

Título: Sistemas Hipermedia Adaptativos: una aproximación al tema.

Autores: MSc. Luisa L. Pacios Fernández

Profesor Auxiliar, DPTO. INFORMÁTICA, FCM “Julio Trigo López”

E-mail: lpacios@infomed.sld.cu

MSc. René Arenas Gutiérrez

Profesor Auxiliar, DPTO. INFORMÁTICA, FCM “Julio Trigo López”

E-mail: renea@infomed.sld.cu

MSc. Guillermo Pérez Llanes

Profesor Auxiliar, DPTO. INFORMÁTICA, FCM “Julio Trigo López”

E-mail: guillermo.perez@infomed.sld.cu

RESUMEN

Las herramientas específicas con vistas a la creación de aplicaciones computacionales para la educación, posibilitan el aumento de la productividad en la realización de las aplicaciones y la calidad del resultado obtenido.

Bastante difundidos 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.

Numerosos autores plantean que ambos tipos de sistemas presentan desventajas. Los primeros convierten a la tarea educacional en excesivamente restringida a las órdenes del tutorial y los segundos dejan al usuario muy libre, delegando la tarea de enseñar en el propio usuario del sistema.

Una propuesta de solución a este problema consiste en que el Sistema Hipermedia tenga información del grado de conocimiento del usuario sobre el asunto que está siendo enseñado, para que lo pueda guiar a través de la adaptación del material presentado. Tenemos entonces un nuevo modelo de sistema hipermedia, llamado "Sistema Hipermedia Adaptativo" (SHA). Una forma en que tal adaptatividad puede ser obtenida es a través de su integración con un Sistema Tutorial Inteligente.

En este trabajo se lleva a cabo un acercamiento a este tema, mediante el estudio de diferentes sistemas propuestos.

INTRODUCCIÓN

Bastante difundidos 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.

Entiéndase por STI a sistemas capaces de enseñar a un usuario un determinado asunto, a través de la evaluación más frecuente del alumno. Según Burns y Capps en (1), estos sistemas surgieron de la aplicación de la Inteligencia Artificial en la Educación y vinieron a sustituir a la tradicional instrucción asistida por computadora. Los STI deben presentar tres características que denotan inteligencia. El sistema debe:

- ser capaz de hacer inferencias sobre el dominio y resolver problemas que estén en su esfera de actuación.
- capaz de ayudar al alumno
- favorecer estrategias pedagógicas que minimicen la diferencia entre el aprendiz y el especialista.

Por Sistemas Hipermedia entendemos, sistemas capaces de almacenar un documento y permitir la lectura de este en forma no convencional o no lineal¹. (2)

Según considera este mismo autor ambos tipos de sistemas presentan desventajas. Los primeros convierten a la tarea educacional en excesivamente restringida a las órdenes del tutorial y los segundos dejan al usuario muy libre, delegando la tarea de enseñar en el propio usuario del sistema.

Los Sistemas Hipermedia no pueden ser considerados como educacionales en el sentido propio de la palabra, pues aunque transmiten información no poseen métodos para determinar el grado de instrucción alcanzado, y tampoco permiten la individualización de la instrucción (3). Otro problema que surge también, tan grave como los otros dos, es la posibilidad de que un usuario inexperto(o no tanto), se pierda en el hiperespacio, o se desvíe de su área de interés.

Otros autores como (4) plantean que el uso de los sistemas hipermedia presenta varias ventajas:

¹ El término hipermedia (hypermedia) no es muy usado en nuestro entorno, prefiriéndose usar el término Multimedia, aunque hypermedia es un término más general, ya que se refiere a la posibilidad de aplicar la filosofía del hipertexto a los medios, no sólo a usarlos de forma combinada.

- ❖ La libertad de navegación para el alumno, 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 hypermedia (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.

