

Consideraciones sobre la tecnología educativa en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Una experiencia en la asignatura Estructura de Datos

YOLANDA SOLER PELLICER
Universidad de Granma, Cuba

MATEO GERÓNIMO LEZCANO BRITO
Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Cuba

1. Introducción

Las tecnologías de la información obligan a modificar la organización de la educación, porque crean entornos educativos que amplían considerablemente las posibilidades del sistema, no sólo de tipo organizativo, sino también de transmisión de conocimientos y desarrollo de destrezas, habilidades y actitudes. La clave está en transformar la información en conocimiento y éste, en educación y aprendizaje significativo (Ruiz, 1996).

En el análisis realizado por Lezcano (1998), se constata que el sistema educacional cubano es una institución que imparte una educación formal que ha comprendido la necesidad de incorporar a sus metodologías el uso de herramientas que faciliten el aprendizaje y, siendo más ambiciosos, el autoaprendizaje. Coincidiendo con este autor, puede añadirse que en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Técnicas de Programación estas herramientas constituyen, a la vez, objeto de estudio e instrumento pedagógico.

2. Desarrollo

2.1. Caracterización histórico-tendencial de las aplicaciones educativas

En época tan temprana como la década de los 50, se desarrollaron sistemas mecánicos y electromecánicos que permitían la presentación de programas lineales basados en el principio de respuesta activa (Chambers, 1983).

La programación lineal tuvo su principal limitación en el hecho de no permitir la ramificación del proceso de enseñanza de acuerdo a la validez de las respuestas, lo que se resolvió, en parte, con la programación ramificada, la cual utiliza las respuestas del alumno para controlar el material que se mostrará a continuación.

Revista Iberoamericana de Educación

ISSN: 1681-5653

n.º 49/2 – 10 de abril de 2009

EDITA: Organización de Estados Iberoamericanos
para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI)



Ruiz (1996), plantea que desde principios de la década de los 60, las computadoras sirvieron como base a los sistemas de enseñanza automatizados. Los materiales de la denominada enseñanza programada que se desarrollaron consistían en secuencias de pasos pequeños para asegurar que las respuestas fueran correctas, con el fin de que el aprendiz recibiera un conocimiento reforzado.

Barrios (1997), expone que a finales de los años 60 las investigaciones en esta esfera habían languidecido considerablemente, aunque existía la convicción de que la enseñanza asistida por computadora debía proporcionar nuevos e importantes cambios a la enseñanza; el mismo autor plantea que en 1971 la National Science Foundation (NSF) de los Estados Unidos de América decide invertir 10 millones de dólares, durante cinco años, en los proyectos Time Sharing Interactive Computer Controlled Information (TICCIT) y Programmed Logic for Automatic Teaching Operation (PLATO). La finalidad de estos proyectos era demostrar que la enseñanza asistida por computadora podía proporcionar mejor enseñanza a menor costo.

En los últimos años, se han diseñado e implementado ambientes de aprendizaje poderosos, que se compenetran con las características de los procesos de aprendizaje en forma efectiva y que involucran una nueva concepción del aprendizaje, se abren las puertas al desarrollo de las técnicas de inteligencia artificial, aprendizaje reforzado (*Reinforcement Learning*) y agentes inteligentes que ayuden a la navegación por los sistemas de enseñanza automatizada (Bello, Gálvez *et al.*, 2000; Holland, Holyoak *et al.*, 2000).

Diversos autores, como Bravo (2000), Julian y Botti (2000), consideran que los agentes constituyen el próximo avance más significativo en el desarrollo de sistemas y pueden ser considerados como la nueva revolución en el *software*.

Teniendo en cuenta las evaluaciones del conocimiento, los agentes deben tener acceso a bases de datos que permitan tomar decisiones a partir de una diversidad de situaciones y de acuerdo a la apreciación del estado actual del conocimiento del estudiante.

Un momento importante en la aplicación de la tecnología en los procesos docentes lo constituye el desarrollo de las redes de información, que ofrecen herramientas como la *World Wide Web*, los motores de búsquedas, el correo electrónico, las herramientas para la discusión y la conferencia, para el trabajo en grupo y de colaboración, así como las tecnologías de presentación multimedia, que hacen posible el desarrollo de comunidades de aprendizaje a través de la comunicación entre personas ubicadas en diversas partes del mundo, de manera relativamente poco costosa (Lucero, 2004).

