



Sistema visual adaptativo
para la exploración del conocimiento
*Adaptive visual system
for the knowledge exploration*

FERNANDO J. SÁNCHEZ ZAMORA¹

Universidade de Vigo
Departamento de Enxeñería Telemática
ferjsz@det.uvigo.es

MARTÍN LLAMAS NISTAL²

martin@det.uvigo.es
Universidade de Vigo
Departamento de Enxeñería Telemática

Recibido: 31-10-2007

Aceptado: 05-01-2008

Resumen

Este trabajo presenta la primera fase de un proyecto actualmente en desarrollo que propone un Sistema Visual Adaptativo para la Exploración del Conocimiento (SVAEC). Se expone el desarrollo teórico para la construcción de dicho sistema, los primeros pasos en el diseño de la aplicación y el estado actual de herramientas similares. Se hace énfasis en los nuevos elementos

¹ Licenciado en Ciencias Matemáticas (Universidad Complutense de Madrid). Cursante a Doctor en Ingeniería Telemática (Universidade de Vigo). Formador WebCT. Ha participado en varios proyectos de *e-learning* y actualmente enfoca sus investigaciones en las áreas de visualización del conocimiento, interacción hombre-computador y sistemas adaptativos.

² Ingeniero de Telecomunicación (1986) y Doctor Ingeniero de Telecomunicación (1994) por la Universidad Politécnica de Madrid. Desde marzo de 1987 es profesor en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de Vigo. Ha participado y dirigido varios proyectos de investigación en el ámbito del *e-learning*. Ha participado como autor o coautor en más de 180 publicaciones en revistas y congresos. Desde marzo de 2004 es miembro de la junta directiva del Capítulo Español de la Sociedad de la Educación del IEEE y coordinador de su Comité Técnico, de Acreditación y Evaluación.



de diseño y de interacción que se utilizan en la herramienta y que aportan novedades en la navegación, así como nuevas funcionalidades, respecto a otras aplicaciones. Esto es debido fundamentalmente al carácter multidisciplinario del proyecto, el cual se basa en un modelo cognitivo de presentación del conocimiento, combina técnicas de visualización de la información, técnicas de visualización del conocimiento y técnicas de los sistemas educativos adaptativos basados en web.

Palabras clave: Visualización del conocimiento, visualización de la información, sistemas hipermedia adaptativos, estructuras conceptuales, mapas conceptuales, redes semánticas.

Abstract

This work presents the first stage of a project that is currently in development and it suggests an Adaptive Visual System for Knowledge Exploration. It shows the theoretical basis for the construction of the system, the first steps in the design process and state-of-art of similar applications. It emphasizes the multidisciplinary approach of the project, which is based on the cognitive model for knowledge representation and it combines techniques from visualization information and the learning adaptive systems based on web.

Key words: Knowledge visualization, information visualization, adaptive hypermedia systems, concept maps, semantic networks.

Introducción

El campo de la visualización del conocimiento trabaja con gráficos, diagramas, redes semánticas, mapas conceptuales y mapas cognitivos, siendo los mapas conceptuales el tipo más estudiado para la visualización del conocimiento (Lin, X, *et al*, 2007). Existe un amplio rango de aplicaciones para la construcción de mapas conceptuales, desde *Cmap Toolkit* hasta productos comerciales como *SMART Ideas*. Estos sistemas proporcionan herramientas gráficas para crear, modificar y manipular objetos gráficos que facilitan el uso de mapas conceptuales. Algunas de las debilidades de estas herramientas son la falta de automatismo en el proceso de creación



de los mapas conceptuales (Lin, X, *et al*, 2007) y la dificultad para visualizar y explorar las estructuras conceptuales que presentan gran número de términos. Dichas herramientas, al no registrar las acciones del usuario, no son adaptativas en el sentido de los sistemas educativos adaptativos e inteligentes basados en web (AIWBES).

Los AIWBES se basan en el modelo del usuario, que puede incluir conocimientos previos, objetivos, intereses, etcétera y en el modelo del conocimiento o de un saber particular, para adaptar los contenidos y la representación final al estudiante. Ejemplos de dichos sistemas son *Interbook@Aha!* y *AnnotatEd*. Estos sistemas enfocan su aplicación al diseño de cursos y de libros electrónicos adaptativos, así como a la inclusión de anotaciones en páginas web, pero no ofrecen la posibilidad de incluir directamente el conocimiento que el usuario final o el estudiante adquiere; son herramientas “cerradas” a la inclusión de saberes del estudiante.

Por otro lado, el modelo de representación del conocimiento propuesto por Wang (Yinxgu Wan, 2006) describe los mecanismos de la memoria humana mediante una metáfora relacional que percibe que la memoria y el conocimiento pueden ser representados por las conexiones entre neuronas del cerebro, y no por las neuronas mismas como contenedoras de información.

