

Mapas conceptuales en el proceso de programación de computadoras, un enfoque tecnológico y significativo

Concept maps in the computer programming process, a technological and significant approach

Mapas conceptuales en el proceso de programación de computadoras

Carlos Renán Mero Suárez. Ingeniero ⁽¹⁾

Karina Virginia Mero Suarez. Ingeniera ⁽²⁾

Edwin Joao Merchán Carreño. Ingeniero ⁽³⁾

Yolanda Soler Pellicer. PhD. ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Manabí, Ecuador, carlos_mero_1980@hotmail.com

⁽²⁾ Carrera Ingeniería en Sistemas Computacionales, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Manabí, Ecuador, karinaunesum@yahoo.com

⁽³⁾ Carrera Ingeniería en Sistemas Computacionales, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Manabí, Ecuador, joaounesum@yahoo.es

⁽⁴⁾ Departamento de Servicios Científico Técnicos, Centro de Información y Gestión Tecnológica de Granma, Cuba, ysolerp@ciget.granma.inf.cu

Contacto: carlos_mero_1980@hotmail.com

Receptado 19/08/2018 Aceptado: 06/10/2018

Resumen

El diseño de algoritmos y su codificación posterior han tenido siempre un elevado nivel de complejidad, se requieren habilidades cognitivas como la capacidad de abstracción, una buena aptitud lógico-matemática y la facilidad para la solución eficiente de algoritmos, a lo que se une la necesidad de motivar e incentivar la creatividad. Los mapas conceptuales han demostrado gran

utilidad para lograr el aprendizaje significativo de esta materia. Este trabajo se propone analizar el rol e impacto que tienen en la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación de la programación de computadoras, así como valorar las ventajas que la herramienta cMapTools ofrece para el trabajo colaborativo, en redes, que puede ser integrado como objeto de aprendizaje a una plataforma de teleformación. Se concluye que los mapas permiten guiar a los estudiantes a aprender, a organizar los materiales de aprendizaje, los conceptos y, sobre todo, a visualizar procesos tan complejos como la recursividad; el cMapTools ha sido usado para crear ambientes de mapas conceptuales que contribuyen a lograr una mejor comprensión de diversos temas de la programación de computadoras, facilita la colaboración síncrona y asíncrona, grabar y reproducir gráficamente los pasos seguidos en la construcción del mapa, es un software libre y fácil de usar.

Palabras clave: mapas conceptuales, programación de computadoras, lenguajes de programación, cMapTools

Abstract

The design of algorithms and their subsequent coding have always had a high level of complexity, cognitive skills are required as the ability of abstraction, a good logical-mathematical aptitude and the ease for the efficient solution of algorithms, to which the necessity to motivate and encourage creativity. Concept maps have proven very useful to achieve meaningful learning in this subject. This paper aims to analyze the role and impact they have on teaching, learning and evaluating computer programming, as well as assessing the advantages that the cMapTools tool offers for collaborative work in networks, which can be integrated as an object of learning to a teletraining platform. It is concluded that the maps allow to guide the students to learn, to organize the learning materials, the concepts and, above all, to visualize processes as complex as the recursion; the cMapTools has been used to create conceptual mapping environments that contribute to a better understanding of various topics of computer programming, facilitates synchronous and asynchronous collaboration, record and graphically reproduce the steps taken in the construction of the map, it is a software free and easy to use.

Keywords: concept maps, computer programming, programming languages, cMapTools

Introducción

La enseñanza de la programación, como parte fundamental de la formación profesional de las carreras de Ciencias de la Computación, entre las que se encuentran la Ingeniería en Sistemas Computacionales, 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. 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 esta materia 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, algunos autores proponen el uso de mapas conceptuales para la enseñanza de conceptos básicos de programación y desarrollo de algoritmos (Chestlevar, 2015). Respecto a las destrezas cognitivas, 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 conceptos (Moreira, 2002; Castillo y Barberán, 2016).

Este trabajo se propone analizar el papel que los mapas conceptuales tienen en la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación de la programación de computadoras, así como presentar las ventajas que la herramienta cMapTools ofrece para el trabajo colaborativo, en redes, que puede ser integrado como objeto de aprendizaje a una plataforma de teleformación.

