

RE-EXAMINANDO LOS FUNDAMENTOS PARA EL USO EFECTIVO DE MAPAS CONCEPTUALES

Alberto J. Cañas y Joseph D. Novak
Florida Institute for Human and Machine Cognition (FIHMC), USA
www.ihmc.us

Abstracto. El uso de mapas conceptuales continúa creciendo a nivel mundial, y los usuarios están hallando consistentemente nuevas aplicaciones y usos para la herramienta. Sin embargo, continuamos observando dificultades en el uso de la herramienta que parece ser consistente a lo largo de los países y las áreas de uso. Entre ellas, citamos la dificultad en la construcción y estructura de las proposiciones, la falta de una pregunta de enfoque para guiar la construcción del mapa y la tendencia de construir mapas conceptuales descriptivos en lugar de explicativos. En este artículo examinamos como un entendimiento de los fundamentos de la construcción de mapas conceptuales y la habilidad de hacer buenas preguntas pueden ayudar a tratar estos problemas, lo que resulta en un uso más efectivo de los mapas conceptuales.

1 Introducción

Hoy día hay muchas diferentes aplicaciones para lo que llamamos mapas conceptuales, y muchas de estas aplicaciones son substancialmente diferentes de los usos que se le daban cuando fue desarrollada en 1972. Es más, los avances en tecnología computacional y el desarrollo de la Internet le han conferido nuevas capacidades a esta herramienta. Nosotros pensamos que sería útil reexaminar los fundamentos para esta herramienta y discutir las implicaciones que los usos inapropiados presentes y futuros de la herramienta, la falta de un entrenamiento adecuado para los usuarios y los entrenadores y un fallo general en reconocer los fundamentos teóricos para la herramienta. Empezaremos con una discusión de algunas de las dificultades que vemos en el uso de los mapas conceptuales, revisaremos las ideas teóricas importantes y entonces iremos a una discusión de varias de las aplicaciones, ilustrando como la herramienta de construcción de mapas conceptuales puede ser utilizada más efectivamente.

2 Dificultades

Aunque los mapas conceptuales son utilizados hoy día en formas y campos que no se hubieran predicho hace años, el propósito principal de los mapas conceptuales continua siendo el mismo: es una herramienta que le permite a una o más personas representar explícitamente su entendimiento sobre un campo del conocimiento, y los fundamentos teóricos de la construcción de mapas conceptuales no han cambiado.

Sin embargo, a medida que observamos el uso de la herramienta en diferentes lugares, algunas dificultades parecen ser recurrentes.

- 1- La construcción y la estructura de las proposiciones parecen ser un problema que muchos constructores de mapas conceptuales tienen.
- 2- La falta de una (buena) pregunta de enfoque que ‘enfoque’ la construcción del mapa conceptual;
- 3- Los mapas conceptuales tienden a ser mayormente descriptivos en lugar de explicativos, siendo muchos de ellos clasificatorios.

Creemos que algunos de estos temas pueden ser resueltos por (a) un claro entendimiento de los fundamentos y (b) haciendo buenas preguntas incluyendo la pregunta de enfoque que inicia la construcción del mapa, las preguntas que los maestros usan para guiar a los estudiantes a mejorar sus mapas, las preguntas que los constructores de mapas se hacen a sí mismos mientras construyen los mapas (lo cual lleva al refinamiento y expansión del mapa y a la construcción de otros mapas), las preguntas que los estudiantes se hacen entre ellos mientras colaboran, o las preguntas que los ingenieros de conocimiento le hacen a los expertos mientras obtienen conocimiento. Primero re-examinamos los fundamentos teóricos y luego discutimos el tema de las preguntas.

3 Re-examinando los Fundamentos

La construcción de mapas conceptuales, en la forma en que nosotros usamos este término, se deriva de un proyecto de investigación donde niños de primero y segundo grado se les enseñaba conceptos básicos de ciencias y se les entrevistaba periódicamente a lo largo de los doce años de su vida escolar para determinar como esta instrucción temprana influyó su posterior aprendizaje de las ciencias (Novak, 2005; Novak & Musonda, 1991).

4. La Importancia de las Preguntas

Desafortunadamente, los mapas conceptuales son frecuentemente utilizados solamente como una herramienta de evaluación. Como resultado, los estudiantes tienen “una oportunidad” de sacar el mapa conceptual bien, ya sea en una prueba o en una asignación. En nuestro Nuevo Modelo de Educación (Novak & Cañas, 2004) proponemos un ambiente de aprendizaje centrado en los mapas conceptuales (Cañas & Novak, 2005) donde el mapa conceptual es utilizado desde el inicio de una unidad para determinar cuanto un estudiante conocía de ante mano, a través de la unidad como un medio para investigar y enlazar recursos encontrados o creados por el estudiantes, hasta que el mapa muestra al final cuanto el estudiante ha aprendido acerca del tema. Dentro de este ambiente, el mapa conceptual evoluciona a medida que el estudiantes aprende, reflejando su entendimiento incrementado, y es a través de preguntas del maestro, de colegas o preguntas que el estudiante se hace a si mismo que el estudiante llega a un entendimiento más profundo que se refleja en el mapa.

