y a las preferencias de los estudiantes.
- Entre los posibles factores relevantes de un curso se encuentran las características propias de cada estudiante, directamente relacionadas con su perfil, como su edad, y efectos de sus interacciones con el sistema y el porcentaje de ejercicios realizados correctamente en algún tema.

- Respecto a las preferencias de los estudiantes, el sistema permite elegir la estrategia de aprendizaje que desean utilizar durante el desarrollo del curso: teoría antes de prácticas o viceversa. Teniendo en cuenta la estrategia elegida, el sistema adapta en lo posible el orden de presentación de contenidos teóricos y prácticos.
- Es un software en donde el diseñador del curso tiene que establecer las **tareas y reglas** correspondientes a su curso y clasificar los elementos multimedia que aparecerán en las páginas HTML generadas.
- Las páginas se generan de forma dinámica en función de las características del estudiante y de sus acciones; este *software* tiene en cuenta los estilos de aprendizaje bajo el modelo de Felder y Silverman para desarrollar la estructura y presentación de los contenidos de los diferentes módulos a impartir.
- En este sistema el usuario empieza por definir su estilo de aprendizaje a partir del cuestionario ILS para luego ser guiado a través del servidor por los módulos preestablecidos para cada uno de los estilos.

Objetos en TANGOW

En TANGOW, la estructura de cada curso, **Curso-S**, se compone de un conjunto de objetos del sistema, tareas y reglas docentes, mientras que los contenidos, **Curso-C**, están formados por los elementos multimedia que se utilizan para generar dinámicamente las páginas HTML que se presentan a los estudiantes.

Previamente al seguimiento de un curso, las descripciones de las tareas y reglas docentes que lo forman son compiladas, dando lugar a objetos que se almacenan en una base de datos y que son utilizados durante el seguimiento de los cursos, mejorándose así el rendimiento del sistema.



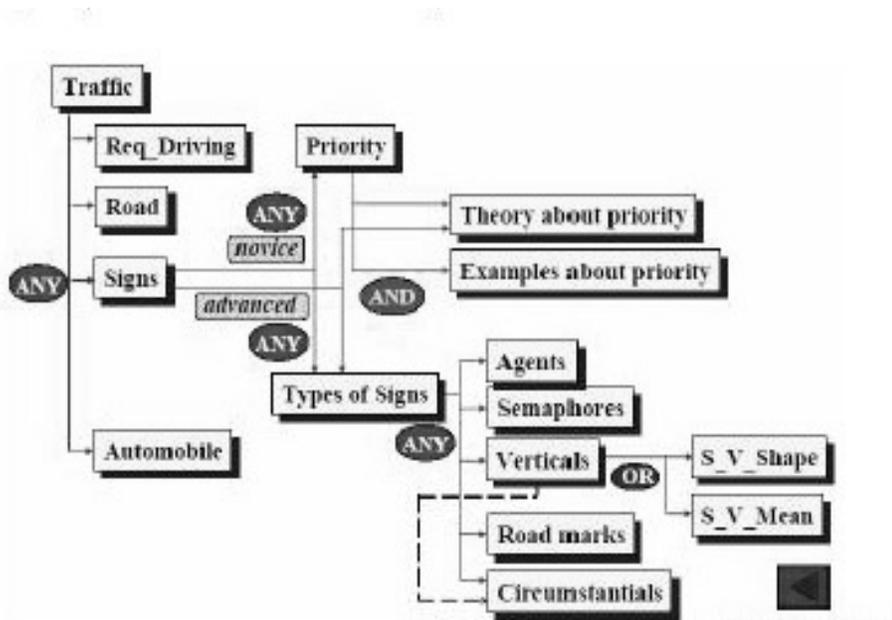
Experiencia con el curso Introducción a la Informática (Datos Observados)

Nombre del curso	Tareas docentes	Reglas docentes	Fragmentos de contenidos	Compilados
Int. a la informática	988	220	792	Sí

El proceso de creación de este curso duró 5 meses y en el participaron 10 diseñadores.

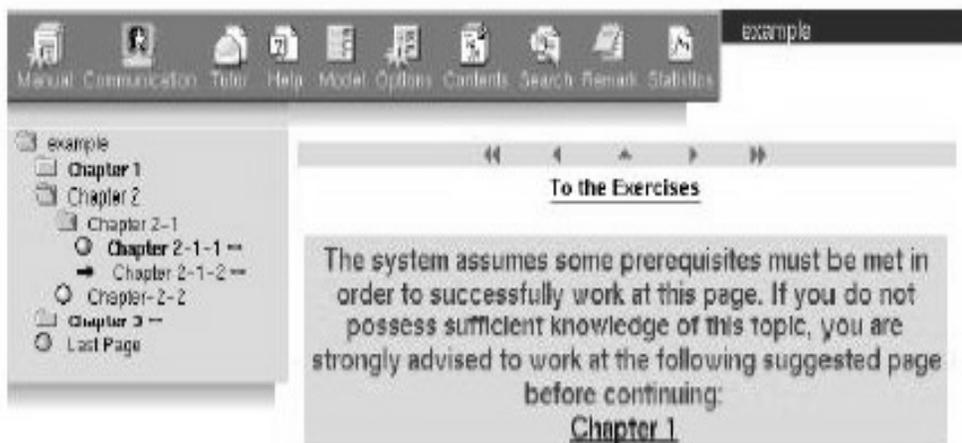
Ejemplo de curso realizado en Tangow

El primer curso desarrollado con TANGOW, cuyo objetivo fue principalmente el de servir de ejemplo del funcionamiento del sistema, está relacionado con la “educación vial”. Este curso, aunque sólo abarca una pequeña parte de este tema, es una prueba de las distintas posibilidades de adaptación consideradas y llevadas a cabo por TANGOW (Carro, R.M., Pulido, E. and Rodríguez, P. (2000):