Este modelo, junto con las posibilidades de composición que ofrecen las herramientas para la creación de mapas conceptuales, los métodos adaptativos propuestos desde los sistemas educativos hipermedia y las técnicas de visualización de la información, sirven como referencia a nuestro sistema en la tarea de visualizar y explorar el conocimiento.

El resto del artículo se estructura de la siguiente manera: en la siguiente sección mostramos la base conceptual de la herramienta, las funcionalidades y los métodos adaptativos. En la tercera sección exponemos las características más importantes de una muestra significativa de herramientas que se aproximan a nuestro sistema. Finalizamos el artículo presentando algunas conclusiones y líneas futuras de investigación.



Sistema visual adaptativo para la exploración del conocimiento

Nuestro objetivo inicial para la visualización del conocimiento es el entendimiento por parte del usuario de la estructura conceptual en general, y de cada uno de los elementos que aparecen en pantalla en particular, por lo que es necesario un aprovechamiento óptimo del espacio de representación.

Describimos en la primera parte la base teórica para la construcción del proceso de visualización del sistema, y en la segunda, los métodos adaptativos que aporta la herramienta.

Visualización de estructuras conceptuales

El modelo de capas de referencia del cerebro propuesto por Wang (Yinxgu Wan, 2006) define un modelo cognitivo de la memoria que puede describirse mediante la definición de tres artefactos principales, a saber, el *objeto*, el *atributo* y la *relación*.

- El *objeto* se define como la abstracción de una entidad externa y/o un concepto interno.
- El *atributo* se define como un objeto que es utilizado para denotar propiedades detalladas y características de un objeto.
- La *relación* se define como una conexión o interrelación entre cualquier par de la forma *objeto-objeto*, *objeto-atributo*, *atributo-atributo*.

Basándose en estas tres definiciones, el modelo cognitivo de la memoria se describe mediante la tripleta:

$$(O, A, R),$$

donde O es un conjunto de *objetos*, A es un conjunto de *atributos* y R es un conjunto de *relaciones*.



Para llevar a cabo la visualización de estos elementos utilizamos círculos o cuadrados de tamaño variable para visualizar los *objetos* y los *atributos*, con un texto denotando la abstracción referida, y una línea en forma de flecha etiquetada para denotar la *relación*. La Figura N° 1A muestra un prototipo de visualización de siete *objetos* y cinco *relaciones* que forman una *estructura conceptual* o una *estructura de conocimiento*, también denominada *pieza de conocimiento*.

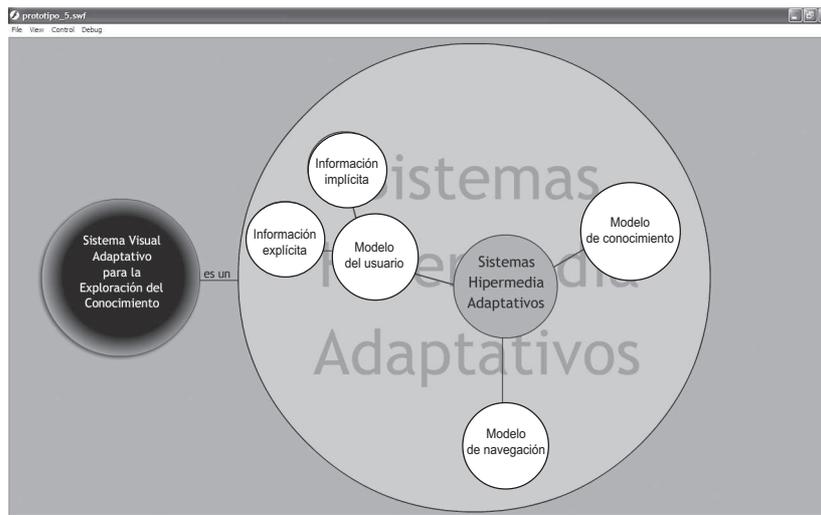
El trabajo de 1974 de Marvin Minsky, *A Framework for Representing Knowledge* (Minsky, M. 1974), introduce un influyente modelo de representación del conocimiento basado en marcos. Minsky describe un sistema de marcos compuestos por terminales, donde un marco de nivel superior representa el conocimiento estereotipado de una situación y un marco de nivel inferior representa una instancia específica de esa situación. Los terminales del nivel superior tienen asignaciones “por defecto”, mientras que los terminales del nivel inferior están listos para ser asignados a impresiones actuales, que pertenecen a un momento presente.

