

La teoría subyacente a los Mapas Conceptuales y cómo construir y utilizarlos^[1]

[Joseph D. Novak](#) Y [Alberto J. Cañas](#)

Florida Instituto de Cognición Humana y de la máquina
FI Pensacola, 32502
www.ihmc.us

IHMC CmapTools Informe Técnico 2006-01 2008-01 Rev

(Haga clic aquí para una versión imprimible en PDF: [pequeño tamaño del archivo \(998K\)](#) o [6,6 MB de alta calidad](#))

Introducción

Los mapas conceptuales son herramientas gráficas para organizar y representar el conocimiento. Ellos incluyen conceptos, generalmente encerrados en círculos o cajas de algún tipo, y las relaciones entre los conceptos indicados por una línea que conecta entre dos conceptos. Las palabras en la línea, se refirió a la vinculación de las palabras o frases de enlace, precisar la relación entre los dos conceptos. Definimos *concepto* como *una regularidad percibida en eventos u objetos, o registros de eventos u objetos, designados por una etiqueta*. La etiqueta para la mayoría de los conceptos es una palabra, aunque a veces utilizamos símbolos tales como + o%, y en ocasiones más de una palabra se utiliza. *Proposiciones* son *declaraciones sobre algún objeto o evento en el universo, ya sea natural o construido. Las proposiciones contienen dos o más conceptos conectados utilizando palabras de enlace o frases para formar una declaración significativa*. A veces, estas se llaman unidades semánticas o unidades de significado. La figura 1 muestra un ejemplo de un mapa conceptual que describe la estructura de los mapas conceptuales e ilustra las características anteriores.

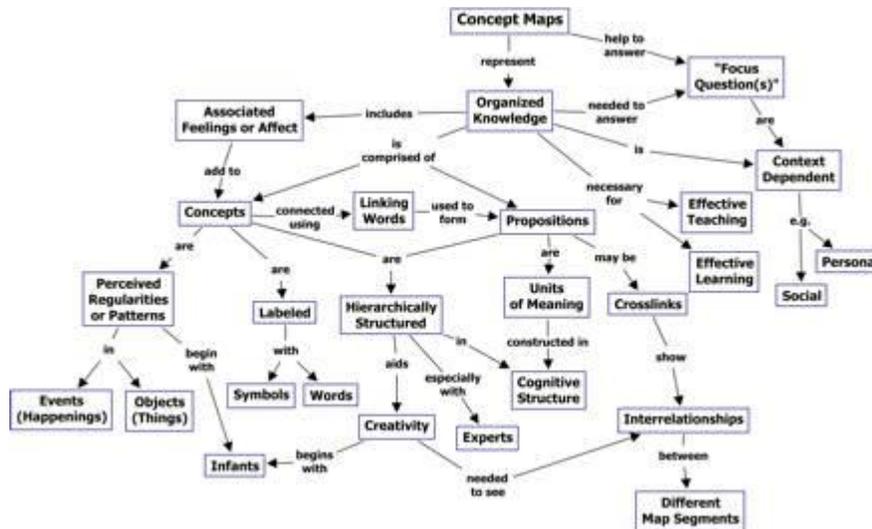


Figura 1. Mapa conceptual que muestra las principales características de los mapas conceptuales. Los mapas conceptuales tienden a ser leído progresiva desde la parte superior hacia abajo.

(Click sobre la imagen para ampliarla)

Otra característica de los mapas conceptuales es que los conceptos están representados en una forma jerárquica con la más inclusiva, los conceptos más generales en la parte superior del mapa y más específico, los conceptos menos generales organizados de forma jerárquica de abajo. La estructura jerárquica de un dominio determinado del conocimiento también depende del contexto en el que ese conocimiento está siendo aplicado o considerado. Por lo tanto, es mejor construir mapas conceptuales con referencia a una pregunta particular que buscamos responder, que hemos llamado una pregunta de enfoque. El mapa conceptual puede pertenecer a alguna situación o evento que estamos tratando de entender a través de la organización del conocimiento en forma de un mapa conceptual, proporcionando así el contexto para el mapa conceptual.