Hodson (1996) y Holland *et al.* (2000), reconocen que la enseñanza asistida por computadoras no siempre ha disfrutado de una buena reputación, pero en los últimos años, con el incremento de la potencia de las computadoras y del *software* multimedia, los estudiantes tienen la posibilidad de observar la simulación del comportamiento de los sistemas que están estudiando, a la vez que se les presenta un gran cúmulo de información, bien dosificada, de acuerdo a estrategias pedagógicas cuidadosamente diseñadas. No obstante, en cada caso, es necesario ser minucioso al elegir el tema que se tratará y la forma en que será abordado.

2.2. Ambientes de aprendizaje potenciados por la tecnología en la enseñanza de la programación de computadoras

La construcción del conocimiento comienza con la observación y reconocimiento de eventos y objetos a través de conceptos que ya se poseen.

A juicio de varios autores, una estrategia pedagógica a emplear para la enseñanza asistida por computadoras, aplicada a las Ciencias de la Computación, es la enseñanza significativa y el enfoque constructivista (Chestlevar, 2001; Lezcano, 1998).

Los primeros pasos en el uso de *software* educativo, como material didáctico con el enfoque constructivista, fueron dados por Papert (1999), quien desarrolla una línea de *software* que corresponde a los lenguajes para el aprendizaje y de ella surge el lenguaje LOGO, que a partir de su desarrollo en el Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT) fue y es utilizado en numerosas escuelas y universidades en un sentido constructivista del aprendizaje.

Existen técnicas de enseñanza que se enmarcan en el enfoque constructivista asistido por computadoras, como son:

- *Ambientes de modelación.* Permiten que el aprendiz construya modelos, por ejemplo LOGO y los ambientes basados en él (Papert, 1999).
- *Ambientes hipermedia.* Presentan la información en forma no lineal, permitiendo que los estudiantes pueden navegar por ella a través de un dominio con enlaces predefinidos entre pequeñas piezas de información. El aspecto constructivista está en el hecho de que el aprendiz determina la secuencia de aprendizaje, pero los conocimientos del dominio en sí se presentan en forma expositiva (Bravo, 2000).
- *Simulación por computadoras.* Son programas que contienen modelos del mundo real. La acción básica del aprendiz es realizar cambios en las variables de entrada y observar las consecuencias sobre las variables de salida (Hennessy, 2003).
- *Ambientes de mapas conceptuales.* Permiten formar conceptos relacionados entre sí (Cañas & Novak, 2004).
- *Ambientes colaborativos.* Buscan propiciar espacios en los cuales se favorezca el desarrollo de habilidades individuales y grupales a partir de la discusión entre los estudiantes al momento de explorar nuevos conceptos. Lo innovador en los ambientes colaborativos es la introducción de la informática en estos espacios, sirviendo las redes virtuales de soporte, lo que da origen a los ambientes *Computer-Support Collaborative Learning* - aprendizaje colaborativo asistido por computador (CSCL) (Lucero, 2004).

En ambientes colaborativos, se espera que la tecnología apoye el pensamiento creativo, el auto-aprendizaje, el compromiso, la responsabilidad, la participación, la organización, el crecimiento individual y grupal (Stojanovic, 2002).

2.3. Los mapas conceptuales en el estudio de la programación de computadoras

Basándose en el aprendizaje como procesamiento de información, Novak y Gowin (1988) introducen el mapa conceptual como una respuesta a la línea de Ausubel del aprendizaje significativo dentro del marco de un programa denominado "Aprender a Aprender". En ellos, el conocimiento está organizado y representado en todos los niveles de abstracción, situando los más generales e inclusivos en la parte superior y los más específicos y menos inclusivos en la parte inferior.

Ontoria (1993), considera que los mapas conceptuales constituyen un recurso esquemático para representar un conjunto de significados conceptuales incluidos en una estructura de proposiciones. Estas pueden ser explícitas o implícitas. Los mapas conceptuales proporcionan un resumen esquemático de lo aprendido, ordenado de una manera jerárquica.

La enseñanza de la programación, como parte fundamental de la formación profesional de las carreras de Ciencias de la Computación, ha sufrido cambios importantes que han estado aparejados al desarrollo de la tecnología y la enseñanza, muchos de ellos se han basado en el surgimiento de nuevos paradigmas de programación, (Castillo & Barberán, 2000).