El siguiente texto de Hofstadter (Douglas R, 1997), a propósito de los marcos y contextos autoincluidos, nos proporciona una idea intuitiva para la visualización del conocimiento relacionada con la teoría de marcos y la idea de recursividad:

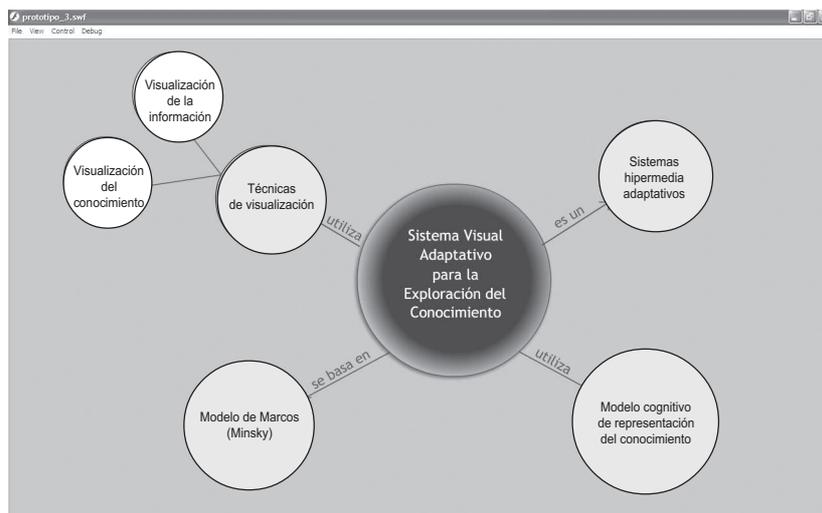
La estructura autoincluida de un marco brinda un medio para amplificar y examinar pequeños detalles desde la menor distancia que se desee: basta con dirigir el “zoom” sobre el submarco adecuado, luego sobre uno de sus submarcos, etc., hasta que se obtiene el volumen deseado de detalle.

Las siguientes imágenes de la Figura N° 1 muestran un prototipo de visualización que representa estructuras de conocimiento de forma recursiva, con posibilidad de exploración mediante el movimiento y la ampliación de las estructuras de los nodos-conceptos.

FIGURA N° 1
A. VISUALIZACIÓN DE UNA ESTRUCTURA DE CONOCIMIENTO.