Materiales y métodos

La investigación utilizó como métodos teóricos, fundamentalmente, el histórico lógico y el análisis-síntesis para valorar el rol de los mapas conceptuales en la enseñanza de la programación de computadoras, específicamente, el cMapTools, como herramienta de software libre aplicable para visualizar, organizar e integrar recursos, objetos de aprendizaje, hilos de discusión, que contribuyen

al desarrollo en los estudiantes de la carrera Ingeniería en Sistemas Computacionales de las competencias necesarias para el diseño de algoritmos y su codificación a través de un lenguaje de programación (Cañas et al., 2003b; Cañas et al., 2004; Cañas et al., 2015).

Desarrollo

Dentro del marco del sistema educativo, los jóvenes constituyen un claro objetivo sobre el que interactuar con el software libre. En general, el uso de herramientas tecnológicas con estos grupos de estudiantes suele ser una buena opción de trabajo. En primer lugar, porque se aprovecha la notable cultura participativa que muestran cada vez más estos jóvenes y cuyo ejemplo puede comprobarse en las redes sociales, según Almansa et al. (2013) y García et al. (2013), y, en segundo lugar, porque estos instrumentos van ligados al llamado aprendizaje experiencial, especialmente recomendable para estas edades caracterizadas por componentes muy marcados en la dimensión socio-afectiva y psicológica (Steinberg, 2003).

Paralelamente a esto, el estudiante adolescente tiende a manifestar en las aulas más desapego con su propia formación y parece concentrarse en él una buena parte del abandono escolar, aspecto que se manifiesta de manera alarmante en los primeros años de las carreras afines a las ciencias de la computación (Fernández et al., 2010). Es por tal razón que el desarrollo de competencias ligadas al uso de una herramienta de software libre, como las de tratamiento de la información y competencia digital y la de aprender a aprender, pudieran resultar especialmente valiosas para generar motivación e intentar contrarrestar esta tendencia académica asociada al fracaso, que en la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales va asociada, fundamentalmente, con los problemas de aprendizaje de la programación de computadoras.

No obstante, se precisaría escoger un tipo de herramienta que permitiera conectar con otros recursos necesarios que facilitaran la enseñanza-aprendizaje de esta área del conocimiento las asignaturas. Entre los recursos mejor estudiados por sus ventajas didácticas están los mapas conceptuales (Ontoria, 2014). 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.

De ahí la necesidad de buscar herramientas y soluciones informáticas, que aprovechen las ventajas del trabajo en redes, la colaboración y el intercambio entre los sujetos del proceso de enseñanza-aprendizaje de esta disciplina.

Por otra parte, los mapas conceptuales brindan una presentación integradora y ofrecen un recurso esquemático de lo aprendido, donde se muestran las relaciones jerárquicas y los niveles de abstracción (Cañas y Novak, 2004). 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 término 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. El trabajo con los mapas conceptuales permite que el proceso de enseñanza-aprendizaje se desarrolle centrado en el alumno y no en el profesor, atendiendo el desarrollo de destrezas, no conformándose sólo con la repetición memorística de la información por parte de alumno, pretendiendo un desarrollo armónico de todas las dimensiones de la persona, no solamente intelectuales.

Resultados

Los resultados que se presentan están fundamentados en el análisis de diversas herramientas para la creación de mapas conceptuales, fundamentalmente en el cMapTools.

Los mapas conceptuales son un aporte que, como se ha expuesto con anterioridad, 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, su uso, 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 y 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, Visual Mind; otras disponibles en Internet y 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 (Gaellimited, 2004; Cso, 2005; Technm, 2005; Bosleygroup, 2006; Mediowiki, 2006).

cMapTools y sus ventajas en el diseño de mapas conceptuales.

El Institute for Human and Machine Cognition (IHMC), desarrolló el cMapTools, un software libre con ambiente cliente-servidor que permite, entre otras opciones, construir y compartir mapas conceptuales. El software se usa extensivamente por personas de diferentes edades y en una gran variedad de aplicaciones y se ha creado teniendo en cuenta la colaboración en ambientes educativos, principalmente para escuelas y universidades (Ihmc, 2005).

La herramienta cumple con los requisitos indispensables para ser usada como parte de una estrategia de enseñanza significativa, enmarcada en la construcción del conocimiento, aplicable al propósito de apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la programación de computadoras. Desde la ventana Vistas de la herramienta cMapTools se aprecia toda la organización de las carpetas que contienen los mapas y recursos asociados a los conceptos.

Recursos e informaciones en un mapa conceptual.