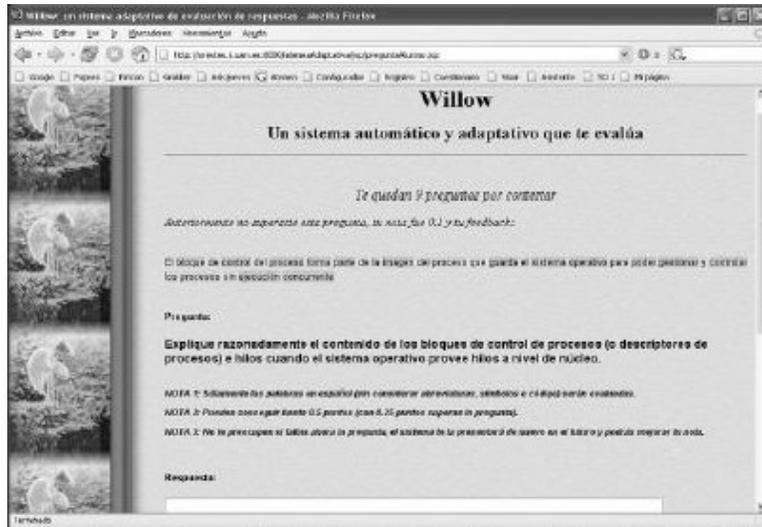


Sistema NetCoach

NetCoach (Univ. de Freiburg, Alemania), es un sistema de autor derivado de ELM-Art, que permite crear módulos de cursos sin conocimientos de programación y se adapta al conocimiento, objetivos y preferencias del usuario. Los cursos desarrollados con este sistema tienen las características de ser adaptativos, interactivos, adaptables y comunicacionales. Incluye herramientas de comunicación como correo electrónico, pizarra digital, intercambio de archivos, discusiones asincrónicas, Chat y videoconferencia.



Sistema Willow, es un sistema on-line, para que los alumnos puedan repasar antes de los exámenes, Evalúa automáticamente las respuestas en texto libre introducidas y proporciona a los estudiantes la nota obtenida, su respuesta corregida y las respuestas correctas introducidas por los profesores. A partir del análisis realizado a las preguntas genera el modelo conceptual de cada estudiante y el de toda la clase para dar más retroalimentación tanto a los docentes como a los estudiantes. Si los estudiantes suspenden la pregunta, no les muestra la respuesta directamente sino que genera un conjunto de preguntas para guiarles hacia la respuesta correcta.



Sistema SHABOO

SHABOO es un sistema para la enseñanza de los conceptos básicos de la Programación Orientada a Objetos. El sistema focaliza su función en las preferencias que poseen los diferentes estudiantes usuarios con sus propios estilos de aprendizaje ante cierto tipo de instrucción y por ciertos tipos de material multimedia. SHABOO usa la prueba de estilos de aprendizaje de Richard Felder para determinar el estilo de aprendizaje de un usuario. Con este resultado y el tipo de material educativo que prefieren los usuarios con un estilo de aprendizaje determinado, el sistema presenta el material educativo al usuario.

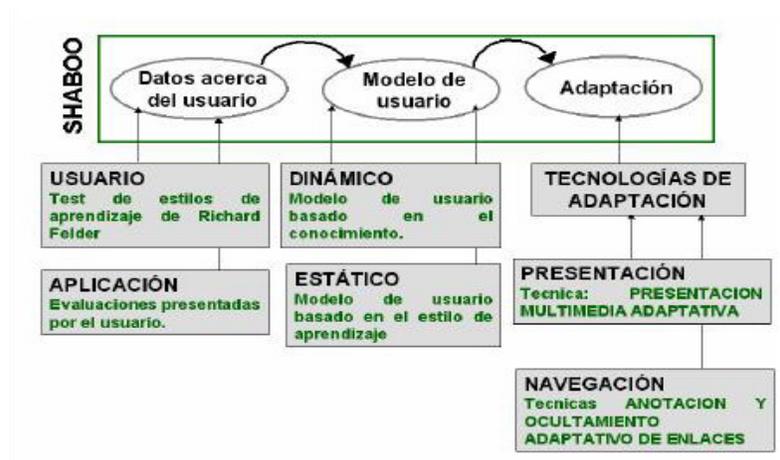


Figura No. 3. Componentes de SHABOO

La perspectiva de SHABOO como instrumento de apoyo al proceso de enseñanza aprendizaje de un estudiante se apoya en las técnicas de anotación y ocultamiento adaptativo de enlaces cuyo objetivo es reducir el “hiperespacio” de información disponible para que un aprendiz se ubique y logre contexto

rápida y fácilmente. Esta acción se logra con el motor de navegación del sistema, que presenta al usuario los enlaces a los contenidos que pretende y puede estudiar de acuerdo al nivel de conocimiento en que se encuentre.

Sistema SABIA

Un sistema multiagente inteligente aplicado a procesos educativos. Hace énfasis en el proceso de evaluación, apoyado en la construcción de agentes inteligentes como un elemento innovador en el desarrollo de nuevas tecnologías que apoyen los procesos de enseñanza-aprendizaje.