Otra característica importante de los mapas conceptuales es la inclusión de *enlaces cruzados*. Estas son relaciones o vínculos entre los conceptos en diferentes segmentos o dominios de la hoja de concepto. Los enlaces cruzados nos ayudan a ver cómo un concepto en un dominio de conocimiento representado en el mapa está relacionado con un concepto en otro dominio mostrado en el mapa. En la creación de nuevos conocimientos, enlaces cruzados a menudo representan saltos creativos por parte del productor de conocimientos. Hay dos características de los mapas conceptuales que son importantes en la facilitación del pensamiento creativo: la estructura jerárquica que está representada en un buen mapa y la capacidad para buscar y caracterizar nuevos enlaces cruzados.

Una última característica que puede ser añadido a los mapas conceptuales es ejemplos específicos de eventos u objetos que ayudan a aclarar el significado de un concepto dado. Normalmente, estos no están incluidos en óvalos o cajas, ya que son eventos u objetos específicos y no representan conceptos.

Los mapas conceptuales fueron desarrollados en 1972 en el marco del programa de investigación de Novak en Cornell, donde trató de seguir y entender los cambios en conocimiento de los niños de la ciencia (Novak y Musonda, 1991). Durante el transcurso de este estudio los investigadores entrevistaron a muchos niños, y les resultaba difícil identificar cambios específicos en la comprensión de los niños de los conceptos científicos mediante el examen de las transcripciones de la entrevista. Este programa se basa en la psicología del aprendizaje de David Ausubel (1963; 1968; Ausubel *et al.*, 1978). La idea fundamental de la psicología cognitiva de Ausubel es que el aprendizaje se lleva a cabo por el *asimilación* de nuevos conceptos y proposiciones en concepto proposicional y marcos existentes en poder del alumno. Esta estructura de conocimiento como en poder de un estudiante también se le conoce como el individuo *estructura cognitiva*. Fuera de la necesidad de encontrar una mejor manera de representar el entendimiento conceptual de los niños surgió la idea de representar el conocimiento de los niños en forma de un mapa conceptual. Así nació una nueva herramienta no sólo para su uso en investigación, sino también para muchos otros usos.

Fundamentos psicológicos de los Mapas Conceptuales

La cuestión se plantea a veces en cuanto al origen de nuestros primeros conceptos. Estos son adquiridos por los niños durante las edades de nacimiento hasta los tres años, cuando reconocen regularidades en el mundo alrededor de ellos y comenzar a identificar las etiquetas de lenguaje o símbolos para estas regularidades (Macnamara, 1982). Este aprendizaje temprano de conceptos es ante todo un *aprendizaje por descubrimiento* proceso en el que los patrones individuales discierne o regularidades en eventos u objetos, y los reconoce como las mismas regularidades etiquetadas por personas de edad con palabras o símbolos. Esta es una habilidad fenomenal que es parte de la herencia evolutiva de todos los seres humanos normales. Después de 3 años de edad, nuevo concepto y el aprendizaje proposicional está mediada en gran medida por el lenguaje, y tiene lugar principalmente por una *aprendizaje por recepción* proceso en el que nuevos significados son obtenidos al hacer preguntas y obtener aclaraciones sobre las relaciones entre los viejos conceptos y proposiciones y nuevos conceptos y proposiciones. Esta adquisición está mediado de una manera muy importante a la hora experiencias concretas o accesorios están disponibles, de ahí la importancia de "primera mano" la actividad de aprendizaje de las ciencias con niños pequeños, pero esto también es cierto con los alumnos de cualquier edad y en cualquier tema de dominio .

Además de la distinción entre el descubrimiento proceso de aprendizaje, donde los atributos de los conceptos son identificados autónomamente por el aprendiz, y la recepción el proceso de aprendizaje, donde los atributos de los conceptos se describen con el lenguaje y se transmite al aprendiz, Ausubel hizo una distinción muy importante entre *aprendizaje de memoria* y *aprendizaje significativo*. El aprendizaje significativo requiere de tres condiciones:

1. El material a ser aprendido debe estar conceptualmente claro y presentado con el lenguaje y ejemplos relacionables con los conocimientos previos del alumno. Los mapas conceptuales pueden ser útiles para cumplir esta condición, tanto mediante la

identificación de grandes conceptos generales celebradas por los estudiantes antes de la instrucción en conceptos más específicos, y ayudando en la secuenciación de las tareas de aprendizaje aunque el conocimiento cada vez más explícito que puede ser anclado en el desarrollo de marcos conceptuales .