Entre los principales obstáculos que aparecen para el aprendizaje y aplicación de un lenguaje de diseño de algoritmos pueden puntualizarse los siguientes:

- El alumno se ve necesitado de manejar un gran número de nuevos conceptos e integrarlos de manera significativa. En los algoritmos, las acciones complejas suelen definirse en términos de otras acciones más sencillas. Esto hace que la comprensión acabada de las acciones más simples redunde en beneficios para entender aquellas más complejas.
- Las acciones tienen dos aspectos que están estrechamente relacionados entre sí: una *sintaxis* (reglas de redacción de las acciones en un algoritmo), y una *semántica* (significado formal y preciso de una acción dada).
- El alumno se enfrenta a la necesidad de manejar un lenguaje objeto (para elaborar algoritmos) y un metalenguaje (para hablar acerca de cómo se comporta el lenguaje algorítmico).
- Existen conceptos relativamente complejos interrelacionados entre sí (Chestlevar, 2001).

Escribir un programa de computadora utilizando un lenguaje de programación requiere del alumno varias competencias y habilidades, que involucran básicamente la capacidad de manipular un conjunto de abstracciones interrelacionadas para la resolución de problemas. En tal sentido, el proceso de enseñanza-aprendizaje de un lenguaje de programación es extremadamente complejo.

La tarea de aprender a manipular el conjunto de símbolos asociado a un lenguaje conforme a una sintaxis, relacionándolos con una semántica, demanda un esfuerzo considerable para los alumnos de los primeros años de la carrera. A esto se suma, en muchos casos, una formación deficiente que les dificulta organizar nuevos conceptos de una manera ordenada para construir taxonomías y diferenciar propiedades que permitan establecer pautas para razonar sobre ellas.

En este contexto, Stojanovic (2002), propone el uso de mapas conceptuales para la enseñanza de conceptos básicos de programación y desarrollo de algoritmos.

Moreira (2002), por su parte, plantea con respecto a las destrezas cognitivas, que los mapas conceptuales desarrollan conexiones con ideas previas, la capacidad de inclusión, la diferenciación progresiva entre conceptos, la integración o asimilación de nuevas relaciones entre ellos.

Al revisar los textos tradicionales de enseñanza de programación en el ámbito universitario se comprueba que, mayoritariamente, no hacen uso de un lenguaje de diseño de algoritmos para enseñar a programar y, en su lugar, apelan directamente a un lenguaje de programación.

Ese acercamiento prescinde, muchas veces, de una clara identificación de cómo se interrelacionan distintos conceptos teóricos entre sí. El resultado es que muchos se presentan independientemente y sólo a través de la práctica el alumno llega a interrelacionarlos. Esto puede motivar la exploración de distintas técnicas didácticas que facilitan a los alumnos una mayor comprensión y vinculación de los temas presentados.

En programación se da el caso particular de que todo concepto expresado a través de la sintaxis de un lenguaje tiene su correlación con un significado operacional (semántica), y dicho significado estará definido de manera composicional, en términos del significado de otros conceptos más elementales.

El mapa conceptual puede ser usado, entonces, como una herramienta de organización, asociación, validación, interrelación, discriminación, descripción y ejemplificación de contenidos, con un alto poder de visualización.

2.4. Herramientas para la creación de mapas conceptuales

Los mapas conceptuales son un aporte que, en sus inicios, no estaba relacionado con las redes de cómputo o comunicación, pero al ser éstos un potente recurso educativo y la educación no ser más que una forma especial de comunicación, el uso de los mapas, empleando las redes de información, se hace más eficiente tanto cuantitativa como cualitativamente. El desarrollo de las redes facilitó la aparición de aplicaciones o herramientas que permiten, con gran facilidad, compartir, crear y editar mapas conceptuales, en una institución e incluso a escala mundial (Díaz & Leal, 2004).

En el desarrollo de esta investigación se evaluaron varias herramientas para desarrollar mapas conceptuales, algunas, como *Shared Space*, constituyen herramientas potentes. Este último fue diseñado principalmente para la educación, ofrece facilidades para el trabajo colaborativo, las discusiones de temas, puede generar mapas compatibles con CMapTools, posee sofisticadas herramientas de navegación y búsqueda, apertura y creación rápida y fácil de nuevos espacios de información, eficiente ayuda en línea, pero sólo es compatible con arquitectura y sistema operativo Macintosh (Copsey, 2005).

Otras son utilizadas con fines comerciales, como *MindMapper*, *MindGenius*, *ConceptDraw*, *VisualMind*; algunas se encuentran disponibles en internet y son de código abierto, como, *FreeMind*, escrito en Java, que constituye la primera aplicación libre para la creación de mapas conceptuales, aunque presenta limitaciones al añadir recursos multimediales al nodo o concepto del mapa y no permite el trabajo colaborativo (BosleyGroup, 2006; CSO, 2005; GAelimited, 2004; MedioWiki, 2006; TechnM, 2005).