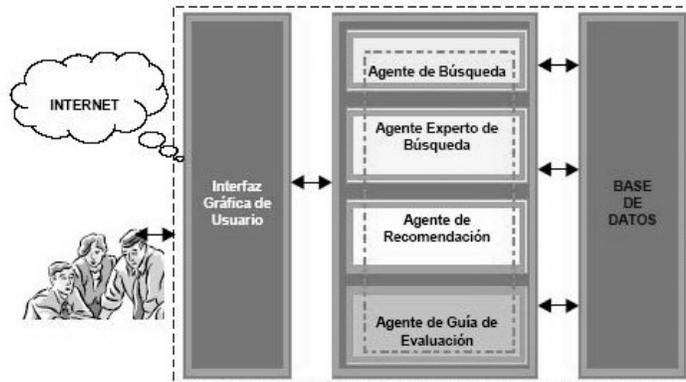


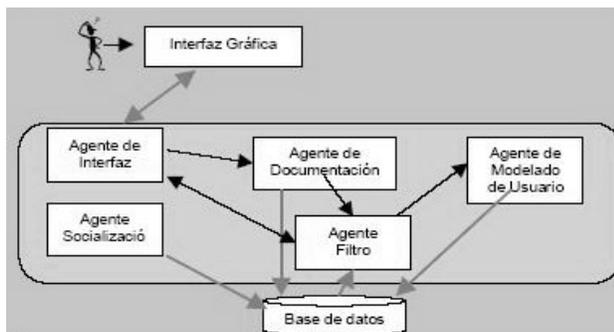
Figura 2. Arquitectura del sistema Multiagente de SABIA

Definición de agente de software

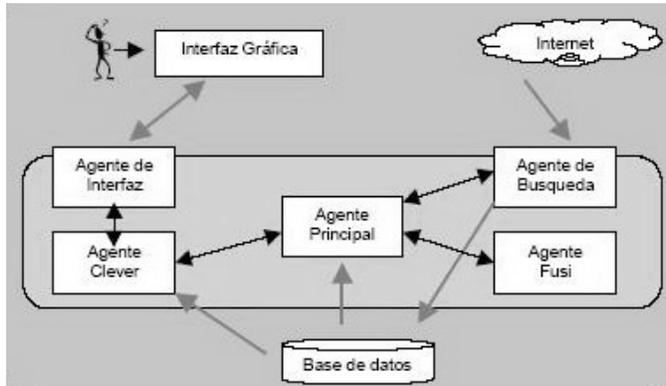
- **Agente:** un sistema o entidad física (actúan en el mundo real como seres humanos, insectos, robots, entre otros) o virtual (no tiene existencia física), situada en algún ambiente, que es capaz de actuar de manera autónoma y flexible y cuyo comportamiento esta orientado por un conjunto de tendencias que pueden estar dadas por la satisfacción de ciertos objetivos individuales (Errecalde, 2006). Un agente es una entidad de software que funciona continua y autónomamente en un medio particular a menudo habitado por otros agentes y procesos, sin requerir de guía constante o intervención humana
- **Agente de software:** un programa de computación que se ejecuta en un ambiente, y es capaz de realizar acciones dentro de éste, con la finalidad de alcanzar objetivos particulares para los cuales ha sido diseñado.

Ejemplos de Agentes: sistema SABIA

Agente de Búsqueda: para búsqueda de información y recursos, este agente tendrá la capacidad de colaborar en los procesos de búsqueda, pero no será autónomo.



Agente de Recomendación: agente con capacidad de razonamiento necesaria para hacer recomendaciones a los usuarios y demás agentes sobre cualquier circunstancia o cambio en los procesos de evaluación.



Hipermedia Adaptativa ¿dónde puede ser utilizada?

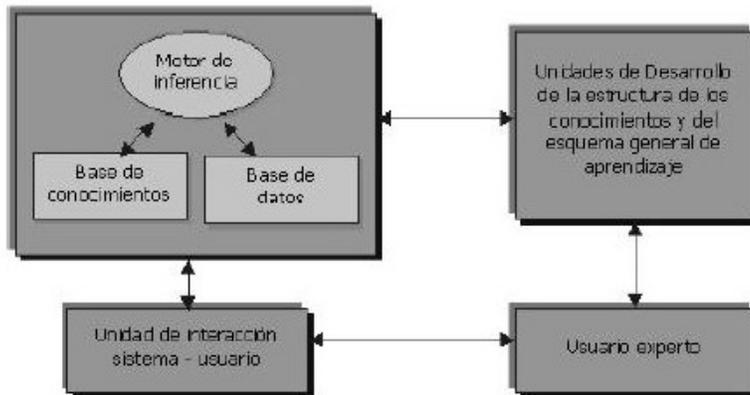
- Sistemas de hipermedia adaptativa educativos.
- Sistemas de ayuda on-line.
- Sistemas de información institucional.
- Sistemas de información on line (documentación, enciclopedias, sitios Web de compras, reservas de viajes, etc.)
- Sistemas hipermedia de recuperación de datos e informaciones
- Sistemas para gestionar vistas personalizadas.

Las plataformas de comercio electrónico (venta y distribución), la banca *on-line*, los buscadores y los portales generalistas, los sistemas de *e-learning*, etc. Hay quien afirma que, en muy pocos años, todos los sitios *Web* serán dinámicos y adaptativos, la edad dorada de los editores de HTML plano parece estar concluyendo.