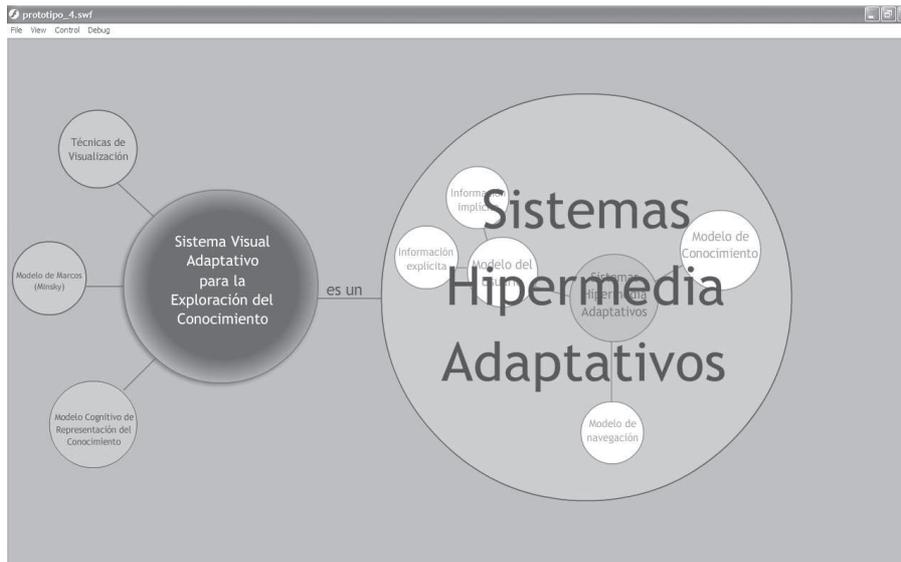


B. TRANSICIÓN EN LA VISTA.

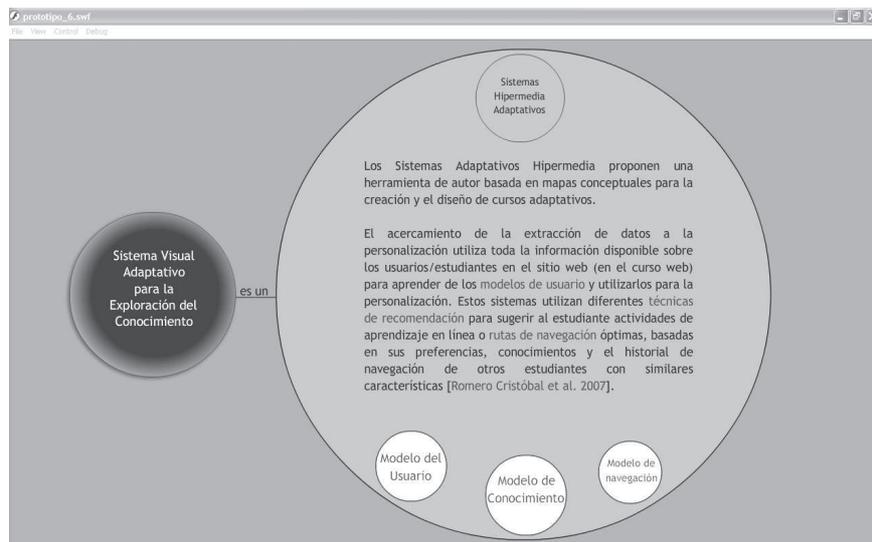




C. VISUALIZACIÓN DE LA RECURSIVIDAD.



D. VISUALIZACIÓN DEL ESPACIO DE COMPOSICIÓN TEXTUAL





La función de ampliación (zoom) permite consultar el nodo actual y visualizar el espacio interior del nodo. Este espacio puede incluir otra estructura conceptual anidada (Figura N° 1C) o la visión de un espacio reservado para la escritura textual (Figura N° 1D). De esta forma cada nodo se convierte en un potencial contenedor de estructuras de conocimiento anidadas o en un espacio de composición de textos explicativos en torno al nodo-concepto contenedor.

Métodos adaptativos

En *Methods and Techniques of Adaptive Hipermedia* (Brusilovsky, P., 1996), Brusilovsky sugiere que las técnicas de adaptación de los sistemas hipermedia se pueden dividir en presentaciones adaptativas y soporte a la navegación adaptativa. Es decir, por un lado podemos adaptar el contenido multimedia (textos, imagen y sonido), y, por otro, la navegación que el usuario realiza sobre los contenidos (fundamentalmente a través del menú y los hiperenlaces).

En nuestro sistema, la diferencia entre la navegación y los contenidos no es tan clara, ya que el sistema presenta la particularidad de que todo el contenido –las estructuras de conocimiento– es potencialmente navegable, y la navegación se realiza enteramente por los contenidos. Es decir, no existen estructuras conceptuales ocultas al usuario, sino que durante la navegación, los contenidos se presentan con distintas apariencias en función de las consultas. Las estructuras conceptuales se adaptan a la navegación y ésta se adapta a las estructuras conceptuales, hecho que hace que combinemos técnicas de adaptación de la navegación y de contenidos para diseñar las funcionalidades de la herramienta

Utilizamos los recursos que aporta la herramienta de trabajo *Flash* como el desenfocado, la facilidad en la creación de animaciones y el tratamiento vectorial de la imagen, para diseñar el sistema acorde con la idea de explorar y adaptar las estructuras conceptuales en base a los movimientos del ratón sobre los nodos y los enlaces, tratando al puntero como un indicador del hilo del pensamiento del usuario.

A continuación se detallan los siguientes métodos adaptativos incluidos en el sistema SVAEC, los cuales presentan una primera adaptación visual a los usos del usuario:

- **Expansión/contracción de nodos:** para hacer posible una visualización general de los enlaces-nodos relacionados con el nodo padre, sin que su contenido pueda ser directamente leído, aquéllos aparecen inicialmente desenfocados o aumentada su transparencia. Cuando situamos el ratón sobre el nodo-concepto que queremos consultar, éste se desenfoca para poder ser leído y se expande mediante la animación de los enlaces y nodos que tiene asociados. Se propicia así una lectura de la estructura conceptual que hace necesaria el uso del ratón. Este hecho es de gran importancia para el registro de información sobre el usuario ya que aumenta el número de datos sobre la navegación que el usuario realiza, mejorando así la posterior adaptación del sistema.
- **Refuerzo visual de los enlaces:** los enlaces (las *relaciones*) que son seguidas, se refuerzan visualmente mediante el aumento del grosor de la línea de enlace y el cambio de su color, en función del número de veces que se han consultado. El tamaño del grosor del enlace desempeña el papel de representar las conexiones que han sido accedidas en un corto período de tiempo (memoria a corto plazo), mientras que los accesos en tiempos prolongados (memoria a largo plazo) quedan representada por el color. De esta forma se obtiene una visualización cromática de los caminos realizados dentro de la estructura conceptual.
- **Relaciones entre elementos de distintos marcos:** Es aconsejable que distintos nodos con muchos elementos de relación entre sus nodos hijos no se visualicen de forma anidada sino en el mismo marco de representación. Para visualizar los enlaces entre conceptos de distintos niveles, se visualiza el enlace sin etiquetar al nodo más próximo representado.
- **Refuerzo visual de los nodos consultados:** Los nodos consultados se refuerzan visualmente de la misma forma que los enlaces,



mediante la modificación del color y del tamaño de la línea del perímetro que representa el nodo.

