

UN ENFOQUE CONSTRUCTIVISTA PARA USO DE MAPAS CONCEPTUALES EN EDUCACIÓN A DISTANCIA DE PROFESORES

Italo Dutra & Lea Fagundes, Le@d.CAp, LEC, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil
Alberto J. Cañas, Institute for Human & Machine Cognition, EEUU
Email: italodutra@ead.cap.ufrgs.br, lead.cap.ufrgs.br, www.lec.ufrgs.br, www.ihmc.us

Resumen. Este trabajo presenta una propuesta de utilización de los mapas conceptuales en la formación de profesores a distancia usando el software CmapTools del Institute for Human and Machine Cognition, dentro de un paradigma constructivista. Nuestra propuesta utiliza como base teórica la Epistemología Genética de Jean Piaget y, en especial, la teoría de las Implicaciones Significantes para la construcción de categorías de análisis de los mapas producidos por los profesores. Este análisis está centrado en las relaciones entre conceptos establecidos por los profesores a través de las frases de enlace en los mapas.

Palabras-clave: mapas conceptuales, epistemología genética, educación a distancia, formación de profesores.

1 Introducción

Durante los últimos años, programas especiales del Ministerio de Educación (MEC) de Brasil han promovido cursos de formación continua de profesores para atender una demanda creciente de metodologías que integren las tecnologías de información y comunicación en el trabajo de profesores de escuelas públicas. El Programa Nacional de Informática en la Educación (Proinfo/Secretaría de Educación a Distancia/MEC) lanzado en 1997, dio inicio a un proyecto de informatización de escuelas públicas, promoviendo, entre otras actividades, la compra de equipos e invirtiendo en la creación de Núcleos de Tecnología Educativa (NTEs) en los que profesores de escuelas públicas han sido instruidos en cursos de especialización para actuar como Profesores Multiplicadores, planeando y desarrollando acciones de formación en escuelas de la región atendida por cada NTE.

Actualmente, la demanda de cursos semipresenciales y a distancia de formación inicial (licenciaturas) y continua (post-grado) de profesores ha sido incentivada por políticas gubernamentales tales como la creación de los Centros de Formación Continua de la Secretaría de Educación Infantil y Fundamental del MEC, el Programa Nacional de Incentivo a Formación de Profesores de Enseñanza Media (ProIfem).

La *Universidade Federal do Rio Grande do Sul* (UFRGS, Brasil), por medio del Laboratorio de Estudios Cognitivos (LEC/Instituto de Psicología), ha ofrecido, desde 1997, cinco cursos de Especialización (360 horas), dos cursos de Perfeccionamiento (180 horas) y varios cursos de extensión en convenios con las Secretarías Estatales de Educación a través del Proinfo. Además, ha participado, en asociación con el Núcleo de Informática Aplicada a la Educación (NIED/Unicamp), en el proyecto Multilateral “Red Telemática para Formación de Educadores: Implantación de Informática en la Educación y de Cambios en las Escuelas de Países de América Latina” y en el Centro Virtual Interamericano de Cooperación Solidaria para la Formación de Profesores (<http://www.nied.unicamp.br/oea/> y <http://oea.psico.ufrgs.br>). Estas acciones han ofrecido la oportunidad al equipo del LEC de desarrollar ambientes para formación de profesores y realizar estudios empíricos sobre ellos, tanto de la formación inicial (Basso, 2003) como de la continua (Nevado, 2002), así como del paradigma de investigación sobre aprendizaje e Internet (Nevado et al, 2001).

Nuestro objetivo en este trabajo es ofrecer una contribución de herramientas y métodos para cursos a distancia de formación de profesores que favorezcan el conocimiento sobre el proceso del aprendizaje humano. En los siguientes párrafos presentaremos: una breve descripción de los mapas conceptuales acompañada por nuestra concepción al respecto de los mismos; el software CmapTools; la propuesta de trabajo que fue realizada y produjo los datos que usamos para el estudio; una propuesta de categorías de análisis de los mapas conceptuales y las cuestiones de investigación que devienen de esta propuesta.

