

Tipo de artículo: Artículo original
Temática: Tecnologías de la información y las telecomunicaciones
Recibido: 06/03/2015 | Aceptado: 12/06/2015

Algunas recomendaciones para diseñar aplicaciones para la enseñanza utilizando mapas conceptuales

Some recommendations for designing applications for teaching using concept maps

Mateo Lezcano Brito ^{1*}, Manuel Linares Álvaro ², Yolanda Soler Pellicer ², Lydia Ríos Rodríguez³

¹ Universidad Cooperativa de Colombia. Carrera 1G # 10-24, Neiva Colombia. mateo.lezcanob@campus.ucc.edu.co

² Universidad de Granma. {cheche, yoly}@udg.co.cu

³ Universidad de Sancti Spíritus. lidia@uniss.edu.cu

* Autor para correspondencia: mateo.lezcanob@campus.ucc.edu.co

Resumen

Los mapas conceptuales constituyen un recurso didáctico que recobró relevancia con el surgimiento de las redes de computadoras. Se pueden encontrar diversos sistemas para la enseñanza basados en mapas conceptuales, muchos de ellos no están bien estructurados y solo pretenden organizar, en forma de mapas, contenidos extraídos de diversos documentos, sin tomar en cuenta las premisas que debe seguir una aplicación con fines docentes. En este trabajo, se proponen algunas pautas para confeccionar mapas conceptuales que satisfagan las premisas educativas. Se partió de un análisis inicial acerca de la forma en que se usan los mapas en la enseñanza, después se realizó la propuesta presentada que se ha sometido a la práctica para observar su aceptación, así como su efectividad, con el objetivo de mejorar la propuesta inicial (método investigación-acción). Se implementaron varios sistemas de enseñanza con las ideas sugeridas. Los sistemas han sido bien acogido por los estudiantes pudiéndose observar mejorías cognitivas a partir del momento de su aplicación.

Palabras clave: enseñanza, mapas conceptuales, redes de computadoras, TIC.

Abstract

Concept maps are an educational resource which regained importance with the emergence of computer networks. You can find many education systems based on conceptual maps, many of them are not well structured and are only intended to organize, in the form of maps, contents extracted from various documents, regardless of the premises to be followed by an application for teaching purposes. In this paper, some guidelines for making concept maps that meet the educational premises are presented. The experiment started from an initial analysis to assess how maps are

used in teaching, after which the proposal has been submitted to different analyzes in order to improve the initial proposal (method research-action). Various education systems with the ideas suggested were implemented. The systems have been well received by the students, who showed cognitive improvements after use.

Keywords: *teaching, concept maps, computer networks, ICT.*

Introducción

El impacto de las computadoras en la educación ha sido ampliamente estudiado y, aunque no todos los resultados son satisfactorios, puede afirmarse que la mayoría de los estudios dan fe de su utilidad, dos ejemplos dignos de destacar son: el estudio de meta análisis de Kulik (Kulik, 1994), el cual revela aspectos positivos y negativos del uso de las computadoras, y el proyecto denominado “Salas de clases del futuro” de Baker y sus colegas (Baker, Gearhart y Herman, 1994). Como una muestra del continuo interés y de la diversidad en este campo de investigación se puede mencionar el análisis realizado en Costa Rica (Chao, 2014.), acerca del estudio del francés usando técnicas de Enseñanza Asistida por Computadora (EAC).

Al revisar el estado del arte en el campo de la EAC, se aprecia que se ha mantenido el interés por investigar acerca de la utilidad o no de estas técnicas, ya no solo en los aspectos cognitivos, sino también en la motivación, en la conducta, en el conocimiento general, en las relaciones humanas, etc. Prácticamente, en todos los análisis que se hacen acerca de la EAC y de su influencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje, se toma en cuenta el desarrollo de la ciencia en ese momento y la vertiginosa inserción que ha tenido la Tecnología de la Información y las Comunicaciones (TIC) en el proceso de asimilación de las tecnologías en el ámbito docente-educativo.

Uno de los recursos de aprendizaje más socorridos en los últimos tiempos ha sido, sin lugar a dudas, los mapas conceptuales, los cuales se desarrollaron en el año 1972, como parte de un proyecto de investigación a cargo del Dr. Joseph D. Novak en la Universidad de Cornell (López, 2007). En aquel entonces se hizo un seguimiento a los estudiantes (de los dos primeros grados escolares) con el objetivo de estudiar la influencia que tendría la enseñanza de los conceptos básicos de ciencias en el aprendizaje posterior de los alumnos. Para hacer el estudio usaron las bases de la teoría de la psicología cognitiva de Ausubel (Ausubel, 1963) (Ausubel, 1978) y representaron el conocimiento como una estructura jerárquica de conceptos y proposiciones (Novak, 2010).