2. El alumno debe poseer conocimientos previos pertinentes. Esta condición puede ser cumplido después de 3 años de edad para prácticamente cualquier dominio de la materia, pero es necesario ser cuidadosos y explícitos en la construcción de marcos de un concepto si espera presentar conocimiento específico detallado en cualquier campo en lecciones posteriores. Vemos, pues, que las condiciones (1) y (2) están interrelacionadas y ambas son importantes.
3. El aprendiz debe elegir aprender significativamente. La única condición sobre la que el maestro o mentor sólo tiene un control indirecto es la motivación de los estudiantes a optar por aprender, tratando de incorporar nuevos significados en sus conocimientos previos, en lugar de simplemente memorizar definiciones de conceptos o declaraciones proposicionales o procedimientos computacionales. El control indirecto sobre esta elección es sobre todo en las estrategias de enseñanza utilizado y utilizan las estrategias de evaluación. Las estrategias pedagógicas que hacen hincapié en los nuevos conocimientos relativos a los conocimientos existentes del estudiante el aprendizaje significativo de crianza. Estrategias de evaluación que alienten a los alumnos a relacionar las ideas que poseen con nuevas ideas también fomentan el aprendizaje significativo. Típicas pruebas objetivas rara vez requieren más de aprendizaje de memoria (Bloom, 1956; Holden, 1992). De hecho, las peores formas de pruebas objetivas, o pruebas de respuestas cortas, exigen la retirada de las declaraciones literales y esto puede verse dificultado por el aprendizaje significativo donde el nuevo conocimiento es asimilado en los marcos existentes, por lo que es difícil recordar las definiciones concretas, en forma literal o descripciones. Este tipo de problema fue reconocida hace años en Hoffman (1962) La tiranía de pruebas.

Como se señaló anteriormente, es importante reconocer que debido a que los individuos varían en la cantidad y calidad del conocimiento pertinente de que dispongan, y en la fuerza de su motivación para buscar formas de incorporar los nuevos conocimientos en conocimiento relevante que ya poseen, la memoria-sentido distinción no es una simple dicotomía, sino más bien un continuo. La creatividad puede ser visto como un alto nivel de aprendizaje significativo, y vamos a discutir más a fondo. Estas ideas se muestran en la Figura 2.

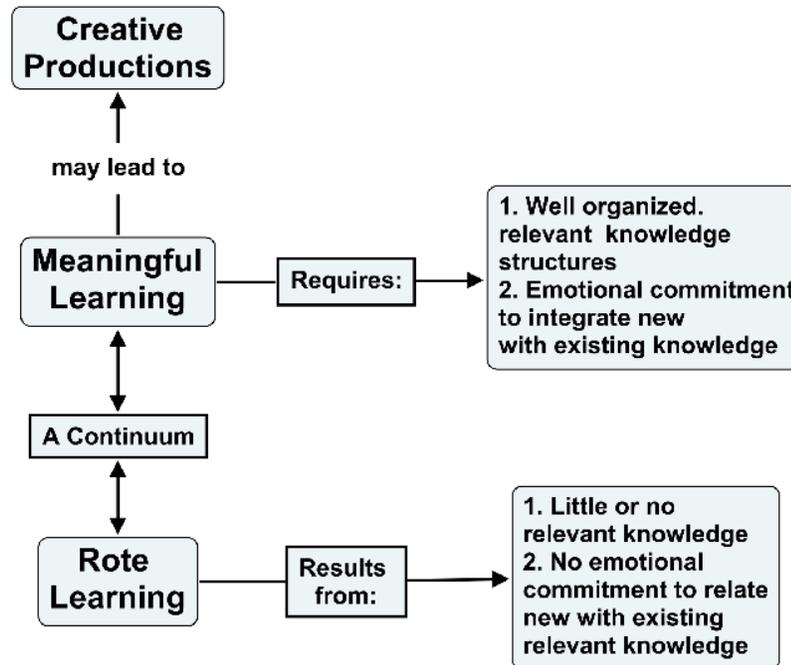


Figura 2. El aprendizaje puede variar de highly memoria a altamente significativa. La creatividad resulta de muy altos niveles de aprendizaje significativo.