Una operación importante en la creación de un mapa conceptual es la de añadir información al mismo, a través de la inclusión de nuevos conceptos y relaciones hasta obtener un modelo de conocimiento. El cMapToolspermite incluir un nuevo concepto, crear proposiciones o relaciones,

crear carpetas, importar, adicionar y editar enlaces a recursos (Figura 1) y enlazar proposiciones entre varios mapas (Cañas et al., 2003a).

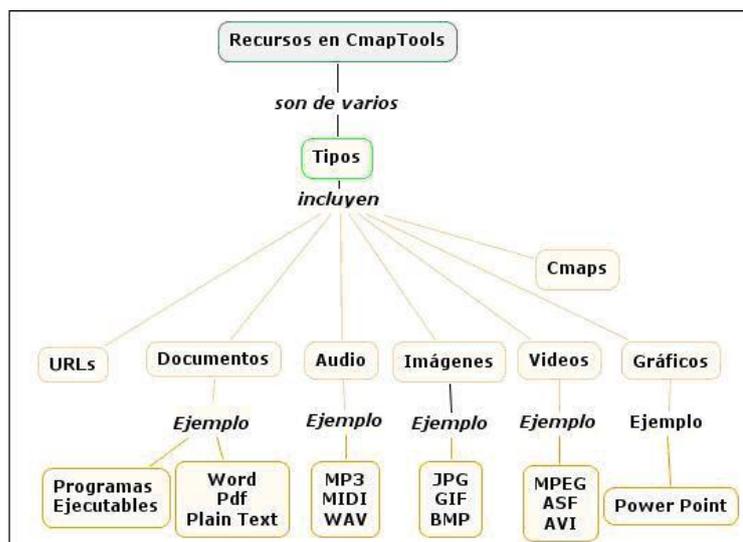


Figura 1. Recursos en CmapTools.

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.

Como el diseño de toda carrera universitaria tiene un carácter sistémico, necesariamente cada área del conocimiento tiene relación con una o varias de las restantes y al concluir el trabajo se habrá creado un mapa que representa o se acerca al modelo del conocimiento global, partiendo de los conceptos más simples hasta los más complejos y sus interrelaciones.

El dominio por parte de los estudiantes de esta información les permite conocer las razones por las que existe en su currículo una materia, en especial las asignaturas básicas y su relación con otras de la especialidad.

Permisos y Control de Accesos

El cMapTools permite controlar la accesibilidad y permisos de una carpeta localizada en cMaps en Mi Computador o en Sitios Compartidos. El administrador de un sitio autoriza a otros usuarios a crear y usar los mapas, carpetas y recursos en ese sitio. El administrador de una carpeta permite o niega el acceso a mapas, carpetas y recursos localizados en esa carpeta, también puede modificar los permisos ya existentes (Cañas y Hill, 2004).

Cuando no se ha especificado ningún administrador para una carpeta, la autoridad sobre la lista de permisos de la carpeta está determinada por el primer administrador que se encuentre, ya sea en el directorio padre, o en un subsiguiente directorio antecesor, o en la misma raíz. El directorio raíz puede estar dentro de cMaps en Mi Computador o en un sitio de la red cMapTools.

Interacción de los actores en el proceso de autoaprendizaje y construcción del conocimiento

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, ya que el profesor/administrador concede los accesos y los permisos para modificar y añadir información a los alumnos/usuarios en dependencia al nivel de desarrollo alcanzado en relación con el tema que se trata. Uno de los propósitos en esta investigación, además de ofrecer una herramienta que organice los conceptos y los relacione creando proposiciones a través del mapa conceptual de la asignatura, es el enriquecimiento del mismo, a través de la inclusión de informaciones y recursos, resultado de la creación de los estudiantes.

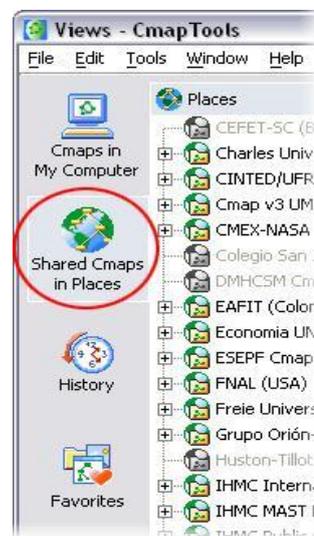


Figura 2. Sitios Públicos del cMapTools en Internet.