4.1 La(s) Pregunta(s) de Enfoque

Una buena forma para definir el contexto para un mapa conceptual es el construir una *Pregunta de Enfoque*, esta es una pregunta que claramente especifica el problema o cuestión que el mapa conceptual ayuda a resolver. Cada mapa conceptual responde a una pregunta de enfoque, y una buena pregunta de enfoque puede llevar a un mapa conceptual más rico, como examinaremos más adelante. Cuando se aprende a construir mapas conceptuales, los aprendices tienden a desviarse de la pregunta de enfoque y construyen un mapa conceptual que puede ser relacionado con el área, pero el cual no responde la pregunta. Esto está bien en el sentido que el mapa construido probablemente responde a otra pregunta de enfoque, y así la pregunta de enfoque del mapa debe ser cambiada para reflejarlo (CmapTools provee un campo para la pregunta de enfoque como parte de la información que está guardada con un MC, y la pregunta de enfoque se muestra en el encabezado de la ventana cuando se despliega un mapa, haciendo la pregunta de enfoque explícita para el observador). En el caso de un ambiente de aprendizaje de escuela, puede ser importante el hacer que el aprendiz regrese y construya un mapa conceptual que responda a la pregunta de enfoque original. Sin embargo, es importante clarificar que el empezar con una sola pregunta de enfoque no implica que el “trabajo está hecho” cuando esta pregunta esta contestada. Fagundes y Dutra (2006) enfatizan en su trabajo con los maestros y los estudiantes la importancia de cuestionar cada concepto en un mapa conceptual (¿entiendo yo qué significa realmente este concepto y su relación con los concepto a los que está enlazado?) Esto lleva a la investigación y la búsqueda y a la generación de preguntas de enfoque para otros mapas conceptuales que terminaran enlazados al mapa original.

4.2 Haciéndole Preguntas a los Estudiantes

A medida que un estudiante está construyendo un mapa conceptual, el maestro debe sondear al estudiante para (a) encontrar cuando el estudiante sabe acerca del tema y (b) ayuda al estudiante a mejorar, refinar o expandir el mapa conceptual. Desafortunadamente, hay poca investigación sobre el hacer preguntas durante la construcción de mapas conceptuales. Chacón (2006) ha reportado sobre la “pregunta pedagógica” y su uso como un instrumento mediador durante la construcción del mapa conceptual. Ella se refiere a tres momentos durante la construcción de mapas conceptuales (a) definición del contexto, donde ella propone que las preguntas sean hechas para ayudar a determinar el contexto, tal como “¿Por qué estamos tratando este problema?”, “¿Por qué usar mapas conceptuales para resolver este problema?”, “¿Dónde encontramos información?” entre otras; (b) desarrollo del mapa conceptual, donde la pregunta de enfoque es construida, preguntas de información tales como ‘¿dónde?’ ‘¿qué?’ ‘¿quién?’ ayudan a establecer lo que el(los) estudiante(s) ya sabe(n) (vea la sección abajo en Entrevista), las preguntas de verificación son utilizadas para verificar si las proposiciones en el mapa conceptual son ciertas o no y si son coherentes o no, preguntas de ampliación para encontrar información que hace falta o los conceptos que necesitan expandirse y añadirseles enlaces cruzados; (c) revisar el propósito, donde a través de preguntas el estudiante puede tomar conciencia sobre como él/ella está construyendo su MC. No es coincidencia, Chacón (2004) ha hecho una larga porción de su trabajo con niños de pre-escolar, y es en artículos sobre el uso de mapas conceptuales en pre-escolar donde los autores, incluyendo a Chacón, han reportado que los diálogos de pregunta-respuesta que han llevado a la construcción de mapas conceptuales por niños (ver por ejemplo, Beirute, Brenes, Cortés, García & Meza, 2006; Cassata & French, 2006; Mancinelli, 2006; Mancinelli, Gentili, Priori & Valitutti, 2004). Todos los autores que trabajan con niños de pre-escolar enfatizan la importancia de que los maestros hagan preguntas en lugar de darle a los estudiantes las respuestas ‘correctas’. Todos nos beneficiaríamos de prestarle atención a la forma en que estos maestros guían a sus estudiantes en el proceso de mejorar su construcción de mapas conceptuales a través de un cuestionamiento cuidadoso. El aprender a hacer preguntas requiere entrenamiento y hemos encontrado que una forma de cómo hacer preguntas es a través de aprender a como hacer entrevistas, como se describe abajo.