(Click en la imagen para ampliarla)

La gente suele confundir el aprendizaje memorístico y aprendizaje significativo con los métodos de enseñanza que pueden variar en un continuo de la presentación directa de información (que puede ser conceptualmente oscura o conceptual explícita) con el descubrimiento autónomo enfoques donde el alumno percibe las regularidades y construye su / sus propios conceptos. Tanto la exposición directa y los métodos de descubrimiento puede conducir a la enseñanza altamente memorístico o altamente significativas de aprendizaje por el alumno, en función de la disposición del alumno y la organización de los materiales de instrucción. Estas distinciones se muestran en la Figura 3. Existe la noción errónea de que "la investigación" Estudios asegurará el aprendizaje significativo. La realidad es que a menos que los estudiantes poseen al menos un rudimentario *conceptual* comprensión del fenómeno que están investigando, la actividad puede llevar al aumento de poco o nada en sus conocimientos y puede ser poco más que el trabajo pesado. De hecho, la base de investigación para apoyar ampliamente recomendada *investigación* el aprendizaje es en gran medida ausentes (Mayer, 2004; Kirschner *et al.*, 2006; Sweller *et al.*, 2007).

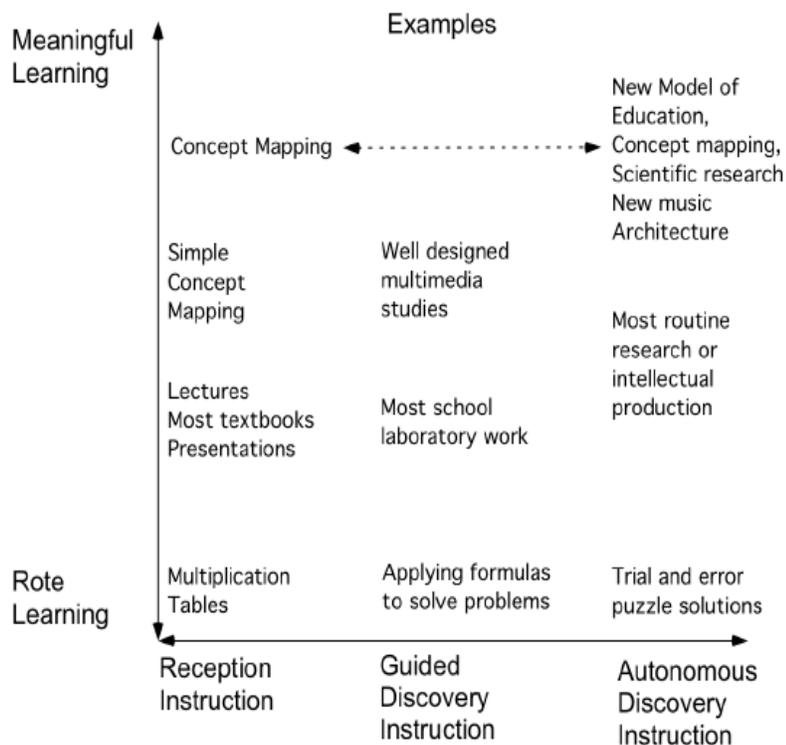


Figura 3. El continuo Rote-significativas de aprendizaje no es el mismo que el continuo de recepción-descubrimiento de instrucción.

(Click en la imagen para ampliarla)

Uno de los usos de gran alcance de los mapas conceptuales no sólo como herramienta de aprendizaje sino también como una herramienta de evaluación, lo que motiva a los estudiantes a utilizar de modo significativo el aprendizaje de patrones (Mintzes *et al.*, 2000; Novak, 1990; Novak y Gowin, 1984). Los mapas conceptuales son también eficaces en la identificación de ideas válidos y no válidos en poder de los estudiantes, y esto se tratará más adelante en otra sección. Pueden ser tan eficaz como otras entrevistas clínicas que requieren mucho tiempo para identificar el conocimiento relevante que una persona posee antes o después de la instrucción (Edwards y Fraser, 1983).