Pero no dejan de ver las desventajas, planteando las siguientes:

- ❖ El riesgo de que el alumno se pierda en la red de informaciones, con lo cual coinciden con (2), pero agregando que, si el dominio es demasiado extenso o detallado, la libertad de navegación puede hacer que el alumno no alcance las materias que le interesan, o que deje de estudiar otras debido a que no sabe siquiera que existan en el hiperespacio, o que desespere por no saber en que momento ha aprendido ya todo lo que necesita.

- ❖ Desde el punto de vista pedagógico, no hay posibilidad de evaluar la instrucción recibida por el alumno, ni de adaptar la información al nivel de conocimientos del mismo, lo que disminuye el potencial didáctico del uso de los hipermedias. En este punto coinciden con (3), agregando que la información que contienen los hipermedia tradicionales es estática, esto es, no depende de las características del usuario, ni del conocimiento adquirido. Esto puede suponer, bien un acceso tedioso a lo largo de conceptos simples para un experto, o bien todo lo contrario: un cambio de tema con sólo las partes clave puede dejar descontento a un usuario novato.

En (5) se resume esta consideración planteando que estos sistemas presentan una "escasísima adaptación al usuario".

Actualmente la producción de material hipermedia educativo por parte de profesores y pedagogos es muy costosa, sobre todo en tiempo. Mientras los sistemas hipermedia no proporcionen un apoyo más cercano al mundo educativo, los expertos no podrán producir aplicaciones de una manera continua y cómoda.

La segunda de esas desventajas es a su vez una de las fortalezas de los Sistemas Tutoriales Inteligentes, los cuales proporcionan a los estudiantes una instrucción individualizada basada en parte en el análisis de los procesos seguidos por el usuario y técnicas de Inteligencia artificial (IA) que brindan asistencia sobre cómo el usuario ha progresado (6).

En (2) se concluye que los STI son educacionalmente más capaces que los sistemas hipermedia, ya que, mientras estos últimos dejan al usuario muy libre, los primeros le dan un

mínimo de libertad al aprendiz para buscar lo que le interesa, aunque a su vez, lo restringen en exceso.

INTEGRANDO AMBAS TÉCNICAS: Sistemas Hipermedia Adaptativos.

Este mismo autor propone como solución la inclusión de los sistemas hipermedia en los sistemas tutoriales inteligentes, obteniéndose así un nuevo módulo dentro de los tutoriales inteligentes que denomina "Módulo de Hipermedia Adaptativo".

El término Sistema Hipermedia Adaptativo (Adaptative Hypermedia), también referido en Inglés como Hypermedia Based ITS, es referido ampliamente en la literatura.

En (7) se plantea que todo sistema hipermedia es de cierta forma adaptativo, pues posibilita a los usuarios escoger el curso a seguir dentro de la aplicación, más esta forma de adaptatividad, como ya hemos referido anteriormente, trae dificultades en el aprendizaje del alumno.

La solución a este problema según este autor consiste en que el Sistema Hipermedia tenga información del grado de conocimiento del usuario sobre el asunto que está siendo enseñado, para que lo pueda guiar a través de la adaptación del material presentado. Tenemos entonces un nuevo modelo de sistema hipermedia, llamado "Sistema Hipermedia Adaptativo" (SHA). Tal adaptatividad es obtenida a través de su integración con un Sistema Tutorial Inteligente (8).

Nótese que el autor no habla de inclusión de un tipo de sistema como un módulo dentro de otro, sino que habla de integración.

Dos formas de adaptatividad de los SHA son propuestas en (7) y (9). Son ellas:

- ❖ Adaptatividad de la presentación: Tratar el contenido a ser presentado al usuario dependiendo de sus objetivos y del background 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.
- ❖ Adaptatividad de la navegación: Esta segunda forma de adaptatividad tiene como objetivo el guiar al usuario, limitando su espacio de búsqueda y evitando que se pierda. Como ejemplo de adaptatividad en la navegación se puede citar a ELM-ART en (10) y (11).

