

MAPAS CONCEPTUALES HIPERMEDIALES: UNA HERRAMIENTA PARA EL DESARROLLO DE SOFTWARE EDUCATIVO ¹

Perla Señas-Norma Moroni

Grupo InE

*Departamento de Ciencias de la Computación
Instituto de Ciencias e Ingeniería de Computación
Universidad Nacional del Sur.
Av. Alem 1253 - 8000 - Bahía Blanca - ARGENTINA
ccsenas@criba.edu.ar - moroni@criba.edu.ar*

Resumen

En este trabajo se presenta una metodología para el desarrollo de software educativo (SE) basada en la aplicación de mapas conceptuales hipermediales (MCH). Esta idea nace frente a la necesidad de aunar en una única metodología los aspectos más positivos de la teoría del aprendizaje significativo y de teorías de diseño y desarrollo de software.

Se propone usar 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 contará 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.

Los MCH constituyen un recurso poderoso para la representación de los conceptos fundamentales y de sus relaciones. Su uso es beneficioso para investigadores y profesionales de distintas disciplinas, quienes pueden contar con una herramienta específica para la representación de las ideas. Ésto no sólo facilita la comunicación entre los miembros de una misma disciplina científica sino también entre los integrantes de grupos interdisciplinarios como los destinados al desarrollo de SE.

Los MCH y una plataforma diseñada especialmente para trabajar con ellos han sido creados con el propósito de facilitar la construcción, mantenimiento, interconexión y lectura de los mapas conceptuales tradicionales.

¹ Este trabajo se realizó en el marco del proyecto "Mapas conceptuales hipermediales" dirigido por Perla Señas y Gustavo Rossi y financiado por la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNS.

Introducción

La construcción de Software Educativo (SE) es una tarea compleja y con particularidades que la distinguen especialmente de otros desarrollos. Generalmente es indispensable que en ella intervengan especialistas de distintas disciplinas: de Ciencias de la Educación, de Ciencias de la Computación, del área específica sobre la que versa el software y del área del diseño, entre otros. Lograr un producto que trate con rigor los temas específicos para los cuales fue propuesto y que además tenga verdadero valor educativo, constituye todo un desafío.

Se propone usar los Mapas Conceptuales Hipermediales (MCH) como eje central en el desarrollo de SE, constituyendo éstos un lenguaje común entre las distintas partes del equipo de elaboración del software. De esta manera se contará 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.

1. Mapas Conceptuales Hipermediales

Los mapas conceptuales (MC), presentados por Novak, surgieron como una técnica basada en el modelo de aprendizaje significativo de Ausubel, [Aus78]. Un MC es un recurso esquemático que tiene por objetivo representar relaciones significativas entre conceptos [Nov84].

El trabajo con MC está en relación con un modelo de aprendizaje que ubica al alumno como centro del desenvolvimiento del proceso educativo, promoviendo así su desarrollo integral. Favorece la incorporación y maduración de destrezas indispensables para la adquisición del conocimiento. El uso de esta técnica tiende a desarrollar la capacidad reflexiva del alumno y a orientar el trabajo del educador en el aula con una metodología activa y participativa.

Cabe destacar que la elaboración de estos mapas no es una tarea trivial. Las experiencias muestran que en general no aparecen dificultades con el aprendizaje de la técnica, sin embargo, para lograr un MC semánticamente correcto son necesarios refinamientos sucesivos. Además otra característica destacable está dada por la posibilidad de vincular nuevos conceptos con otros estudiados anteriormente. La relación entre diferentes MC logra dar una visión más integradora de una materia e incluso entre diferentes áreas temáticas.

La elaboración de los MC se ve dificultada si se piensa en su construcción mediante elementos tradicionales. Algunas de estas dificultades se presentan cuando el mapa tiene un elevado número de elementos, cuando se hacen los refinamientos sucesivos en el proceso de elaboración, cuando hay que hacer rectificaciones o extensiones de un mapa, o al hacer conexiones entre distintos mapas.