4.3 Aprendiendo a Hacer Preguntas: La Experiencia de la Entrevista

Aprender a entrevistar requiere que uno escuche cuidadosamente lo que el entrevistado está diciendo. Los maestros son notablemente deficientes en esto y tienden a conducir a los estudiantes a las respuestas, o solo les dan las respuestas, en lugar

de sondear la mente del niño y escuchar cuidadosamente lo que tienen que decir. En la construcción de mapas conceptuales la entrevista juega un papel importante en el proceso.

Durante el proceso de desarrollo de la herramienta de mapas conceptuales, había un constante rejuogo entre la estructura de las entrevistas, la transcripción de las entrevistas y la creación de mapas conceptuales de las entrevistas. Este rejuogo es críticamente importante para el entendimiento y la construcción de buenos mapas conceptuales. Por ello recomendamos que todos los usuarios de esta herramienta se inmiscuyan desde temprano en su práctica en conducir varias entrevistas y procedan a la construcción de mapas conceptuales de estas entrevistas. Los procedimientos detallados para este proceso pueden ser encontrados en Novak y Gowin (1984, Capítulo 7). Se debe reconocer que nosotros estamos tratando de sondear dentro de la estructura cognitiva de una persona y percatarnos de que conceptos y proposiciones esa persona tiene relevante para un tema en particular y ¿cómo estos son integrados y organizados? Ésta es una tarea profundamente retardadora, y aún así es fundamental para mejorar la enseñanza y el aprendizaje en cualquier campo. También es esencial para la captura y archivo de conocimiento experto, una aplicación de los mapas conceptuales que está creciendo rápidamente. En nuestra presentación, ilustraremos el proceso utilizando dos entrevistas con niños que estudiando las plantas. Las entrevistas fueron conducidas como parte del planeamiento para el programa de una escuela primaria que trataba con las plantas utilizando el acrónimo LEAP (Aprendiendo Acerca de las Plantas en inglés). El programa fue desarrollado por el personal de las Plantaciones de la Universidad de Cornell.

El planear una entrevista comienza con identificar una o unas cuantas Preguntas de Enfoque que serán el interés principal de las entrevistas. Entonces se debe preparar un mapa conceptual que anticipe la clase de conocimiento que puede ser revelado y organice las ideas para la entrevista. En general, este mapa conceptual será más comprensivo que el sacado de las entrevistas, ya que el entrevistador tiene que estar preparado para todas las respuestas posibles. El objetivo es entender que conocimiento previo que los niños típicos de este grupo de edad traerán a las lecciones para ayudar con el planeamiento de estas. Se debe notar que este mapa conceptual necesita ser modificado hasta que pueda ser “estandarizado”. Este es un proceso interactivo, pero nuestra experiencia ha sido tal que dos o tres ciclos de preparar mapa-entrevista-mapa estudiante-revisa entrevista son suficientes para una audiencia dada sobre un tema dado.

Mostraremos videos de dos niños siendo entrevistados, uno de tercer grado y el otro uno de cuarto grado. Estas entrevistas empezaron con preguntas acerca de “¿qué es una semilla?”, y luego se movieron a “¿qué necesitan las semillas y las plantas para crecer?” Es común en las entrevistas que uno pueda empezar con una Pregunta de Enfoque dada y a medida que la entrevista procede, otra pregunta de enfoque puede emerger. Las entrevistas hechas hace algunos años por uno de los estudiantes graduandos de Nova ilustran buenas técnicas de entrevista, incluyendo la posición del entrevistador, suficiente “tiempo de espera” después que se hace la pregunta, y realimentación neutral que no conduce las respuestas del entrevistado. Encontramos que ambos niños no estaban al tanto del papel del dióxido de carbón en el crecimiento de la planta, no sabían que las semillas se forman en los ovarios maduros de las flores y en general parecían tener poca o ninguna comprensión de la fotosíntesis. Aún así, ambos tienen conocimiento significativo acerca de las semillas y de cómo crecen hasta convertirse en plantas, así que hay una buena fundamentación conceptual para construir más su entendimiento con la instrucción apropiada. Interesantemente, el niño más joven en realidad tiene un concepto importante que al niño de cuarto grado le hace falta, para mencionarlo; la idea de que el sol se necesita para que las plantas crezcan. Ambos niños indicaron correctamente que las plantas necesitan minerales del suelo para crecer. Las entrevistas y los mapas conceptuales que nosotros preparamos identifican explícitamente nuevos conceptos que necesitan ser aprendidos, tales como el hecho de que el sol es una fuente de energía y que la energía es necesaria para crear comida a partir de agua y dióxido de carbón. Aún así, los conceptos faltantes también sugieren que estos niños les faltan un entendimiento de los conceptos de energía, átomos, moléculas, gas y líquido. Se necesitará algún nivel de desarrollo de estos conceptos para que los niños entiendan el proceso de fotosíntesis. Los últimos conceptos fueron desarrollados a cierta profundidad en el Programa El Mundo de las Ciencias (Novak, Meister, Knox, & Sullivan, 1966).