El alcance de esta idea inicial se ha visto incrementado en el tiempo, sobre todo, después de la expansión que han tenido las redes de computadoras. Como respuesta a ese interés creciente acerca de los mapas conceptuales han surgido múltiples herramientas para elaborarlos y manipularlos, destacándose el *CmapTools* (Cañas, Novak, 2006)

que fue desarrollado en el “*Institute for Human & Machine Cognition*” (IHMC)¹ en donde precisamente labora hoy en día el Dr. Novak.

El *CmapTools*, según su propio autor, el Dr. Alberto Cañas (López, 2007), surge cuando en una investigación que ellos realizaban se enfrentaron al reto de hacer ingeniería del conocimiento, para desarrollar un sistema experto. Como se sabe el proceso de adquirir el conocimiento privado de los expertos, muchas veces, se torna difícil; sobre todo por la incomunicación que surge entre esas personas y los desarrolladores, los cuales no comparten un lenguaje común, fue en ese ámbito que se optó por los mapas conceptuales como una vía de comunicación y después con el tiempo y con el propósito de no dejar la experiencia en ese estado, se comenzó la elaboración del *CmapTools*.

Muchos docentes realizan prácticas en las cuales les piden a los estudiantes que hagan sus propios mapas. Los mapas hechos por los estudiantes expresan la concepción que tiene cada uno de ellos de alguna materia o tema de estudio y ese ejercicio es útil debido a que permite reflejar las asociaciones mentales que tiene cada individuo de los diferentes conceptos y su interacción. En ese sentido nunca se logra “un mapa ideal” y menos único ya que esas concepciones se interpretan de diferentes formas por cada educando.

Las recomendaciones que se presentan en este artículo están dirigidas a los docentes, por eso tienen el objetivo de que sean ellos los que hagan los mapas y organicen la materia objeto de estudio en una forma adecuada, que se sustente en su experiencia en el aula. Aunque se debe dejar libertad para que los estudiantes hagan sus propias interpretaciones que se pueden agregar (sin alterar las establecidas por el profesor) y en última instancia ser aceptadas o no luego de una rigurosa revisión.

Las computadoras se pueden emplear en la docencia en dos categorías: como un medio para enseñar y como objeto de estudio. Los sistemas que se han elaborado con estas ideas abarcan ambos aspectos, lo cual viene dado por el hecho de que la mayoría están dirigidos a enseñar disciplinas de las carreras Ciencia de la Computación, Ingeniería Informática e Ingeniería de Sistemas, en las cuales la computadora y los procesos asociados a ella son el objeto de estudio, y el medio que se usará para estudiarlos, en este caso, son mapas conceptuales diseñados bajo la égida de aplicaciones con tecnología cliente-servidor asociada a la web.

Se afirma que una forma de fomentar el aprendizaje es dejar que los estudiantes resuelvan problemas en un medio que refleje los múltiples usos que tiene el conocimiento adquirido, esa concepción logra que los estudiantes: comprendan el propósito o uso del conocimiento, participen en el aprendizaje de forma activa y lleguen a conclusiones propias. En

¹ <http://www.ihmc.us/>

este caso los mapas sirven de un repositorio de conocimientos adquiridos o por adquirir a los cuales se les asocian múltiples recursos que apoyan el proceso de enseñanza-aprendizaje.

El presente artículo tiene el propósito de presentar algunas recomendaciones para diseñar aplicaciones para la enseñanza que se apoyan en mapas conceptuales. Los sistemas de enseñanza realizados con estas ideas usan la plataforma CmapTools, como herramienta de desarrollo de los mapas, pero las ideas que se explican en el documento pueden generalizarse a otras plataformas.

Metodología computacional

Como ya se ha mencionado, existen múltiples plataformas que permiten hacer mapas conceptuales y las recomendaciones que se establecen en este artículo no están dirigidas, en general, hacia ninguna herramienta en particular. No obstante todos los sistemas que se han confeccionado con las ideas aquí descritas usan las dos herramientas que proporciona el “*Institute for Human and Machine Cognition*”:

- El CmapTools. Es una herramienta cliente que se usa para hacer y mostrar los mapas y también es posible utilizarla en evaluaciones (Daley, Cañas y Stark-Schweitzer, 2007).
- El *CmapServer*. Es una herramienta servidora que gestiona los mapas elaborados con *CmapTools*.

El *CmapServer* brinda los servicios web a través de un servidor Tomcat (Brittain, 2007), pero esos servicios no se ofrecen en toda su amplitud y por eso las páginas web, asociadas a un *CmapTools* que se ejecuta localmente con todos los recursos también locales, no se comportan de igual forma cuando son gestionadas por el *CmapServer* a partir de una solicitud remota del cliente. Para resolver ese problema, debe instalarse un servidor web cualquiera y en las aplicaciones que se presentan se eligió el Apache (Laurie, Laurie, 2002). Independientemente de estas particularidades las ideas que se muestran a continuación son generales.

