

Los Mapas Conceptuales Como Estrategia De Enseñanza En La Asignatura Ingeniería Del Conocimiento

Mónica Henao Cálad, Ph.D.

Universidad EAFIT, Colombia

Email: mhenao@eafit.edu.co

Resumen

El propósito de este artículo es presentar los resultados de una investigación en la que se evalúa la aplicación de los mapas conceptuales no sólo como técnica de representación del conocimiento sino como estrategia pedagógica para la enseñanza de los principios básicos de la Ingeniería del Conocimiento.

Un mapa conceptual es un objeto de aprendizaje, en forma esquemática que permite representar el conjunto de significados conceptuales en forma de estructura de proposiciones. Se ha utilizado como método de representación de conocimiento en la construcción de Sistemas Basados en el Conocimiento y como estrategia pedagógica, como por ejemplo para la enseñanza de las ciencias.

En este caso, se planteó la introducción de los mapas conceptuales como estrategia de aprendizaje en la asignatura *Ingeniería del Conocimiento* y se fijó como objetivo la verificación de su efectividad en el proceso enseñanza – aprendizaje. Esta asignatura pertenece al currículo del pregrado *Ingeniería de Sistemas* de la Universidad EAFIT, Medellín - Colombia. Para evaluar el cumplimiento del objetivo se diseñó un instrumento de evaluación que permitió registrar cada una de las experiencias en la aplicación de los mapas, dependiendo del ejercicio el instrumento era diligenciado por la profesora o por los estudiantes.

En el artículo se presentan las diversas formas en que se utilizaron los mapas conceptuales como estrategia pedagógica y se incluyen los resultados de evaluación de cada una de las experiencias.

Palabras claves: Ingeniería del Conocimiento, Representación y Adquisición del Conocimiento, Estrategias de Enseñanza, Mapas Conceptuales.

1 Introducción

Desde el año 2000, un equipo de investigadores de la Línea de Investigación y Desarrollo en Informática Educativa de la Universidad EAFIT en Medellín-Colombia, ha venido estudiando las posibilidades del uso de los mapas conceptuales como estrategia de representación del conocimiento, a través de la cual fuese posible acceder al saber experto sin intermediaciones de tipo interpretativo. En 2001 se desarrolló la primera fase de

investigación del proyecto “Entendiendo las Ciencias con Mapas Conceptuales”, cuyo objetivo principal fue la construcción de un sistema de conocimientos en temas de ciencias, representado por medio de mapas conceptuales. Para ello se reunieron, en un atlas, mapas creados por expertos en ciencias, biología, energía e investigaciones sobre el planeta Marte. Con éste, se pudo confirmar la potencialidad de los mapas conceptuales como técnica de representación de un conocimiento experto.

En 2003 se continuó con la fase 2 del proyecto, cuyo objetivo principal era la estructuración de procesos de acompañamiento didáctico, necesarios para dinamizar el conocimiento. Para ello se utilizaron los mapas conceptuales como estrategia de apoyo a la actividad docente para que el sistema de conocimientos construido pudiera ser usado como herramienta pedagógica, tanto en el nivel básico como en el universitario. Fue así, como se estableció que era necesario aplicar la experiencia adquirida en la fase 1, a casos concretos de enseñanza. Uno de ellos se hizo en la asignatura Ingeniería del Conocimiento del pregrado *Ingeniería de Sistemas*. Esta decisión se basó en que en dicha disciplina se tiene como una unidad temática importante las técnicas de representación del conocimiento, entre ellas los mapas conceptuales, por lo que se consideró que era un grupo apropiado para el experimento.

Durante el primer semestre académico de 2003 se utilizaron, los mapas como estrategia de enseñanza en los dos grupos de la asignatura, para un total de 43 estudiantes que participaron en el proyecto.

Los objetivos de esa asignatura eran los siguientes:

- “Comprender los propósitos y el alcance de la Ingeniería del Conocimiento (IC) a través de artículos, videos y del trabajo que se lleve a cabo en la clase presencial para que el estudiante pueda utilizar la IC en su actividad profesional futura”.
- “Reconocer los modelos para la adquisición y representación del conocimiento humano basado en el ordenador presentados en clase y que son evaluados en los exámenes y prácticas, para que los diferencien entre sí y vean la utilidad real de cada uno de ellos”.
- “Comprender la arquitectura y los componentes de un sistema basado en el conocimiento de

primera generación. Esta arquitectura es presentada en clase, consultada en los textos de referencia y aplicada en un sistema práctico que el estudiante debe desarrollar”.

- “Aplicar la técnica de representación del conocimiento de mapas conceptuales para manifestar y explicar los conceptos fundamentales de un área de la Inteligencia Artificial” [Henao, 2003].

En la Tabla 1 se presentan los temas que fueron tratados en la asignatura, con sus respectivos objetivos.

Como se puede observar en esta tabla, en la asignatura se estudian algunas técnicas de representación de conocimiento, entre las cuales están los Mapas Conceptuales.

La estrategia que se siguió en la investigación consistió en utilizar los mapas conceptuales en diversas formas: como organizador previo de contenidos, como técnica de representación de un conocimiento presentado en clase, como herramienta para aprender la técnica de mapas conceptuales, para representar conocimiento nuevo, para evaluar el conocimiento adquirido en la asignatura y para determinar el alcance del conocimiento de IC que el estudiante apropió.

El proceso realizado y los resultados obtenidos fueron muy buenos desde el punto de vista del logro de objetivos de la asignatura y de la utilidad de la estrategia pedagógica seguida, máxime si se tiene en cuenta que la mayoría de los estudiantes que estaban matriculados en la asignatura no habían tenido experiencia previa en la elaboración de mapas conceptuales.