Es importante resaltar que la forma de refuerzo visual es incremental, es decir, no sólo se hace una diferencia visual en el caso de que un nodo haya sido consultado o no, sino que éste aparecerá resaltado en función del número de veces que haya sido consultado. Como ejemplo podemos pensar que un usuario particular, en su primera sesión creará un mapa conceptual con diez términos relacionados. Después de esta primera sesión todos los nodos aparecerán resaltados, puesto que en la sesión anterior han sido creados, pero en la siguiente sólo aparecerán resaltados los nodos que hayan sido accedidos en la sesión actual y en función del número de veces. De esta manera el usuario tiene una idea de los nodos que consultó en sesiones anteriores. Es por lo tanto una técnica que trata de simular la relación que tiene el aprendizaje con la memoria a corto y largo plazo.

- **Escritura automática:** el seguimiento de los caminos trazados por el ratón a través de las estructuras conceptuales permite automatizar el proceso de escritura de las sentencias u oraciones, mediante la visualización en forma escrita de los conceptos y relaciones etiquetadas, para así componer el camino textual. Dicho texto se sitúa en la parte superior y opcionalmente en el espacio de composición textual (ver figura N° 1.D) y sirve como navegador de los caminos recorridos.
- **Espacio de composición textual:** mediante la ampliación (*zoom*) de un nodo particular visualizamos el espacio destinado a la anidación de otra estructura conceptual o a la inclusión de piezas textuales sobre dicho nodo. Dicha anotación puede incluir enlaces a otras estructuras conceptuales o a sitios web (Figura N° 1.D).

Trabajos relacionados

Actualmente, los modelos gráficos se utilizan en una gran variedad de dominios, por lo que no es sorprendente que el número de opciones de



visualización disponibles se convierta en algo casi inabarcable para los investigadores (Adar, E. 2006).

Las herramientas que más se aproximan al sistema propuesto en la sección anterior son las herramientas de construcción de mapas conceptuales y redes semánticas, las herramientas para la visualización de la norma *topic maps*, junto con las técnicas de visualización de la información y las técnicas de los sistemas hipermedia adaptativos. A continuación mostramos en la Tabla N° 1 las características y orientaciones de una selección de dichas herramientas. Los campos que consideramos en la tabla son:

- **Aplicaciones:** las aplicaciones a las que está dirigida la herramienta.
- **Inclusión de elementos en la visualización:** en el sentido en que el usuario puede incluir elementos en la representación visual del conocimiento o de información, dándose esta inclusión en la propia representación visual y no mediante otra aplicación o formularios desligados de la visualización.
- **Adaptativa:** en el sentido de las herramientas hipermedia adaptativas, las cuales tienen en cuenta al usuario para adaptar la navegación y proponer nuevos contenidos.
- **Representación recursiva:** explicita si la herramienta presenta una visualización recursiva basada en la idea de marcos.
- **Colaborativa en red:** la aplicación hace uso de la información contenida en la red y se adapta de forma dinámica a los contenidos, permite la colaboración entre dos o más usuarios y no es necesaria la instalación del sistema.

Como podemos observar en la tabla, las herramientas de construcción de mapas conceptuales y de la norma *topic maps* no son adaptativas, presentan debilidades en la navegación de grandes estructuras de conceptos y carecen de automatismos que motiven y enfatizen la navegación. Las aplicaciones que presentan técnicas de visualización de la información, si bien son capaces de visualizar grandes cantidades de datos, no



TABLA N° 1
CARACTERÍSTICAS DE LAS DISTINTAS APLICACIONES

	Aplicaciones	Inclusión en la visualización	Adaptativa	Representación recursiva	Colaborativa en red
<i>CmapTools</i> (Mapas Conceptuales)	Representar la estructura de conocimientos a través de grafos dirigidos	Sí	No	No	Sí
<i>SMART Ideas</i> (Mapas Conceptuales)	Representar la estructura de conocimientos a través de grafos dirigidos	Sí	No	No ³	Sí
<i>Exploratree</i> (Mapas Conceptuales)	Representar la estructura de conocimientos a través de "guías de pensamiento"	Sí	No	No	Sí
<i>TM4L</i> (Topic Maps)	Entorno para el diseño y gestión de ontologías basado en la norma Topic Maps	No	No	No	No
<i>Ontopia</i> (Topic Maps)	Creación, navegación y visualización de topic maps	No	No	No	No
<i>Visual Concept Explorer</i> (Visualización de la Información)	Representar estructuras de conocimiento implícitas y explícitas	No	No ⁴	No	No
<i>Guess</i> (Visualización de la Información)	Visualización, exploración y análisis gráfico de datos	No	No	No	No
<i>VisualThesaurus</i> (Visualización de la Información y Conocimiento)	Representación gráfica de las relaciones internas del lenguaje	No	No	No	No

³ Dispone de una vista denominada "Global" que permite una visión general de las relaciones entre las subestructuras.

⁴ Presenta una consulta visual de definición de condiciones. La inclusión de conceptos no se realiza desde la parte visual.