Se esperaría que cualquier protocolo de entrevista dado llevara a que se exploren nuevas preguntas. Por ejemplo, la entrevista de arriba sugirió que los estudiantes tienen un conocimiento borroso de cómo las plantas usan el sol para producir comida. Esto puede llevar a otra entrevista sobre esta pregunta de enfoque. Es muy posible que la nueva entrevista mostrara que los estudiantes no entienden la naturaleza de los gases tales como el oxígeno y el dióxido de carbón y una entrevista sobre este tema posiblemente mostraría que también les falta comprensión de la naturaleza particular de la materia, incluyendo la naturaleza de los átomos y las moléculas. Encontramos que este era el caso en nuestro trabajo mientras planeábamos un estudio longitudinal de 12 años de duración y por esta razón, las lecciones que preparamos para los grados uno y dos ponían un gran énfasis en el desarrollo de estos conceptos. Contrario a la opinión popular en los 1970's, fuimos capaces de demostrar que los estudiantes podían al menos empezar a entender estos conceptos y que esto influenció el futuro aprendizaje de las ciencias.

El volverse habilidoso en sondear la estructura cognitiva del aprendiz es una tarea profundamente retardadora, y aún así es fundamental para el entendimiento de cómo los aprendices aprenden. También ayuda a construir habilidades en la

construcción de buenas preguntas y para guiar a los estudiantes a hacer buenas preguntas. El desarrollar habilidades para la entrevista y habilidades para las entrevistas sobre mapas conceptuales debería ser parte de cada programa de entrenamiento para maestros. Un problema típico que los maestros tienen es que ellos no esperan lo suficiente para que los estudiantes respondan después de que hacen una pregunta. Rowe (1974) y otros han encontrado que en promedio los maestros esperan 0.7 segundos antes de contestar la pregunta ellos mismos, hacer una pregunta diferente, o se cambian a otro aprendiz en busca de una respuesta. La entrevista puede ayudar al maestro a ver que el “tiempo de espera” después de hacer una pregunta puede requerir de 10-30 segundos o más para obtener respuestas bien pensadas de parte de los estudiantes. Se necesitan especialmente tiempos de espera más largos cuando se hacen preguntas que requieren una explicación, más que simplemente nombrar un objeto o un evento.

Uno de los usos de CmapTools que está creciendo en importancia es la captura y el archivo de conocimiento experto. Para las corporaciones, el conocimiento es, en la mayoría de los casos, el activo principal de la compañía y muy a menudo cuando los trabajadores se retiran o se van, mucho de este activo se pierde. Otro problema es que conocimiento corporativo valioso fue archivado en varios informes de la compañía, los cuales consisten principalmente en textos y tablas de datos. Tal conocimiento es notoriamente difícil de recuperar por otros, quienes se pudieran beneficiar de este conocimiento, y la mayoría de las corporaciones encuentran que los empleados actuales o nuevos muy rara vez leen estos informes archivados. La captura del conocimiento experto de la gente es fundamentalmente un proceso de volverse un habilidoso entrevistando trabajadores corporativos. En el IHMC, hemos estado involucrados en unas series de proyectos para entrenar a los trabajadores en el uso de mapas conceptuales para capturar y archivar el conocimiento.

4.4. Las Preguntas entre Estudiantes: Colaboración

CmapTools fue diseñado con el propósito de facilitar la colaboración (Cañas *et al.*, 2004). Dentro de este marco de colaboración, el software les permite a los estudiantes colaborar fácilmente cuando construyen un mapa conceptual. Ellos pueden; ya sea trabajar en un mapa dado a la misma vez, i.e., sincrónicamente o en diferentes momentos a medida que sus horarios se los permitan (colaboración asincrónica). Vygotski (1978) enfatizó la importancia del intercambio social en el aprendizaje, especialmente cuando los aprendices están cerca de la misma Zona de Desarrollo Próximo (ZDP). Esto es, los estudiantes que están al mismo nivel de desarrollo cognitivo (misma ZDP) en un tema dado aumentaran el aprendizaje de uno y el otro si se inmiscuyen en un intercambio activo de ideas. El utilizar las herramientas de colaboración en CmapTools puede facilitar este intercambio.