Otro avance importante en nuestra comprensión del aprendizaje es que la memoria humana no es una sola "buque" para ser llenado, sino más bien un complejo conjunto de sistemas de memoria están relacionados entre sí. Figura 4 muestra los sistemas de memoria de la mente humana, y las interacciones con las aportaciones de nuestros insumos afectiva y psicomotora.

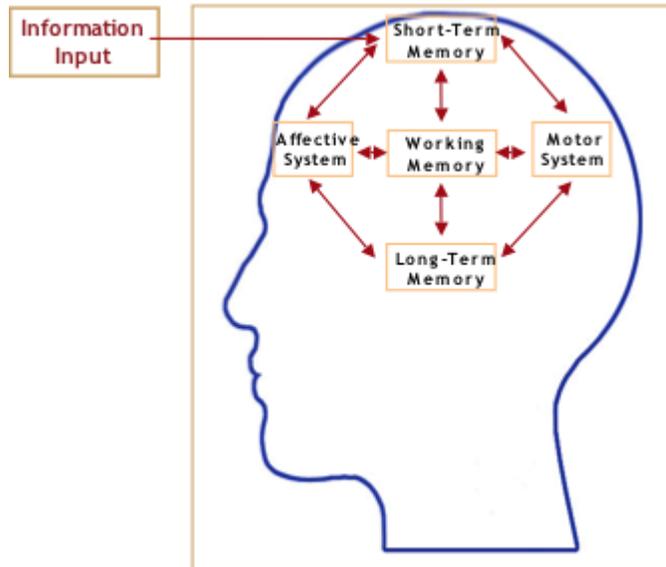


Figura 4. sistemas clave de memoria del cerebro, interactúan cuando están aprendiendo.

(Click en la imagen para ampliarla)

Si bien todos los sistemas de memoria son interdependientes (y va tener la información en ambos sentidos), los sistemas de memoria más críticos para la incorporación de conocimiento en la memoria a largo plazo son la memoria a corto plazo y "de trabajo." Toda la información entrante es organizada y procesada en el trabajo la memoria por la interacción con conocimiento en la memoria a largo plazo. La limitante es que la memoria de trabajo sólo puede procesar un número relativamente pequeño de unidades psicológicas (de cinco a nueve) en un momento dado (Miller, 1956).

Esto significa que las relaciones entre los dos o tres conceptos se refieren al límite de la capacidad de trabajo de procesamiento de la memoria. Por ejemplo, si una persona se presenta con una lista de 10-12 letras o números para memorizar en pocos segundos más, recordarán sólo del 5 al 9 de las presentes. Sin embargo, si las letras se pueden agrupar para formar una palabra saber, o la unidad de palabras como, o los números puede estar relacionado con un número de teléfono o algo conocido, de 10 o más letras o números pueden ser retirados del mercado. En una prueba de parentesco, si damos a los alumnos 10-12 palabras conocidas pero sin relación de memorizar en pocos segundos, la mayoría sólo recordará 5-9 palabras. Si las palabras son familiares, tales como los términos técnicos introducidos por primera vez, el alumno puede hacer bien al recuerdo mal dos o tres de estos. Por el contrario, si las palabras son familiares y pueden estar relacionados con los conocimientos del alumno tiene en su her / estructura cognitiva, por ejemplo, meses del año, 12 o más pueden recordar fácilmente.

Cabe señalar que la retención de la información aprendida de memoria aún tiene lugar en la memoria a largo plazo, al igual que la información aprendida de manera significativa, la diferencia es que en el aprendizaje de memoria, hay

poca o ninguna integración de los nuevos conocimientos con el conocimiento existente que resulta en dos consecuencias negativas . El conocimiento de primera aprendido de memoria tiende a ser olvidada rápidamente, a menos que tanto ensayado. En segundo lugar, la estructura de conocimiento o estructura cognitiva del alumno no es potenciados o modificados para aclarar ideas defectuoso. Así, conceptos erróneos que persisten, y el conocimiento aprendido tiene poco o ningún potencial para su uso en mayor medida la formación y / o resolución de problemas (Novak, 2002).