2.5. CmapTools

Durante los últimos doce años, el “Institute for Human and Machine Cognition” (IHMC), ha estado desarrollando CmapTools, un software libre con ambiente cliente-servidor que permite, entre otras opciones, construir y compartir mapas conceptuales (IHMC, 2005).

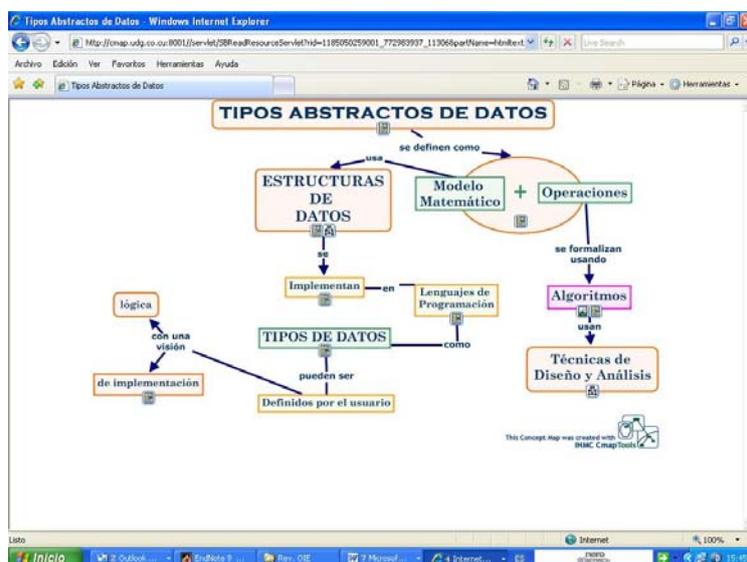
La herramienta CmapTools cumple con los requisitos indispensables para ser usada como parte de una estrategia de enseñanza significativa, enmarcada en la construcción del conocimiento, como es la propuesta realizada en este trabajo para la asignatura Estructura de Datos de la carrera de Ingeniería Informática. Recursos e informaciones en un mapa conceptual.

Permite incluir un nuevo concepto, crear proposiciones o relaciones, crear carpetas, importar, adicionar y editar enlaces a recursos y enlazar proposiciones entre varios mapas creados con CmapTools (Cañas, Granados *et al.*, 2003).

Esta opción es importante en el desarrollo de mapas conceptuales con fines docentes y para la construcción del conocimiento, ya que en su creación pueden encontrarse colaborando varios equipos de estudiantes, los cuales desarrollan de forma independiente mapas relacionados con diferentes temas que pueden unirse mediante relaciones entre conceptos afines, así se vinculan mapas de varias asignaturas o disciplinas.

El mapa conceptual diseñado en la Universidad de Granma para la asignatura Estructura de Datos y Algoritmos, fue desarrollado usando la herramienta Cmap (cliente-servidor). Se encuentra accesible desde todas las Universidades que pertenecen a la Red Nacional del Ministerio de Educación Superior en Cuba. Al realizar una búsqueda directamente en Internet, usando un buscador o metabuscador, e incluyendo en el perfil de búsqueda las palabras claves necesarias, o escribiendo directamente el URL: <http://cmap.udg.co.cu>, aparecerá la página con la información que se encuentra en el servidor Cmap de la Universidad de Granma (Figura 1).