Unidades temáticas	Objetivos
La Ingeniería del Conocimiento (IC)	Que el estudiante: -Reconozca los diferentes tipos de conocimiento -Comprenda los procesos generales que forman la IC
La Inteligencia	- Que el estudiante incremente su comprensión en lo que es la Inteligencia
El cerebro humano	Que el estudiante comprenda las características básicas del cerebro humano y que tiene muchas potencialidades
Mapas Conceptuales (MC)	Que el estudiante conozca los MC y aprenda a crearlos
Definiciones de la Inteligencia Artificial (IA), historia y áreas	Que el estudiante: -Cuestione y valore las características de una buena definición (no importa de lo que se trate)

Unidades temáticas	Objetivos
	- Considere la posibilidad de tener inteligencia en una máquina - Cuestione acontecimientos relacionados con la IA - Comprenda los diferentes esfuerzos que se requieren hacer para tener un mínimo de inteligencia
<i>El proceso de adquisición del conocimiento y las diversas fuentes de conocimiento</i>	<i>Que el estudiant:</i> - Reconozca las diferentes fuentes en donde está depositado y guardado el conocimiento - Conozca algunas técnicas para la adquisición del conocimiento de una fuente dinámica - Repase algunas de las técnicas usadas para extraer conocimiento de una fuente estática
Solución de problemas	Que el estudiante: - Aplique soluciones a problemas triviales - Diferencie las clases de problemas - Comprenda cómo expresar problemas
El razonamiento humano y sus diferentes formas	- Que el estudiante comprenda cómo razonamos y pueda diferenciar dichos razonamientos
<i>Representación del conocimiento</i> • Principio y reglas • Lógica proposiciones • Lógica de predicados • Reglas de producción • Redes semánticas • Mapas conceptuales	<i>Que el estudiante:</i> - Comprenda que en su cerebro y en el computador se hace una representación del conocimiento y que ésta no puede ser ambigua - Repase algunas formas de representación que ya conoce - Reconozca la lógica proposicional y la de predicados como unas buenas representaciones del conocimiento - Comprenda las reglas de producción, las redes semánticas y su relación con los mapas conceptuales - Comprenda los mapas conceptuales como técnica de representación en la IA
Productos de la IC	Que el estudiante comprenda las diferencias entre un Sistema basado en el conocimiento (SBC), un Sistema experto (SE) y un Sistema de información tradicional (SIT)
Los SBC • Arquitectura • Formas – herramientas para su desarrollo • Tipos de SBC • Criterios de filtración • Ciclo de vida genérico	Que el estudiante: - Conozca los diversos componentes que puede tener un SBC - Conozca algunos tipos de herramientas que se pueden utilizar para construir un SBC - Comprenda que dependiendo del dominio y del propósito del SBC, éste tiene características particulares - Comprenda que se deben cumplir unas condiciones para hacer un sistema software - Comprenda que un SBC se desarrolla cuando se justifica, es apropiado y es posible su desarrollo - Conozca las etapas requeridas para el desarrollo de un SBC
Prolog	Que el estudiante conozca la filosofía del lenguaje Prolog y su sintaxis
Análisis comparativo entre Agentes Inteligentes y SBC	Que el estudiante presente los resultados del análisis realizado en cuanto a las diferencias y semejanzas entre los agentes inteligente y los SBC

Tabla 1: Unidades temáticas de la asignatura Ingeniería del Conocimiento

Para conocer el impacto sobre los estudiantes se diseñó un instrumento de consulta el cual fue aplicado a cada uno de los 43 estudiantes de la asignatura [Zea, Atuesta, Henao, Hernández, 2004].

En este artículo se presenta dicha experiencia, para lo cual se ha estructurado de la siguiente forma: en

la sección 2 se hace una presentación genérica de los mapas conceptuales; en la sección 3 se describe cada una de las formas en las cuales se utilizaron los mapas conceptuales durante el curso y la evaluación realizada por los estudiantes; en la sección 4 se presentan las conclusiones; en la 5 los agradecimientos y en la 6 las referencias.

2 Presentación de los Mapas Conceptuales

Dentro de la psicología cognoscitiva se han desarrollado procedimientos aplicados que se consideran que afectan la manera en que un estudiante aborda el proceso de apropiación o asimilación del conocimiento. Entre estos se encuentran los llamados “Mapas Conceptuales”.

Inicialmente, los mapas conceptuales fueron diseñados por Novak y Gowin [Novak, Gowin, 1984] para apoyar el aprendizaje significativo, de acuerdo con la teoría pedagógica de Ausubel [Ausubel, Novak, Hanesian, 1983] quien expresó que “El aprendizaje tiene lugar por la asimilación de nuevos conceptos y proposiciones en un marco de referencias existente en el aprendiz”, y para lo cual es necesario que se cumplan tres condiciones [WEB,1]:

1. El conocimiento objeto de aprendizaje tiene que ser conceptualmente claro y explícito, presentado en un lenguaje de acuerdo con el nivel previo de conocimiento del aprendiz.
2. El aprendiz tiene que poseer conocimientos previos relevantes.
3. El aprendiz tiene que elegir aprender significativamente, tiene que estar motivado a aprender.

La primera condición se denomina *Significatividad Lógica* y las 2 y 3 se reconocen como *Significatividad psicológica* [Maya, Díaz, 2002].

Los mapas conceptuales según Novak y Gowin [Novak, Gowin, 1984] son “...un recurso esquemático para representar un conjunto de significados conceptuales incluido en una estructura de proposiciones” y los definen como “la representación de relaciones significativas entre conceptos en forma de proposiciones, donde una proposición consta de dos o más términos conceptuales unidos por palabras para formar una unidad semántica”. [Cervantes, 1999] los define como “diagramas lógicos en los cuales puede no existir un elemento preponderante y los conceptos que presentan no son necesariamente palabras clave o ayudas nemotécnicas, sino la definición o descripción de conceptos presentados en notas lineales que se colocan en recuadros individuales y se asocian”.

Esta técnica de aprendizaje produce una interacción entre los conocimientos más relevantes que el estudiante ya posee y la nueva información que se apropia, de tal modo que ésta adquiere un significado, integrándola a la estructura cognitiva de manera sustancial y no arbitraria [Zea, Atuesta, Henao, Hernández, 2004]. Por tanto, esta herramienta como técnica para abordar el conocimiento, posibilita tanto la organización del objeto de aprendizaje como el hacer explícita la estructura cognoscitiva previa del aprendiz respecto a un tema como objeto de estudio [Cañas, Novak, González, 2004].