Podemos afirmar entonces que la hipermedia adaptativa es justamente una tentativa de aumentar la eficacia educativa de los sistemas tutoriales inteligentes y los sistemas hipermedia, pues permite un término medio entre la enseñanza fuertemente guiada de los STI y la libre búsqueda en los SH. O sea, tendremos la acción de un tutor enviando al alumno material a ser estudiado, de forma pedagógica, conforme al dominio y al modelo del estudiante, y habrá también la posibilidad del alumno de recorrer el material según su voluntad.

Esta integración puede ser implementada de diferentes formas y desde diferentes puntos de vista, siempre que se cumpla con las premisas anteriores.

La literatura reporta un conjunto de sistemas basados en técnicas que integran STI y SH entre los que encontramos:

ELM-ART (10), (11) y (12): ELM-Adaptative 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.

ISIS-TUTOR (13): 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.

Existen tres tipos de operaciones de enseñanza: presentación de conceptos, problemas para resolver y ejemplos para analizar. Las operaciones de enseñar son almacenadas en una Base de Conocimientos (BC), cada operación es representada como una página. Por ejemplo: si es presentado un problema para ser resuelto, además del mismo serán presentados enlaces a las páginas que contienen informaciones que puedan auxiliar en su resolución.

El próximo paso después de la visualización de una operación de enseñanza es decidido por el tutor que usa para ello el modelo del estudiante, para escoger la mejor operación de enseñanza. El módulo del estudiante es inicializado a vacío y va siendo actualizado durante

el desarrollo de la sesión. La principal función del módulo hipermedia, además de servir como interfaz, es servir de soporte para el acceso a la información dirigido por el estudiante.

ANATOM-TUTOR (14): Sistema tutor de anatomía cerebral en el ámbito universitario. Posee un módulo de dominio, que guarda informaciones que pueden ser accedidas directamente por el usuario, un módulo hipertexto, que guarda informaciones detalladas, conocimiento de cómo esta información es utilizada y otras informaciones que no pueden ser representadas en el dominio.

Como la información en su mayoría está en forma de reglas, el módulo didáctico es capaz de presentar y adaptar la información al usuario, según la información almacenada en el modelo del estudiante. El sistema posee tres modos de operación:

- ❖ Modo de búsqueda: permite al usuario buscar informaciones en la BC a través del mouse. En ese modo de operación no es utilizado el modelo del estudiante.
- ❖ Modo Cuestionario: Hace intenso uso del modelo del estudiante para dar respuestas adaptadas, destinadas a corregir los conceptos erróneos que tengan los usuarios.
- ❖ Hipermodo: Usa el módulo del estudiante y el módulo hipertexto para mostrar el material almacenado, adaptado según el nivel de conocimiento del usuario.

☐Hypertutor (4) y (3): Proponen básicamente un sistema formado por dos componentes, uno llamado Componente Hipermedia y otro Componente Tutor.

El primero es dividido en módulo de interfaz, responsable de presentar información al usuario y capturar las reacciones del mismo, y el hiperespacio, almacenado en una Base de Datos, llamada hiperbase, que contiene la información que se le va a presentar al alumno.

Básicamente está formado por nodos (así denominan a la unidad de información a presentar al alumno) y enlaces que relacionan diferentes nodos, estableciendo un camino entre ellos. Se distinguen varios tipos de nodos: nodos de presentación de contenidos y de ejercicios.

El módulo de Control de la Navegación es el encargado de comunicar al Componente Hipermedia con el Componente Tutor, adaptando la accesibilidad del hiperespacio a las decisiones tomadas por el Tutor, y a su vez, informando al Tutor de las actividades que el alumno realiza durante la navegación.