Trabajo colaborativo

La arquitectura cliente - servidor, junto con una colección de sitios Públicos (Servidores cMap) en los que cualquier usuario de Internet puede crear una carpeta y construir, copiar o publicar sus

mapas conceptuales, proporciona un ambiente adecuado para compartirlos y permite la colaboración durante la etapa de construcción. Los mapas guardados en estos servidores también generan automáticamente una página web y pueden ser observados por cualquier usuario solo utilizando un explorador de Internet (Cañas et al., 2003a). Las formas de colaborar son variadas, incluso existe una sesión de colaboración sincrónica donde los usuarios modifican el mapa concurrentemente, para lo cual se comunican a través de una ventana de Chat y por medio de Anotaciones (pos-it-notes) se facilita la revisión y colaboración por pares.

Los aspectos discutidos, se pueden agregar al mapa después de seleccionarlos y, a través de Hilos de Discusión, se adicionan a un nodo (concepto). El sistema apoya la construcción de modelos de conocimiento: grupos de mapas conceptuales y recursos asociados sobre un tema en particular.

Con operaciones sencillas los estudiantes, profesores e investigadores, pueden añadir a sus mapas todo tipo de medios (imágenes, videos, texto, páginas Web, documentos, presentaciones) y mapas conceptuales, ya sean propios o construidos por otros. cMapTools brinda la posibilidad de guardar el proceso de construcción del mapa conceptual, permitiendo al profesor evaluar y conducir su construcción y desarrollo. La reproducción también identifica cuál usuario llevó a cabo cada paso, y ese aspecto es esencial para apoyar el trabajo colaborativo. De hecho, la reproducción de los mapas conceptuales creados por un individuo revela los procesos por los cuales el aprendizaje significativo está ocurriendo.

A pesar del formato de estilo libre que pueden tomar, las características específicas de mapas conceptuales bien construidos (estructura, semántica, contexto, etc.) brindan una abundancia de información sobre la cual se pueden desarrollar herramientas inteligentes que ayuden al usuario en el proceso de la construcción de los mapas (Cañas y Hill, 2004).

En la red cMap comparten mapas conceptuales prestigiosas universidades del mundo como la de Extremadura, España; la de Los Andes, Colombia; de California Irving, de Massachussets y centros de investigación como el National Aeronautics and Space Administration, NASA en Estados Unidos; la Universidad Agrícola de Sydney; la Universidad Claude Bernard Lyon, Francia, la de Aizu; Japón y el Institute for Human and Machine Cognition, entre otros. (Ihmc, 2005)

Uso de Fórum

Los fórums en el mapa conceptual pueden añadirse a proposiciones (forman parte del modelo de conocimiento), conceptos y frases de enlace, los cuales son partes del mapa conceptual, el cual puede ser almacenado en un servidor cMap. Tienen un creador, al cual se le solicita su ID+contraseña. A ellas acceden también otros usuarios a través de una participación anónima o mediante autenticación.

Tienen una fecha de vencimiento y asociado también un mensaje al usuario sobre la fecha en que expira el fórum. Permiten suministrar información a través del correo electrónico a los usuarios (Cañas et al., 2003b). Su uso aporta una relación constante de los estudiantes y el profesor y entre estudiantes que colaboran y aprenden sobre el tema propuesto en el fórum con lo cual se llega a formar una comunidad en torno a un interés común.

En los fórums creados para discutir un tema relacionado con un concepto del mapa se pudo comprobar que los estudiantes, además de plantear sus dudas, sugerencias y presentar incluso sus algoritmos al criterio del profesor y el resto de los miembros del fórum, se preocupan por la calidad de los textos tanto en contenido como en redacción, ortografía, gramática y otras características del lenguaje escrito.

El profesor como coordinador principal debe escoger los temas de mayor dificultad para el estudiante y en los que la orientación al trabajo independiente ha sido más profunda. De ser posible es recomendable seleccionar a un estudiante que colabore como facilitador, esto ayuda a los usuarios a compartir información relevante a la temática, en discusión libre y amistosa.

Resultados

Los resultados presentados se basarán, fundamentalmente, en mapas creados para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la programación de computadoras, usando la herramienta cMapTools.