El software incluye características que permiten a los maestros y/o estudiantes hacerse preguntas entre ellos. La “Herramienta de Anotación” es una anotación tipo ‘post-it’ por la cual los estudiantes pueden publicar comentarios cortos o preguntas sobre los mapas conceptuales de otros estudiantes. CmapTools tiene un ‘permiso para anotar’ en los servidores que permite a los estudiantes anotarse los mapas conceptuales sin necesidad de tener permisos para modificarlos. Los hilos de discusión (HD) proveen discusiones hiladas que pueden ser anexadas a cualquier concepto o frase de enlace. A través de las HDs los estudiantes y los maestros pueden involucrarse en más discusiones a profundidad que en una Anotación. CmapTools también provee la posibilidad de colaborar a nivel de conocimiento a través de las Sopas de Conocimiento (Cañas *et al.*, 2001), donde los estudiantes colaboradores publican proposiciones (llamadas ‘afirmaciones’ en este ambiente) a una Sopa, y de regreso se despliegan las afirmaciones de otros estudiantes que son similares a aquellas que ellos publicaron (ver Figura 2). De todos modos, los estudiantes se pueden cuestionar unos a otros sobre las afirmaciones al anexarles un hilo de discusión a ellas (como se muestra en la Figura 2), y se espera que los estudiantes defiendan las afirmaciones que ellos publicaron (Cañas, Ford, Brennan, Reichherzer, & Hayes, 1995).

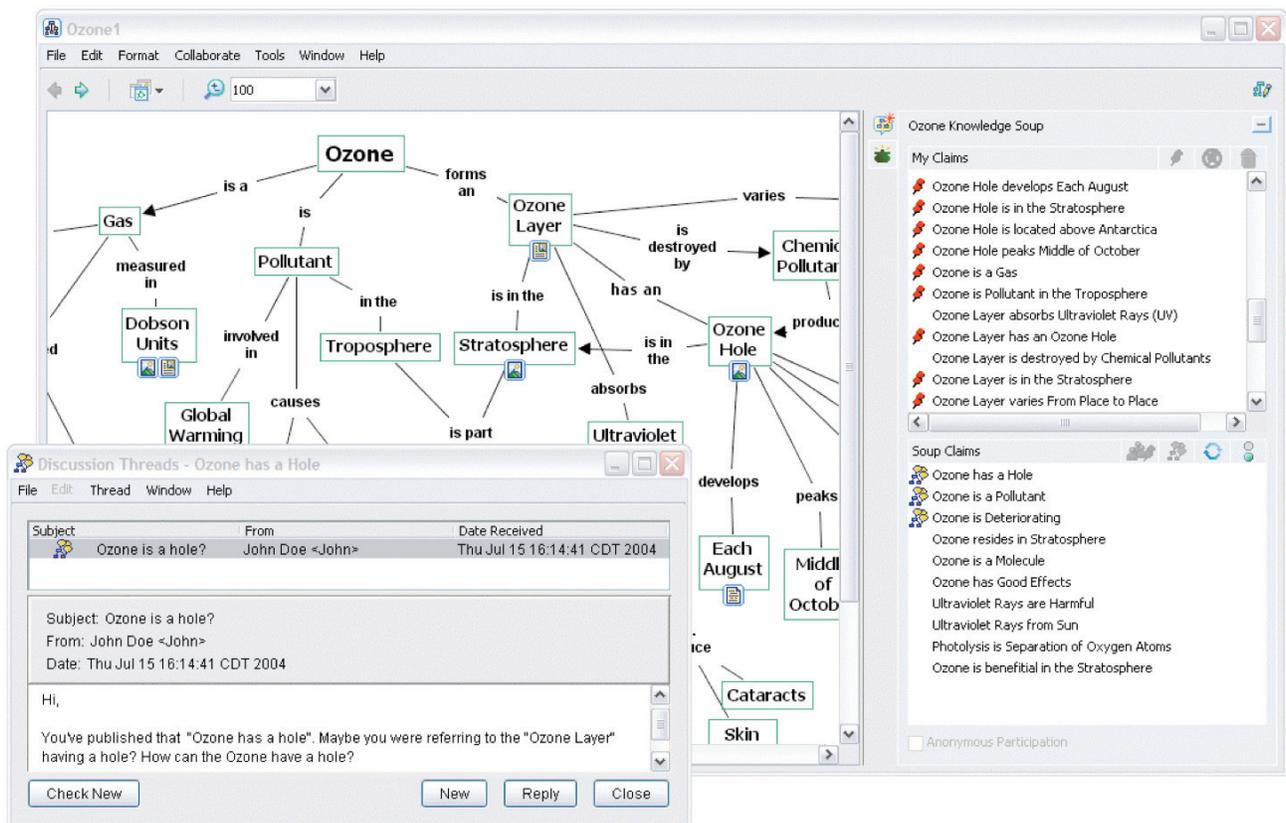


Figura 2: Estudiantes colaborando a través de una Sopa de Conocimiento sobre el Ozono y preguntándose unos a otros a través de los Hilos de Discusión de CmapTools

En un esfuerzo de investigación previo la Sopa de Conocimiento tenía un ‘Gigante’¹ (Reichherzer, Cañas, Ford, & Hayes, 1998, Agosto). Esta herramienta tomaba proposiciones de la Sopa y generaba preguntas y proposiciones propias que presentaba al estudiante. Por ejemplo, si una proposición publicada por un estudiante era “las plantas verdes producen comida” y otra afirmación era “las plantas usan la luz del sol para producir comida”, el Gigante podría preguntar, “¿utilizan las plantas verdes la luz del sol?”. Los estudiantes le enseñarían al Gigante al decirle si la pregunta era cierta, falsa o tonta. Si el Gigante preguntaba, “¿la luz del sol hace verde a las plantas?”, ésta sería marcada como tonta. El Gigante no era una herramienta inteligente, y por ello la combinación de conceptos y proposiciones hechas por el Gigante a menudo carecían de sentido. Aún así, las preguntas hechas a menudo estimulaban la ampliación de los mapas conceptuales y algunas buenas discusiones entre los estudiantes colaboradores.