Aspecto general de los mapas

Cuando se realiza una aplicación con fines docentes, debe prestársele un cuidado especial a su aspecto, para que motive; lo cual se puede lograr con algún mensaje subliminar que asocie los contenidos y sea agradable. Para el caso de los mapas, se propone que tengan un fondo que asocie cada uno de los elementos mostrados con el contenido que se trata, lo que incluye: figuras alusivas a lo que se presenta y un color que lo distinga de los demás tipos de mapas. Estos aspectos permiten que el estudiante relacione lo que aprecia en la pantalla con lo que se explica.

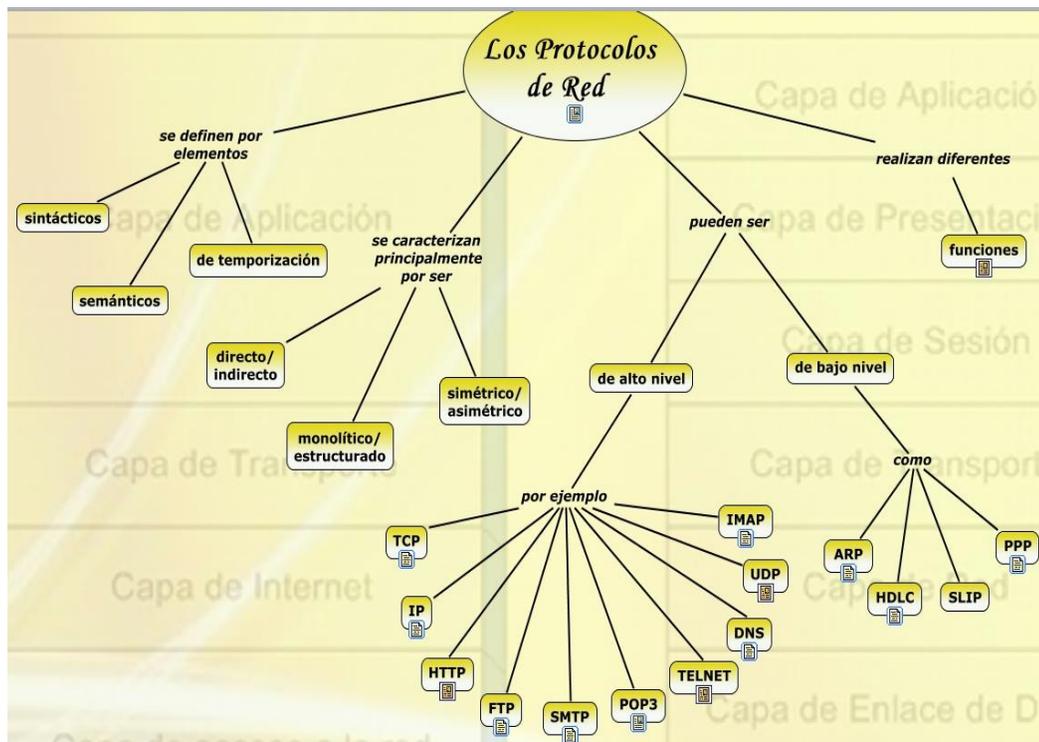


Figura 1. Un mapa del sistema para enseñar redes de computadoras

La figura 1, muestra uno de los mapas del Sistema para la Enseñanza de Redes de Computadoras (SERC) (González, 2011). El mapa es un ejemplo de lo mencionado en el párrafo anterior, en este caso se pueden apreciar, como fondo y tenuemente: las capas o niveles de los modelos de referencia TCP/IP y OSI. Ambos modelos forman parte de los cursos de redes de computadoras que se estudian en las carreras a las que va dirigido este sistema de enseñanza.

La figura 2, muestra el mapa principal, del Sistema para la Enseñanza de Sistemas Operativos (SESO) (Garrido y González, 2009), el fondo del mapa muestra los íconos de tres de los sistemas operativos más usados en la actualidad (Windows, Mac-OS y Linux). Del nodo del extremo derecho (partes o módulos), se derivan tres nodos (el sistema de archivo, el sistema de planificación de la CPU y el sistema de administración de la memoria) que contienen los contenidos asociados a esos tres subsistemas, cada nodo tiene un color diferente que lo distingue de los demás, de ellos se derivan otros mapas que conservan el color característico del módulo (como mensaje subliminar), además de otras particularidades propias, lo cual es una forma de recordarle al estudiante lo que está estudiando.