El Componente Tutor mantiene toda la actividad inteligente del sistema; la actividad de este módulo se divide en tres tareas, una de las cuales es la evaluación de los ejercicios, de esta manera se realiza de esta manera un seguimiento de la interacción del alumno, controlando los conocimientos que éste adquiere a partir de su evaluación, sin embargo dicha evaluación se ciñe a comparar las respuestas del alumno con las respuestas correctas almacenadas en el Dominio Pedagógico, dado que los ejercicios que se plantean son combinaciones de preguntas de tipo test de selección múltiple, y esto limita la capacidad de evaluación del alumno por el sistema. Basado en esta información decide cuál será la accesibilidad del alumno al hipermedia, estableciendo qué conocimientos estarán disponibles y cuáles no. Sigue la arquitectura clásica de un STI y se encuentra dividido en tres módulos principales: Dominio Pedagógico, Módulo Didáctico y Modelo del Alumno.

¿QUÉ ENCONTRAMOS EN NUESTRO PAÍS?

Sistema Optima

En el evento Informática 98 se presentó el Sistema Optima (15), que presenta algunas características comunes con los sistemas presentados anteriormente.

Con esta herramienta se construyeron los sistemas inteligentes y multimedios OPTIMA-GEOMETRÍA (16) entre otros.

Este sistema parte del desarrollo de un Sistema Tutorial Inteligente Multimedia para la Enseñanza de la Investigación de Operaciones que posteriormente se ha usado para generalizar este método de solución a disciplinas de diferente tipo, tales como : Física, Química, Biología, y Matemática.

En su estructura interna Optima está formado por un conjunto de módulos que interactúan entre sí. El diseño del sistema tutorial inteligente multimedia OPTIMA se basó en los criterios siguientes: introducción de métodos de inteligencia artificial para guiar el proceso de enseñanza-aprendizaje haciéndolo más racional e interesante, desarrollo de una concepción en la resolución de problemas que permita el tránsito de lo simple a lo complejo, aplicación de métodos multimedios en la presentación de las situaciones problemáticas y diseño de una interfaz gráfica amigable.

El Sistema propuesto posee una estructura formada por un conjunto de módulos relacionados entre sí. Estos son:

- ❖ Tutor: El módulo del tutor se caracteriza por controlar el sistema. Es el encargado de determinar qué hacer, utilizando conocimientos, tanto pedagógicos como del dominio de la aplicación. El tutor contiene las estrategias y procesos que gobiernan la comunicación entre el sistema y el estudiante. Por ejemplo, la estrategia de selección de los problemas, el proceso de solución, etc.
- ❖ Experto: El módulo experto contiene el conocimiento acerca del área de estudio. Manipulando este conocimiento el sistema debe ser capaz de responder las preguntas del estudiante y proporcionarle una guía. La base del conocimiento fue construida de acuerdo con los criterios de diferentes profesores de Investigación de Operaciones . Este cuerpo del conocimiento se representa como reglas de producción. Cuenta con una máquina de inferencias basada en un algoritmo de encadenamiento hacia adelante (forward chaining). Esta máquina de inferencias responde a las características del proceso de identificación de problemas de optimización.
- ❖ Estudiante: Para conocer y controlar la actuación del estudiante durante el entrenamiento, el sistema almacena un grupo de datos que son analizados por el módulo tutor para decidir la estrategia a seguir. El tutor crea para cada estudiante un fichero a partir de los datos que lo identifican. Durante la ejercitación registra y almacena los resultados de la interacción del estudiante con OPTIMA. Basado en esta información, el sistema determina el aprendizaje del estudiante en función de las habilidades adquiridas durante las sesiones de trabajo.

- ❖ Base de Problemas Hipermedios: Almacena los enunciados de los problemas como enunciados hipermedios.
- ❖ Solucionador: El Solucionador de problemas es el módulo encargado de obtener la solución cuantitativa y gráfica de los problemas y el análisis paramétrico de algunos tipos de problemas dentro de la temática de Modelación Matemática.