La tecnología hipermedial se presenta como el recurso informático ideal para la construcción de los MC, salvando así las dificultades antes mencionadas. Esta combinación entre MC e hipermedia dio lugar a la creación de los Mapas

Conceptuales Hipermediales (MCH) [Señ96a].

El hipertexto como soporte de un MC se presenta como un recurso natural si se tiene en cuenta la representación estructural de las ideas. Por otra parte, considerando las ventajas que ofrece el aprendizaje multisensorial, la incorporación de multimedios constituye una alternativa muy adecuada [Rus93]. Por lo tanto el desarrollo hipermedial de MC surgió como una posibilidad de gran valor desde el punto de vista educativo y como una alternativa motivadora que propicia el uso de los mismos.

En un MCH cada nodo de la hipermedia contiene una colección de no más de siete conceptos relacionados entre sí por palabras enlaces. A cada uno de estos nodos se lo denomina *vista*. Cada vista puede ser visualizada en una ventana.

Se distinguen dos tipos de conceptos: los *propios* de la vista y los *importados* a la misma. Los primeros corresponden a aquellos que constituyen inicialmente la vista y los segundos son los que se toman desde otra para poder así establecer relaciones entre conceptos de distintas vistas.

Las relaciones entre conceptos de una misma vista se denominan *relaciones internas* y las relaciones entre conceptos de distintas vistas se denominan *relaciones externas*.

Gráficamente los conceptos propios se representan mediante *elipses rotuladas*, los conceptos importados por *rectángulos rotulados*, ambos con el nombre del concepto que representan, y las relaciones (internas o externas) por *arcos etiquetados* con *palabras enlace*.

Para representar las relaciones externas se establece un arco etiquetado entre el concepto propio y el concepto importado. Dicha relación debe figurar en ambas vistas.

Cada vista se identifica con un *nombre*, (el del concepto propio más abarcativo de dicha vista) y con un *color* que es usado en todas las elipses que representan conceptos propios. Los conceptos importados mantienen el color de la vista donde fueron definidos originalmente.

Un concepto C perteneciente a una $Vista_1$ explota en otra $Vista_2$ cuando dicho concepto C se desarrolla en la $Vista_2$, es decir C constituye el nodo raíz del MC desarrollado en $Vista_2$. En este caso se dice que el MC representado en la $Vista_2$ es un *submapa* del correspondiente a la $Vista_1$.

La elipse que representa un concepto propio que explota en otra vista es un *botón* que posibilita el acceso directo a esa vista. El rectángulo que representa un concepto importado C es un *botón* que permite acceder directamente a la vista donde C está definido como propio.

Distintas apariencias (gráfico, sonido, animación, etc) se pueden asociar a un concepto terminal (que no es botón). Todo concepto puede estar asociado a una apariencia ya que siempre existirá una vista del MC donde dicho concepto esté definido como terminal.

Por último, ya que la tecnología hipermedial brinda la posibilidad de ampliar la potencia de un MC se le puede asociar además una base de información hipermedial basada en las fuentes que dieron lugar a dicho MCH. El acceso a la misma se puede realizar durante la exploración del mapa. Se facilita entonces que en un MCH aquellos conceptos que por su riqueza pueden aportar nueva información, sean *explorados* usando una hipermedia. Se crean de esta manera dos planos: un plano principal (MCH propiamente dicho), y uno secundario (información ampliatoria) que pueden consultarse alternadamente.

Con esta extensión los MCH trascienden las posibilidades educativas de los MC tradicionales de Novak. Los mecanismos propuestos hacen factible el acceso a las fuentes de información que dieron origen a la creación del mapa. Esta *bibliografía hipermedial* puede ser de suma utilidad para quien esté interesado en ampliar el tema, como así también para quien realice una evaluación del mismo.