La temática de los mapas conceptuales también ha sido abordada por la Inteligencia Artificial (IA), algunos enmarcándolos como una técnica para la adquisición del conocimiento [Hoffman, Coffey, Carnot, & Novak, 2002] y otros para su representación [Febles, Estrada, 2002]. En general, estos se ven como una variación de las Redes Semánticas, aunque desde el punto de vista de Novak, tienen diferencias radicales, en especial en las palabras enlace y en las proposiciones, pues en los mapas conceptuales las relaciones no son únicamente verbos y las proposiciones se forman entre dos conceptos y su palabra enlace, independiente de las relaciones que puedan tener esos mismos conceptos con otros. Tal como se expresa en [Cañas, Carvalho, 2004], un mapa está muy bien construido, entre otras porque “cada dos conceptos relacionados por una palabra o frase enlace forman una proposición independiente. Es decir, que la proposición puede ser leída independientemente del mapa y sigue teniendo sentido”.

Como Cañas y Carvalho [Cañas, Carvalho, 2004] argumentan, los mapas conceptuales no son aceptados por algunos investigadores del campo de la Inteligencia Artificial como una representación formal del conocimiento por la libertad que ofrecen en la selección de los conceptos y de las frases enlace. Más bien son considerados como una actividad humana – para modelar conocimiento por los humanos en una forma fácilmente entendible por otros humanos, no por máquinas. Algunos los clasifican como “mapas conceptuales informales” que no tienen una semántica intrínseca o “mapa conceptuales formales” que no presentan ambigüedad porque se restringen los conceptos y las palabras enlace [Kremer, 1994]. De todos modos, sea formal o informal, a través de ellos se puede representar el conocimiento declarativo o estructural de un dominio, es decir, el conocimiento factual que

una persona o grupo de personas, puede tener de la temática.

El proceso de construcción de un mapa conceptual se puede resumir de la siguiente forma:

- Elección de los conceptos más relevantes del dominio.
- Identificación de las relaciones que pueden tener los conceptos entre sí. Esto es lo que se llaman las relaciones o palabras enlace.
- Construcción de proposiciones conformadas por dos conceptos y una palabra enlace o relación.
- Diseño y construcción del mapa de acuerdo con todo lo anterior, es decir, realización de la representación gráfica del conocimiento.

Para determinar la relevancia de los conceptos en un contexto se sugiere hacer explícita la temática del mapa a través de una pregunta, de forma tal que todos los conceptos y proposiciones permitan responderla acertadamente. Así, el primer paso en la construcción del mapa debe ser la designación del interrogante por resolver, y la validez del conocimiento representado en el mapa se da en torno a si él responde o no adecuadamente esa pregunta.

Hay muchas herramientas informáticas que apoyan la construcción de mapas conceptuales, incluso algunas son de dominio público. En esta investigación se ha utilizado CmapTools, la cual ha sido desarrollada en el *Institute for Human and Machine Cognition - IHMC* [WEB,2]. Es un programa de software que soporta la construcción de mapas conceptuales, con la posibilidad de añadir una serie de objetos de conocimiento adicional – recursos – en diferente formato, por ejemplo: imágenes, diagramas, mapas, videos, direcciones URL, entre otros. Además, tiene la capacidad de almacenar y acceder a mapas en múltiples servidores para compartir conocimiento entre personas ubicadas en diferentes lugares geográficos [WEB,3].

3 Descripción de la Experiencia

Para la determinación de este caso, se consideró importante tanto la experiencia que ya tenía el docente en el uso de la técnica de mapas conceptuales para representar el conocimiento en un Sistema Basado en el Conocimiento (SBC), como su interés por los aspectos pedagógicos. Fue así como se decidió aplicar los mapas conceptuales como


estrategia tanto de enseñanza como de aprendizaje, en la temática de la Ingeniería del Conocimiento.

Se determinó que en el curso de 2003 se realizara la experiencia utilizando los mapas con diversos propósitos, cada uno con unas características, objetivos y logros particulares, de la siguiente forma: 1) El mapa conceptual como organizador previo del contenido de la asignatura; 2) como técnica de representación de un tema previamente tratado en clase; 3) como estrategia de evaluación del conocimiento adquirido durante la primera parte del curso; 4) como herramienta para aprender el uso de mapas conceptuales como técnica de apoyo en los procesos de adquisición y representación del conocimiento en los SBC; 5) como resultado de la consulta de un tema no tratado en el aula de clase; 6) como técnica de verificación y validación del alcance del conocimiento adquirido en la asignatura.

A continuación se describe detalladamente cada una de esas experiencias y se anexan algunos de los mapas construidos como consecuencia de ellas.

3.1 Como organizador previo del contenido de la asignatura

El primer uso que se le dio a los mapas conceptuales estaba a cargo del docente y consistió en organizar las unidades temáticas de la asignatura como un “Modelo de Conocimiento”, es decir como una serie de mapas conceptuales y recursos asociados a un dominio en particular, de acuerdo con [Cañas, Hill, Lott, 2003]. El modelo de conocimientos *Ingeniería del Conocimiento* y que se observa en el mapa del mismo nombre – figura 1, es el producto de esta aplicación. En él, los conceptos son los temas y nociones básicas de la temática y las relaciones son las conexiones conceptuales que deben existir entre ellos. El mapa responde a la pregunta *¿Cuáles son los temas básicos de la asignatura Ingeniería del Conocimiento?*

Se puede observar que en los conceptos *Inteligencia Artificial, Sistemas Basados en el Conocimiento y Mapas Conceptuales* se incluye el icono , permitiendo el acceso a otros mapas que complementan la temática, formando así el Modelo de Conocimientos.

Este conjunto de mapas se utilizó para explicar, en la primera sesión de trabajo, el contenido de la

asignatura con el objetivo de presentar una idea clara sobre ella y para familiarizar a los estudiantes con los conceptos, temas y palabras claves en el dominio de la Ingeniería del Conocimiento. Esto, de acuerdo con [Brunner, 1960] permite que el estudiante aprenda la “estructura de la disciplina”.

Esta estrategia fue evaluada al finalizar la primera clase con el fin de tomar acciones correctivas y también se evaluó al final del semestre para determinar el nivel de aprendizaje del estudiante.

Los resultados fueron muy positivos, como se puede observar en la Tabla 2.