A partir de la experiencia obtenida en la aplicación de la primera versión de Óptima en el campo de la Modelación Matemática surgió la posibilidad de desarrollar sistemas tutoriales inteligentes multimedios para la enseñanza de la Física. Según el autor, el análisis realizado por un grupo de expertos y profesores de Física del ISPJAE permitió establecer que las concepciones de trabajo e ideas plasmadas en Óptima seguían siendo válidas para la enseñanza de esta asignatura. De esta forma se adaptaron las herramientas creadas a las nuevas condiciones, se elaboró un Solucionador de Problemas específico para la Física y posteriormente se desarrolló otro sistema para la enseñanza de la Química Básica.

Las adaptaciones que sufrió OPTIMA permitieron convertirlo en la herramienta usada para la construcción del sistema OPTIMA-GEOMETRIA, para ello el Sistema Tutorial Inteligente OPTIMA se transformó en un conjunto de aplicaciones informáticas destinadas a facilitar a los profesores de Ciencias e Ingeniería las herramientas necesarias para la construcción de software para la enseñanza. El campo de aplicación del software elaborado con Óptima incluye aquellos dominios donde es preciso transmitir conocimientos y entrenar a los estudiantes en las tareas de clasificación y selección de problemas (17).

El conjunto de aplicaciones para el fin que mencionamos anteriormente son los siguientes:

- ❖ Clasificador de Problemas: Permite clasificar la complejidad de los problemas contenidos en la base a partir de la evaluación de parámetros definidos por el autor de la base.
- ❖ Generador de la Base de Conocimientos: Herramienta para la confección de las bases de conocimientos a ser utilizadas por Óptima.
- ❖ Generador de Hipermedia: Aplicación utilizada para la creación de las páginas hipermedia para los enunciados de los problemas, las explicaciones y las advertencias generadas por el tutor.
- ❖ Editor de la Base de Problemas: Crea la configuración necesaria para la ejecución de Óptima.
- ❖ Editor del Modelo del Estudiante: Permite al profesor obtener un reporte de la interacción del estudiante con Óptima durante las diferentes sesiones de ejercitación.
- ❖ Solucionador de Problemas: El solucionador de problemas es una herramienta para hallar la solución material al problema ya identificado. Este módulo es programado por el profesor y se ajusta a los objetivos instruccionales del dominio que se intenta enseñar. La concepción modular de ÓPTIMA permite que esta aplicación sea creada utilizando cualquier herramienta de programación.

Sistema de Autor UHAuthor

En el evento Informática 98 se presentó el Sistema UHAuthor (17). Este sistema hace uso de los beneficios que nos brinda la flexibilidad y utilización de distintos medios audiovisuales que motivan al alumno y proporcionan distintas formas de presentar la información que provee la parte Hypermedia, a su vez esta última se beneficia de la adaptación al alumno que realiza la parte Inteligente.

Esta propuesta permite superar los principales problemas de cada una de las partes del sistema, por ejemplo, no se controla excesivamente la instrucción del estudiante ya que la libertad de navegación que proporciona la parte hypermedia lo resuelve y también se solucionan otras dificultades que se presentan, como la pérdida del alumno en el hiperespacio, gracias a la actuación de la parte inteligente, que adapta la navegación a las características concretas del alumno.

El sistema que se propone brinda entonces las siguientes posibilidades:

- ❖ Un conjunto de herramientas para el desarrollo visual de la aplicación que incluya facilidades para el planteamiento de ejercicios de diferentes tipos.
- ❖ Un lenguaje de programación basado en reglas de producción que permita la representación y manipulación del conocimiento almacenado en una base.
- ❖ Una Base de Datos que recoge acciones que el estudiante realiza (visitar un tópico, resolver un ejercicio de una manera correcta o no, etc.)