2 Mapas Conceptuales

Novak (2003) define el mapa conceptual como una herramienta para organizar y representar conocimiento. El mapa conceptual, basado en la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel (2000), es una representación gráfica en dos dimensiones de un conjunto de conceptos contruidos de tal forma que las relaciones entre ambos sean evidentes. Los conceptos aparecen dentro de cajas en los nodos del grafo al tiempo que las relaciones entre los conceptos se especifican a través de *frases de enlace* en los arcos que unen los conceptos. A dos o más conceptos conectados por frases de enlace, creando una unidad semántica, se le llama proposición. Las

proposiciones son una característica particular de los mapas conceptuales si los comparamos con otros grafos similares, por ejemplo los mapas mentales. Según Novak (1984) el eje vertical expresa un modelo jerárquico para los conceptos en el que los más generales o inclusivos aparecen en la parte superior y los más específicos en las partes inferiores. Safayeni (Safayeni et al, 2003), no obstante, sostiene que los mapas conceptuales cíclicos, o sea, no jerárquicos, pueden ser más eficaces para una representación más dinámica del conocimiento, permitiendo una mayor posibilidad de configuraciones de un mapa conceptual, tanto en lo que se refiere a su topología como en el tipo de frases de enlace.

La profusa literatura disponible revela la necesidad de estudios sobre los mecanismos cognitivos involucrados durante el proceso de construcción de mapas conceptuales desde punto de vista de quien lo realiza. Safayeni (Safayeni et al, 2003) destaca el gran alcance de los estudios sobre los mapas conceptuales. En su revisión, la mayoría de estos estudios apenas hace una comparación de los mapas como organizadores de conocimiento con relación a otros tipos de representaciones como los textos, hipertextos etc. Jonassen (2000) relata estudios realizados sobre los usos más tradicionales de mapas conceptuales como forma de evaluar cuán próximo está el conocimiento de un estudiante al de un experto en el tema, a través de comparaciones entre mapas. En Brasil, Moreira (1997) afirma que los mapas conceptuales sirven para “enseñar usando organizadores previos, para hacer puentes entre los significados que el alumno ya tiene y los que precisaría tener para aprender significativamente el contenido de una materia, así como para establecer relaciones explícitas entre el nuevo conocimiento y aquél ya existente y adecuado para dar significados a los nuevos materiales de aprendizaje”, en un abordaje que les atribuye a los mapas conceptuales el “poder” de estructurar el pensamiento del sujeto por comparaciones a modelos o aún por organizaciones de estrategias por parte del educador que le permiten al estudiante entender como “precisa” pensar. Cabe destacar que esta referencia da prerrogativa explícitamente a la enseñanza.

Para Novak (1998), conceptos son regularidades percibidas en eventos u objetos de tal forma que los mismos, los conceptos, y las proposiciones son los bloques de construcción de conocimiento en cualquier dominio. Para él, un aprendizaje significativo exige las siguientes condiciones: la materia a ser aprendida debe estar conceptualmente clara y presentada en un lenguaje y con ejemplos que puedan ser relacionados con lo que el aprendiz tiene como conocimiento previo; el aprendiz debe poseer un conocimiento previo relevante (lo que para este autor, cualquier niño a partir de los 3 años de edad ya detenta virtualmente en cualquier dominio de conocimiento); y el aprendiz debe elegir aprender significativamente. De este modo, por intermedio del lenguaje, los aprendices procesan nuevas significaciones que deben estar organizadas progresivamente para poder afirmar su conocimiento. Así, Novak defiende la representación a través de mapas conceptuales como un dispositivo que puede ayudar en ese proceso, presentando una organización jerárquica que puede ser utilizada para la identificación de conceptos más generales y ayudando en la preparación de tareas de aprendizaje para la recepción de nuevos conceptos, más específicos. Esto confirma la adecuación de nuestra preferencia por los mapas. Sin embargo, un análisis de los términos y argumentos presentados nos suscita algunas preguntas:

- La materia que será aprendida debe estar conceptualmente clara ¿para quién? ¿Aquello que está claro para el profesor estará necesariamente claro para el alumno?
- ¿El lenguaje es anterior al proceso de conceptualización?
- Considerando los diferentes niveles alcanzados en un proceso de generalización, ¿cómo determinar una organización jerárquica? ¿qué es más general y qué menos general para un profesor y para un alumno?
- ¿Cómo llega un científico a la organización jerárquica de conceptos en un campo de conocimiento? ¿Esta se da a priori?

La idea piagetiana de concepto sitúa la representación a través de mapas conceptuales en un paradigma diferente a aquél establecido por la visión cognitiva de Ausubel y Novak. Para Piaget, un concepto resulta de la transformación de un esquema de acción en un proceso infinito de yuxtaposición de atributos por regulaciones sucesivas causadas por desequilibrios en los sistemas de significación del sujeto. Por lo tanto, las palabras que colocamos en las cajas de los mapas conceptuales (en general sustantivos) no son necesariamente, desde la perspectiva del sujeto, los conceptos. Aunque tales palabras puedan representarlos, son las relaciones construidas las que los delimitan en el ejercicio de atribución de significados solamente alcanzados por la interacción del sujeto con objetos en determinados contextos. Se opone, por lo tanto, a la visión de que una organización secuencial y correcta de estrategias, materia y actividades sea de por sí la garantía del aprendizaje de un concepto, por recepción.

