

# TECNOLOGÍA COMPUTACIONAL Y AMBIENTES DE APRENDIZAJE

Perla Señas

Grupo InE

Departamento de Ciencias de la Computación

Universidad Nacional del Sur.

Av. Alem 1253 - 8000 - Bahía Blanca - ARGENTINA

psenas@cs.uns.edu.ar

## Introducción

La tecnología por sí sola no produce resultados satisfactorios en la tarea educativa si no ha sido integrada a un enfoque en el que se pregunte por su poder real en este campo. La Informática Educativa debe trascender la mera simplificación de las tareas en los procesos de enseñanza-aprendizaje, para robustecerse como herramienta efectiva en la construcción del conocimiento. Dentro de este marco, en el Grupo InE de la Universidad Nacional del Sur se han creado los Mapas Conceptuales Hipermediales (MCH) y diferentes Ambientes de Aprendizaje que los incluyen. Actualmente se investiga sobre distintas formas de visualizarlos y sobre su capacidad para la representación de conocimiento en Agentes Pedagógicos que integran Ambiente de Aprendizaje Mixtos.

El sentido de la incorporación de la computadora a los procesos de aprendizaje debe identificarse con el desarrollo de las actividades de pensamiento. Para ello es de interés la creación de ambientes especiales dentro de los cuales el educando pueda realizar tareas de aprendizaje.

Se puede definir un Ambiente de Aprendizaje como un entorno integrado por un conjunto no homogéneo de elementos capaces de crear o recrear situaciones a partir de las cuales el alumno puede construir conocimiento, y realizar aprendizajes y meta-aprendizajes. Aunque es una expresión que aparece ligada a la Informática Educativa, es más amplia y puede darse aún sin la incorporación de tecnología computacional.

En el caso de Ambiente de Aprendizaje Computacionales se pueden distinguir dos grandes grupos, el de los entornos abiertos y el de los entornos cerrados, según sean integrados o no, por elementos ajenos al sistema computacional y a los propios aprendices.

Dentro de ambos grupos puede incluirse el trabajo con MCH. Estos mapas cubren las expectativas del modelo de aprendizaje significativo, y constituyen un ejemplo importante de incorporación de la tecnología computacional en los procesos educativos [Señ96]. Para trabajar en tal sentido se encuentran abiertas cinco líneas de investigación:

- Ambientes MCH
- Uso de los MCH como esquemas de representación de conocimiento en Agentes Inteligentes
- Uso de MCH en Entornos de Aprendizaje de la Programación
- MCH como metodología de diseño para el desarrollo de software educativo
- MCH para diseños curriculares incrementales

Los MCH se basan en los Mapas Conceptuales de Novak (MC) e incorporan la flexibilidad y riqueza propias de la tecnología hipermedial. En el área educativa, ambos esquemas han sido probados con éxito como potentes estructuras capaces de contribuir con la construcción de aprendizajes significativos [Nov84][Zan98].

Para promover situaciones de aprendizaje según un enfoque constructivista, los ambientes deben poseer facilidades para la construcción del conocimiento. El proceso de construcción del esquema gráfico de las representaciones de conocimiento proporciona experiencias de aprendizaje muy ricas para los alumnos. A través de ello es posible destacar cuáles son los conceptos relevantes, cómo se organizan jerárquicamente, y qué relaciones se pueden establecer entre ellos, en definitiva se puede asumir la propia elaboración de significados y trabajar además, en el campo del meta-aprendizaje y del meta-conocimiento.

## Ambiente MCH

Se propone un ambiente abierto, llamado Ambiente MCH, integrado por la plataforma computacional específica para desarrollar y leer estos mapas, material bibliográfico de distinto tipo, los aprendices

autores o lectores del mapa y la participación adecuada del docente para orientar en las tareas y evaluar semánticamente el mapa.

En los últimos años se ha incrementado el uso de los MC en las aulas, no sólo como herramienta de aprendizaje sino también como técnica de evaluación. Se ha observado que existen aspectos operacionales que dificultan la realización de estos mapas, si se piensa en su construcción mediante elementos tradicionales. La aplicación de tecnología hipermedial facilita la construcción de los MC, salvando las dificultades antes mencionadas (existen varias propuestas en tal sentido). Además, y principalmente, en el caso particular de los MCH, se profundiza sustancialmente el trabajo de selección y jerarquización de conceptos, enriqueciendo de esta manera su valor pedagógico.