Continuación Tabla N° 1

	Aplicaciones	Inclusión en la visualización	Adaptativa	Representación recursiva	Colaborativa en red
<i>6pli</i> (Visualización de la Información)	Visualización de las relaciones entre 'tags' definidas en del.icio.us	No	No	No	No
<i>Interbook@Aha!</i> , <i>AnnotatEd</i> (Sistemas Hipermedia Adaptativos)	Creación de libros electrónicos adaptativos y creación de anotaciones en páginas web.	No	Sí	No	Sí
<i>Semántica</i> (Redes Semánticas)	Creación, navegación y visualización de redes semánticas	Sí	No	No	No
<i>SVAEC</i> y exploración	Visualización del conocimiento	Sí	Sí	Sí	Sí

resultan plenamente satisfactorias en la exploración del conocimiento basado en estructuras conceptuales, ya que es necesario etiquetar, tanto el objeto como la relación, con textos que han de ser legibles por el usuario, para luego componer la estructura visual de forma que no se pierda la legibilidad de los textos. Por otro lado, los sistemas hipermedia adaptativos, a pesar de proponer métodos de adaptación de contenidos y de la navegación, no presentan una interfaz rica en elementos de navegación y diseño, además de ser aplicaciones que no están orientadas a la inclusión de elementos desde su parte visual, razón por lo que las denominamos herramientas "cerradas" a la inclusión de información.

A continuación presentamos un breve comentario recalcando las principales particularidades de cada una de las aplicaciones.

- **IHMC CmapTools:** sus principales características son la posibilidad de compartir mapas conceptuales en un servidor denominado

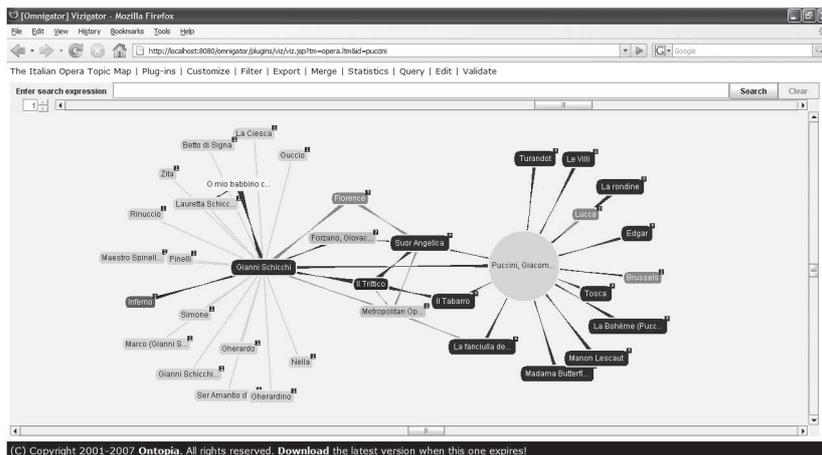
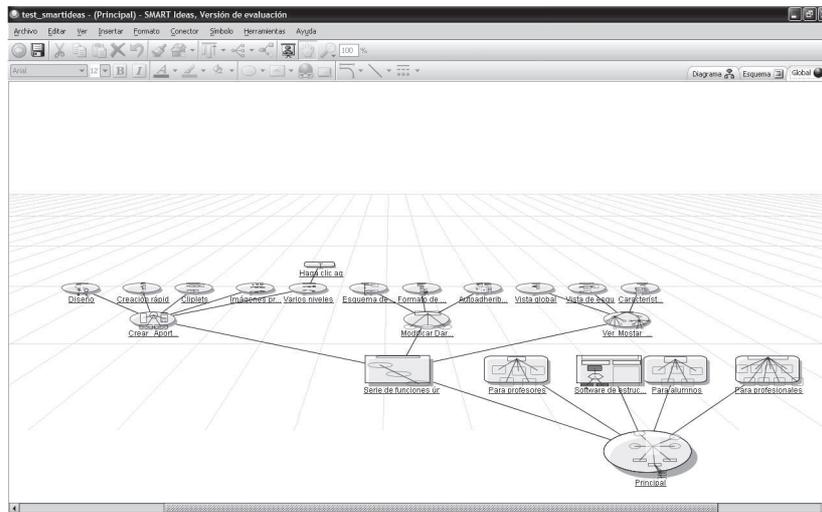


Servimap, la sugerencia de conceptos, la grabadora del proceso de construcción del mapa por pasos, el creador de presentaciones y la posibilidad de importar/exportar en diferentes formatos. Sus principales carencias son la dificultad en la navegación de mapas conceptuales extensos, la imposibilidad de contraer/extender ramas del mapa que contengan nodos ya creados y que los enlaces a otros mapas conceptuales sean en una ventana distinta.