Pues bien, si un mapa conceptual es, a priori, una representación, precisamos atribuirle un carácter de inconcluso, algo en proceso de transformación. Esto queda aún más evidente si estamos tratando de usarlo para acompañar procesos de construcción de conceptos, que es nuestra intención. Para Piaget, “un sistema conceptual, con efecto (y a fortiori sensorio-motriz etc), es un sistema tal que sus elementos se apoyan inevitablemente unos en otros, siendo al mismo tiempo abierto a todos los intercambios con el exterior.

Supongamos, por imposible, la construcción de un único concepto A, como punto de partida de una clasificación (...). Si fuera realmente un concepto, se opone entonces ya al concepto no-A, lo que constituye, desde el primer momento un sistema total y circular. En el caso, único real, de un sistema multiconceptual, es imposible caracterizar algún concepto sin utilizar los otros, en un proceso que es también necesariamente circular” (Piaget, 1996). Luego, no jerárquico. De este modo, en la dinámica de la construcción de un mapa conceptual podemos acompañar la representación del sistema de significaciones activado en un sujeto de tal forma que en él también reconocemos subsistemas que se relacionan apoyándose mutuamente en la construcción de esas significaciones.

Nos resta aún, responder a cómo los mapas conceptuales pueden ser útiles para tal propósito. Eso nos lleva, entonces, a darle el debido destaque al papel fundamental de las frases de enlace. Podemos concebir esas frases de enlace como funciones estructurantes del mapa, son ellas las que distinguen un mapa conceptual de otros tipos de representación semejantes. Jonassen (2000) ya resaltaba el esfuerzo, nada trivial, de escoger una frase de enlace que represente una relación entre dos conceptos tanto por el gran número de posibilidades como por la necesidad de posicionar tal relación en el contexto en que ese par de conceptos se presentan.

Nuestra respuesta, entretanto, necesita un contexto que presentaremos a continuación.

3 El software CmapTools

Escogimos el *software* CmapTools¹ (Cañas *et al.* 2000, 2004) como apoyo en la formación de profesores por las facilidades que ofrece para compartir y colaborar en la construcción de mapas conceptuales. A través de servidores públicos localizados en cualquier sitio en Internet, el programa permite de manera sencilla publicar mapas, haciéndolos accesibles a otros usuarios. Grupos de profesores pueden colaborar de forma sincrónica o asincrónica en la construcción de los mapas conceptuales almacenados en estos servidores (Cañas, 2000). El mapa conceptual se convierte en el “artefacto” sobre el cual se lleva a cabo la colaboración, y el resultado de la colaboración queda plasmado en el modelo construido. Esta característica del programa le distingue de otros ambientes, en los cuales la colaboración se limita a intercambio de mensajes de texto entre los participantes.

Adicionalmente, CmapTools provee facilidades para la crítica de mapas conceptuales, permitiendo la “revisión de pares” entre los profesores mediante anotaciones (*Annotate*), listas de discusión (*Discussion Threads*) y Sopas de Conocimiento (*Knowledge Soups*) (Cañas *et al.*, 2001). Las anotaciones permiten escribir en una esquila de tipo *post-it* un comentario sobre una sección del mapa seleccionada, y reducir esa esquila a un icono. En la Figura 1, el rectángulo amarillo es una anotación que se expande al pulsar dos veces el icono que aparece inmediatamente a su izquierda. A partir de este recurso, podemos añadir en cualquier punto del mapa, notas y comentarios sobre los conceptos, frases de enlace etc. Las listas de discusión se pueden agregar a cualquier nodo (concepto o frase de enlace) del mapa. Las anotaciones se utilizan para expresar comentarios puntuales, mientras que las listas de discusión permiten iniciar una discusión sobre una proposición en particular. En la Figura 1, la ventana de abajo muestra un mensaje que será adicionado a la lista de discusión a la que se puede acceder al pulsar el icono que aparece debajo del concepto “Alcorán, libro sagrado”. Igual que las anotaciones, se puede tener más de una lista de discusión en el mismo mapa. Las sopas de conocimiento permiten la colaboración a nivel de proposiciones: durante la construcción del mapa, el programa lo descompone en proposiciones que el usuario puede hacer públicas, con lo cual son agregadas a la “sopa” del tema sobre el cual se está colaborando. El programa entonces le muestra al usuario proposiciones de otros usuarios similares a las que este publicó., las cuales puede usar para mejorar su mapa, o las que puede criticar ó cuestionar agregándole una lista de discusión.