El aporte realizado en este campo consiste en la creación de los MCH, una metodología específica para el desarrollo de estos mapas y una plataforma diseñada especialmente para su construcción y lectura [Señ96][Mor96]. Se ha estudiado también la interconexión de mapas y se ha realizado el diseño teórico para la extensión de la plataforma existente [Señ00].

Actualmente en esta línea de investigación se está trabajando en los siguientes temas:

### **MCH multidimensionales**

En el ámbito educativo el desarrollo de un MCH es un proceso gradual, y en pocas ocasiones una tarea completa o acabada. Por otra parte, la información de la que se dispone durante la elaboración de un mapa no siempre es total ni abarca las distintas facetas del mismo y más aún resulta difícil anticiparla ya que esto depende de los requerimientos futuros. Con el fin de mejorar esta situación se presenta el Mapa Conceptual Hipermedial Multidimensional (MCHMd) para la descripción de un concepto C mediante el ensamble de distintos MCH donde cada uno de ellos cubre un aspecto o punto de vista diferente del concepto mencionado [Mor00]. Cada MCH se construye usando la tecnología ya desarrollada, pero es necesario diseñar nuevos recursos tecnológicos para realizar la integración entre aplicaciones y la recuperación de la información conjunta o individual. Se está trabajando actualmente sobre la Visualización del MCHMd [Gri95]. Se ha encontrado la forma de representar el MCHMd y se trabaja sobre la extensión de la plataforma MCH.

### **Visualización del grafo integrador del MCH**

Para trabajar sobre la construcción de conocimiento dentro de un Ambiente MCH resulta de sumo interés poder visualizar todas las vistas del MCH en forma integrada. Para ello se le asocia al mapa un grafo denominado Grafo Integrador ( $GI_{MCH}$ ). Resolver la visualización de dicho grafo no es un problema trivial, teniendo en cuenta el elevado número de nodos que tendrá en la mayoría de los casos y el deseo de verlo en una sola pantalla. Ello se relaciona con la visualización de grafos, que encara el problema de construir representaciones geométricas de los mismos respetando determinados criterios estéticos y restricciones impuestas por el usuario.

Hay varios criterios estándar que se utilizan en la graficación de grafos. Sin embargo esos estándares pueden variar según la aplicación. Además un grafo tiene infinidad de formas de ser dibujado. La utilidad de una representación dada depende de su legibilidad, es decir de la capacidad de transmitir el significado de ese grafo en forma clara y rápida. De las tres grandes familias de algoritmos utilizados actualmente para el dibujo de grafos (Paso de Planarización, Jerárquica y Sistemas de Fuerzas), teniendo en cuenta las características del  $GI_{MCH}$  se opta por la segunda [DiB99][Mar00].

Actualmente está en desarrollo la opción de generación automática del grafo integrador y su visualización en la Plataforma MCH existente.

### **Información contextual de cada Vista**

Para manejarse tanto en el tiempo de autoría como en el de lectura, resulta interesante el diseño de un recurso que posibilite al educando ubicarse espacialmente en el MCH. El diseño en el que se está trabajando permite que la plataforma genere y mantenga actualizada dicha información, para que en todo momento permanezca a disposición del usuario. En este caso se está trabajando sobre la visualización del grafo que representa el mapa de vistas.

### **MCH como esquemas de representación de conocimiento en Agentes Pedagógicos**

En el área de Ciencias de la Computación, los sistemas dedicados al aprendizaje han ganado en los últimos años una gran relevancia con la aparición y desarrollo de los denominados Agentes Inteligentes. En particular, se destacan de manera especial los Agentes Pedagógicos. Estos integran normalmente Sistemas Mixtos, esto es, sistemas integrados por agentes humanos y agentes

artificiales. Estos sistemas requieren para su diseño de un marco conceptual que excede lo puramente computacional y necesita ser ampliado con recursos propios de Ciencias de la Educación.