2. Metodología de desarrollo de SE para el aprendizaje significativo

Los MCH constituyen una herramienta poderosa para la representación de los conceptos fundamentales y de sus relaciones. Su uso no está restringido a alumnos en la etapa escolar. Son beneficiosos para investigadores y profesionales de distintas disciplinas, quienes pueden contar con una herramienta específica para la representación de las ideas. Además, dada la necesidad de realizar actualizaciones permanentes y aprendizajes continuos, y teniendo en cuenta el problema que significa el manejo de los grandes volúmenes de información que se presentan en la actualidad, es que resulta de gran valor contar con nuevos métodos de representación del conocimiento. Ésto no sólo facilita la comunicación entre los miembros de una misma disciplina científica sino también entre los integrantes de grupos interdisciplinarios como los destinados al desarrollo de SE.

La metodología que se presenta es un claro ejemplo de lo expuesto en el párrafo anterior, su desarrollo se basa en la creación de MCH.

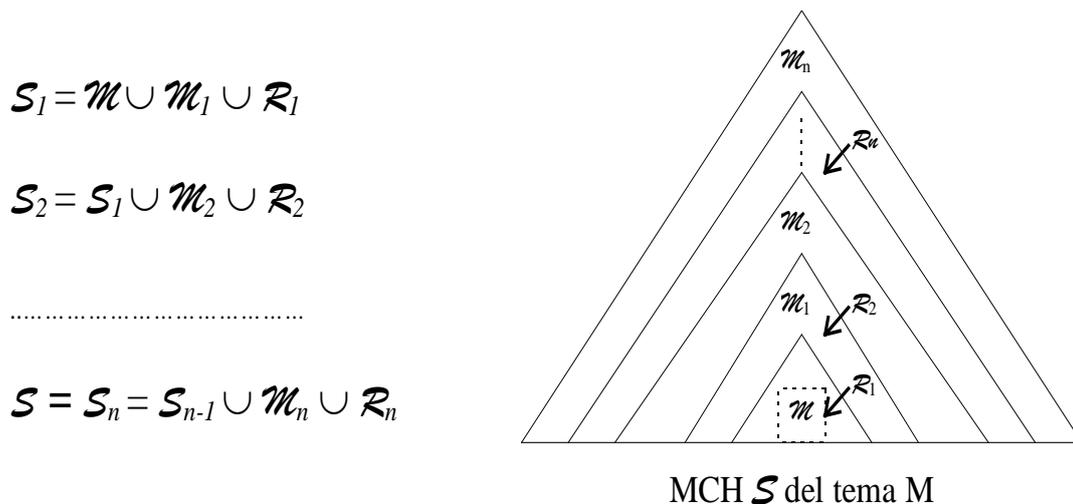
Cabe destacar también que al interactuar con un software mediante el cual se pretende lograr determinado aprendizaje, se observa frecuentemente que se ha puesto exclusivamente el acento en la exposición de los conceptos y sus relaciones sobre el tema en cuestión, y que con su aplicación se termina entrenando al aprendiz para que pueda contestar satisfactoriamente a un conjunto de preguntas o para que pueda resolver cuestiones que responden a un determinado modelo. Si se toma en cuenta la postura de Ausubel, quien destaca que la cantidad, claridad y la organización de los conocimientos que ya posee el alumno es el factor más importante para la adquisición de nuevos conocimientos, es claro que la diagramación de un SE sobre determinado tema debe proveer material de trabajo para clarificar y estructurar los conocimientos previos en caso de ser necesario.

2.1. El soporte de los MCH

La idea central es desarrollar primero el MCH \mathcal{M} correspondiente al tema sobre el que tratará el software. Teniendo en cuenta que se busca desarrollar un software mediante el cual sea posible realizar un aprendizaje significativo, éste deberá contar necesariamente con la posibilidad de brindar al estudiante elementos para poder incorporar los conceptos anclas para el nuevo tema, si es que se detecta que aún no los tiene incorporados. Esto lleva a pensar en la necesidad de un MCH marco \mathcal{M}_1 referente a los conocimientos previos que el educando debe poseer.