Esta forma de aplicación de los mapas conceptuales apoya el concepto de *Significatividad Lógica*, como se presentó en el numeral 2 de este artículo. Y, dada la forma como fue evaluada por los estudiantes, se logró que la temática fuera presentada en una forma organizada y con la posibilidad de, a través del gráfico, ver las relaciones entre las unidades temáticas de la asignatura, ayudando a que el estudiante comprendiera su globalidad y pudiera establecer relaciones con su conocimiento previo.

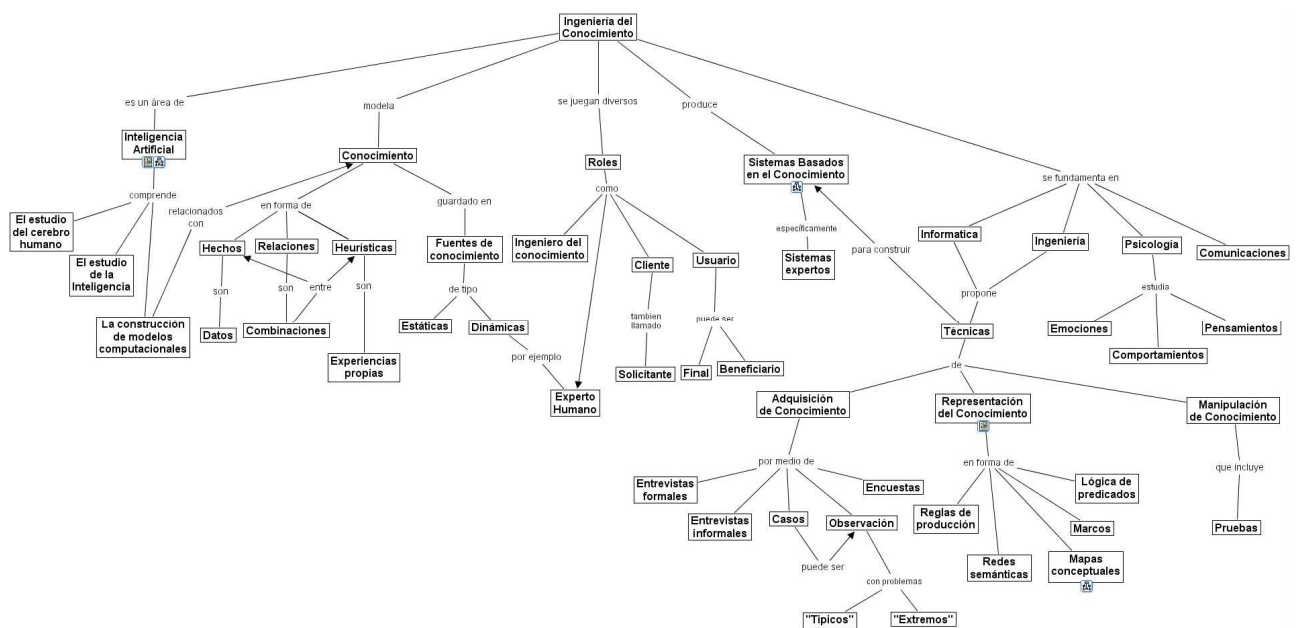


Figura 1. Mapa Conceptual de la temática de la asignatura *Ingeniería del Conocimiento*

PREGUNTAS	Mucho	Poco	Nada
¿El mapa conceptual presentado por la profesora al inicio del curso, le permitió tener una visión global del mismo?	93,02%	6,98%	0%
¿El mapa conceptual presentado le permitió ver la relación entre las diferentes temáticas de la asignatura?	93,02%	6,98%	0%
¿Al ver el mapa conceptual sobre los temas de la asignatura se modificó su idea previa de ésta?	51,17%	37,23%	11,6%
	Positiva		Negativa
En caso de que su idea previa haya sido modificada, dicha modificación fue:	95,3%		4,7%
	Si		No
¿Le gustaría que para la presentación de los contenidos de otras asignaturas se usara la estrategia de mapas conceptuales?	83,7%		16,3%

Tabla 2: Evaluación al final de la materia, relacionada con el mapa de organizador previo

3.2 Como técnica de representación de una unidad temática previamente tratada en clase

El tema elegido para hacer el primer mapa conceptual por parte de los estudiantes fue *El Cerebro Humano*, una de las unidades temáticas iniciales de la asignatura. Previamente se dedicaron cuatro horas de clase a la presentación de este tópico, haciendo uso de un video especializado y de charlas magistrales por parte de conocedores de la materia. De estas charlas se obtuvo como resultado un material que se puso a disposición de los estudiantes en la herramienta digital que permite tener un campus bimodal en la Universidad EAFIT y que le provee a la comunidad universitaria un entorno educativo que combina los aspectos positivos de la educación presencial y la utilización de las tecnologías telemáticas, llamado EAFIT Interactiva [WEB,4].

La estrategia de aplicación de los mapas conceptuales en este caso, consistió en una actividad en la cual los estudiantes representaban el conocimiento explicado previamente en clase. Para esto no se dieron pautas específicas en cuanto al alcance o enfoque del tema, de forma tal que el estudiante era libre de hacer la pregunta y definir los conceptos y las relaciones que consideraba más pertinentes para reflejar en el mapa. Tampoco se utilizó ninguna herramienta informática para representar el mapa, pues se quería que el estudiante primero se familiarizase con la técnica de representación y que hiciera el mapa en papel.

Así, los estudiantes reflejaron lo que sabían y entendían del *Cerebro Humano* en sus aspectos funcionales o anatómicos. La evaluación posterior

de la actividad se orientó a la corrección de los conceptos elegidos y sus relaciones.

Como los estudiantes tenían poca o ninguna experiencia en la construcción de mapas conceptuales, se les dio un documento de trabajo que explicaba en forma general cómo hacerlos y se presentaron en clase algunos mapas a manera de ejemplos concretos.

Desde el punto de vista del profesor los resultados de esta experiencia no fueron muy buenos, pues la mayoría de los mapas conceptuales elaborados por los estudiantes presentaron errores, bien conceptuales o bien en la elaboración de las conexiones entre los conceptos. Después de hacer el análisis de este caso, se concluyó que los factores que influyeron sobre el estudiante principalmente fueron los siguientes:

- Falta de experiencia en la construcción de mapas conceptuales.
- Falta de práctica en el desarrollo de representaciones gráficas.
- Complejidad del tema, *el Cerebro*, pues la mayoría de los estudiantes desconocían los detalles de éste.