- **SMART Ideas:** esta aplicación permite capturar ideas relacionadas en forma de mapa conceptual y compartir estos mapas. Los mapas conceptuales se tratan como diagramas. Un diagrama se compone de tres elementos: símbolos, conectores y niveles. Sus principales ventajas son el uso de plantillas predefinidas para la creación de mapas, la rica colección gráfica de símbolos y conectores para el diseño de los mapas, la estructuración por niveles, las tres formas de representación (diagrama, esquema y global), la posibilidad de contraer ramas enteras que parten de un nodo y los distintos formatos de exportación. En la versión de evaluación es necesaria una contraseña para la colaboración en línea, por lo que no se ha podido evaluar esta funcionalidad. La Figura N° 2 muestra una visión parcial de su espacio de trabajo.
- **Exploratree:** este recurso está siendo desarrollado por *Futurelab*, dentro del proyecto *Enquiring Minds*, y financiado por *Microsoft*. Proporciona un marco de trabajo en el cual se incluyen representaciones gráficas de conocimiento, denominadas “guías de pensamiento”. Destaca su interfaz, su uso en línea, la posibilidad de compartir las representaciones y el conjunto de “guías de pensamiento” predefinidas.
- **TM4L:** *Topic Maps for Learning* es un entorno para el diseño y gestión de ontologías basado en la norma *topic maps*. Proporciona soporte en el diseño de estructuras conceptuales a través de su funcionalidad para editar, navegar y combinar dichas estructuras. El entorno TM4L consiste en un editor de Topic Maps (*TM Editor*) y un visualizador (*TM Viewer*). Las principales desventajas del editor es



FIGURA N° 2
ESPACIO DE TRABAJO DE LA HERRAMIENTA ONTOPIA (ARRIBA)
Y SMART IDEAS (ABAJO)





que el formato de texto, colores y formas es limitado y no permite la colaboración en línea, ya que no existe un repositorio de mapas de tópicos. Las principales desventajas de *TM Viewer* es que no se pueden realizar búsquedas por palabras ni expresiones, la navegación a través del mapa gráfico creado no es intuitiva y la inclusión de conceptos y relaciones se realiza desde formularios y no desde la aplicación visual.

- **Ontopia:** propone tres aplicaciones para la creación, navegación y visualización de *topic maps*: *Ontopoly*, *Omnigator* y *Vizigator* respectivamente. *Ontopoly* permite la construcción y gestión de ontologías, así como de la norma *topic maps* bajo una interfaz de creación basada en registro de los diferentes campos que componen la ontología o el *topic map*. Su principal desventaja es que la inclusión de elementos se hace a través de formularios, lo cual no es muy intuitivo para un usuario no experto en ontologías y en la norma *topic maps*. *Omnigator* permite la navegación de los elementos de una ontología o de la norma *topic map* en forma de árbol jerárquico y a través de listados de sus características. *Vizigator* permite la visualización en forma de grafo bidimensional de la ontología o del *topic map* creado. La representación visual, si bien es completa, no incluye elementos que faciliten su navegación; la inclusión de conceptos y de relaciones se realiza desde formularios y no con la aplicación visual (ver Figura N° 2, izquierda).

La norma *topic maps* dirige sus esfuerzos hacia el almacenamiento y gestión del conocimiento para su posterior procesamiento e intercambio por parte de las computadoras. Si bien esta funcionalidad es completa, no destaca por su facilidad a la hora de representar el conocimiento de una persona que no sea experta en computación, ya que la representación necesaria para el entendimiento de las máquinas es demasiado compleja y explícita. La división en distintas aplicaciones, como la visualización y la edición, hace más difícil el uso de la herramienta.

- **Visual Concept Explorer:** diseñada en *Flash* y *XML*. Permite visualizar estructuras de conocimiento contenidas en librerías, enlazar docu-



mentos y realizar una exploración de la estructura de forma visual. Permite definir condiciones para la restricción de los contenidos.

- **VisualThesaurus, 6pli:** proponen una visualización interactiva de la información que desde nuestro punto de vista resulta sugerente. Hacen un buen uso del espacio tridimensional de representación y contienen elementos descriptivos que facilitan el uso de la herramienta. Si bien estas aplicaciones no están orientadas a la visualización de redes conceptuales, son un buen ejemplo de visualización de la información.
- **Guess:** sistema para la exploración de grafos y el análisis de datos. Combina un lenguaje interpretado con una interfaz visual para prototipar y desarrollar nuevas visualizaciones de forma rápida. Su principal ventaja reside en la exploración gráfica que se realiza a través del lenguaje y la interfaz de trabajo, propiciando una alta interacción con la estructura de información para su posterior análisis.
- **Interbook@Aha!, AnnotatEd:** estas aplicaciones hipermedia adaptativas se caracterizan por adaptar los contenidos y la navegación al usuario. Para ello quedan registrados los enlaces que el usuario visita y tanto los contenidos, como el menú, se modifican en función de dicho registro.
- **Semántica:** su característica principal es la gestión de redes conceptuales a través de paneles como el panel de grafos, panel de tipos o el panel de navegación, presentes en la interfaz del usuario. Presenta distintas posibilidades de edición, visualización y navegación mediante la "Vista Global", el "Mapa Conceptual" o el "Marco Gráfico". Soporta distintos formatos de importación y exportación.