Así, el mapa \mathcal{M} puede pensarse como un mapa que se interrelaciona con \mathcal{M}_1 . Se puede destacar que si se establece el conjunto \mathcal{R}_1 de relaciones entre conceptos de \mathcal{M} y conceptos de \mathcal{M}_1 y como \mathcal{M} es también un conjunto (de conceptos y relaciones), puede definirse $\mathcal{S}_1 = \mathcal{M} \cup \mathcal{M}_1 \cup \mathcal{R}_1$ como un nuevo MCH. Repitiendo el razonamiento anterior, es posible considerar un MCH marco \mathcal{M}_2 y un nuevo conjunto de relaciones \mathcal{R}_2 . Luego de n pasos se podrá alcanzar un super MCH \mathcal{S} que contiene el MCH \mathcal{M} del tema y n capas superiores que darán lugar a las unidades que componen el marco conceptual previo.

Se muestra a continuación el esquema del MCH \mathcal{S} del tema M, logrado a partir de la construcción de la sucesión de MCH $\mathcal{S}_1 \mathcal{S}_2 \dots \mathcal{S}_n$

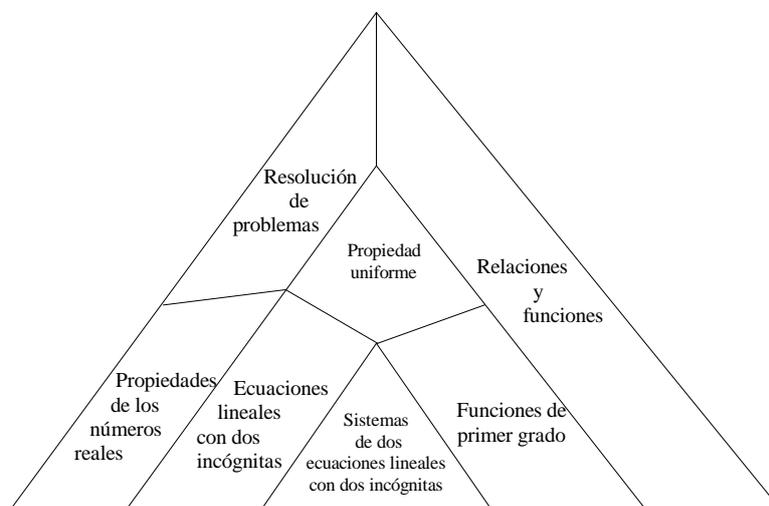


Presentado el esquema básico del MCH \mathcal{S} , se analiza a continuación la formación de una capa en particular

2.2. Composición de la capa \mathcal{M}_i del MCH \mathcal{S}

Una vez que se ha logrado el MCH \mathcal{S}_{i-1} hay que detectar con precisión cuáles son los conocimientos previos que el estudiante debe poseer para poder lograr que el aprendizaje sea significativo. La capa \mathcal{M}_i contendrá los conceptos y relaciones correspondientes a esos conocimientos previos. Puede ocurrir que con dichos conceptos y relaciones corresponda organizar más de un MCH, cada uno de ellos con independencia semántica respecto de los restantes. Por tal razón se puede interpretar la capa \mathcal{M}_i como una sucesión de mapas $\mathcal{M}_{i1}, \mathcal{M}_{i2} \dots \mathcal{M}_{ik}, k \geq 1$. Cada uno de estos mapas $\mathcal{M}_{ij}, 1 \leq j \leq k$, si bien constituyen unidades semánticas independientes, pueden permitir relaciones externas entre sus conceptos.

A modo de ejemplo se presenta a continuación un MCH correspondiente al tema sistema de dos ecuaciones lineales con dos incógnitas y la composición de dos capas superiores



Cuando ya se cuenta con el MCH \mathcal{S} definitivo, suficientemente estudiado y refinado, se construirá en base a él un grafo de flujo, que será la base de los subsistemas y del mapa de navegación de la hipermedia final.