Moroni y Señas (2006), proponen una nueva forma de visualización de programas. Ésta está basada en la representación del código y de la estructura estática del mismo por medio de un Sistema de Visualización de Programas con Mapas Conceptuales Hipermediales (VPMCH), que permite la representación visual del código de un programa escrito en Lenguaje de Programación Pascal y su correcta representación. La contribución que esta herramienta brinda es la de favorecer

la interpretación de la estructura estática del programa, el estudio de los ambientes referenciales de los subprogramas que lo componen diferenciando entre los ambientes locales, no locales y globales, las relaciones existentes entre los subprogramas en cuanto a invocadores de o invocados por, el estudio de los parámetros y del pasaje de los mismos, la exhibición del texto del programa y de los distintos subprogramas y la incorporación de mensajes explicativos asociados a los conceptos del MCH.

En este trabajo se coincide con los autores, al considerar que la visualización tiene como meta transformar la información en una más significativa, a partir de la cual el observador humano pueda ganar en comprensión. Con el fin de satisfacer las necesidades de la persona que interactúa con las presentaciones resultantes de la visualización, todo lo informado a través de la misma debe tener en cuenta aspectos de la percepción y del conocimiento humano. Hay una variedad enorme de aportes sensitivos que pueden favorecer la formación de un cuadro mental. Con tal propósito, Clinton (2014), corrobora que la visualización debe buscar estructuras, características, anomalías y relaciones entre los datos objeto de la visualización, presentar una visión global cuando se trata de conjuntos grandes y complejos de datos, y detectar la zonas de interés que merecen un análisis cualitativo focalizado, de ahí que los mapas conceptuales tengan tanta importancia en este empeño.

En el caso de la programación, Stasko et al. (2012) y Price et al. (2014), consideran que las herramientas que realizan análisis estático examinan el texto y proveen información sobre el programa que es válida para todas las ejecuciones independientemente de los valores de los datos de entrada. Las técnicas de análisis estático emplean editores de sintaxis, optimizadores de código, embellecimiento de la exhibición del código. El uso de mapas conceptuales constituye una novedad para la visualización automática de programas.

En este contexto, VPMCH, constituye un sistema flexible e interactivo ya que posibilita la representación de cualquier programa y permite la modificación del mismo. La contribución que esta herramienta brinda, es la de favorecer la interpretación de la estructura estática del programa, el estudio de los ambientes referenciales de los subprogramas que lo componen diferenciando entre los ambientes locales, no locales y globales, las relaciones existentes entre los subprogramas y los procesos de invocación a los mismos, el estudio de los parámetros, la exhibición del texto del programa y de los distintos subprogramas y la incorporación de mensajes explicativos del concepto

a definir. El sistema acepta como entrada un programa imperativo y exhibe el MCH correspondiente. Su uso está orientado fundamentalmente como complemento en la enseñanza de programación y de ambientes referenciales que se estudian en las primeras materias de la carrera de Licenciatura en Ciencias de la Computación y la de Ingeniería en Sistemas Computacionales, de la Universidad Nacional del Sur en Argentina.

Con este enfoque, Moroni y Señas (2011), se proponen crear un sistema de animación de algoritmos y de visualización de programas ayudan a los estudiantes a comprender los conceptos de software, que complementa al Sistema de Visualización de Estructuras de Datos, que permite la animación de las Estructuras de Datos, mostrando el comportamiento de las mismas durante la ejecución de un Programa ya creado.

Otro caso lo constituye el mapa conceptual, desarrollado por (Soler y Lezcano, 2008; Soler et al., 2008; Soler, 2009). En este trabajo, se detecta, como uno de los problemas en el proceso de aprendizaje de las técnicas de programación de computadoras, el nivel de abstracción que tienen los conceptos objetos de estudio; la complejidad que puede alcanzar el diseño de las estructuras de datos, en dependencia del problema a resolver; la integración de las diferentes estructuras estudiadas en la solución de un problema; el logro de algoritmos eficientes y las escasas habilidades logradas en las asignaturas que le preceden.

Se propone un ambiente basado en mapas conceptuales, que organiza e integra el modelo del conocimiento de la asignatura Estructura de Datos y sirve de interfaz visual y repositorio de recursos informáticos: simulaciones, animaciones, imágenes, útiles para el autoaprendizaje en un modelo de estudios semipresencial. Usando las facilidades de la herramienta cMapTools instalada en la Universidad de Granma, Cuba se diseñó el mapa conceptual Tipos Abstractos de Datos, integrado por otros 24 mapas conceptuales y 204 recursos, que incluyen documentos, imágenes, aplicaciones, simulaciones, mapas y el Sistema de Visualización de Programas en el lenguaje SubC.