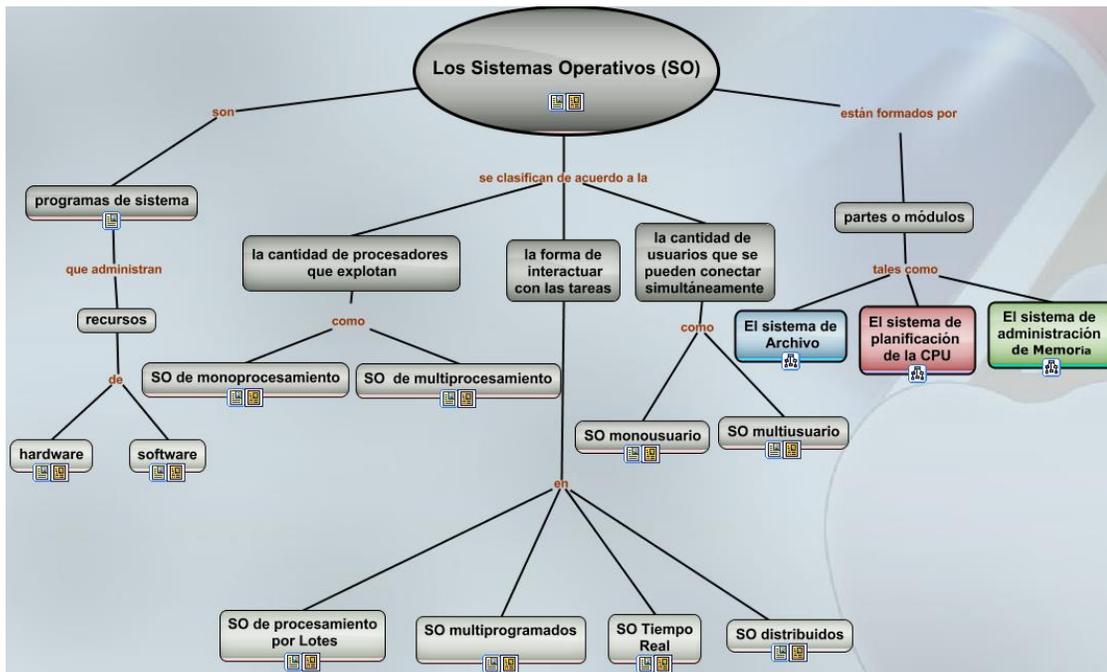


Figura 2. Sistema para la enseñanza de Sistemas Operativos (SESO)

La figura 3 muestra el mapa derivado del concepto “Sistema de Archivo” de la figura 2. El color de fondo de este mapa es igual al del nodo que lo origina en la figura 2, adicionalmente se aprecia una porción de un disco fragmentado, muy común en los sistemas de archivos de colocación enlazada e indexada. Estos tipos de mensajes subliminales permiten que los estudiantes hagan una asociación mental entre el tema y los conceptos que se discuten; la asociación se logra, de forma natural, cuando se usa el sistema varias veces.

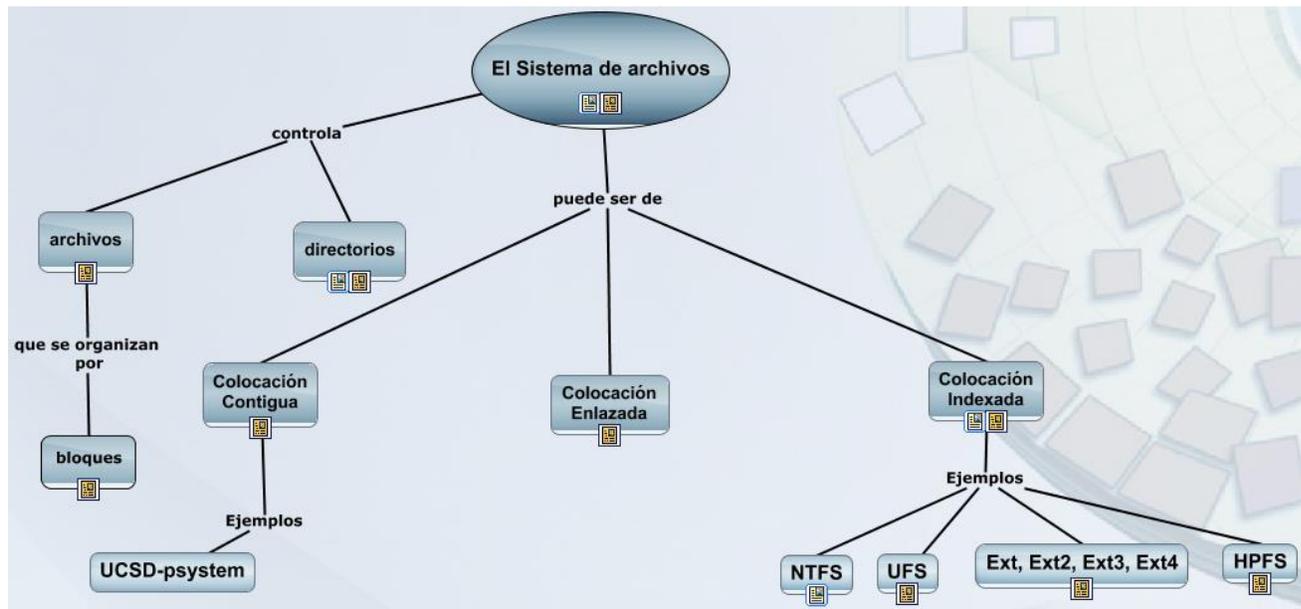


Figura 3. Mapa derivado (sub mapa) del sistema SESO

Proposiciones

Un mapa conceptual está constituido por un conjunto de proposiciones que conforman una terna del siguiente tipo: <concepto><palabra de enlace><concepto>. Según el criterio de los autores, el mapa conceptual debe interpretarse como un grafo tipo AND, en el cual se asume que los nodos que descienden de un nodo común están unidos con sus vecinos a través del operador lógico AND (Bratko, 2011). En este tipo de grafo, para que una proposición compuesta sea verdadera deben ser verdaderas todas las proposiciones simples que la conforman y bastará una proposición simple falsa para que la proposición compuesta también sea falsa. Se ha podido constatar, en la práctica, que las proposiciones falsas pueden confundir a los estudiantes y por eso deben evitarse.