Conclusiones y líneas futuras

El sistema SVAEC presenta novedosos elementos visuales como la representación recursiva, el refuerzo de nodos y enlaces y la escritura automática, los cuales tratan de facilitar la interacción y exploración del usua-



rio con las estructuras de conocimiento. Dichos elementos se basan en un acercamiento mixto a las herramientas de representación del conocimiento, a las técnicas de visualización de la información y a las técnicas de los sistemas hipertexto adaptativos.

El sistema que presentamos está dirigido hacia una utilización prolongada en el tiempo por usuarios que deseen representar su conocimiento de forma visual. La utilización prolongada hace que la estructura conceptual presente más relaciones y se haga más compleja, con lo cual el sistema mostrará una adaptación más acorde con el perfil del usuario.

Como líneas futuras de investigación estamos trabajando en la extracción de contenido del portal *Wikipedia* para la recomendación de estructuras conceptuales, y en la herramienta de extracción automática y recomendación de conceptos basada en el análisis de textos. Nos planteamos la cuestión de cómo afectan al trabajo del alumno y del profesor dichas herramientas educativas. Respuesta que esperamos desarrollar en próximos artículos.

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro agradecimiento al Ministerio de Educación y Ciencia por su apoyo parcial a este trabajo a través del proyecto "Servicios adaptativos para E-learning basados en estándares" (TIN2007-68125-C02-02).



Referencias

- ADAR, E. (2006). GUESS: a language and interface for graph exploration. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (Montréal, Québec, Canadá, April 22 - 27, 2006). R. Grinter, T. Rodden, P. Aoki, E. Cutrell, R. Jeffries, and G. Olson, Eds. CHI '06. ACM Press, New York.
- BRUSILOVSKY, P. (1996). Methods and techniques of adaptive hypermedia. *User Modeling and User-Adapted Interaction* 6 (2-3), 87-129.
- DICHEVA, D. y DICHEV, C. (s/d) TM4L: Creating and Browsing Educational Topic Maps, *British Journal of Educational Technology - BJET*, 37(3), 391-404 (invited paper).
- DOUGLAS R. HOFSTADTER (1987). *Godel. Escher, Bach: un eterno y grácil bucle*. Barcelona, Tusquets, 2ª edición.
- FARZAN, R. y BRUSILOVSKY, P. (2006). AnnotatEd: A Social Navigation and Annotation Service for Web-based Educational Resources. In *Proceedings of E-Learn 2006-World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*.
- LIN, X. y ZHANG, D. (2007). Visualization of Knowledge Structures. In *Proceedings of the 11th International Conference Information Visualization* (July 04-06, 2007). IV. IEEE Computer Society, Washington, DC, 476-484.
- MINSKY, M. (1974). A Framework for Representing Knowledge. *Technical Report. UMI Order Number: AIM-306.*, Massachusetts Institute of Technology.
- NOVAK, J.D. y CAÑAS, A.J. (2007). The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them. *Technical Report IHMC CmapTools 2006-01*.
- RAMP, E.; DE BRA, P. y BRUSILOVSKY, P. (2005). Authoring and Delivery of Adaptive Electronic Textbooks made Easy. In *Proceeding of E-Learn 2005-the World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*. AACE.
- YINXGXU WAN (2006). The OAR Model For Knowledge Representation. *IEEE CCECE/CCGEI*.
- YINGXU WANG (2006). A Layered Reference Model of the Brain (LRMB). *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*.
- Cmap Toolkit. <http://cmap.ihmc.us/>
- Smart Ideas. <http://www2.smarttech.com/st/en-US/Products/SMART+Ideas/>



Interbook@Aha!. . http://www.sis.pitt.edu/~paws/system_interbookataha.htm

AnnotatEd. Último acceso: octubre-2007.

http://www.sis.pitt.edu/~paws/system_annotated.htm

Adobe Macromedia Flash. Último acceso: octubre-2007.

<http://www.adobe.com/products/flash/>

Sixpli. (Último acceso: octubre-2007). <http://www.6pli.com>

ThinkmapVisual Thesaurus. Último acceso: octubre-2007.

<http://www.visualthesaurus.com/>

Ontopia. <http://www.ontopia.net/> . Último acceso: octubre 2007.

SemanticResearch <http://www.semanticresearch.com/> Último acceso: octubre 2007.

Exploratree <http://www.exploratree.org.uk/> Último acceso: octubre 2007.