Sistema Educativo inteligente y adaptativo basado en Web

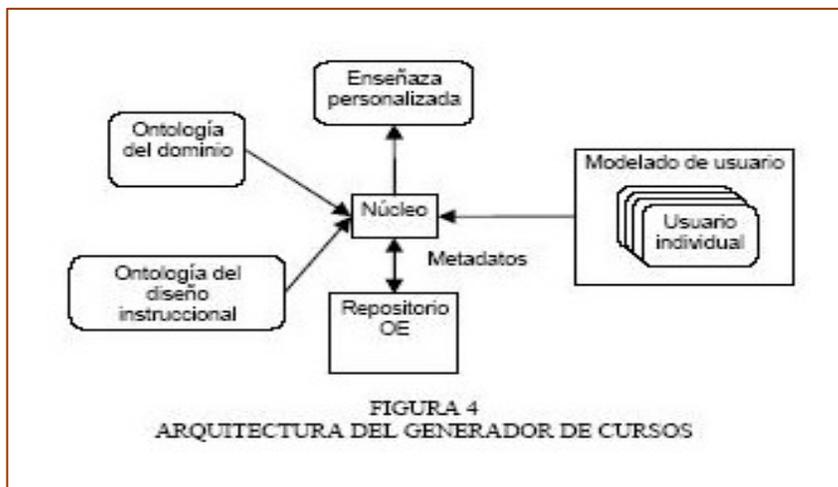


Arquitectura de un sistema tutorial inteligente



Los Tutores Inteligentes (TI) son programas de computadora que utilizan técnicas procedentes del campo de la Inteligencia Artificial para representar el conocimiento y llevar a cabo una interacción con el alumno. Su objetivo fundamental es proporcionar una instrucción más adaptada, tanto en el contenido como en la forma, con lo que superan algunos de los problemas más importantes del software educativo existente.

Arquitectura de un SHA educativo



El núcleo del sistema está al cargo de la creación de cursos personalizados, además está encargado de recuperar los Objetos de Aprendizaje Educativos (OE) del repositorio a través de sus metadatos usando heurísticas de recuperación basadas en Ontologías¹.

1. Ontología, etimológicamente proviene del griego “ontos”: ser y “logos”: tratado o estudio, es el estudio del ser y sus propiedades esenciales. Una ontología es una especificación formal explícita de una conceptualización compartida. (Gruber, T. 1993)

Un objetivo importante de las aplicaciones Web educativas es proporcionar los medios de unificar tanto como sea posible, los esfuerzos en crear componentes de información y conocimientos que sean fácilmente accesibles, compartibles, reusables y modificables por otros. Dentro de la esfera educacional, esto motive la realización de esfuerzos para lograr contenidos de aprendizaje ricos semánticamente, bien estructurados, estandarizados y verificados. Los estándares de Ontologías y Web semántica permiten obtener tal reusabilidad, intercambiabilidad e interoperatividad entre los recursos Web educativos. Las conceptualizaciones, ontologías y los estándares Web tales como XML, XTM, RDF(S), OWL, OWL-S, RuleML, LOM, SCORM e IMS-LD permiten la especificación de los componentes de manera estándar.

La Web semántica

El futuro es la Web semántica que facilitará la localización de recursos, la comunicación entre sistemas y programas, que ayudará a gestionar la información, hasta llegar a niveles en la actualidad se podrían considerar como de ciencia ficción.

La Web semántica no es una red independiente de la actual, sino una ampliación en la cual la información está dotada de significados bien definidos, con el fin de que la coordinación del trabajo entre el hombre y las computadoras sea más completa.

En un futuro no lejano, el desarrollo de la Web incluirá nuevos e importantes servicios, al lograr que las computadoras multipliquen su capacidad de procesar y comprender los datos que hoy tan sólo se muestran en pantalla. En su universalidad el hipertexto permite la interconexión entre objetos de cualquier tipo, por tanto la tecnología no debe discriminar entre información comercial y académica, ni entre culturas, idiomas, etc. No se genera el mismo tipo de información si se trata de una persona o una máquina, así tenemos por un lado un pequeño video y por otro las bases de datos.

Hasta ahora, la Web estaba concebida y orientada más a proporcionar documentos a las personas que para manipular datos y procesar información de forma automática, pero en su nueva concepción, la Web semántica debe ser una herramienta facilitadora de la comunicación. Además la Web no debe perder una de sus características esenciales que es ser descentralizada.

Los actuales buscadores de Internet, por ejemplo Google, se basan en un sistema en el que los usuarios introducen manualmente los enlaces y al hacer una búsqueda se aplica un algoritmo de emparejamiento de patrones, que tiene en cuenta el número de veces que se hace referencia a cada URL posible a ser resultado de la búsqueda.

Si bien hemos aprendido a trabajar y convivir con el actual sistema de búsqueda en la Web, la única información que recuperamos con él son conceptos descontextualizados, es decir, si en un buscador ponemos la palabra "hoja" recuperaremos una información sobre la hoja de una planta, sobre una hoja de papel, o una hoja de cálculo, o también sobre un restaurante, una revista o un programa de TV que se llamen "hoja", o una página Web para publicitar hojas para quirófanos, ó un blog llamado así, etc.

Por el contrario, la Web semántica nos permitirá hacer búsquedas más precisas, por ejemplo, encontrar el viaje más barato en avión entre La Habana y Madrid, teniendo en cuenta que se desea el asiento de la ventanilla y de no fumadores.