El servidor de mapas conceptuales de la universidad (<http://cmap.udg.co.cu>), actúa como un repositorio compartido de modelos de conocimientos que contiene los mapas, así como un índice para búsquedas de otros recursos insertados. El repositorio facilita la colaboración en la edición y construcción de mapas conceptuales, usando hilos de discusión sincrónicos.

Las informaciones en diferentes formatos insertadas a VIA-ED recogen la teoría, métodos y modelos matemáticos relacionados con las estructuras de datos, los algoritmos y programas que las implementan. Para cada programa propuesto se realiza un análisis de la complejidad, si son operaciones que puedan implementarse por varios métodos, como el caso del ordenamiento en arreglos, se comparan y se hacen sugerencias sobre la factibilidad de usar uno u otro en dependencia del problema, la cantidad de datos a procesar y las operaciones.

A las operaciones con las estructuras de datos se le adicionan, como recursos del mapa, diferentes algoritmos o métodos que usan la Programación Visual para mostrar los objetos a la vez que se simulan sus transformaciones y el movimiento de índices o punteros. Se simulan, además, algoritmos complejos como el de Kruskal y Prim para construir árboles de cubrimiento de costo mínimo para grafos no dirigidos, conexos y con costos sobre las aristas y el de Dijkstra para resolver problemas del camino mínimo.

El recurso más importante del ambiente debía facilitar la visualización dinámica de datos y código de programas, mostrar las operaciones, permitir la realización de cambios en el programa y comprobar el efecto que provoca en los datos. Por lo que se implementa el Sistema de Visualización VisualProg, basado en una arquitectura desarrollada para este fin, el cual se integra al mapa conceptual como un recurso. Los mapas conceptuales, también le permiten al profesor comparar el proceso de construcción del conocimiento por parte de alumnos de diferentes centros de enseñanza, evaluar la calidad de las habilidades alcanzadas y rediseñar y enriquecer la estrategia de enseñanza utilizada (Cañas et al., 2003a).

Conclusiones

El uso de Mapas Conceptuales para la visualización de un programa potencia el proceso de enseñanza-aprendizaje de las materias de programación, al mostrar procesos que, de otra manera, resultan muy abstractos y complejos. Constituye una alternativa novedosa de presentación y tiene la ventaja de realizarse en forma automática. Desde el punto de vista educativo ayuda a los estudiantes a comprender los ambientes referenciales, las técnicas de programación y los nuevos lenguajes, y desde el punto de vista profesional para la corrección, el mantenimiento y el mejoramiento de programas. Además, resulta atractivo como complemento de la documentación de un programa, permite incorporarle diversos recursos, hacer público el conocimiento cuando el un mapa es alojado

en un servidor, convirtiéndolo automáticamente en página web y permiten la construcción colaborativa a distancia.

La herramienta cMapTools permite crear mapas conceptuales de manera fácil para lograr una mejor comprensión de diversos temas de la programación de computadoras, facilita la colaboración síncrona y asíncrona, usando el mapa como el medio de cooperación, con sus anotaciones o listas de discusión; permite grabar y reproducir gráficamente los pasos seguidos en la construcción del mapa; admite la comparación, lo que ayuda en la evaluación y es un software libre, fácil de usar.

Bibliografía

- Almansa, A., Fonseca, O. y Castillo, A. (2013). "Redes sociales y jóvenes. Uso de facebook en la juventud colombiana y española". *Comunicar*(40), 127-135.
- BosleyGroup. (2006). "Mindmapper USA presents mindmapper, visual mind mapping software tool for visual thinking and writing. Priced for beginners, powered for professionals."
- Cañas, A., Granados, A., Pérez, C., Pérez, J. y Hill, G. (2015). "The network architecture of cmaptools (technical report no. Ihmc cmaptools 2003-01). , fl: Institute for human and machine cognition.". *Pensacola*.
- Cañas, A. y Hill, G. (2004). *Cmaptools: A knowledge modeling and sharing environment*. Institute for Human & Machine Cognition, USA.
- Cañas, A., Hill, G., Carff, R. y Suri, N. (2004). *Cmaptools: A knowledge modeling and sharing environment*. Fecha de consulta 20-1-2015, 2015, Disponible en: <http://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-283.pdf>
- Cañas, A., Hill, G., Granados, A., Pérez, C. y Pérez, J. (2003a). "The network architecture of cmaptools (technical report no. Ihmc cmaptools 2003-01). Pensacola, fl: Institute for human and machine cognition."
- Cañas, A., Hill, G. y Lott, J. (2003b). *Support for constructing knowledge models in cmaptools*. Pensacola, Fl.: Institute for Human and Machine Cognition.
- Cañas, A. y Novak, J. (2004). *Concept maps: Theory, methodology, technology*. Artículo presentado en: First Int. Conference on Concept Mapping, Spain.