- ❖ Una concepción nueva de *enlaces*, llamados "*enlaces condicionales*", entre diferentes tópicos de la información a presentar, la cual permite condicionar el acceso del alumno a la materia de estudio, al estado de su conocimiento. Este estado será almacenado en la base de datos que conforma el registro del estudiante, y podrá ser utilizado para conformar la condición del enlace.
- ❖ El uso de los enlaces condicionales permitirá combinar la libertad de navegación con la adaptación de las posibilidades de navegación al estado del conocimiento del alumno.
- ❖ La base de conocimientos podrá almacenar el conocimiento del experto y además permitirá la evaluación de los ejercicios propuestos al estudiante de una forma mucho más rica que la que posibilita el análisis de respuesta tradicional de enlazar, seleccionar y completar, ya que posibilitará el análisis inteligente de éstas.
- ❖ Las aplicaciones construidas con UHAuthor no tienen que limitarse a la presentación de ejercicios de la materia a enseñar, pueden presentarse nuevos contenidos, y en esta presentación se podrán utilizar elementos hypermedia como audio, vídeo, imágenes, etc. La confección de la interfaz de la aplicación se hará de forma totalmente visual, el profesor contará para la construcción de la interfaz de los ejercicios con asistentes, con un estilo similar al que poseen los asistentes que brinda el SO Windows.

- ❖ Para la confección de la Base de Conocimientos se cuenta con un editor orientado a sintaxis, que también ofrecerá la posibilidad de usar asistentes y plantillas para la escritura de las reglas que la conforman. Desde este editor se podrá probar la corrección de la base de conocimientos, lo cual facilita la fase de puesta a punto de las aplicaciones construidas con este sistema.

Conclusiones

Las ventajas y desventajas de las técnicas Hypermedia y de la Inteligencia Artificial en su utilización en el ámbito educacional están bien delimitadas. La hipermedia adaptativa es justamente una tentativa de aumentar la eficacia educativa de los sistemas tutoriales inteligentes y los sistemas hipermedia, pues 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 habrá también la posibilidad de que este recorra el material según su voluntad.

Esta integración puede ser implementada de diferentes formas y desde diferentes puntos de vista, siempre que se cumpla con las premisas anteriores.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Polson MC, Richardson JJ. Foundations of Intelligent Tutoring Systems (NJ): Lawrence Erlbaum Associates Inc; 1988.
- (2) de Miranda M. Definição de um Módulo Hipermedia Adaptativo para Integrar Sistemas Tutores Inteligentes. Instituto Tecnológico da Aeronáutica. [en línea] 1997 [fecha de acceso 1 de noviembre de 1999]; URL disponible en <http://www.comp.ita.cta.br/~coelho/paper.html>.
- (3) Gutiérrez, J. et al. Sistemas Tutores Inteligentes: una Forma de Conseguir Sistemas Hipermedia Educativos. En Actas de la VI Conferencia de la Asociación Española para la Inteligencia Artificial. AEPIA, Alicante: 1995. URL disponible en: <http://sisx04.si.ehu.es / hyper / Publicaciones / CAEPIA95 / CAEPIA95.shtml>.
- (4) Usandizaga, I. et al. Hypermedia and Education: a New Approach.[en línea] 1995 [fecha de acceso 1 de noviembre de 1999]; URL disponible en: <http: // sisx04.si.ehu.es / hyper / Publicaciones / Hypertext96 / Hypertext96P.shtml>.
- (5) Bruillard E. y de la Passardiere B. Hypermédias et Education des Repères. Science et Techniques éducatives, 1994 ; 1, 17-37.
- (6) Hegarty C. Statutor: Intelligent Tutoring System?, En BILETA'96 Conference Proceedings, 3 The Journal of Information, Law and Technology (JILT) [en línea] 30 de

septiembre de 1996 [fecha de acceso: 20 de febrero 2003]. URL disponible en: <http://elj.warwick.ac.uk/elj/jilt/bileta/1996/3hegarty/3hegarty.html> .