La noción de Web semántica describe una aproximación de diseño emergente para construir aplicaciones Web semántica, que emplean aproximaciones de software social. Los sistemas Web social semánticos están usualmente caracterizados por su énfasis en la

creación colaborativa, el uso y refinamiento continuo de las estructuras Web semánticas por grupos humanos. Los sistemas Web sociales semánticos típicamente elicitán el conocimiento del dominio a través de ontologías semiformales, taxonomías o folksonomías.

Las Ontologías, la Web semántica y las técnicas Web sociales semánticas ofrecen nuevas perspectivas sobre los sistemas educativos inteligentes por soportar representaciones más adecuadas y precisas de usuarios, sus objetivos de aprendizaje, el material de aprendizaje y contextos de su uso, así como también un acceso y navegación más eficientes a través de los recursos de aprendizaje..

Desventajas de los STI y los S.H.

Los sistemas tutores inteligente (STI) convierten a la tarea educacional en excesivamente restringida a las órdenes del tutorial y los sistemas hipermedia dejan al usuario muy libre, delegando la tarea de enseñar en el propio usuario del sistema. La solución para eliminar estas desventajas son los sistemas de hipermedia adaptativos.

Educación a Distancia y Web Adaptativas

EDUCACIÓN A DISTANCIA	WEBS ADAPTATIVAS
ENTORNO	<i>ENTORNO</i>
Espacio concreto	<i>Web site definido / unidad del modelo de dominio</i>
Generación de información	Interfaz y Navegación adaptativa
Hipernavegación	Hipernavegación
Adecuación de interfaz y contenidos	Método de presentación y modelo de dominio
MEDIOS	<i>MEDIOS</i>
Guía del aprendizaje	<i>Adaptación de la presentación (nodos)</i>
Estudio independiente	<i>Adaptación al modelo del usuario</i>
Interactividad	<i>Métodos y parámetros adaptativos</i>
<i>Flexibilidad</i>	<i>Métodos y parámetros adaptativos</i>

La enseñanza a distancia está compuesta de actividades para desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje, donde el profesor orienta al estudiante, que entra en contacto con la orientación cuando le es más pertinente. La forma de enseñanza fundamental es el trabajo independiente. La educación a distancia se puede realizar utilizando un modelo virtual, mediado por las TIC o utilizando otros medios como son: correo, Fax, teléfono, televisión, CDS, casetes de vídeo y audio.

Sistema Educativo Inteligente y Adaptativo

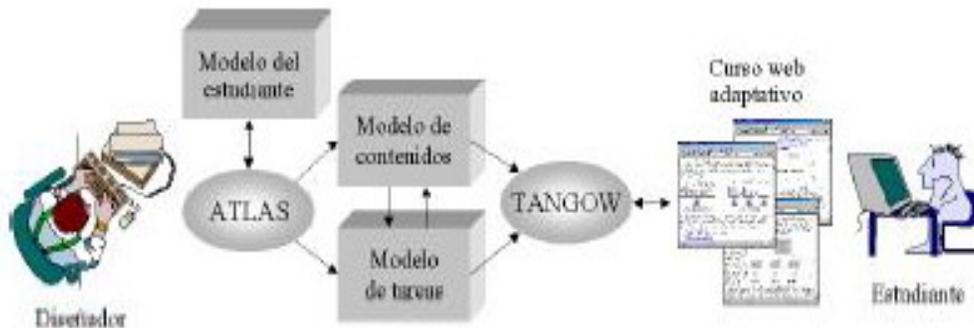
Como herramientas de apoyo al aprendizaje se encuentran los Sistemas Tutoriales Inteligentes (STI) y los Sistemas Hipermedia (SH) que han sido usados como forma auxiliar de la enseñanza, a veces sin la necesidad de la presencia de un tutor humano.

Sistema ATLAS (Authoring Tool for Adaptive Software design) de la UAM

- ATLAS es una herramienta para la construcción interactiva, en un entorno gráfico de edición, de cursos con capacidad de adaptación dinámica al alumno.
- Permite el diseño integrado, en un mismo entorno, de los distintos aspectos de los cursos y las relaciones entre ellos: estructura, contenido, presentación, y perfiles de estudiante.
- Para reducir la necesidad de abstracción por parte del autor, la herramienta ofrece la opción de trabajar en tiempo de diseño sobre una representación de los cursos próxima al resultado final, a partir de ejemplos concretos del perfil de usuario, proporcionados por el diseñador.

Arquitectura de ATLAS

ATLAS se puede considerar como una interfase de usuario para el autor de cursos en TANGOW. El entorno de desarrollo presenta al diseñador todos los elementos del curso (tareas, contenidos, perfil del estudiante) como objetos en pantalla que el diseñador puede crear, manipular y asociar unos con otros directamente con el ratón.