Los mapas deben recorrerse desde el nodo raíz hasta las hojas y de izquierda a derecha, debido a que los contenidos estarán graduados en ese orden (un componente que anteceda al mapa principal lo debe aclarar). La lectura de una proposición cualquiera debe expresar, claramente, alguna idea y la concepción general de cualquier mapa que conforme el sistema debe permitir que se tomen literalmente las proposiciones que se forman desde el nodo inicial hasta cualquier nodo terminal, dando por resultado la expresión de alguna idea contenida en él (la proposición resultante de ese recorrido debe ser también verdadera), por ejemplo la siguiente proposición (extraída de la figura 2): los sistemas operativos están formados por partes o módulos, tales como: el sistema de archivos, el sistema de

planificación de la CPU y el sistema de administración de la memoria; es una proposición compuesta verdadera, formada por tres proposiciones simples.

No deben existir ciclos en el mapa porque hacen difícil la lectura de las proposiciones al no quedar claro dónde se termina la lectura de una proposición compuesta. Se pudiera resolver el problema anterior si el mapa tuviera la forma de un grafo dirigido pero eso iría en contra de la concepción que se ha propuesto de comenzar a leer desde el nodo raíz y terminar en uno final, evitando regresar atrás, para dar la impresión de que se está leyendo un párrafo que tiene un inicio y un fin, que es el mismo inicio y fin de la navegación. Debe seguirse, aunque no está restringida a esa forma, la navegación recomendada debido a que los contenidos están organizados de acuerdo a una precedencia lógica, por ejemplo en la figura 3, primero se explica el concepto de archivo (más a la izquierda) y dentro de él (hacia el nodo hoja) el concepto de bloque; para después explicar el concepto de directorio (a la derecha) y finalizar con la explicación de los tres tipos de sistemas de archivos (contiguos, enlazados e indexados).

Forma pictórica de los conceptos

Se recomienda el uso de los mapas en forma de árbol, lo cual permite formar proposiciones que van desde el nodo raíz a las hojas, sugiriendo esa manera de navegación que deberá estar asociada a la organización de los contenidos que se tratan. El nodo raíz del mapa deberá tener una forma que lo distinga de los demás, en los sistemas que se han elaborado es elipsoidal y los restantes nodos tienen una forma de “rectángulo” ovalado en sus extremos. Las formas pueden ser muchas pero no se recomienda abusar de ellas, mejor es que existan solo dos dentro de cada mapa que conforme el sistema, la del nodo raíz y las restantes. De esta manera queda claro dónde comenzar a construir las proposiciones y cómo iniciar la navegación.

Recursos asociados a los nodos o conceptos

Los recursos pueden variar, dependiendo de la herramienta utilizada para hacer los mapas, pero en general se pueden tener los siguientes: simuladores, entrenadores, páginas web, multimedias, textos, presentaciones y videos, entre otros.

1. Simulaciones. En un proceso de enseñanza-aprendizaje asistido por computadoras es importante disponer de recursos que ayuden a la tarea de comprender conceptos o mecanismos complejos, con ese objetivo se pueden hacer simulaciones que permitan apreciar, de forma animada, el problema que se estudia. Las simulaciones visualizarán procesos que son difíciles o imposibles de ver o que su realización en una práctica resulta demasiado costosa o riesgosa. Existen muchos ejemplos de procesos de ese tipo, seguidamente se enumeran algunos que forman parte de distintos mapas elaborados con estas ideas:

- El proceso de crear y borrar un archivo, que forma parte del sistema SESO (se hace con un applet interactivo que permite simular la creación de archivos de distintos tamaños y la liberación de los bloques de disco cuando se borran los archivos).
- El enrutamiento de un paquete por una red, que está integrado al sistema SERC (programado en ActionScript).
- El proceso de regreso atrás o backtracking, integrado al sistema APA-Prolog (Ríos, 2009) y simulado con el mismo lenguaje Prolog, etc.