(7) Brusilovsky, P. Adaptive Hypermedia: An Attempt to Analyse and Generalize. [en línea] 1995 [fecha de acceso 11 de febrero de 2003]. URL disponible en: <http://wwwis.win.tue.nl/ah94/Brusilovsky.html>

(8) Eklund J., Brusilovsky P. The Value of Adaptivity in Hypermedia Learning Environments: A Short Review of Empirical Evidence. [en línea] 1998 [fecha de acceso 11 de febrero de 2003] URL disponible en : <http://wwwis.win.tue.nl/ah98/Eklund.html>.

(9) Brusilovsky, P., Pesin, L. Visual Annotation of Links in Adaptive Hypermedia. En CHI '95 Conference Companion Proceedings CHI'95, Denver, Colorado, USA [en línea] May 7-11, 1995 [fecha de acceso 11 de febrero de 2003]. URL disponible en: http://www.acm.org/sigchi/chi95/Electronic/documnts/shortppr/plb_bdy.htm , pp. 222-223.

(10) Brusilovsky, P., Schwarz, E., Weber, G. ~~(1996)~~ELM-ART: An Intelligent Tutoring System on World Wide Web. En Proceeding of Third International Conference on Intelligent Tutoring Systems ITS-96 [en línea] 1996 [fecha de acceso 12 de enero de 2000]. URL disponible en: <http://www.informatik.uni-trier.de/~schwarz/ITS96.html>.

(11) Brusilovsky, P., Schwarz, E., Weber, G. ~~(1996)~~A Tool for Developing Hypermedia - Based ITS on WWW. En Proceedings of [Workshop "Architectures and Methods for Designing Cost-Effective and Reusable ITSS"](#) desarrollado en ITS'96, Third International Conference on Intelligent Tutoring Systems, Montreal, Canada [en línea] 10 de junio de 1996 [fecha de

acceso 13 de enero de 2000] URL disponible en: <http://advlearn.lrdc.pitt.edu/its-arch/papers/brusilovsky.html>.

(12) Schwarz, E., Brusilovsky, P., Weber, G. ↻World-Wide Intelligent Textbooks. En ED-TELECOM'96 - World Conference on Educational Telecommunications proceedings. Charlottesville: AACE. [en línea] 1996 [fecha de acceso 12 de enero de 2000] URL disponible en: <http://www.contrib.andrew.cmu.edu/~plb/ED-MEDIA-96.html>, pp. 302-307.

(13) Brusilovsky, P. ↻ISIS-Tutor: An Intelligent Learning Environment for CDS/ISIS Users. En CLCE'94 Workshop [en línea] 1995 [fecha de acceso 12 de enero de 2000]. URL disponible en: http://cs.joensuu.fi/~mtuki/www_clce.270296/Brusilov.html.

(14) Beaumont I. ~~(1996)~~User Modelling and Hypertext Adaptation in the Tutoring System Anatom - Tutor. En Adaptive hypertext and hypermedia Workshop held in conjunction with UM'94. Hyannis, Cape Cod, Massachusetts, U.S.A. [en línea] 17 de agosto de 1994 [fecha de acceso 12 de enero de 2000]. URL disponible en: <http://wwwis.win.tue.nl/ah94/Beaumont.html>

(15) Garay M, García D, Chiang G, et al. Impacto de un Sistema Tutorial Inteligente y Multimedia en la Enseñanza. En 6to. Congreso Internacional de Informática en la Educación (EDU049). Convención Internacional INFORMATICA' 98. La Habana ;1998.

(16) O'Farril Y. Sistema Entrenador Inteligente con Tecnología Multimedia. OPTIMA-GEOMETRIA. En 6to. Congreso Internacional de Informática en la Educación (EDU054). Convención Internacional INFORMATICA' 98. La Habana; 1998.

(17) Morales F, Pérez-Borroto R, Pacios L. UHAuthor: Un Sistema de Autor para la Generación de Sistemas Tutoriales Inteligentes con Capacidades Multimedia. Memorias del 6to. Congreso Internacional de Informática en la Educación (EDU059). Convención Internacional INFORMATICA' 98. La Habana; 1998.