El sistema de “permisos” de los servidores permite establecer que usuarios tengan autorización para “anotar” el mapa de otro usuario, sin tener permiso para modificarlo (Cañas, Hill, Lott, & Suri, 2003). De esta forma se puede organizar un ambiente donde los estudiantes pueden agregar comentarios mediante anotaciones y/o listas de discusión a los mapas de colegas sin poder alterar su contenido. Igualmente, para el trabajo colaborativo en grupos, CmapTools permite crear carpetas para cada grupo donde todos los estudiantes del grupo tiene autorización para modificar los mapas y recursos dentro de la carpeta.

Las facilidades que ofrece CmapTools para compartir los mapas mediante servidores, colaborar en la construcción de los mapas de forma sincrónica o asincrónica, y las herramientas para comentar y criticar mapas de otros, unidos al hecho de que el software se encuentra en portugués, formaron la plataforma necesaria pero los cursos a distancia y para llevar a cabo el estudio que aquí reportamos.

¹ CmapTools está disponible para uso educativo en <http://cmap.ihmc.us>.

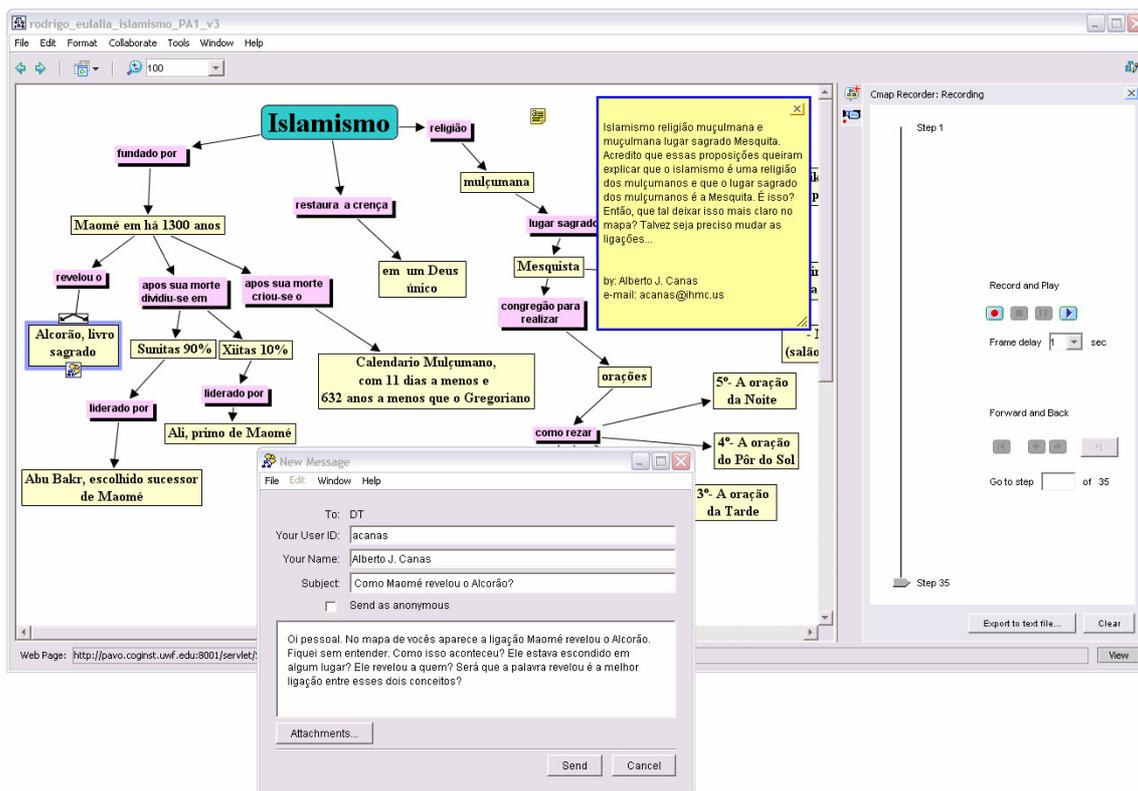


Figura 1. Mapa conceptual construido con CmapTools y herramientas.