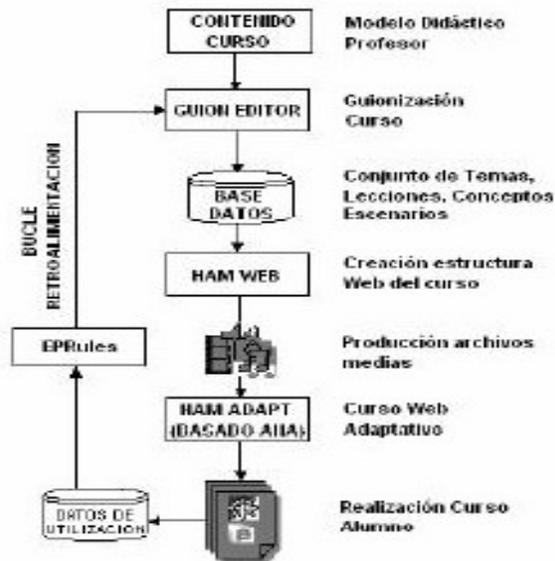
Sistema de Desarrollo Integrado para Cursos Hipermedia Adaptativos

Construcción de un curso adaptativo con INDESAHC (Integrated Development System for Adaptive Hypermedia Courses)

Su objetivo es automatizar las fases de desarrollo de guiones, programación, integración y evaluación de un curso hipermedia adaptativo en páginas Web. **INDESAHC** cuenta con un conjunto de herramientas autor que cubren cada una de las fases de desarrollo:

- **GUION EDITOR** para la realización de los guiones a partir de un modelo didáctico, **HAMWEB** para la automatización de las fases de programación e integración mediante un entorno de visual basado en plantillas,

- **HAMADAPT** para la conversión de un curso generado por **HAMWEB** en un sistema hipermedia adaptativo y por último,
- **EPRules** para el descubrimiento de información y evaluación del diseño de cursos hipermedia adaptativos.



Ventajas de INDESAHC

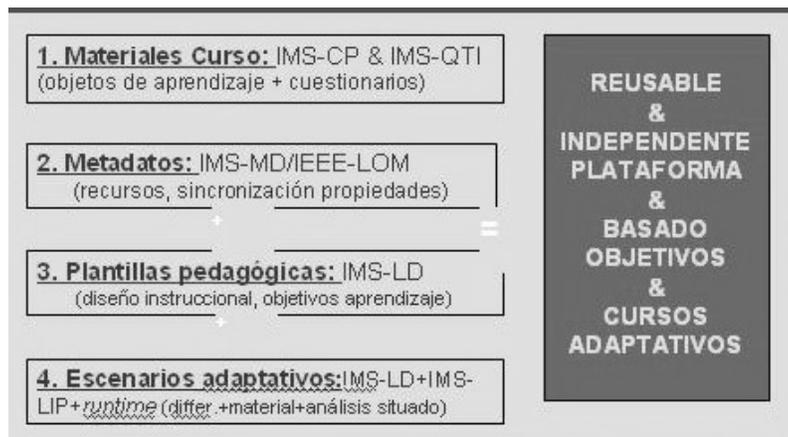
- Facilidad de manejo al partir de un modelo del dominio del curso flexible, basado en capítulos o unidades temáticas, lecciones y conceptos, lo cual se plasma en el diseño del interfaz gráfico de desarrollo de guiones que resulta intuitivo y no requiere que el diseñador de los contenidos del curso sea un experto en Informática.
- Se crean, además de los clásicos ejercicios tipo test, nuevos escenarios como: exposición, relaciona, imagen y video interactivo, entre otros, que aportan interactividad y dinamismo a la presentación final del curso.
- Su estructura adaptativa basada en Web favorece la inserción de los cursos en plataformas de e-Learning y educación a distancia, aumentando considerablemente su capacidad de difusión y poder utilizarlos en proyectos de alfabetización tecnológica a través de la red.

Ventajas y Desventajas de los SHA

Tabla 1 - Ventajas y Desventajas de los SHA

Ventajas	Desventajas
Los contenidos y alternativas de navegación que se presentan a los estudiantes son relevantes y comprensibles por cada uno de ellos.	El proceso de creación de contenidos requiere de tiempo y es, en cierta medida, complicado.
Un hipermedia adaptativo tiene el potencial de ofrecer a los estudiantes cierta libertad en el orden en que desean estudiar el material.	La libertad en el orden en que se estudia el material puede causar confusión al sujeto.
La información puede presentarse con nivel de dificultad, estilo de presentación y medio adecuado a cada usuario.	Es necesario crear versiones diferentes de fragmentos o páginas. Generalmente, el autor debe indicar al SHA cuál versión utilizar con cada usuario.
Se puede proveer a los usuarios de recorridos a través de información relevante y "lista" para consultarse (la información es relevante para el usuario y éste cuenta con los conocimientos necesarios para verla).	Si se omiten o definen erróneamente las relaciones de los prerrequisitos con el contenido, la guía o recorridos se realizarán a través de páginas que no son relevantes, o que el usuario no puede aún comprender.
Un hiperdocumento se adapta a un modelo de usuario, el cual es capaz de evolucionar (gracias a la interacción del usuario con el sistema, el modelo "aprende" del usuario) y comportarse de acuerdo a lo aprendido por el usuario.	Cada vez que un usuario visita una página la información que contiene puede aparecer de manera diferente. Fragmentos de información y enlaces pueden estar presentes o haber sido omitidos, lo que puede causar confusión.

Metodología de construcción de cursos adaptativos



1. Sobre el proceso de creación del curso adaptativo

- Facilidad de uso de la herramienta.
- Facilidad para comprender el formalismo de representación.
- Facilidad para definir la estructura de un curso.
- “Amigabilidad” de la herramienta.
- Utilidad de la facilidad que permite comprobar la consistencia del curso.