Es interesante resaltar que aunque la profesora no consideró la experiencia positiva desde el punto de vista de los resultados obtenidos, los estudiantes reportaron lo contrario, lo cual indicó que a pesar de las dificultades para construir los mapas conceptuales, lograron mantenerse motivados. Así, se consiguió cumplir una de las condiciones del aprendizaje significativo en relación con la *Significatividad Psicológica* dada por el hecho de que el estudiante estuvo interesado en aprender. La información mostrada en la tabla 3, evidencia esta apreciación.

PREGUNTAS	Positiva		Negativa
	Mucho	Poco	Nada
Al desarrollar el mapa conceptual sobre el Cerebro, su experiencia puede considerarse como:	95,3%		4,7%
¿Elaborar este mapa conceptual le sirvió para conocer más sobre el Cerebro?	93,02%	4,65%	2,33%
¿Cree usted que puede reflejar sus conocimientos de cualquier tema en un mapa conceptual?	93,02%	6,98%	0%
¿Cree que al hacer un mapa conceptual, puede evaluar lo que usted sabe del tema?	65,1%	30,25%	4,65%

Tabla 3: Evaluación del mapa del Cerebro construido por los estudiantes

Este ejercicio se tomó como una primera experiencia que sirvió tanto para el docente, pues pudo refinar la estrategia del uso de los mapas, como para los estudiantes porque así recibieron una retroalimentación más detallada acerca de cómo construir mapas conceptuales y cuestiones propias del tema representado.

3.3 Como estrategia de evaluación del conocimiento adquirido durante la primera parte de la asignatura

Al concluir la semana quinta del desarrollo de la asignatura, se creía que ya se habían desarrollado en alto grado, las habilidades para construir mapas conceptuales, dado que ese tema se había trabajado intensamente hasta ese momento. Por tanto se decidió emplear una nueva forma para aplicarlos.

En la primera evaluación parcial (examen parcial de todos los temas tratados hasta ese momento), se incluyó un punto sobre la construcción de un mapa conceptual. Se pretendía medir el nivel de conocimiento y la claridad alcanzada en cada uno de los temas estudiados de la asignatura. Las indicaciones que se dieron para esta actividad fueron las siguientes:

- Responder a la pregunta ¿Cuáles son los objetivos de la Inteligencia Artificial? (tema trascendental en la asignatura)
- Incluir como mínimo 10 conceptos.
- Los criterios de evaluación del mapa se basan en el cumplimiento de los dos puntos anteriores y en que las relaciones que se establezcan, deben ser correctas.

Los mapas conceptuales construidos por los estudiantes durante esta evaluación permitieron observar que:

- Los estudiantes no sabían responder a la pregunta planteada para el mapa. Es decir, se presentaban errores en la comprensión de los temas propios de la asignatura.
- Se presentaron muchos errores en la selección de los conceptos que se incluyeron en los mapas.
- Se tenían errores en las relaciones establecidas entre los conceptos.
- Se manifestaron serias dificultades en la construcción de proposiciones, pues para tener una oración coherente era necesario leer entre más de 2 conceptos.

Por tanto, se presentaron errores relacionados con el contenido de la asignatura y también con la

estrategia de mapas conceptuales propiamente dicha. Estos resultados permitieron que la profesora reforzara el trabajo de los mapas conceptuales y con su evaluación, los estudiantes pudieron comprender las deficiencias temáticas que tenían, los errores que cometían y pudieron replantear la forma de abordar los temas de la asignatura.

Es por todo lo anterior, que se considera que de todos modos, la experiencia fue muy positiva.

3.4 Como herramienta para aprender el uso de mapas conceptuales como técnica de apoyo en los procesos de adquisición y representación del conocimiento en los SBC

Bajo este enfoque se utilizaron los mapas como herramienta para aprender la técnica de modelado de conocimiento, pues durante el curso habían dos unidades temáticas fundamentales que eran *El proceso de adquisición del conocimiento y las diversas fuentes de conocimiento* y *El Proceso de Representación del Conocimiento* para hacer Sistemas Basados en el Conocimiento, fundamentados en diferentes técnicas, entre las cuales estaban los Mapas Conceptuales.

En este ejercicio se utilizó como fuente de información, una fuente estática representada por un texto escrito que hablaba sobre la definición y el significado de la palabra “*concepto*”. El objetivo era extraer el conocimiento y en forma esquemática representarlo por medio de un mapa conceptual. Por tanto, se estaba pasando de un conocimiento explícito expresado en forma textual a un conocimiento explícito en forma esquemática, lo que se denomina *La Operación de Combinación de Conocimiento* [Nonaka, Takeuchi, 1999] [Hena, Arango, 2004]. Así que, para poder representar lo que estaba en texto en un gráfico, era necesario primero comprenderlo, extrayendo la información relevante y estableciendo las mejores relaciones, y luego aplicar el conocimiento adquirido de mapas para construirlo adecuadamente.

La representación en el mapa conceptual de lo leído en el texto, corroboró las apreciaciones de los estudiantes en relación con la actividad anterior sobre “*el Cerebro*”, en cuanto a la experiencia de construir un mapa conceptual. De esta forma los estudiantes pudieron conocer más del tema y, la realización de este tipo de ejercicios los motivó para hacer el trabajo.

Una vez se tuvieron los mapas terminados, se distribuyeron entre los estudiantes para que cada uno tuviera un mapa diferente al suyo y lo evaluaran de acuerdo con su apreciación. El criterio fundamental de la evaluación fue: “lo que esté reflejado en el mapa debe expresar lo mismo que hay en el texto escrito”. Así, el mapa conceptual debió responder a la pregunta *¿qué es un Concepto?* (Tema del mapa).

Después se le preguntó a cada estudiante “*¿En qué aspectos se había fijado para saber si el mapa era correcto?*” y entre las respuestas dadas estuvieron las siguientes:

- En que el mapa respondiera la pregunta inicialmente planteada.
- Que se pudieran establecer frases semánticamente correctas entre los conceptos.
- Que se ajustara a lo que sabían del tema.
- Que el mapa se pudiera leer, tuviera orden y se entendieran todos los conceptos expuestos en él.