4 Análisis de mapas conceptuales

Presentaremos, en la próxima sección, el resultado del análisis de un conjunto de mapas conceptuales, y sus respectivas modificaciones, construidos por profesores de escuelas públicas brasileras como parte de un Seminario del Curso de Especialización en Informática Educativa ofrecido por el Laboratorio de Estudios Cognitivos de la Universidad Federal de Río Grande do Sul (LEC/UFRGS).

La actividad propuesta en el seminario, consistía de la construcción de mapas conceptuales por parte de pequeños grupos de profesores, que expresasen su conocimiento acerca de un tema de su elección. Cada grupo estaba formado por aproximadamente 15 profesores en formación y un docente del LEC/UFRGS responsable por el seminario. Esos mapas, conceptuales fueron publicados en un servidor de mapas o transformados en figuras y publicados en páginas HTML en los *webfolios* de los grupos. Cada uno de los profesores recibió la tarea de analizar, preguntar y proponer modificaciones en los mapas de otros dos colegas, usando un foro de discusión abierto para cada tema. Los docentes del LEC responsables por cada grupo hicieron intervenciones proponiendo consideraciones y categorías de análisis que les permitieran a los profesores acceso a informaciones sobre el contenido abordado en el mapa con la intención de provocar desequilibrios en los sistemas de significación de cada profesor en formación. El seminario tuvo una duración de 45 días y fue realizado totalmente a distancia. Un número aproximado de 3 versiones de cada mapa conceptual fue producido por los profesores.

5 Categorías de análisis de los mapas conceptuales

Para Piaget (Piaget & García, 1989), desde los niveles más elementales de pensamiento existen implicaciones entre significaciones. No se trata de conocimientos relevantes según criterios externos, pues las significaciones son atribuciones del sujeto resultantes de sus asimilaciones de los objetos. En el caso de la construcción de mapas conceptuales, las inferencias del sujeto al implicar, en el conjunto CONCEPTO 1 – FRASE DE ENLACE – CONCEPTO 2 (anteriormente definidos como proposición), una relación entre los dos conceptos es, en última instancia (más general), una implicación significativa. Creemos que al evaluar los niveles de implicaciones significativas tenemos buenos indicadores para el análisis de los mapas conceptuales. Pasaremos, en los próximos párrafos, a la construcción de categorías de análisis de las frases de enlace insertas en el sistema de relaciones de un mapa conceptual. También es necesario destacar que, las definiciones a continuación son el

resultado de una adaptación de las definiciones de Piaget & García con la intención de discutir y analizar los mapas y especialmente, las frases de enlace, para producir posibles intervenciones/alteraciones que den como resultado la producción de nuevos observables para los sujetos involucrados.

Una **implicación local** puede ser definida como el resultado de una observación directa, o sea, aquello que se puede registrar del objeto apenas por la observación de su contexto y de sus atributos. De cierta forma, una implicación local puede caracterizar un objeto sin, por ello, actualizar el conocimiento sobre el mismo. Este es el caso de proposiciones en un mapa conceptual que usualmente usan verbos de enlace como “es”, “tiene” etc. Entre tanto, el uso de frases de enlace “es” y “tiene”, por ejemplo, no significa necesariamente una implicación local.

Una **implicación sistémica**, a su vez, inserta las implicaciones en un sistema de relaciones en el cual las generalizaciones y propiedades que no son directamente observables (ya sea en la acción o en la percepción) comienzan a aparecer. En este sentido las diferenciaciones no son más apenas percibidas a partir del objeto, son deducidas a partir del mismo o de la acción sobre el mismo. Sin embargo, las coordinaciones del individuo todavía no crean una comprensión de las razones de estas implicaciones y sí un conocimiento aún procedural, obtenido paso a paso en la construcción de las implicaciones. La indiferenciación entre generalidad y necesidad es otra característica de este tipo de implicación. En los mapas, podemos notar sistemas de relación (generalmente jerárquicos) en los que hay implicaciones entre los conceptos considerando causas y consecuencias sin llevar aún a explicaciones y/o justificaciones. ¿Cómo? ¿Por qué? Estas son preguntas que aún no tienen respuestas.