Por lo tanto, para estructurar grandes cuerpos de conocimiento requiere una secuencia ordenada de iteraciones entre la memoria de trabajo y memoria a largo plazo que los nuevos conocimientos están siendo recibidos y procesados (Anderson, 1992). Creemos que uno de los mapas conceptuales razones es tan poderoso para la facilitación del aprendizaje significativo es que sirve como una especie de *plantilla* o *andamio* para ayudar a organizar el conocimiento y para la estructura, a pesar de que la estructura debe ser construida pieza por pieza con pequeñas unidades de interactuar concepto y marcos proposicional. Muchos aprendices y maestros se sorprenden al ver cómo esta sencilla herramienta facilita el aprendizaje significativo y la creación de marcos de conocimiento de gran alcance que no sólo permiten la utilización del conocimiento en nuevos contextos, sino también la retención de los conocimientos durante largos períodos de tiempo (Novak, 1990; Novak y Wandersee, 1991). No es todavía relativamente poco conocido acerca de los procesos de memoria y cómo el conocimiento finalmente se incorpora en nuestro cerebro, pero parece evidente a partir de diversas fuentes de investigación que nuestro cerebro trabaja para organizar el conocimiento en los marcos jerárquicos y que los enfoques de aprendizaje que facilitan este proceso de mejorar significativamente el aprendizaje capacidad de todos los alumnos (Bransford *et al.*, 1999; Tsien, 2007).

Obviamente, nuestro cerebro almacena más de conceptos y proposiciones. Si bien estos últimos son los principales elementos que componen nuestra estructura de conocimiento y formar nuestra estructura cognitiva en el cerebro, nos detenemos brevemente para discutir otras formas de aprendizaje. *Icónico de aprendizaje* implica el almacenamiento de imágenes de escenas que nos encontramos, las personas que conocemos, las fotos, y una serie de otras imágenes. Estos también se conocen como memorias icónica (Sperling, 1960; 1963). Si bien las imágenes alfanuméricas Sperling utilizó en sus estudios fueron olvidadas rápidamente, otros tipos de imágenes se conservan mucho más tiempo. Nuestros cerebros tienen una notable capacidad de adquirir y conservar las imágenes visuales de las personas o las fotos. Por ejemplo, en un estudio (Shepard, 1967) presenta 612 imágenes de escenas comunes a los sujetos, y luego preguntó cuál de las dos imágenes similares presentados fue una de las 612 visto antes? Después de la presentación de los sujetos fueron de 97% correcta en la identificación de foto que habían visto. Tres días más tarde, todavía eran un 92% correcta, y tres meses más tarde estaban en lo correcto el 58% de las veces. Este y muchos otros estudios han demostrado que los humanos tienen una notable capacidad para recordar imágenes, aunque pronto se olvidan de muchos de los detalles en las imágenes. Considerando la frecuencia nos fijamos en monedas de un centavo, es interesante que los sujetos le pidió que dibujara un centavo en un estudio realizado por Nickerson y Adams (1979) omite más de la mitad de las características o los ubicó en el lugar equivocado. Creemos que la integración de diversos tipos de imágenes en

un marco conceptual utilizando el software de mapas conceptuales como CmapTools (descrito más adelante) puede aumentar la memoria icónica, y esperamos que la investigación sobre esto se hará.

La habilidad humana para recordar los sonidos es también notable. El aprendizaje y el recuerdo de los sonidos también se conoce como *árquica* la memoria. Considere el músico que puede jugar cientos de canciones sin necesidad de leer cualquier tipo de música. Una vez más se trata de recuerdos que no se codifican como conceptos o proposiciones. Los estudios realizados por Penfield y Perot (1963), entre otros factores, indica que las regiones de nuestro cerebro que se activan cuando escuchamos los sonidos son las mismas regiones que se activan cuando recordamos sonidos. Si bien podemos localizar regiones del cerebro que están activas en el aprendizaje o recuperación de información mediante tomografía por emisión de positrones (PET), los mecanismos específicos por los cuales las neuronas almacenan esta información no es conocida. Un debate detallado de los mecanismos de la memoria está más allá del alcance de este documento.