2.3. Determinación del grafo de flujo $\mathcal{G}(\mathcal{S})$

Dado el MCH completo \mathcal{S} se genera el grafo dirigido \mathcal{G} de la siguiente manera:

El subMCH de \mathcal{S} , \mathcal{M} , constituye uno de los nodos de \mathcal{G} .

Cada uno de los subMCH \mathcal{M}_{ij} de la capa \mathcal{M}_i es un nodo de \mathcal{G} .

Si existe una relación entre conceptos de los nodos n_1 y n_2 del grafo \mathcal{G} , y el mapa de n_2 es de la capa inmediatamente superior a la capa que contiene el mapa de n_1 entonces se establecen los arcos (n_1, n_2) y (n_2, n_1) en \mathcal{G} .

Se distingue al nodo que contiene el MCH \mathcal{M} como nodo inicial de \mathcal{G} . De acá en más se indicará con α .

El grafo \mathcal{G} sólo contendrá los elementos definidos de 1 a 4.

2.4. Establecimiento de las distintas Unidades del Software

El software completo será un sistema compuesto de subsistemas llamados módulos. Cada uno de ellos contará con una unidad de aprendizaje, una unidad de evaluación y unidades remediales según la necesidad. El módulo de entrada se desarrollará a partir del nodo inicial α . Las aristas de \mathcal{G} permitirán establecer el flujo de control entre los

distintos subsistemas.

A esta altura, una vez fijadas las pautas generales para todo el sistema, tales como los objetivos del software y la metodología de enseñanza que se aplicará para que dichos objetivos sean alcanzados, se podrá comenzar con el diseño pedagógico de cada uno de los módulos en particular y en forma independiente.

Para cada uno de los módulos se determinará con precisión las metas a alcanzar, la estrategia que se seguirá para su desarrollo y la metodología que se empleará, se estructurarán los contenidos y se fijará también tanto el tipo de evaluación que se presentará como las unidades remediales necesarias para que el alumno pueda completar satisfactoriamente el aprendizaje relacionado con el mencionado subsistema. Se decidirá, entre otras cosas, si el aprendiz podrá abandonar o no libremente el módulo m_1 donde se encuentra y pasar a otro módulo m_2 , sin que se tenga en cuenta si ha cumplido en forma satisfactoria con la unidad de evaluación.

La forma en que se ha establecido el flujo de control entre los distintos módulos permitirá que un estudiante que está trabajando con uno de ellos, si lo necesita pueda acceder directamente a otros que forman el marco de aprendizaje. De igual forma, una vez resuelto el marco conceptual, podrá regresar al lugar de origen si es que así lo desea.

De esta manera, se puede construir en forma independiente cada uno de los módulos manteniendo la seguridad de su perfecta inclusión dentro del contexto, tanto desde el punto de vista conceptual como de sus relaciones. Así es posible realizar la tarea con todas las ventajas que ofrece la modularización en las distintas etapas del diseño y desarrollo de un producto de software sin correr el riesgo de perder precisión en el plano temático o en el educacional. Desde el punto de vista del aprendizaje esto permitirá elegir para cada módulo la estrategia metodológica más adecuada, independientemente de la opción que se realice para los demás, sin que esto signifique pérdida de coherencia. Por ejemplo mientras en un módulo puede resultar más conveniente realizar una simulación, en otro la opción más apropiada podría ser una tutoría de tipo interactiva.

Es claro que de esta manera, especialistas de Ciencias de la Educación y de la disciplina sobre la que versa el software podrán diseñar el MCH S y aún el grafo de flujo $G(S)$, asegurando el nivel adecuado de profundidad y la coherencia temática deseada para el SE

2.5. Plano subyacente de información

Como ya ha sido señalado por diferentes autores, es importante contar no sólo con los resultados finales obtenidos por cada estudiante sino también con los progresos que va logrando en cada sesión de trabajo. Puede agregarse también la información sobre la interacción realizada entre el software y el estudiante: caminos recorridos, ejercicios que ha resuelto, resultado de los ejercicios, ayuda que necesitó en cada módulo, tiempo que destinó a cada etapa cumplida, etc. Es decir el SE completo debe prever un plano subyacente de información consistente en una base de datos adecuadamente diseñada para alojar toda la información de interés sobre la tarea que realiza cada estudiante a lo largo de todas las aplicaciones del software. Obviamente el diseño del