Este ejercicio fue muy enriquecedor porque permitió que los estudiantes:

- Confrontaran sus conocimientos acerca de mapas conceptuales.
- Confrontaran la interpretación del texto frente a la de los compañeros.
- Identificaran errores conceptuales sobre el tema tratado.

Además, a través de la discusión grupal que se originó después del ejercicio, surgieron pautas o criterios de evaluación para los mapas conceptuales, que fueron posteriormente aplicados para evaluar otros.

Se notó además, que para el estudiante era más fácil determinar si un mapa estaba bien hecho que construirlo. Esto quizá puede ser una hipótesis a probar en una futura investigación.

Este tipo de ejercicio que consiste en pasar de un texto a un mapa es quizá una de las estrategias más sencillas para que el estudiante se ejercite en la elaboración de los mapas conceptuales, dado que el estudiante está muy familiarizado con el formato textual y relaciona fácilmente la estructura semántica de una oración en Castellano con la estructura de una proposición en el mapa. Obviamente esto exige cierto rigor, pues deben

aplicarse las adecuadamente el proceso de construcción del mapa, tal como se presentó en el apartado 2 de este artículo.

3.5 Como resultado de la investigación de un tema no presentado en clase

Los estudiantes durante esa actividad trabajaron en parejas, cada una con un tema en particular relacionado con la Inteligencia Artificial. Los tópicos para todos los grupos fueron diferentes y no habían sido previamente estudiados por ellos, así que se requería que cada grupo hiciera una indagación previa, lo estudiara, lo tradujera a sus términos y luego representara ese nuevo conocimiento en mapas conceptuales a manera de síntesis del trabajo realizado. Adicionalmente, el trabajo tenía que ser sustentado ante todo el grupo, con el propósito de socializar los diferentes temas investigados.

Como esta actividad se realizó en la parte final del curso y dado que los estudiantes ya manejaban la técnica de los mapas conceptuales, se decidió utilizar la herramienta CmapTools para construir los mapas. Cada grupo era responsable de aprender el manejo de la herramienta y los estudiantes entregaban los mapas en el formato .cmap. La presentación final del trabajo y su sustentación fueron hechas directamente con los mapas construidos con ayuda de esa herramienta informática.

En esta experiencia los mapas conceptuales se utilizaron, en primera instancia, como *medio de socialización del conocimiento* de cada uno de los integrantes del grupo de trabajo [Henaó, Arango, 2004], también como *organizadores de información* reflejando el acuerdo en el conocimiento que hicieron los integrantes del equipo de trabajo, y por último, como *síntesis de los conocimientos adquiridos* por los estudiantes en su investigación. Esta actividad fue evaluada por la profesora como exitosa, en la medida en que:

- Los trabajos y los mapas como resultado final de la actividad reflejaron en forma exhaustiva la temática investigada.
- El uso de la herramienta computacional CmapTools para construir y perfeccionar los mapas, les facilitó a los estudiantes el trabajo final de representación.
- Al hacer uso de las funcionalidades de la herramienta informática, se incluyeron recursos adicionales a los conceptos tratados en el mapa,

permitiendo ampliar y profundizar en la temática, tales como direcciones URL a sitios especializados en el tema e imágenes, entre otros.

- Durante la sustentación oral de sus trabajos, los estudiantes demostraron que habían adquirido el conocimiento, empezando a manejar la terminología básica y propia de cada una de las temáticas.

Como última indagación, a los estudiantes se les preguntó si volverían a usar mapas conceptuales, a lo que más del 86% de ellos respondió de manera positiva. Las razones que dieron para pensar en continuar con su uso fueron, entre otras:

- Los mapas conceptuales sirven para transmitir a otras personas conceptos claves de un tema. Además sirven como organizadores de temas para facilitar el estudio de ellos.
- Sirven para hacer la programación de tareas y representación de temas.

- Permiten representar y organizar conocimiento.
- Para estudiar, para reflejar el contenido visto en una asignatura y resumir un documento.
- Estudiar temas nuevos mediante mapas conceptuales logra sintetizar conceptos mentales de manera que resulta fácil retomarlos y para reforzar conocimientos previos.

Y, todos aquellos que emplearon la herramienta CmapTools para elaborar el modelo de conocimientos, la percibieron como “amigable”, de fácil manejo y aplicación. Además, al utilizarla pudieron completar y soportar cada concepto con múltiples recursos, haciendo la representación mucho más dinámica y enriquecedora.

La figura 2 muestra uno de los mapas construidos por una de las parejas de estudiantes, quienes trabajaron sobre Agentes Inteligentes.