Finalmente, una **implicación estructural** amplía las anteriores una vez que da explicaciones de las razones que llevan a realizarlas. Las generalizaciones son ahora relativas al propio objeto y se refieren a lo que se puede afirmar sobre el mismo y no necesariamente sobre su clase más general. Piaget menciona la comprensión endógena de las razones y el descubrimiento de las relaciones necesarias (Piaget & García, 1989). Así, más que un conocimiento de causas y consecuencias, las implicaciones estructurales establecen qué condiciones (en el sentido lógico) son imprescindibles para las explicaciones, diferenciándolas de aquellas que son apenas suficientes. En el caso de los mapas conceptuales, esto puede observarse en los ciclos de determinados subsistemas de significaciones.

6 Aplicando las categorías

Los dos ejemplos siguientes procuran describir un proceso de análisis usando las categorías anteriores y sirven de ilustración para el tipo de análisis que puede ser realizada a partir de las etapas de construcción de los mapas conceptuales usando los niveles de implicaciones significantes que describimos.

6.1 Ejemplo 1. Asunto: ¿Qué es moda?

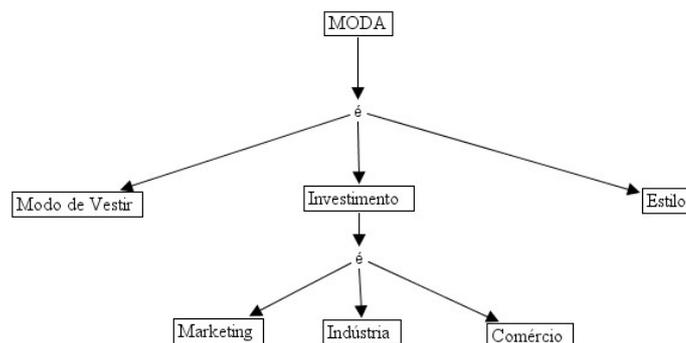


Figura 2. Parte del primer mapa conceptual sobre Moda

Si analizamos este primer sistema de relaciones a partir del concepto MODA, tenemos dos niveles de relaciones. A saber, MODA es MODO DE VESTIR, INVERSIÓN (*INVESTIMENTO*) y ESTILO; e INVERSIÓN (*INVESTIMENTO*) es MARKETING, INDUSTRIA y COMERCIO. Estas implicaciones procuran caracterizar el concepto MODA para definirlo usando otros conceptos. En este caso, el enlace "es" asume el papel de elemento aditivo, o sea, adiciona atributos al concepto MODA, pero no parece producir ninguna implicación

que relacione los conceptos en un sistema. Podríamos clasificar este sistema de relaciones como implicaciones locales.

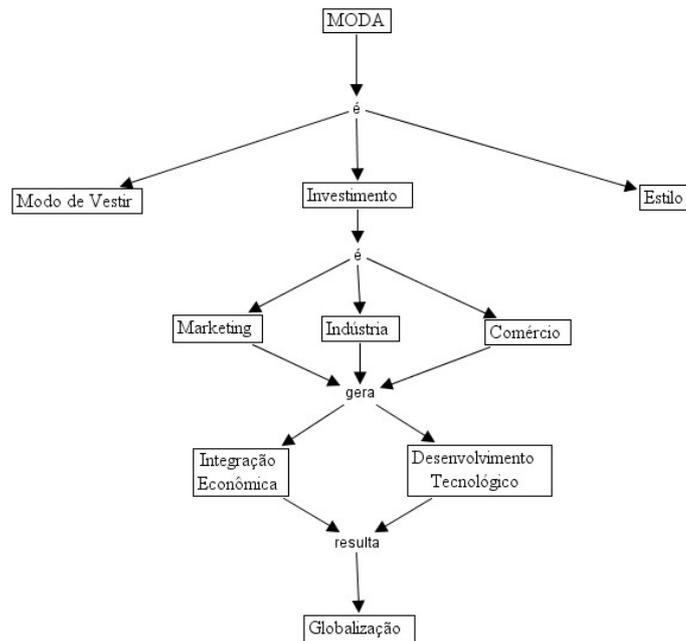


Figura 3. Parte del mapa conceptual modificado sobre Moda

La adición de elementos al sistema anterior revela una mayor diferenciación de las ideas que definen el concepto MODA mostrando sus consecuencias o derivaciones. Las frases de enlace “genera” y “resulta” le otorgan al sistema, y no de forma aislada, una nueva configuración en la que se puede percibir un progreso en la diferenciación del concepto moda. Sin embargo, aunque se pueda inferir, por ejemplo, que existe relación entre el concepto GLOBALIZACIÓN (*GLOBALIZAÇÃO*) y el concepto MODA, ello no está explícito. Tampoco hay indicios de relaciones necesarias que puedan dar soporte al sistema. ¿Cómo el MARKETING o la INDUSTRIA generan INTEGRACIÓN ECONÓMICA (*INTEGRAÇÃO ECONÔMICA*)? ¿Por qué el DESARROLLO TECNOLÓGICO da como resultado GLOBALIZACIÓN? Faltan las razones, los porqué. Podemos creer aquí, un indicativo de implicaciones sistémicas. Podemos también notar que el sistema asume un modelo jerárquico pero con poca o ninguna indicación del carácter de mayor o menor especificidad de cada uno de ellos.