5. Conocimiento Dinámico Versus Estático

Anteriormente en este artículo comentamos sobre la necesidad de movernos hacia el pensamiento dinámico que se requiere para construir mapas conceptuales que muestren explicaciones, esto es, mapas conceptuales que traten con *eventos* a diferencia de *objetos*. Diagramas de causa y efecto (también conocidos como Ishikawa, espina de pescado o diagramas de características) y mapas causales son gráficos especializados que describen los factores que contribuyen a, o afectan a, una situación dada: todas las causas, esto es, que llevan a un cierto efecto. Sin embargo, estos mapas sufren de la misma restricción de representación que los mapas mentales, ya que no tienen frases de enlace que expliquen clara y explícitamente la relación entre los eventos o en otras instancias han sido formalizados hasta el punto que ya no son divertidos para ser usados por niños sino para que las computadoras los entiendan.

En una serie de estudios, Safayeni, Derbentseva y Cañas (2005) han encontrado que la estructura de los mapas conceptuales puede ser un indicativo de nivel de pensamiento expresado en el mapa. Por ejemplo, los mapas conceptuales modelados con una estructura circular (vea las Figuras 3 y 4) llevan a más instancias significativas de proposiciones significativas o dinámicas cuando se comparan con los mapas conceptuales modelados con una estructura en forma de árbol. En trabajos presentados en conferencias sobre mapas conceptuales (Derbentseva, Safayeni & Cañas, 2004, 2006) nos siguen informando sobre experimentos en que se compara dos estrategias para promover la construcción de relaciones más dinámicas: el uso de cuantificadores en el concepto raíz de un mapa y una pregunta de enfoque dinámica. Interesantemente, aunque una pregunta

¹ CmapTools actualmente no incorpora la implementación del Gigante.

de enfoque más dinámica tiene un efecto en la naturaleza de las proposiciones generadas, es el añadir un “cuantificador” a la raíz del mapa que tiene el impacto más grande. Aunque los resultados de los experimentos son preliminares, nos informan sobre tres métodos por los cuales se puede promover pensamiento más dinámico: mapas cíclicos, una pregunta de enfoque dinámica y un concepto raíz cuantificado.

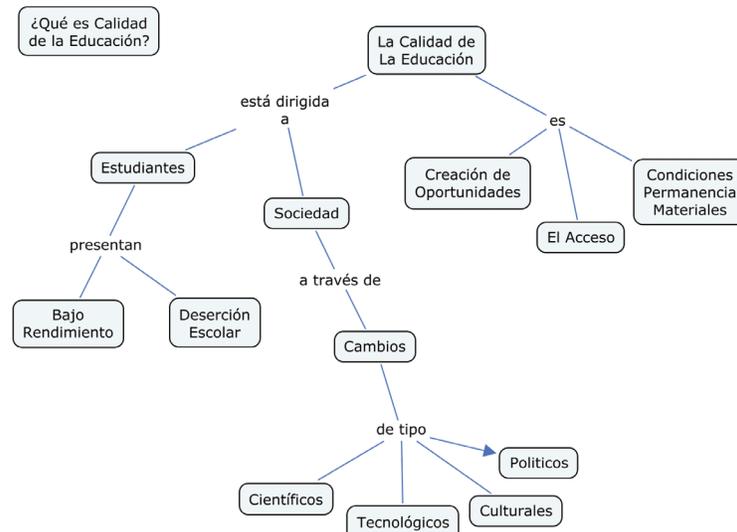


Figura 3. Mapa conceptual con estructura de árbol generado de una pregunta de enfoque estática.

Hemos empezado a aplicar estas ideas en nuestro trabajo con constructores de mapas conceptuales y hemos encontrado que a pesar de que una pregunta de enfoque más dinámica puede generar un mapa más dinámico, los constructores de mapas a menudo ignoran la naturaleza de la pregunta y construyen un mapa conceptual declarativo. Añadiendo una “cuantificador” al concepto raíz, como se informó anteriormente, tiende a forzar al constructor de mapas a generar un conjunto de proposiciones más dinámicas. Esto se muestra en dos mapas conceptuales sobre el tema “Calidad de la Educación” contruidos por maestros durante talleres, donde el mapa conceptual en la Figura 3 fue construido desde la pregunta de enfoque “¿Qué es Calidad de la Educación?” y no se le dio un concepto raíz, resultando en un mapa de tipo declarativo, y en la Figura 4 fue construido desde la Pregunta de Enfoque “¿Cuáles son los Efectos de un Aumento en la Calidad de la Educación?” y un concepto raíz de “Aumento en la Calidad de la Educación” (un evento), lo que resultó en un interesante mapa conceptual cíclico basado en proposiciones dinámicas.