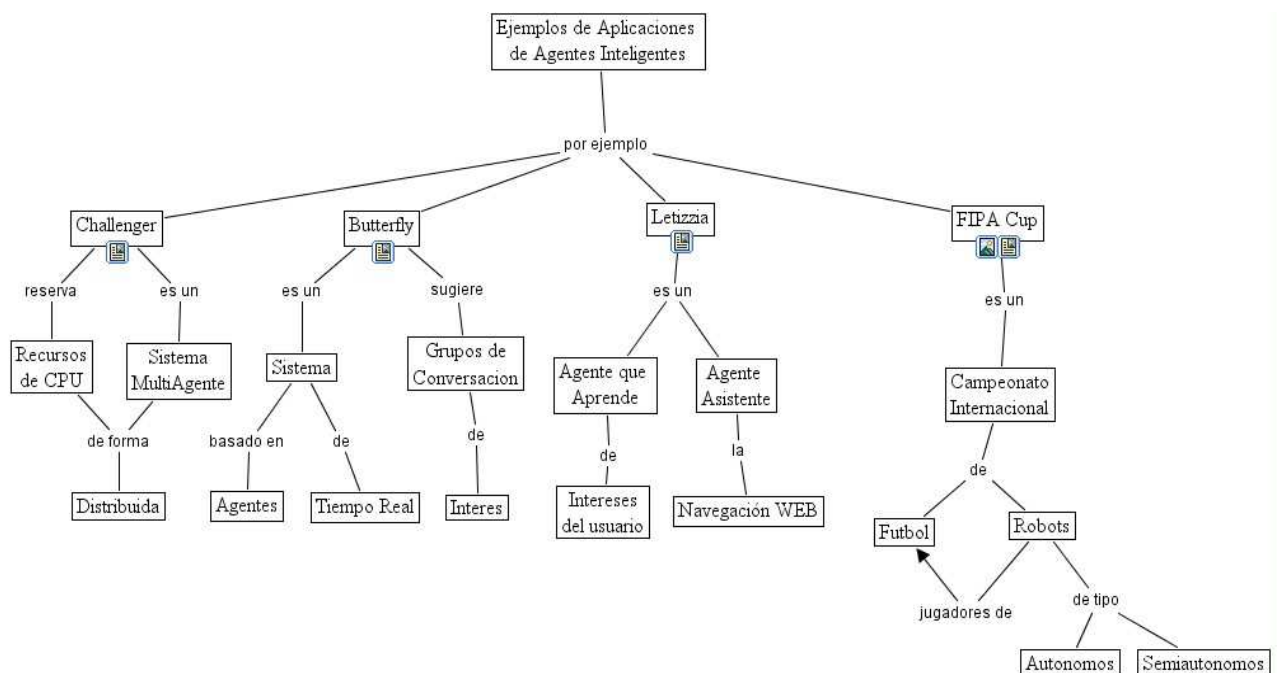


Figura 2. Mapa Conceptual realizado por un estudiante en un tema nuevo para él

3.6 Como técnica de verificación y validación del alcance del conocimiento adquirido en la asignatura

Como uno de los objetivos que se tenía desde el comienzo de la investigación era la comprobación de la obtención de buenos resultados en el aprendizaje,

teniendo como herramienta pedagógica a los mapas conceptuales, fue necesario verificar si realmente su uso si tendría un impacto positivo en el estudiante. Entonces se planteó hacer un ejercicio de carácter individual, una vez que se había desarrollado un 80% del contenido del curso.

El ejercicio consistió en entregarle a cada uno de los estudiantes el mapa conceptual del curso Ingeniería del Conocimiento (el mapa elaborado por la profesora como organizador del curso – Figura 1) para que lo complementara. El estudiante, además de reflejar el conocimiento que había adquirido en la asignatura, podía consultar fuentes externas para complementarse.

El profesor pretendió, con este ejercicio, determinar si los conocimientos adquiridos por el estudiante eran coherentes con la técnica de los mapas conceptuales y con la temática de la asignatura. Así, la evaluación del mapa se hizo teniendo en cuenta que todo lo que estuviera reflejado en él fuera correcto bajo la técnica propuesta por Novak [Novak, Gowin, 1984] [Novak, 1998] y bajo la teoría de la Ingeniería del Conocimiento. No se hizo sobre la base de la cantidad de conceptos y relaciones que el estudiante agregaba sino sobre la calidad y relevancia de su aporte.

Este trabajo permitió crear un banco de mapas acerca de la asignatura Ingeniería del Conocimiento. Algunos de los mapas tuvieron muy poco impacto pues en ellos no se hicieron mayores cambios frente al original. Otros fueron muy bien complementados, demostrando que el estudiante había hecho un esfuerzo para integrar adecuadamente sus propios

conocimientos en un mapa que ya reflejaba los conocimientos de otro autor.

En general, la mayoría de los estudiantes tenía los conocimientos necesarios para complementar el mapa, lo cual evidenció que se lograron aprendizajes importantes durante el curso. También la profesora consideró que los resultados globales de la actividad de uso de los mapas conceptuales como instrumento para evaluar el conocimiento de un estudiante sobre un tema en particular fueron muy positivos, pues se demostró:

- El gran interés que la mayoría de los estudiantes puso en el trabajo, confirmando el postulado de “*el aprendiz quiere aprender significativamente*” del aprendizaje significativo, y
- Los estudiantes establecieron relaciones con conceptos previos, básicos para la comprensión del tema nuevo, cumpliendo con otro de los requisitos de ese tipo de aprendizaje, “*el estudiante tiene que poseer conocimientos previos relevantes*”.

Sobre esta actividad se preguntó a los estudiantes lo siguiente:

PREGUNTAS	Mucho	Poco	Nada
¿Sintió que podía complementar el mapa de la asignatura?	65,11%	23,25%	11,64%
¿Sintió que con lo que usted sabía del tema era suficiente para ampliarlo?	55,81%	23,26%	20,93%
¿Sintió que era apropiado buscar otras fuentes de información para completarlo?	79,07%	20,93%	0%

Tabla 4: Opinión de los estudiantes en relación con la ampliación del mapa de Ingeniería del Conocimiento

4 Conclusiones

En este artículo se han presentado las diversas formas en que se utilizaron los mapas conceptuales como estrategia pedagógica en la asignatura *Ingeniería del Conocimiento* del pregrado de *Ingeniería de Sistemas* de la Universidad EAFIT en Medellín, Colombia. Cada una de esas experiencias permitió reconocer las bondades que ofrecen los mapas conceptuales tanto para el docente como para el estudiante como estrategia de enseñanza y aprendizaje de algunas de las temáticas incluidas en la asignatura.

Como parte del análisis que se realizó durante la investigación en la que estaba enmarcada esta experiencia, sobre las posibilidades del uso de los mapas conceptuales en el marco de los ambientes de aprendizaje, se concluye que estos pueden ser utilizados en las diversas etapas del proceso de aprendizaje (construcción de conocimiento), y con aplicaciones muy variadas [Zea, Atuesta, Henao, Hernández, 2004]. Durante la fase inicial del proceso de aprendizaje, los mapas se usaron como orientadores del proceso, como organizadores de contenido, como contenido nuevo y su relación con conocimientos previos o anteriores, entre otros.

Durante la etapa de desarrollo del proceso de aprendizaje, los estudiantes pudieron hacer la representación de los nuevos conceptos, apropiados para la temática, y su relación con los ya conocidos, observando una mejora en los niveles de comprensión del tema. Según la percepción del docente, el análisis de cada uno de los mapas construidos por el estudiante, le facilitó la evaluación del proceso y la identificación de los logros en cada caso, visualizando tanto los errores conceptuales como los vacíos en temas específicos que podía tener el estudiante y, a partir del desarrollo de los temas, el establecimiento de conceptos claves y sus relaciones.