- Castillo, J. y Barberán, O. (2016). Mapas conceptuales en matemáticas. Fecha de consulta 12-3-2018, 2018, Disponible en: <http://www.cip.es/netdidactica/articulos/mapas.htm>
- Clinton, H. (2014). *Program monitoring and visualization* (Springer-Verlag ed. Vol. 2). Denver.
- Copsey, B. (2005). Shared space 2.0 wins two realbasic design awards. Fecha de, Disponible en: <http://www.shared-space.net/>
- CSO. (2005). Conceptdraw mindmap 4. Mind mapping, brainstorming and project planning,. Fecha de, Disponible en: <http://www.conceptdraw.com/en/products/mindmap/main.php>
- Chestlevar, C. I. (2015). "Utilización de mapas conceptuales en la enseñanza de la programación". *Informática Aplicada*, 2, 11.
- Díaz, J. y Leal, P. (Eds.). (2004). *Ambiente web de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje a través de la representación gráfica de significados a modo de mapas conceptuales*. Barcelona.
- Fernández, M., Mena, L. y Riviére, J. (2010). *Fracaso y abandono escolar en españa*. Barcelona (España): Fundación La Caixa.
- GAelLimited. (2004). Mindgenius - te productivity acceleratos. Fecha de, Disponible en: <http://www.mindgenius.com>
- García, A., López de Ayala, M. C. y Catalina, B. (2013). "Hábitos de uso de internet y en las redes sociales de los adolescentes españoles". *Comunicar*(21), 195-204.
- IHMC. (2005). Institute of human and machine cognition. Fecha de, Disponible en: http://cmap.ihmc.us/download/dl_CmapServer.php
- MedioWiki. (2006). Freemind - free mind mapping software. Fecha de, Disponible en: http://freemind.sourceforge.net/wiki/index.php/Main_Page
- Moreira, M. A. (2002). Mapas conceptuales y aprendizaje significativo. Fecha de consulta 12-5-2007, 2007, Disponible en: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasesp.pdf>
- Moroni, N. y Señas, P. (2006). "Mapas conceptuales hipermediales multidimensionales". *Novatica*, 2(1), 5.
- Moroni, N. y Señas, P. (2011). *Sved: Sistema de visualización de algoritmos*. Departamento de ciencias de la computación.
- Ontoria, A. (2014). *Mapas conceptuales: Una técnica para aprender* (Narcea S.A. ed.). Javeriana.
- Price, B. A., Baecker, R. M. y Small, I. S. (2014). "A principled taxonomy of software visualization". *Journal of Visual Languages and Computing*, 4 (3), 211-266.

- Soler, Y. (2009). *Aplicación de la visualización dinámica de programas en el diseño de estructuras de datos y el análisis de la complejidad de algoritmos*. (Doctor en Ciencias Técnicas), Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara.
- Soler, Y. y Lezcano, M. (2008). "Organization of the knowledge of the subject "datastructure and algorithms" for informatics ingeneering based on conceptual maps". *Revista Avances en Sistemas e Informática*, 5 (3), 5.
- Soler, Y., Lezcano, M., Blanco, I. F., Linares, M. y Rodríguez, E. (2008). *Mapa conceptual "tipos abstractos de datos" y sistema de visualización de programas svp-subc: Herramientas eficaces en la formación virtual del ingeniero informático*. Artículo presentado en: I Congreso Virtual Iberoamericano de Calidad en Educación a Distancia, Argentina.
- Stasko, J., Domingue, J., Brown, M. y Price, B. (2012). *Software visualization: Programming as a multimedia experience.*: MIT Press.
- Steinberg, L. (2003). *Adolescence*. New York: McGraw-Hill.
- TechnM. (2005). Visual mind - efficiency through smart thinking. Fecha de, Disponible en: <http://www.visual-mind.com/>