Como se puede apreciar, las simulaciones se pueden hacer con diversos medios, entre ellas se pueden destacar las siguientes:

a. *Applets*. Un *applet*, es un programa Java (García, 2006) que se distingue porque no tiene vida propia debido a que está siempre asociado a alguna página web. Entre una de sus características principales debe estar el hecho de ser pequeño. A pesar de que los *applets* son aplicaciones pequeñas, pueden tener la misma funcionalidad de cualquier aplicación Java. En particular es muy importante, para un sistema de enseñanza, poder hacer simulaciones que están basadas en las potentes herramientas de diseño de interfaz como los paquetes *AWT* y *Swing* que acompañan al lenguaje. Los *applets* residirán en la parte servidora de la aplicación, desde la cual la parte cliente obtendrá el código y lo ejecutará. La exigencia del tamaño pequeño para los *applets* no se debe violar ya que la tardanza del proceso de descarga puede desmotivar a los estudiantes e incluso hacerlos abandonar el sistema.

Algunos autores afirman que los *applets* están obsoletos y el hecho de que muchos navegadores no permitan su ejecución libremente puede darles la razón, sin embargo esta herramienta en una aplicación educativa es muy útil ya que resulta relativamente fácil su programación y se pueden lograr simulaciones con comportamientos bien acabados. El desarrollador del *Applet* debe incluirle una firma digital y ganarse la confianza de los usuarios para que le den permiso de ejecución.

b. *Scripts*. Las simulaciones también se pueden programar en algún lenguaje *script* como JavaScript (Ullman, 2012), PHP (Tatroe, MacIntyre, Rasmus, 2013), Python (Lutz, 2013), Perl (Wall, Christiansen, Orwant, 2004), ActionScript (Moock, 2007), etc. Algunos *scripts* necesitan que se instalen herramientas adicionales en la parte cliente y otros se ejecutan totalmente en la parte servidora. Los programas *script* que se ejecutan en el servidor están incorporados a alguna página y su código debe ser pequeño. A juicio de los autores, el lenguaje *script* que debe seleccionarse para hacer las simulaciones que se ejecutan del lado del servidor, es el JavaScript, la

recomendación se basa en la simplicidad y el uso extendido del lenguaje. En cualquier caso, es importante trabajar con un equipo de diseño con sentido artístico para que las simulaciones reflejen, realmente, lo que se desea enseñar.

2. Páginas Web. Las páginas Web permiten enlazar múltiples recursos y deben asociarse con archivos de estilos CSS (*Cascading Style Sheets*) que contengan reglas para controlar su apariencia. Los archivos de estilo permiten, que un conjunto de páginas, que tratan conceptos relacionados, tengan una apariencia similar, por ejemplo: el color de fondo, los gráficos que se asocian al encabezado, las figuras de fondo, etc. Esta concepción persigue dos objetivos: el primero es que el estudiante haga una asociación entre lo que ve y lo que se explica (los mensajes subliminales explicados anteriormente), lo cual permite relacionar los contenidos de una forma implícita y el segundo es facilitar los cambios ya que basta con modificar un archivo de estilo para que cambie la apariencia del conjunto de páginas que siguen ese mismo estilo.

El color de fondo, la imagen del encabezado y muchas de las figuras que acompañan a un conjunto de páginas relacionadas se definen en un archivo de estilo general que contiene las imágenes asociadas a un tema que abarca varios objetos de estudio. Otros detalles pueden ser particulares de una página que se dedique a un subtema concreto dentro del tema general (por ejemplo el sistema de archivo Ext 3), esos detalles se definen en un archivo de estilo propio de esa página, que debe conservar los elementos generales de la página que define el tema. La noticia mala con relación a este aspecto es que el *CmapServer* (la herramienta que se ha escogido para validar el trabajo) no gestiona bien las páginas que tienen características como las enunciadas anteriormente, de ahí la necesidad de incorporar un servidor web al sitio donde reside el *CmapServer* para dejarle ese trabajo al servidor (Apache en este caso).

En este punto es importante destacar que, a la posibilidad de manejar el servidor de mapas desde un *CmapServer* instalado en una institución, ahora el IHMC le ha agregado a sus herramientas el acceso a la nube, pero en ese caso las páginas serán manipuladas por el servidor *Tomcat* que ellos asocian al sitio y las páginas con las características mencionadas anteriormente no se verán con todo el detalle del diseño y en ese caso, además, no será posible añadir un servidor web distinto al ofrecido ya que esos servicios están en la nube y solo se tendrá permiso de alojamiento y acceso pero no de modificación de servicios.

3. Multimedia. La mayoría de las aplicaciones educativas tienen algún componente multimedia, los sistemas basados en mapas conceptuales también pueden disponer de ese importante recurso, pero la multimedia no debe ser grande. En general las aplicaciones multimedia son bastante grandes debido a la cantidad de recursos que usan y los mapas son aplicaciones cliente-servidor o sea esos recursos se tendrán que gestionar desde el servidor para ser mostrados en

el cliente. La lentitud que implica buscar algo grande en el servidor para ejecutarlo en el cliente puede ser prohibitiva para una aplicación educativa ya que el tiempo puede influir negativamente en el interés de los estudiantes, por ese motivo es importante que estos recursos se elaboren para temas específicos de manera que puedan ser pequeños. Los sistemas SESO, APA-Prolog, VIA-ED (Soler, 2009), contienen algunos recursos que cumplen con esta exigencia.