Se han estudiado las posibilidades de los MCH como estructura de representación de conocimiento en Sistemas Mixtos que incluyen Agentes Pedagógicos. En ellos la representación de conocimiento debe satisfacer un doble propósito, permitir hacer razonamiento automatizado y ser un recurso pedagógico eficaz para la construcción del conocimiento en los seres humanos. Se busca un esquema de representación de conocimiento lo suficientemente flexible para el manejo de los alumnos y lo suficientemente riguroso como para que los agentes de software puedan razonar. Los MCH constituyen una representación probada con éxito entre agentes humanos, pero al intentar extender el modelo a los agentes de software, se detectan falencias relacionadas con la jerarquización de los conceptos, con la definición de clases e individuos y con la aridez de las relaciones. Por ese motivo, se hace una extensión de los MC incorporando elementos de los Grafos Conceptuales de Sowa [Sow84]. Se definen así, los MC<sup>S</sup> y una arquitectura para la representación de la base de conocimiento de un Agente Pedagógico genérico apuntando al aprendizaje, es decir, a la generación y modificación de los MC<sup>S</sup> que representan el conocimiento del mencionado agente [Señ99].

Los resultados de este trabajo son alentadores, queda un camino abierto para el estudio de la representación de conocimiento en Agentes Pedagógicos que integran Ambiente de Aprendizaje mixtos y adecuados para hacer posible el trabajo de autoría, tema en el que se está trabajando actualmente dentro de esta línea de investigación.

### **MCH en Entornos de Aprendizaje de la Programación**

En la búsqueda permanente de nuevas estrategias metodológicas para la enseñanza de la programación resulta natural usar la computadora como un recurso para tal fin, en todas sus etapas. Si bien se ha creado y aplicado con éxito un entorno interactivo para el desarrollo de algoritmos por computadora, se han advertido falencias en las etapas extremas del mencionado proceso, a saber: comprensión acabada del problema y verificación del algoritmo. Dicho entorno está basado en el paradigma imperativo y permite el trabajo en programación estructurada y modular, de acuerdo con las características de los cursos en los cuales se aplica. Cuenta con un editor interactivo de algoritmos y con un traductor automático de algoritmos a programas. Se complementa el entorno existente con las siguientes herramientas: MCH para la etapa de comprensión del problema, previa al desarrollo del algoritmo, y Esquemas de Ejecución de Algoritmos (EEA) para una etapa posterior en la que se realiza el testeo. Los EEA son representaciones gráficas para visualizar la ejecución de un algoritmo. Ayudan a comprender la relación entre el algoritmo como entidad estática y el dinamismo de su ejecución. El trabajo con este nuevo entorno permite al alumno crear el MCH del tema sobre el que trata el problema a resolver, lo que representa una ayuda significativa para la comprensión del mismo. Una vez comprendido el problema se puede usar el editor interactivo de algoritmos para construir los algoritmos que considere necesarios para la resolución del problema. Antes de pensar en la codificación, se puede usar el módulo de verificación, que cuenta con el constructor de EEA. A partir de allí podrá optar entre el traductor automático a lenguaje Pascal, o usar un entorno específico para escribir programas en Pascal, según la metodología para el aprendizaje del lenguaje de codificación que se esté usando [Señ98].

Actualmente se están implementando el Módulo de Verificación con los Constructores de Trazas y de EEA. Una extensión interesante del Entorno de Programación propuesto consiste en la inclusión de un Constructor de EEP. Puede resultar de gran utilidad para la comprensión de distintos aspectos semánticos del lenguaje de programación usado para la implementación.

### **MCH como metodología de diseño para el desarrollo de software educativo**

Se ha desarrollado una metodología para el desarrollo de software educativo (SE) basada en la aplicación MCH. Esta idea nace frente a la necesidad de aunar en una única propuesta los aspectos más positivos de la teoría del aprendizaje significativo y de teorías de diseño y desarrollo de software. Se usan los MCH como eje central para la creación de SE, constituyendo éstos un lenguaje común entre las distintas partes del equipo de desarrollo y la base para la generación de un grafo de flujo básico para la elaboración del producto. De esta manera se cuenta con una metodología tendiente a

estandarizar la construcción de este software y a lograr un producto coherente, libre de ambigüedades y apto para ser integrado en aplicaciones educativas orientadas al logro de aprendizajes significativos.