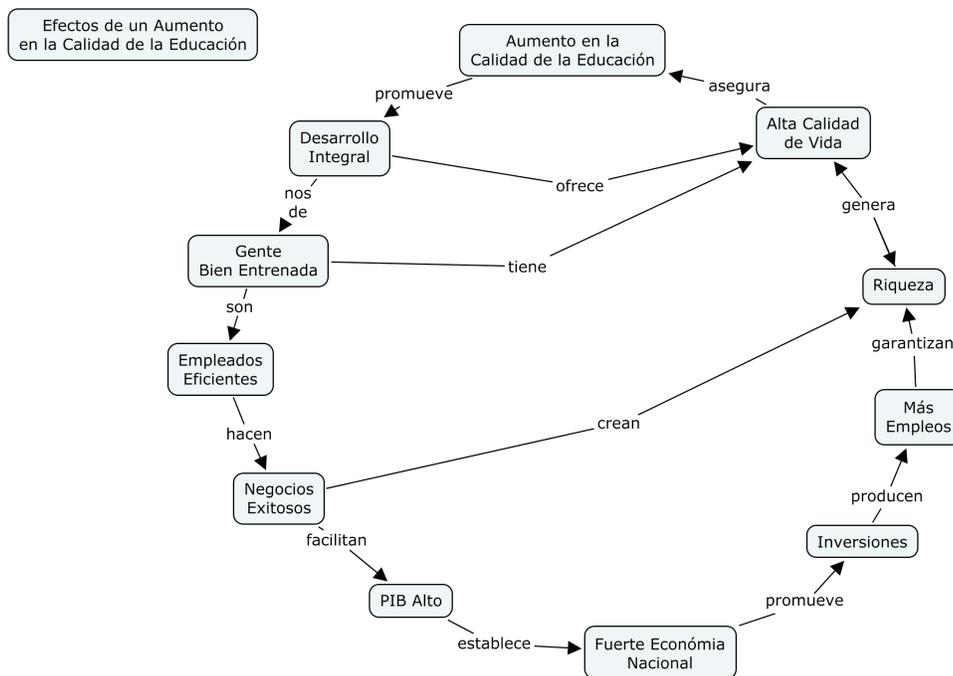


Figura 4. Mapa conceptual cíclico generado de una pregunta de enfoque dinámica y un concepto raíz cuantificado.

Los estudios por Safayeni y colegas sirven para ilustrar cuanto todavía tenemos por aprender acerca de las estrategias para optimizar el uso de los mapas conceptuales para promover altos niveles de aprendizaje dinámico o significativo. Sus trabajos también sirven para ilustrar la importancia de la construcción y el uso de buenas preguntas de enfoque. Esto ha sido reconocido por largo tiempo y es una de las razones por las cuales CmapTools pide la inclusión de una pregunta de Enfoque cuando se va a guardar un mapa conceptual. Desafortunadamente, muy a menudo vemos que los constructores de mapas conceptuales fallan en construir preguntas de enfoque antes de construir un mapa conceptual, o simplemente ignorar la pregunta a medida que la construcción de su mapa progresa.

6 Conclusiones

Los programas educativos efectivos proveen un amplio rango de actividades las cuales incluyen lecturas seleccionadas, búsquedas en Internet, trabajo en proyectos, preparación y presentación de informes, dibujos, presentaciones de video, investigación colaborativa y otras actividades. Con CmapTools, es posible desarrollar un mapa conceptual general que sirva de marco de guía para estos estudios y como una herramienta para integrar todas las otras actividades de aprendizaje dentro de un *modelo de conocimiento* altamente organizado. Estos modelos de conocimiento pueden ser compartidos con otros, guardados en un servidor, y utilizados como “archivo”, que puede servir como un punto de inicio para estudios futuros. En este ambiente centrado en los mapas conceptuales, los mapas conceptuales evolucionan desde una “evaluación” inicial de lo que el estudiante sabe acerca del tema en estudio a modelos de conocimiento que reflejan el progreso del estudiante. La extensión hasta la que los mapas conceptuales en construcción ayudan al estudiante a mejorar su entendimiento depende, en gran medida, de la calidad y el tipo de mapas que se construyan. Buenas preguntas, ya sea que vengan del maestro, otros estudiantes o del mismo constructor del mapa que se pregunta a si mismo, llevan a mejores mapas, un pensamiento más dinámico y un entendimiento más profundo. Nos gustaría ver más investigaciones sistemáticas sobre este asunto y animamos a los participantes de esta Conferencia a que incluyan preguntas de investigación que traten con la naturaleza y la calidad de las preguntas y sus efectos sobre las propiedades del mapa y el valor para el aprendizaje.