Los recursos del mapa deben organizarse en una forma coherente, en particular se hacen las siguientes recomendaciones: el mapa principal debe estar en el directorio raíz del sistema, deben hacerse tantos subdirectorios como subtópicos se traten cada uno deberá contener un directorio por cada tipo de recurso, por ejemplo: uno para los mapas, otro para los *applets*, etc. Esta forma de organización hace que sea más fácil modificar y agregar recursos, sobre todo si se toma en cuenta que se pretende que sean los propios docentes los que hagan las modificaciones y adiciones, esos actores no tienen que ser necesariamente especialistas en computación.

Otras facilidades

Si se dispone del código fuente de la herramienta usada para hacer y gestionar los mapas, es posible agregarle algunos comportamientos extras, uno de ellos podría ser adicionarle una navegación inteligente, lo cual se puede lograr programando un conjunto de agentes que actúen de forma interactiva con los diferentes recursos del mapa y los estudiantes que lo usan, de forma que se pueda determinar el grado de conocimiento adquirido por los educandos para tomar decisiones, tales como: podar una parte del mapa, presentar ejercicios alternativos, etc. Los desarrolladores del *Cmap* no entregan el código fuente, pero el sistema permite exportar los mapas elaborados al lenguaje HTML.

El sistema APA-Prolog se elaboró con el *CmapTools*, después se exportó a HTML y se le agregaron diversos agentes (programados en PHP) que tienen distintas responsabilidades (diagnosticar el conocimiento inicial del estudiante, evaluar, presentar contenidos, etc.). Los agentes permiten que los contenidos presentados a los estudiantes dependan del grado de habilidad y conocimientos de cada uno, individualizando la enseñanza. El sistema APA-Prolog, se convierte de esta forma en una aplicación web que debe visitarse por medio de un navegador y no desde el *CmapTools*.

Se pueden agregar, además, otros programas que estén asociados a diferentes nodos del mapa y permitan hacer diversas tareas. Esa fue la idea que se siguió en el sistema VIA-ED, para enseñar el funcionamiento de algunos algoritmos y su complejidad programática. En ese caso se desarrollaron herramientas de: simulación de programas, de cálculo de complejidad de algoritmos y de visualización de estructuras de datos. Esas herramientas se ofrecen desde algún nodo del mapa como alternativas que deben instalarse.

Resultados y discusión

Algunos de los sistemas mencionados en este artículo no se elaboraron inicialmente cumpliendo todas las recomendaciones sugeridas pero después de apreciar los resultados de este estudio se rediseñaron y en estos momentos se dispone de los siguientes sistemas de enseñanza, que cumplen todos los requisitos enunciados: Sistema para Enseñar Sistemas Operativos (SESO), Sistema para Enseñar Redes de Computadoras (SERC), Sistema para Enseñar Arquitectura de Computadoras (SEAC), (Sori, 2010), el sistema VIA-ED para enseñar estructuras de datos, el Sistema APA Prolog para enseñar programación lógica y el sistema Botánica (Linares, 2007) para enseñar la asignatura homónima.

Los sistemas SESO, SERC, SEAC APA-Prolog y VIA-ED se usan actualmente en las universidades cubanas: Central de Las Villas (UCLV), Granma (UDG) y Sancti Spíritus (USS), en las carreras de Ciencia de la Computación e Ingeniería Informática. El sistema SESO se utiliza, además, en la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Cooperativa de Colombia (UCC). El sistema Botánica sirve de medio de apoyo en la carrera de Agronomía de la Universidad de Granma.

Conclusiones

El desarrollo de investigaciones donde se emplean los mapas conceptuales y las TIC pone en manos de los profesores un medio para ofrecerles a los estudiantes una vía de auto estudio que está al alcance de todos a través de Internet.

Las pautas trazadas en este artículo están dirigidas a profesores de experiencia que son los que pueden garantizar que la distribución de conceptos y los recursos asociados a ellos estén bien diseñados y dosificados de acuerdo a lo que se desea enseñar.

Es posible agregarle diversas capacidades y recursos a los mapas como pueden ser: la posibilidad de tomar decisiones de navegación (usando técnicas de inteligencia artificial) o asociarle otros programas que muestren diversas ideas acerca de lo que se discute. En este aspecto debe destacarse la capacidad de cada profesor para sugerir nuevos elementos y la de los diseñadores y programadores para captar las ideas expresadas por los docentes que son expertos en las materias objeto de estudio.

En el futuro se deben realizar investigaciones teóricas acerca de la efectividad de las herramientas desarrolladas con estas ideas. Dichas investigaciones deberán estar dirigidas, en primer lugar a los docentes que realizarán las aplicaciones y en segundo lugar a los estudiantes que las usarán. El primer estudio debe permitir evaluar la productividad y la calidad de los productos que se desarrollen con estas recomendaciones, el segundo estudio deberá reflejar las implicaciones del uso de las herramientas elaboradas en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a los profesionales de diversas empresas y a los profesores y estudiantes de las universidades participantes (UCLV, UDG, USS, UCC) que participaron en la experiencia y dieron ideas importantes para realizar este trabajo, así como su apreciación acerca de la utilidad de los recursos.