Durante la etapa final del proceso de enseñanza aprendizaje (finalización de un curso específico), los mapas se convirtieron en una representación esquemática a manera de síntesis de los conceptos, significados y relaciones de los contenidos curriculares aprendidos durante el proceso por el estudiante, y sirvieron para evidenciar lo que aún le faltaba por aprender.

Se ha mostrado en este artículo, que el uso de los mapas conceptuales en el aula de clase genera múltiples ventajas, teniendo unos objetivos muy claros para cada una de sus aplicaciones y definiendo temas que sean interesantes y relevantes para el estudiante.

Además, con los ejercicios realizados con mapas conceptuales, se comprobó por qué son tan buenos para lograr que el estudiante aprenda en forma significativa, tal como lo ha promulgado Novak desde hace mucho tiempo.

Aunque hay herramientas informáticas muy buenas para construir mapas conceptuales, por ejemplos CmapTools, es importante entrenarse primero en la construcción de los mapas antes de comenzar con la utilización de la herramienta, pues así se valora más el tratamiento apropiado de la técnica de los mapas y el manejo correcto del conocimiento del dominio. Y, una vez se ha logrado dominar la estrategia, es muy apropiado utilizar un software especializado para hacer los mapas porque, la mayoría permite enriquecer más el aprendizaje del dominio dadas las posibilidades que ofrece. Por ejemplo, con CmapTools es posible agregar recursos de imágenes, textos, videos, poner anotaciones o comentario, entre otras cosas.

Después de esta experiencia se decidió continuar con la aplicación de los mapas en la asignatura de Ingeniería del Conocimiento y se empezó a utilizar en la asignatura Principios de Desarrollo de Software, del primer nivel del programa de Ingeniería de Sistemas, evidenciando también resultados muy positivos.

5 Agradecimientos

Este trabajo fue parte de la investigación "Entendiendo la Ciencia con Mapas Conceptuales" que se realizó en la Universidad EAFIT, en la Línea de Investigación de Informática Educativa de la Universidad EAFIT, con el patrocinio de la Universidad EAFIT y de Colciencias, Colombia.

6 Bibliografía

- [Ausubel, Novak, Hanesian, 1983] Ausubel, D. P.; Novak, J. D.; Hanesian, H. *Psicología Educativa: Un punto de vista cognitivo*, México: Trillas. 1983.
- [Brunner, 1960] Brunner J. *El proceso de la educación*. Buenos Aires: Losada. 1960.
- [Cañas, Carvalho, 2004] Cañas, Alberto; Carvalho, Marco. *Concept Maps and AI: an Unlikely Marriage?*. Proceedings of SBIE 2004: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Manaus, Brasil, Nov. 2004.
- [Cervantes, 1999] Cervantes, Victor. *El ABC de los mapas mentales*. 3 Ed. Offset Universal S.A. México. 1999.
- [Cañas, Hill, Lott, 2003] Cañas, Alberto; Hill, Greg; Lott, James. *Support for Constructing Knowledge Models in CmapTools*. Technical report IHMC CmapTools 93-02.
- [Cañas, Novak, González, 2004] Cañas, Alberto; Novak, Joseph; González, Fermín. *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*. Vol. 1, Vol. 2. Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping, Pamplona, España. 2004.
- [Febles, Estrada, 2002] Febles, Juan; Estrada, Vivian. *Aplicaciones de la Inteligencia Artificial*. Primera edición, parte III, Mapas Conceptuales. Ed. Universidad Guadalajara, México. 2002.
- [Henao, Arango, 2004] Henao, Mónica; Arango, María Pía. *Los Mapas Conceptuales como Estrategia de Conversión del Conocimiento en la Gestión del Conocimiento*. Vol. 2. Proceedings of the

- First International Conference on Concept Mapping, Pamplona, España. 2004.
- [Henao, 2003] Henao, Mónica. Programa de Ingeniería del Conocimiento, Universidad EAFIT, Medellín. 2003.
- [Hoffman, Coffey, Carnot, & Novak, 2002] Hoffman, R.R.; Coffey, J.W.; Carnot, M.J.; & Novak, J.D. (2002) An Empirical Comparison of Methods for Eliciting and Modeling Expert Knowledge. Paper presented at the Meeting of the Human Factors and Ergonomics Society, Baltimore MD.
- [Kremer, 1994] Kremer, Rob. Concept Mapping: Informal to Formal. Tepfenhart, W., Dick, J. & Sowa, J. (Eds.), Proceedings of the Third International Conference on Conceptual Structures, Knowledge Acquisition Using Conceptual Graphs Theory Workshop. University of Maryland College Park. 1994. <http://sern.ucalgary.ca/~kremer/papers/ICCS94.html>
- [Maya, Díaz, 2002] Maya, Arnobio, Díaz Nohora. Mapas Conceptuales; Elaboración y aplicación. Colombia: Cooperativa editorial Magisterio. 2002.
- [Novak, Gowin, 1984] Novak, J. D., & Gowin, D. B. Learning How to Learn. New York: Cambridge University Press. 1984.
- [Nonaka, Takeuchi, 1999] Nonaka, I., Takeuchi H. La Organización Creadora de Conocimiento: Cómo las Compañías Japonesas Crean la Dinámica de la Innovación. Mexico: Oxford University Press. 1999.
- [Novak, 1998] Novak, J. Learning, Creating and Using Knowledge: Concept map as facilitative tools for schools and corporations. Mahwah, N.J., Lawrence Erlbaum & Assoc. 1998.
- [Zea, Atuesta, Henao, Hernández, 2004] Zea, Claudia; Atuesta, Rosario; Henao, Mónica; Hernández, Pilar. Entendiendo la Ciencia con Mapas Conceptuales. Informe de Investigación, Universidad EAFIT, Medellín. 2004.
- [WEB,1] Novak, J.D. The Theory Underlying Concept Maps and How To Construct Them. <http://cmap.coginst.uwf.edu/info>
- [WEB,2] <http://cmap.ihmc.us/>
- [WEB,3] CmapTools Publications; White Papers. <http://cmap.ihmc.us/Publications/WhitePapers.php>
- [WEB,4] EAFIT Interactiva <http://www.eafit.edu.co/institucional/dptosAcademicos/E/eafitInteractiva.shtm>