SE permitirá que la carga de los datos en la base de información se realice automáticamente y en forma totalmente transparente para el usuario alumno. Complementada la base de información con un adecuado sistema para la generación de estadísticas y de consultas en general, será una herramienta de gran utilidad para el docente que podrá evaluar la experiencia educativa con elementos cuantitativa y cualitativamente más ricos que los que puede obtener de los resultados de pruebas tradicionales.

Para el diseño de la mencionada base de datos, los especialistas de Ciencias de la Educación y los de la disciplina sobre la que versa el software, especificarán con detalle toda la información que les puede resultar de importancia, tanto para la evaluación individual como del grupo en general. A partir de esas especificaciones y del sistema obtenido a partir del grafo \mathcal{G} los especialistas de Ciencias de la Computación diseñarán la base de datos completa: estructura, forma de almacenamiento de los datos, comandos de acceso, protección de la información, etc.

3. Conclusiones

Con la aplicación de esta metodología para el desarrollo de SE se espera, por un lado, que los distintos integrantes del grupo interdisciplinario que componen el equipo de diseño y desarrollo puedan organizar la tarea de manera precisa y efectiva. Por otro lado, en vista del soporte que representa el superMCH para la elaboración del plano superior del software, es de esperar el logro de un producto que trate con rigor los temas específicos para los cuales fue propuesto y que además tenga verdadero valor educativo.

Actualmente se está desarrollando un SE sobre el tema *Sistema de ecuaciones lineales con dos incógnitas* siguiendo la metodología propuesta.

4. Referencias bibliográficas

- [Aus78] D. P. Ausubel, J. D. Novak. *Educational Psychology: A Cognitive View*. 2nd Ed. New York: Holt, Rinerhart and Winston. 1978.
- [For96] R. Forcier. *The computer as a productivity tool in education*. Merrill-Prentice Hall. 1996
- [Gar95] Garzzoto, Mainetti and Paolini: *Hypermedia Design, Analysis and Evaluation Issues*. Communications ACM. August 1995.
- [Ghe91] Ghezzi Carlo. *Software Engineering*. Prentice hall. 1991
- [Isa95] Isakowitz, T. , Stohr, E. and Balasubramanian, P. *RMM: A methodology for Structured Hypermedia Design*. Communications ACM. August 1995.
- [Mar94] Marchionini, Gary - Crane, Gregory. *Evaluating Hypermedia and Learning: Methods and Results from the Perseus Project*. ACM Transactions on Information Systems. Vol 12. N1. Enero 1994, pp 5-34.

- [Nan95] Nanard, J. and Nanard, M. *Hypertext Design Environments and the Hypertext Design Process*. Communications ACM. August 1995.
- [Nov84] J. D. Novak, D. B. Gowin. *Learning how to learn*. New York. Cambridge University Press. 1984.
- [Rus93] Russell, Daniel - Landow, George. *Educational Uses of Hypermedia: From Design to the Classroom*. Hypertext '93. Seattle, Washington.
- [Sch94] D. Schwabe y G. Rossi. *OOHDM: An Object Oriented Hypermedia Design Model*. Communication ACM. August 1995.
- [Señ96a] **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.
- [Señ96b] Señas, P. , Moroni, N., Vitturini, M. y Zanconi, M. *Combining Conceptual Mappings and Hypermedia*. ED-MEDIA96. Boston. 1996.
- [Shn93] B. Shneiderman. *Designing the User Interface*. Addison-Wesley. 1993.
- [Thu95] Thuring, Hannemann and Haake. *Hypermedia and Cognition: Designing for Comprehension*. Communications ACM. August 1995.