Referencias

- AUSUBEL, D.P. Educational psychology: a cognitive view, second edition. Michigan, Holt, Rinehart and Winston. 1978. 733 p.
- AUSUBEL, D.P. The psychology of meaningful verbal learning. Oxford, Grune and Stratton, 1963. 255 p.
- BAKER, E.L.; GEARHART, M.; HERMAN, L. Evaluating the apple classrooms of tomorrow. In: Baker, E; O'Neil, H. F jr; O'Neil, H. F (Editores). Technology Assessment in Education and Training. Hillsdale: New York, Routledge, 1994, p 173-198.
- BRATKO I. Prolog. Programming for Artificial Intelligence, fourth edition: Addison Wesley 2011. 673 p.
- BRITTAIN, J.; DARWIN, I. Tomcat: The Definitive Guide. Vital Information for Tomcat Programmers & Administrators. Sebastopol, O'Reilly Media. 2007. 496 p.
- CAÑAS, A.; NOVAK, J. La teoría subyacente a los mapas conceptuales y a cómo construirlos, reporte técnico IHMC CmapTools. Pensacola, Institute for Human and Machine Cognition (IHMC), 2006. 37 p.
- CHAO, K. Estrategias didácticas mediadas con TIC en un curso de expresión oral francesa. Revista Actualidades investigativas en educación. 2014, 14 (2): p. 1-30.

DALEY, B. J.; CAÑAS, ALBERTO; STARK-SCHWEITZER, T. CmapTools: Integrating teaching, learning, and evaluation in online courses. *Journal New Directions for Adult and Continuing Education*. 2007, 2007 (113): p. 37-47.

GARCÍA, B. A.; GIL, M. R. Entornos constructivistas de aprendizaje basados en simulaciones informáticas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 2006, 5 (2): p. 304-322.

GARRIDO, D.; GONZÁLEZ, L. Mapas conceptuales para la enseñanza de Sistemas Operativos. Trabajo de Diploma para optar por el título de Licenciado en Ciencia de la Computación. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Santa Clara, 2009.

GONZÁLEZ, Y. Sistema de Mapas Conceptuales para la enseñanza de Redes de Computadoras. Trabajo de Diploma para optar por el título de Licenciado en Ciencia de la Computación. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Santa Clara, 2011.

KULIK, J.A. Meta-Analytic studies of finding on computer-based instruction. In: Baker, E; O’Neil; H. F jr; O’NEIL, H. F (Editors). *Technology Assessment in Education and Training*. Hillsdale: New York, Routledge, 1994, p. 9-34.

LAURIE, B; LAURIE, P. *Apache the definitive guide 3rd Edition*. Sebastopol, O’Reilly Media. 2002. 598 p.

LINARES, M. Mapas conceptuales para la enseñanza de la Botánica. Una propuesta organizativa. Tesis para optar por el título de Máster en Computación Aplicada. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Santa Clara, 2007.

LÓPEZ, J. C. Del origen de los Mapas Conceptuales al desarrollo de CmapTools. [en línea]. EDUTEKA. 2007. [Consultado el: 18 de febrero 2015] Disponible en: <http://www.eduteka.org/Entrevista22.php>.

LUTZ, M. *Learning Python, Fifth Edition*. Sebastopol, O’Reilly Media. 2013. 1600 p.

MOOCK, C. *Essential ActionScript 3.0*. Sebastopol, O’Reilly Media / Adobe Developer Library. 2007. 948p.

NOVAK, J. Learning, Creating, and Using Knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations. *Journal of e-Learning and Knowledge Society*. 2010, Vol. 6 (3): p. 21 – 30.

RÍOS, L. Ambiente de enseñanza-aprendizaje inteligente para la Programación Lógica. Tesis para optar por el título de Doctor en Ciencias Técnicas, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Santa Clara, 2009.

SOLER Y. Aplicación de la visualización dinámica de programas en el diseño de estructuras de datos y el análisis de la complejidad de algoritmos. Tesis para optar por el título de Doctor en Ciencias Técnicas, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Santa Clara, 2009.

SORI, J. Mapas Conceptuales para la enseñanza de Arquitectura de Computadoras. Trabajo de Diploma para optar por el título de Licenciado en Ciencia de la Computación. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Santa Clara, 2010.

TATROE, K.; Macintyre, P.; RASMUS, L. *Programming PHP 3rd Edition*. Sebastopol, O'Reilly Media, 2013. 540 p.

Ullman, R. *Modern JavaScript. Develop and design*. New York, Peachpit Pr, 2012. 611 p.

WALL, L.; Christiansen, T.; Orwant, J. *Programming Perl 3rd Edition*. Sebastopol, O'Reilly Media, 2000. 1104 p.