7 References

- Ausubel, D. P. (1963). *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. New York: Grune and Stratton.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Beirute, L., Brenes, M., Cortés, G., García, S., & Meza, A. (2006). La Contrucción de Mapas Conceptuales en Edad Preescolar. In A. J. Cañas & J. D. Novak (Eds.), *Mapas Conceptuales: Teoría, Metodología, Tecnología Procedimientos de la Segunda Conferencia Internacional sobre Mapas Conceptuales*. San Jose, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Cañas, A. J., Ford, K. M., Brennan, J., Reichherzer, T., & Hayes, P. (1995). *Knowledge Construction and Sharing in Quorum*. Artículo presentado en la Séptima Conferencia Mundial sobre Inteligencia Artificial en Educación, Washington DC.
- Cañas, A. J., Ford, K. M., Novak, J. D., Hayes, P., Reichherzer, T., & Suri, N. (2001). Online Concept Maps: Enhancing Collaborative Learning by Using Technology with Concept Maps. *The Science Teacher*, 68(4), 49-51.
- Cañas, A. J., Hill, G., Carff, R., Suri, N., Lott, J., Eskridge, T., et al. (2004). CmapTools: A Knowledge Modeling and Sharing Environment. In A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.), *Mapas Conceptuales: Teoría, Metodología, Tecnología Procedimientos de la Primera Conferencia Internacional sobre Mapas Conceptuales*. (Vol. I, pp.125-133). Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.
- Cañas, A. J., & Novak, J. D. (2005). *A Concept Map-Centered Learning Environment*. Paper presented at the Symposium at the 11th Biennial Conference of the European Association for Research in Learning and Instruction (EARLI), Cyprus.
- Cassata, A. E., & French, L. (2006). Using Concept Mapping to Facilitate Metacognitive Control in Preschool Children. In A. J. Cañas & J. D. Novak (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping*. San Jose, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Chacón, S. (2006). La Pregunta Pedagógica Instrumento de Mediación en la Elaboración de Mapas Conceptuales. In A. J. Cañas & J. D. Novak (Eds.), *Mapas Conceptuales: Teoría, Metodología, Tecnología Procedimientos de la Primera Conferencia Internacional sobre Mapas Conceptuales*. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.

- Derbentseva, N., Safayeni, F., & Cañas, A. J. (2004). Experiments on the Effect of Map Structure and Concept Quantification during Concept Map Construction. In A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology, Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.
- Derbentseva, N., Safayeni, F., & Cañas, A. J. (2006). Two Strategies for Encouraging Functional Relationships in Concept Maps. In A. J. Cañas & J. D. Novak (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping*. San Jose, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Fagundes, L., & Dutra, I. (2006). Personal Communication.
- Mancinelli, C. (2006). Learning While Having Fun: Conceptualization Itineraries in Kindergarten Children Experiences with C-Maps in an Italian School. In A. J. Cañas & J. D. Novak (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping*. San Jose, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Mancinelli, C., Gentili, M., Priori, G., & Valitutti, G. (2004). Concept Maps in Kindergarten. In A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.
- Novak, J. D. (2005). Results and implications of a 12-year Longitudinal Study of Science Concept Learning. *Science Education*, 35(1), 23-40.
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2004). Building on Constructivist Ideas and CmapTools to Create a New Model for Education. In A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the 1st International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning How to Learn*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Novak, J. D., Meister, M., Knox, W. W., & Sullivan, D. W. (1966). *The World of Science Series. Books One through Six*. Indianapolis, IN: Bobbs-Merrill.
- Novak, J. D., & Musonda, D. (1991). A Twelve-Year Longitudinal Study of Science Concept Learning. *American Educational Research Journal*, 28(1), 117-153.
- Pines, A. L., & Novak, J. D. (1979). *Scientific Concept Learning in Children with Audio-tutorial Instruction: The Effect of Prior Knowledge on Resulting Cognitive Structure*. Ithaca, NY: Cornell University, Department of Education.
- Reichherzer, T., Cañas, A. J., Ford, K. M., & Hayes, P. (1998, August). *The Giant: A Classroom Collaborator*. Paper presented at the Proceedings of the Workshop on Pedagogical Agents, San Antonio, TX.
- Rowe, M. B. (1974). Wait-time and Rewards as Instructional Variables: The Influence of learning, logic and fate control. Part 1. Wait Time. *Journal of Research in Science Teaching*, 11(2), 81-94.
- Safayeni, F., Derbentseva, N., & Cañas, A. J. (2005). A Theoretical Note on Concept Maps and the Need for Cyclic Concept Maps. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(7), 741-766.
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in Society: the Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.