6.2 Ejemplo 2. Asunto: ¿De dónde viene el papel?

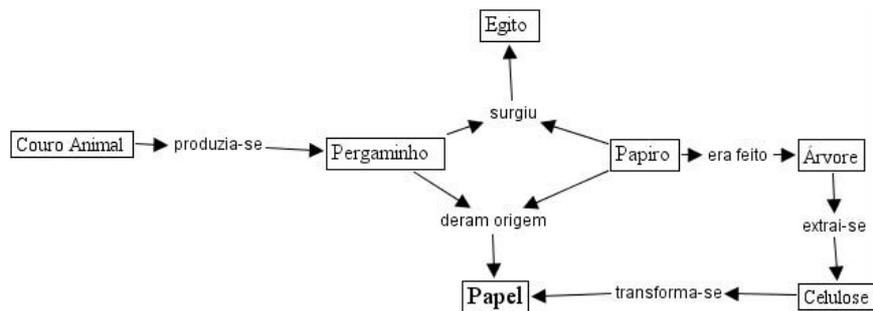


Figura 4. Parte del mapa conceptual sobre Papel

El sistema de relaciones presentado ya da muestras de una comprensión más sistémica de las implicaciones. Los enlaces “se producía”, “dieron origen”, “era hecho”, “se extrae” y “se transforma” parecen indicar procedimientos para llegar al PAPEL, tanto en lo que se refiere a procesos históricos como físicos. Podemos observar aún que el ciclo PAPIRO – ÁRBOL – CELULOSA – PAPEL (*PAPIRO – ÁRVORE – CELULOSE – PAPEL*) da indicios de por qué el papiro dio origen al papel, pero aún quedan sin respuesta preguntas como las siguientes: ¿Cómo la celulosa se transforma en papel? ¿Cuál es la diferencia, entonces, entre papiro y papel?

con el objetivo del trabajo propuesto, o sea, dependiendo de la pregunta que será respondida el mapa conceptual puede dejar en abierto espacios para nuevas reflexiones que, por ahora, no son esenciales para lo que se está desarrollando. De este modo, si la pregunta estuviera relacionada a RECICLAJE DE PAPEL (*RECICLAGE DE PAPEL*), un análisis más consistente de las implicaciones relacionadas con este concepto (en este punto aún sistémicas), se tornaría necesaria.

7 Conclusiones

El fundamento tradicional de los mapas conceptuales se basa en una organización jerárquica de conceptos de acuerdo a la teoría de aprendizaje de Novak y Ausubel. En este artículo, exploramos los mapas conceptuales como la representación del conjunto de interrelaciones en que se apoyan los diferentes conceptos que contiene. Nuestro enfoque da énfasis a las frases de enlace entre los conceptos y las proposiciones por ellas creadas, en contraste con la estructura jerárquica, en el proceso de construcción de estas proposiciones por parte de alumnos y profesores. Presentamos nuestros esfuerzos iniciales en busca de una categorización de esas proposiciones, basada en la teoría piagetiana (Piaget & García, 1989), que pueda dar soporte a una evaluación del proceso de construcción de los mapas y también como una solución alternativa al problema que expusimos en la introducción de este trabajo. Finalmente nos referimos a algunas herramientas del software CmapTools que facilitan la construcción de los mapas y ofrecen apoyo a profesores y alumnos en la evaluación de la construcción de los mapas conceptuales.