- Utilidad de la posibilidad de colaborar con otros diseñadores.
- 2. Sobre el mantenimiento del curso**
 - Facilidad para modificar los contenidos
 - Facilidad para modificar la estructura
 - Utilidad de la generación dinámica de enlaces
- 3. Sobre los cursos**
 - Utilidad de crear distintas versiones de un mismo curso según el perfil del estudiante.
 - Utilidad de poder incluir dependencias entre tareas

Fases del diseño y funciones de los SHA

Inicio	Elaboración	Implementación	Transición
Realizar Estudio de factibilidad	Especificar la estructura y forma del curso (DI) (3).	Desarrollar el Sistema Hipermedia Adaptativo (1).	Presentar la versión Beta del Software (1).
Capturar o Recolectar los Requerimientos tanto del Sistema como del Usuario (1,3).	Analizar y Diseñar el Sistema (1).	Definir la Estructura del Agente (2).	Verificar la correctitud del DI (3)
Realizar el análisis y manejo de Riesgos (1).	Definir el Componente Agente (2)	Implementar el Código Fuente del Agente (2).	Realizar evaluación total del Producto (1).
Validar los Requerimientos (1)	Configurar el Despliegue (2)	Realizar Pruebas de Agentes (2).	
	Verificar el Diseño (1).		
	Validar la estructura y forma del Curso (Métodos Instruccionales) (3).		

N°	Función	Categoría
1	Mostrar la lección de acuerdo al canal de aprendizaje del alumno.	Evidente
2	Mostrar la lección correspondiente al nivel de conocimiento del alumno.	Evidente
3	Determinar el nivel de rendimiento y captación del contenido por parte del estudiante.	Oculto
4	Considerar las preferencias del usuario, si éste desea consultar en el orden Teoría, Práctica; o Práctica, Teoría.	Oculto
5	Establecer las frecuencias de las evaluaciones.	Evidente
6	Enviar mensaje error si existen problemas de conexión con la base de datos, a través de la aplicación.	Evidente
7	Permitir al estudiante acceder a las diferentes modalidades que provee la herramienta, en relación al sistema de representación de información (canal de aprendizaje visual, kinestésico y auditivo).	Evidente
8	Permitir que el alumno pueda acceder a lecciones ya aprobadas en modo <consulta>.	Evidente
9	Permitir al alumno acceder a la lección inmediatamente posterior a la lección actual, solo para consulta.	Evidente
10	Restringir la evaluación de las lecciones que presentan alguna prelación	Evidente
11	Facilitar al estudiante la consulta de su historial para ver el avance obtenido en el curso.	Evidente

Preguntas de Investigación

1. ¿Cómo será la valoración de los estudiantes al utilizar el SHA?
2. ¿Cómo será la valoración de los estudiantes respecto a los contenidos aportados por el Sistema?
3. ¿Cómo será la valoración de los estudiantes respecto a las evaluaciones sobre los contenidos que le realizará el Sistema?
4. ¿Cómo será la valoración de los estudiantes respecto a su perfil, generado por el Sistema?
5. ¿Considerarán los estudiantes que el uso del SHA tiene un efecto positivo sobre su proceso de aprendizaje?
6. ¿Cómo influirá el modelo sobre el proceso de aprendizaje de cada individuo?

Conclusiones

1. La hipermedia adaptativa es justamente una tentativa de aumentar la eficacia educativa de los sistemas tutoriales inteligentes y los sistemas hipermedia.
2. Permite un término medio entre la enseñanza fuertemente guiada de los STI y la libre búsqueda en los SH, así se tendrá la acción de un tutor enviando al alumno material a ser estudiado, de forma pedagógica, conforme al dominio y al modelo del estudiante, y da también la posibilidad de que éste recorra el material según su voluntad.
3. Los sistemas de aprendizaje personalizados se han propuesto como una de las soluciones para crear sistemas educativos de alta calidad, dado que son capaces de adaptarse automáticamente a los atributos cambiantes de la experiencia educativa.
4. Los SHA aún son una tecnología nueva y los principales sistemas se encuentran en el área de educación a distancia.
5. Actualmente se continúa trabajando en la mejora de los mecanismos de adaptación, incluyendo en el sistema la posibilidad de sugerir o realizar cambios en la estrategia de aprendizaje activa de forma dinámica, en función de los resultados obtenidos por el estudiante.
6. Tan importante como la creación de un curso adaptativo para los estudiantes, resulta el proceso de mantenimiento del mismo que debe desarrollarse de forma continua.
7. Añadir adaptatividad no siempre hace mejorar un sistema.

Trabajos futuros

El análisis de la bibliografía recopilada en el área de los sistemas hipermedia adaptativos permite la proyección del trabajo futuro hacia los siguientes temas de investigación:

- La creación de nuevos sistemas hipermedia adaptativos, que hagan uso de técnicas de adaptación de la presentación y la navegación diferentes a las implementadas en los sistemas actuales, que brinden un punto de comparación para medir el uso y la eficiencia de estas técnicas en los procesos de enseñanza aprendizaje.
- La creación de sistemas de evaluación adaptativos que mejoren los actuales, y permitan la generación de variados tipos de preguntas que evalúen al estudiante de una manera más eficiente de acuerdo a la teoría sobre evaluación de los objetivos educativos.
- La creación de sistemas que permitan diferentes maneras de modelar el dominio de conocimiento, a través de redes semánticas y mapas conceptuales, entre otras técnicas.
- La creación de motores de búsqueda adaptativos que le permitan al usuario explorar de una manera eficiente el universo de información a su disposición, encontrando la información precisa de acuerdo a sus necesidades particulares.
- La creación de nuevos ambientes virtuales de aprendizaje, que uniendo diferentes componentes, inmersos dentro de la arquitectura de los SHA y basados en agentes inteligentes, brinden tanto al docente como al estudiante una herramienta de apoyo a los procesos de enseñanza aprendizaje en cualquier área.