### **MCH para diseños curriculares incrementales**

Se usan los MCH como una herramienta para el docente en la organización del curriculum de una materia y como una referencia constante para docentes y alumnos que permite mostrar explícitamente en todo momento en qué punto se encuentran, cómo se relacionan los temas que se están viendo con los conceptos ya adquiridos y hacia dónde se dirigen. De este modo es posible discernir en todo momento qué se sabe, qué se quiere saber y cómo lograr ese saber. En este desarrollo queda claro que los MC tradicionales resultan menos ricos y casi operativamente imposibles de usar para estas aplicaciones [Vit99].

### **Bibliografía**

- [Aus78] Ausubel, D. P., Novak J. D. "Educational Psychology: A Cognitive View". 2nd Ed. New York: Holt, Rinehart and Winston. 1978.
- [Coll89] Coll, C. "Aprendizaje escolar y construcción del conocimiento" Ed. Paidós. 1989.
- [Dib99] Di Battista, P. Eades, G. Tamassia, R. y Tollis, I. "Graph Drawing: algorithms for the visualization of graphs", Prentice Hall, 1999.
- [Ead94] Eades, P. and Wormald, N. "Edge crossings in drawings of bipartite graphs". *Algorithmica*, 11, 1994.
- [Gri95] Grinstein G - Levkowitz H. "Perceptual Issues in Visualization", Springer-Verlag, 1995.
- [Jün97] Jünger, M. and Mutzel, P. "2-Layer Straightline Crossing Minimization: Performance of exact and heuristics algorithms". *JGAA*, 1, n. 1, 1997.
- [Laj93] Lajoie, S. "Computer Environments as Cognitive Tools for Enhancing Learning". 1993. McGill University.
- [Leh93] Lehrer, R. "Authors of knowledge: Patterns of Hypermedia Design". 1993. University of Wisconsin-Madison.
- [Mar00]. Martig, S. y Señas, P. "Grafo Integrador de un MCH". Enviado a VI WIE. Brasil. 2000.
- [Mor96] Moroni, N. - Vitturini, M. - Zanconi, M. - Señas, P. "Una plataforma para el desarrollo de mapas conceptuales hipermediales". Taller de Software Educativo - IV Jornadas Chilenas de Computación. Valdivia. 1996.
- [Mor00] Moroni, N. y Señas, P. "Mapas Conceptuales Hipermediales Multidimensionales". Enviado a VI WIE. Brasil. 2000.
- [Mut97] Mutzel, P. "An Alternative Method to Crossing Minimization on Hierarchical Graphs".
- [Nov84] Novak, J. y Gowin, D. "Learning how to learn". Cambridge University Press. 1984.
- [Nov85] Novak, J. "Metalearning and metaknowledge strategies to help students learn how to learn. *Cognitive Structure and Conceptual Change*". New York. Academic Press. 1985.
- [Señ96] Señas, P., Moroni, N., Vitturini, M. y Zanconi, M.: "Hypermedial Conceptual Mapping: A Development Methodology". 13th International Conference on Technology and Education. University of Texas at Arlington, Department of Computer Science and Engineering. New Orleans 1996.
- [Señ98] Señas, P., Moroni. "Herramientas no convencionales para el aprendizaje de la programación". IV CACIC. 1998.
- [Señ99] Señas, P. Tesis de Magíster: "MCH como herramienta para la Representación de Conocimiento en Agentes Inteligentes". Universidad Nacional del Sur. 1999.
- [Señ00] Señas, P., Moroni, N. "Computing Environments for metalearning. *Interconnecting Hypermedia Concept Maps*". ED-MEDIA 2000. Montreal. Canada. 2000.
- [Sow84] Sowa, "Conceptual Structures: Information Processing in Mind and Machine". Addison Wesley. 1984.
- [Vit99]. Vitturini, M. y Zanconi, M. "Mapas Conceptuales Hipermediales para describir un Curriculum". V Conferencia Internacional de Ciencias de la Educación. Cuba. 1999
- [Zan98] Zanconi, M., Moroni, N., Vitturini, M., Malet, A., Borel, C. y Señas, P. Tecnología computacional y meta-aprendizajes. *RIBIE-98*. 1998.