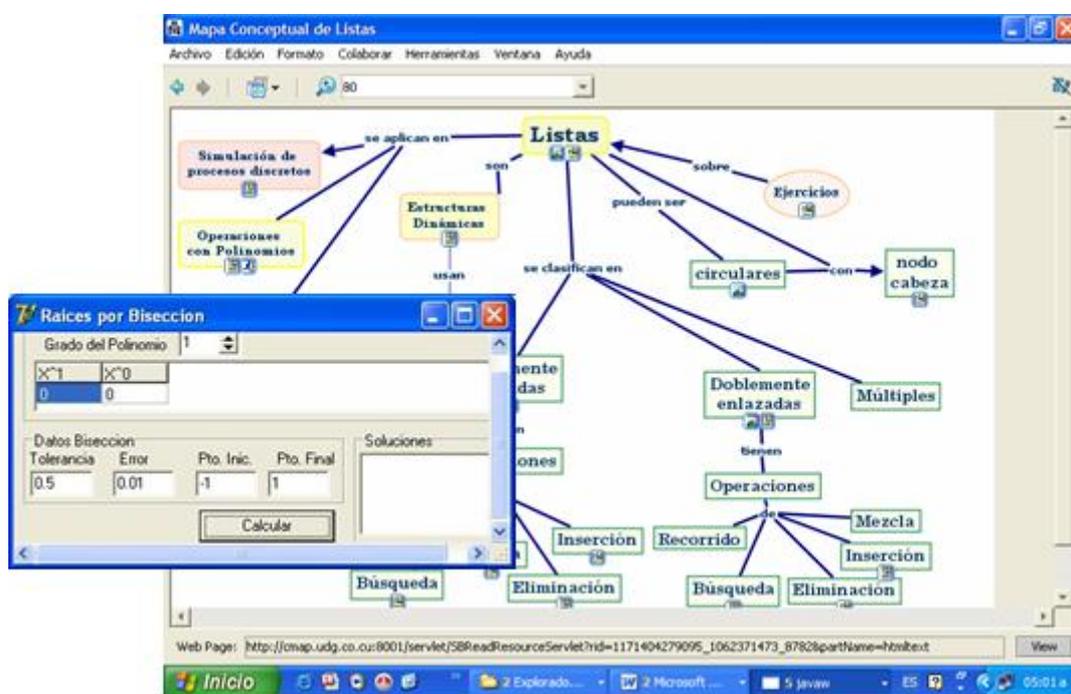
FIGURA 1
Página web que muestra el mapa Conceptual Tipos Abstractos de Datos



La opción de controlar la accesibilidad permite personalizar el trabajo con los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje del tema representado en el mapa conceptual. Uno de los propósitos en este trabajo, además de evaluar una herramienta que organice los conceptos y los relacione creando proposiciones a través del mapa conceptual de la asignatura Estructura de Datos y Algoritmos, es el enriquecimiento del mismo, a través de la inclusión de informaciones y recursos: documentos, simulaciones, implementación de algoritmos, visualización de programas, y aplicaciones resultantes de la creación de los estudiantes en sus Proyectos de Curso, como se muestra en la Figura 2. En este caso se inserta al nodo de aplicaciones de las listas enlazadas, un programa que permite calcular las raíces de un polinomio por el método de bisección, usando las listas enlazadas para representar el polinomio.

FIGURA 2

Aplicación para el cálculo de las raíces de un polinomio insertado como recurso al mapa conceptual Listas



El mapa conceptual de la asignatura apoya la enseñanza significativa, incluye elementos importantes de educación en valores, contribuye a organizar el sistema de conocimientos y lo enriquece con aplicaciones y ejercicios, evidencia el vínculo horizontal y vertical de la asignatura con la carrera, permite realizar un proceso docente centrado en el alumno y, en muchos casos, coordinado por él, promueve el autaprendizaje y el sentido crítico, autocrítico y de eficiencia en el desarrollo de las aplicaciones resultantes del proyecto de curso de la asignatura, por lo que representa una herramienta de trabajo, a la vez que un sistema bibliográfico que se inserta en la organización de los contenidos tratados.

3. Conclusiones

- 1) La combinación de elementos de las tendencias pedagógicas contemporáneas y la enseñanza asistida por computadoras aporta medios de enseñanza apoyados en las nuevas tecnologías

de la información y las comunicaciones que contribuyen a elevar la calidad del proceso docente educativo de las asignaturas de programación en la carrera de Ingeniería Informática.

- 2) Teniendo como base los modelos teóricos presentados en este artículo, hemos elegido diferentes elementos del enfoque constructivista, de la enseñanza significativa y en especial del uso de los mapas conceptuales, incorporando a éste el trabajo colaborativo en red y la simulación como medio de enseñanza.
- 3) Se presenta la experiencia del mapa conceptual Tipos Abstractos de Datos en la asignatura Estructura de Datos y Algoritmos, como parte de una estrategia de aprendizaje significativo.