Con esta propuesta, ofrecemos a la comunidad científica y profesores, un conjunto de herramientas que posibilite adaptaciones a su contexto de trabajo, generando discusiones sobre un paradigma educacional constructivista para la educación a distancia y en la formación de profesores. La necesidad de capacitación va en aumento (actualmente hay una lista con más de 300 solicitudes para los cursos) y nuestras experiencias con el uso de mapas conceptuales ha sido aplicada en cursos del tercer grado, cursos de especialización, maestría y doctorado, además de los cursos de extensión para formación continua de profesores en UFRGS. Sin embargo, es indispensable una apropiación técnica profunda para sacar provecho de tales herramientas. En especial en el trabajo con alumnos entre diez y doce años, el uso de mapas conceptuales ha favorecido la observación y acompañamiento del proceso de conceptualización de los contenidos de los proyectos que desarrollan, los cuales se construyen de forma lógica (de la manera como piensa el alumno). Nuestras investigaciones apuntan hacia la construcción de un segundo nivel de análisis de los mapas conceptuales en el cual buscamos conocer las implicaciones que el cambio de las frases de enlace provocan en el sistema de significados representado. Con estos resultados, la colaboración entre nuestros grupos de investigación puede pasar a un nuevo nivel, donde una aproximación innovadora hacia los mapas conceptuales puede contribuir al desarrollo de nuevas herramientas que ayuden a los usuarios a evaluar los mapas y planear intervenciones.

8 Bibliografía

- Ausubel, D. (2000) *The Acquisition and Retention of Knowledge: A Cognitive View*. Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Basso, M. V. A. (2003) *Espaços de Aprendizagem em Rede: Novas Orientações na Formação de Professores de Matemática*. Tese de Doutorado, PPGIE/UFRGS.
- Cañas, A. J., K. M. Ford, J. Novak, P. Hayes, N. Suri, T. Reichherzer (2001) *Online Concept Maps, The Science Teacher*.
- Cañas, A. J. (2000) *Collaboration in Concept Map Construction using CmapTools*, <http://cmap.coginst.uwf.edu/docs/soup.html>, Institute for Human and Machine Cognition.
- Cañas, A. J., G. Hill, R. Carff, N. Suri. (2003) *CmapTools: A Knowledge Modeling and Sharing Toolkit*, Technical Report IHMC CmapTools 2003-01, Institute for Human and Machine Cognition.
- Cañas, A. J., K. M. Ford, J. Coffey, T. Reichherzer, R. Carff, D. Shamma, M. Breedy (2000) *Herramientas para Construir y Compartir Modelos de Conocimiento basados en Mapas Conceptuales*, *Revista de Informática Educativa*, Colombia, 13(2), pp. 145-158.
- Cañas, A. J., Hill, G., Lott, J., & Suri, N. (2003). *Permissions and Access Control in CmapTools* (IHMC CmapTools Technical Report 2003-03). Pensacola, FL: Institute for Human and Machine Cognition.
- Cañas, A. J., Hill, G., Carff, R., Suri, N., Lott, J., Eskridge, T., Gómez, G., Arroyo, M., & Carvajal, R. (2004). *CmapTools: A Knowledge Modeling and Sharing Environment*. 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.

- Cañas, A. J., G. Hill, A. Granados, J. D. Pérez, C. Pérez, (2003) The Network Architecture of CmapTools, Technical Report IHMC CmapTools 2003-02, Institute for Human and Machine Cognition.
- Jonassen, D. H. (2000) Computers as Mindtools for Schools: Engaging Critical Thinking, New Jersey, Upper Saddle River.
- Moreira, M. A. (1997) Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa.
<<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>>. Acessado 15/06/2003.
- Nevado, R. A. Fagundes, L. C. Basso, M. V. Dutra, I. M. Paim, M. (2002) Um Recorte no Estado da Arte: O Que está Sendo Produzido? O Que está Faltando Segundo o nosso Sub-Paradigma? Revista Brasileira de Informática na Educação, Porto Alegre-RS, v. 10, n. 1, p. 61-68.
- Nevado, R. (2001) Espaços Interativos de Construção de Possíveis: uma Nova Modalidade de Formação de Professores. Tese de doutorado, PPGIE/UFRGS.
- Novak, J. D. (1998). Learning, Creating, and Using Knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations. Mahweh, NJ, Lawrence Erlbaum Associates.
- Novak, J. D. and Gowin, D. B. (1984) Learning How to Learn. New York, Cambridge University Press.
- Novak, J. D. (2003) The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them.
<<http://cmap.coginst.uwf.edu/info/printer.html>>. Acessado 03/06/2003.
- Piaget, J., R. García (1989) Hacia una Lógica de Significaciones, México, Gedisa.
- Piaget, J. (1996) Biologia e Conhecimento, São Paulo, Vozes.
- Piaget, J. (1976) A Equilibração das Estruturas Cognitivas; o Problema Central do Conhecimento. Rio de Janeiro: Zahar Editores.
- Safayeni, F., N. Derbentseva, A. J. Cañas. (2003) Concept Maps: A Theoretical Note on the Need for Cyclic Concept Maps, Manuscript in preparation.