Bibliografía

1. BERLANGA FLORES, A.: “Diseños instructivos adaptativos: formación personalizada y reutilizable en entornos educativos”. Ediciones Universidad de Salamanca. España. Colección Vítor. N° 185. ISBN 84-7800-448-3. Julio, 2006.
2. BRUSILOVSKY, P. (1994) *Adaptive Hypermedia: An Attempt to Analyze and Generalize*. In *Workshop on Adaptive hypertext and hypermedia at UM'94*, Hyannis. Cape Cod: MA, USA.
3. BRUSILOVSKY, P., SCHWARZ, E. & WEBER, G.: ELM-ART (1996). An intelligent tutoring system on World Wide Web. In Frasson, C., Gauthier, G., & Lesgold, A. Berlin. *Springer Verlag*, 261-269. *Intelligent Tutoring Systems* (Lecture Notes in Computer Science, Vol. 1086). British Journal of Educational Technology (2003) *Individual differences in web-based instruction-an overview*. British Journal of Educational Technology. Vol.134M42003, 385-392.
4. CARRO, R. M., Pulido, E. y Rodríguez, P. (2000): *Utilización del sistema TANGOW en aplicaciones de enseñanza adaptativa a distancia*. In: *Métodos y Tecnologías en la Educación a Distancia*, Eds: Mira, J. (Palencia: UNED), 139-143.
5. De BRA P., CRISTEA, A., Smits, D.: Towards a generic adaptive hypermedia platform: a conversion case study. *Journal of Digital Information (JoDI)*, Special Issue on Personalisation of Computing & Services, Vol. 8, No 3. 2007
6. De BRA, P., L. CALVI. “AHA: A Generic Adaptive Hypermedia System”, *Proceedings del Second Workshop on Adaptive Hypertext and Hypermedia*, Ninth ACM Conference on Hypertext and Hypermedia, Pág.. 5-11, 1998.
7. FABREGAT, R., De La Rosa, J., Peña, C. y Marzo, J.: *Un sistema de tutoría inteligente adaptativo considerando los estilos de aprendizaje*. Universidad de Girona, España, 2002.
8. KARAGIANNIDIS, C., Sampson, D. “Adaptation Rules Relating Learning Styles Research and Learning Objects Meta-data” in *proceedings of Workshop on Individual Differences*, AH 2004. The Netherlands, August 23-26, 2004.
9. PÉREZ MARÍN, D., E. Alfonso, P. Rodríguez e I. Pascual-Nieto. *Willow: Automatic and adaptive assessment of students free-text answers*. In *Proceedings of the 22nd International Conference of the Spanish Society for the Natural Language Processing (SEPLN)*, 2006b.
10. PUELLO J. J., Cabarcas, A., Baldiris, S., Ruiz, E., Cuenta, J. L. y Corpas, M.: *SABIA: Una Propuesta de Sistemas Inteligentes Aplicados a Procesos Educativos* Fundación Instituto Tecnológico Comfenalco. Colombia. 2005.
11. ROMERO MORALES C.; Ventura Soto S.; De Castro Carlos: *Construcción de cursos hipermedia adaptativos basados en Web utilizando AHA*. Departamento de Informática y Análisis Numérico, Universidad de Córdoba, *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia* Vol. 5 • N.º 2 Diciembre, 2002 España.

Revistas relacionadas con los SHA

1. [ETAI - Electronic Transactions on Artificial Intelligence](#)
2. [Intelligent Tutoring Media](#)
3. [International Journal of Human-Computer Studies](#)
4. [Journal of Artificial Intelligence in Education \(JAIED\)](#)
5. [Journal of Educational Multimedia and Hypermedia \(JEMH\)](#)
6. [The International Journal of Artificial Intelligence in Education \(JAIED\)](#)
7. [The Journal of the Learning Sciences](#)
8. [The New Review of Hypermedia and Multimedia](#)
9. [User Modeling and User-Adapted Interaction \(UMUAI\)](#)

Referencias en la Web

<http://aied.inf.ed.ac.uk/>
<http://asi.insa-rouen.fr/~delestre/papiers/AIED99.pdf>
http://eia.udg.es/~atm/bcds/pdf/carlos_arteaga_jenui02_cameraready.pdf
<http://giig.ugr.es/~taller/2003/Adriana%20Berlanga.pdf>
<http://journals.tdl.org/jodi/article/view/231/184>
<http://lsi.ugr.es/~gedes/grupo/PubN/02%20Med%20DolmenII.pdf>
<http://tejo.usal.es/inftec/2004/DPTOIA-IT-2004-001.pdf>
<http://tornado.dia.fi.upm.es/caepia/numeros/12/Perez.pdf>
<http://tornado.dia.fi.upm.es/caepia/numeros/12/Urretavizcaya.pdf>
<http://www.cgg.cvut.cz/publications/download/2003/TEL2003-stengl.pdf>
<http://www.ia.uned.es/~elena/egvtesis.pdf>
<http://www.ia.uned.es/~elena/papers/mmonteromicte03web.pdf>
<http://www.ii.uam.es/~castells/publications/interaccion01.pdf>
<http://www.ii.uam.es/~mfreire/papers/vigo2003.pdf>
<http://www.ii.uam.es/~rcarro/pubs/CarroSCI2.pdf>
<http://www.users.bigp>
<http://wwwis.win.tue.nl/~debra/AHA.zip>
<http://wwwis.win.tue.nl/~houben/respub/acmcs99.pdf>