Bibliografía

- BARRIOS, A. M. (1997): "Reflexiones epistemológicas y metodológicas". En: *Enseñanza de las ciencias para todos*, 44, 13.
- BELLO, R.; GÁLVEZ, D.; LEZCANO, M., et al. (2000): *Introducción a la Inteligencia Artificial*. Guadalajara, México: Editorial Pandora, 45 pp.
- BOSLEYGROUP (2006): *MindMapper, visual mind mapping software tool for visual thinking and writing. Priced for beginners, powered for professionals*. (Version 3.01). USA: MindMapper, USA.
- BRAVO, J. (2000): *Aprendizaje por descubrimiento en la enseñanza a distancia: Conceptos y un caso de estudio*. Universidad de Castilla-La Mancha.: Grupo de Informática Educativa. Departamento de Informática, 21 pp.
- CAÑAS, A.; GRANADOS, A.; PÉREZ, C., et al. (2003): *The network architecture of CmapTools* (Technical Report No. IHMC CmapTools 2003-01). Pensacola, FL: Institute for Human and Machine Cognition.
- CAÑAS, A., y NOVAK, J. (2004): *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*. Spain, 14 pp.
- CASTILLO, J., y BARBERÁN, O. (2000): "Mapas Conceptuales en Matemáticas", en: <<http://www.cip.es/netdidactica/articulos/mapas.htm>> [Consulta: 2005].
- COPSEY, B. (2005): "Shared Space 2.0 wins TWO REALbasic Design Awards", en: <<http://www.shared-space.net/>> [Consulta: Nov. 2007].
- CSO (2005): "ConceptDraw MINDMAP 4. Mind Mapping, Brainstorming and Project Planning", en: <<http://www.conceptdraw.com/en/products/mindmap/main.php>> [Consulta: Dic. 2006].
- CHAMBERS, J. (1983): *Computer-Assisted Instruction. Its Use in the classroom*. Prentice-Hall, 58 pp.
- CHESTLEVAR, C. I. (2001): *Utilización de Mapas Conceptuales en la enseñanza de la programación*. Bahía Blanca, Argentina: Departamento de Ciencias de la Computación. Universidad Nacional del Sur, 11 pp.
- DÍAZ, J., y LEAL, P. (2004): *Ambiente Web de Apoyo al Proceso de enseñanza-Aprendizaje a través de la Representación Gráfica de Significados a modo de Mapas Conceptuales*. Barcelona, 36 pp.
- GAELLIMITED (2004): "MindGenius - Te productivity acceleratos", en: <<http://www.mindgenius.com>> [Consulta: Feb. 2006].
- HENNESSY, S. (2003): "Learner perceptions of realism and magic in computer simulations". En: *British Journal of Educational Technology*, 24.
- HODSON, D. (1996): "Laboratory works as scientific method: three decades of confusion and distortion". En: *JCS Journal of curriculum studies*, pp. 28-22.
- HOLLAND, J.; HOLYOAK, K.; NISBETT, R., et al. (2000): "Processes of Inference, Learning, and Discovery". En: *The Bactra Review*, 124.
- IHMC (2005) "Institute of Human and Machine Cognition", en: <http://cmap.ihmc.us/download/dl_CmapServer.php> [Consulta: Feb. 2007].
- JULIAN, V., y BOTTI, V. (2000): *Agentes Inteligentes: el siguiente paso en la Inteligencia Artificial*, 78 pp.

- LEZCANO, M. (1998): "Ambientes de aprendizaje por descubrimiento para la disciplina Inteligencia Artificial". En: *Centro de Estudios Informáticos*, p. 123. Santa Clara: Las Villas.
- LUCERO, M. (2004): "Entre el trabajo colaborativo y el aprendizaje colaborativo". En: *Revista Iberoamericana de Educación*, 5, 9.
- MEDIOWIKI (2006): "FreeMind - free mind mapping software", en: <http://freemind.sourceforge.net/wiki/index.php/Main_Page> [Consulta: May. 2005].
- MOREIRA, M. A. (2002, Agosto 2002): "Mapas conceptuales y aprendizaje significativo", en: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasesp.pdf>> [Consulta: Ago. 2003].
- NOVAK, J., y GOWIN, D. (1988): *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca, 58 pp.
- ONTORIA, A. (1993): *Mapas conceptuales: una técnica para aprender*. (2.ª ed.). Javeriana: Narcea S.A., 58 pp.
- PAPERT, S. (1999): *¿Qué es Logo? ¿Quién lo necesita? Logo Philosophy and Implementation*. LCSJ, 57 pp.
- RUIZ, F. (1996): "Nuevas herramientas tecnológicas para la realización de cursos por computador". En: *Revista de Enseñanza y Tecnología*, 5, pp. 21-31.
- STOJANOVIC, L. (2002): "El paradigma constructivista en el diseño de actividades y productos informáticos para ambientes de aprendizaje "on-line". En: *Pedagogía*. Caracas, 23, 66.
- TECHNM (2005): "Visual Mind - efficiency through smart thinking", en: <<http://www.visual-mind.com/>> [Consulta: Abr. 2007]