Existen diferencias obvias entre cada uno de sus capacidades, y algunas de ellas han sido exploradas por Gardner (1983). Ha propuesto un *Teoría de las Inteligencias Múltiples*. Su obra ha recibido mucha atención en la educación y ha servido para llamar la atención sobre la amplia gama de diferencias en las capacidades humanas para los diversos tipos de aprendizaje y rendimiento. Es bueno que las escuelas están reconociendo que existen importantes capacidades humanas que no sea el recuerdo de la información cognitiva específica tan a menudo la única forma de aprender representados en las pruebas de selección múltiple de uso común en escuelas y empresas. Una de las razones que fomentar la integración de la amplia gama de actividades representadas en nuestro Nuevo Modelo de Educación es brindar oportunidades para estas otras habilidades para ser representados y expresados. Sin embargo, hemos visto las posibilidades que ofrece la organización mediante la asociación de las diversas actividades con una estructura de conocimiento explícito como muy beneficioso. El tiempo dirá si los futuros estudios de investigación se apoye esta afirmación.

Si bien es cierto que algunos estudiantes tienen dificultades para crear mapas conceptuales y el uso de éstas, al menos al principio de su experiencia, este parece ser el resultado principalmente de años de memoria en modo de práctica de aprendizaje en el entorno escolar y no como consecuencia de las diferencias estructura del cerebro *de por sí*. El llamado "estilo de aprendizaje" las diferencias son, en gran medida, derivada de las diferencias en los patrones de aprendizaje que los estudiantes han utilizado varía de alto compromiso continuo de memoria en modo de aprendizaje con el compromiso casi exclusivo a la modalidad de aprendizaje significativo. No es fácil ayudar a los estudiantes en el movimiento condición anterior a los patrones de aprendizaje de este último tipo. Mientras que los mapas conceptuales pueden ayudar, los estudiantes también necesitan que se les enseñe algo sobre los mecanismos del cerebro y la organización del conocimiento, y esta instrucción debe acompañar el uso de mapas conceptuales. La información contenida en los párrafos anteriores deben formar parte del programa de instrucción para el uso hábil de los mapas conceptuales. La información proporcionada en este documento podrían ser parte de esta instrucción. Otras ideas para mejorar la instrucción para lograr la

comprensión de la asignatura está disponible en otra parte (Mintzes *et al.*, 1998).

Para ilustrar lo difícil que puede ser para las personas a modificar sus ideas, especialmente si aprenden todo de memoria, se puede citar el ejemplo de entrevistas realizadas por el Proyecto Universo privada (PUP) en la Universidad de Harvard (Schneps, 1989). El personal del PUP entrevistó a 23 graduados de Harvard, ex alumnos y profesores, preguntando a cada "¿Por qué tenemos estaciones?" Sólo once conceptos y bien organizados son necesarios para comprender por qué tenemos estaciones, y una disposición de estos conceptos se muestra en la Figura 5. Los entrevistadores PUP encontró que 21 de los 23 entrevistados no podían explicar por qué tenemos estaciones, un tema que se enseña en varias ocasiones en la escuela. Dentro de este grupo era un graduado que había tomado recientemente un curso en la Física del movimiento planetario, que también se cree erróneamente que las estaciones eran causadas por el movimiento de tierra más cercano al sol en verano y más lejos en el invierno. De hecho, la Tierra es ligeramente más cerca del Sol cuando es invierno en Massachusetts, en lugar que en verano. La principal razón tenemos estaciones en latitudes lejos del ecuador se debe a la inclinación de la Tierra sobre su eje hacia el sol en verano resulta en días más largos y más radiación directa, calefacción por consiguiente, mayor. En invierno, el eje de la tierra puntos de distancia del sol, dando lugar a días más cortos y menos radiación intensa. Lo que está interfiriendo con estas 21 personas de Harvard es la confusión con la experiencia común que cuando estamos más cerca de un fuego o la luz, el calor es más intenso que cuando estamos más lejos. Por lo tanto, estas personas no han reconocido que este mismo fenómeno no es operativo para dar temporadas en la Tierra. Ellos son la transferencia de conocimientos de un contexto a otro, pero de forma incorrecta. Esto se observa con frecuencia en muchos, muchos ejemplos de "ideas erróneas" en cada campo de estudio. La única solución al problema de las concepciones erróneas superación es ayudar a los estudiantes aprender significativamente, y el uso de los mapas conceptuales pueden ser muy útiles. (Para obtener más información sobre las concepciones erróneas de la ciencia y las matemáticas ver Novak (2002), y: www.mlrg.org).

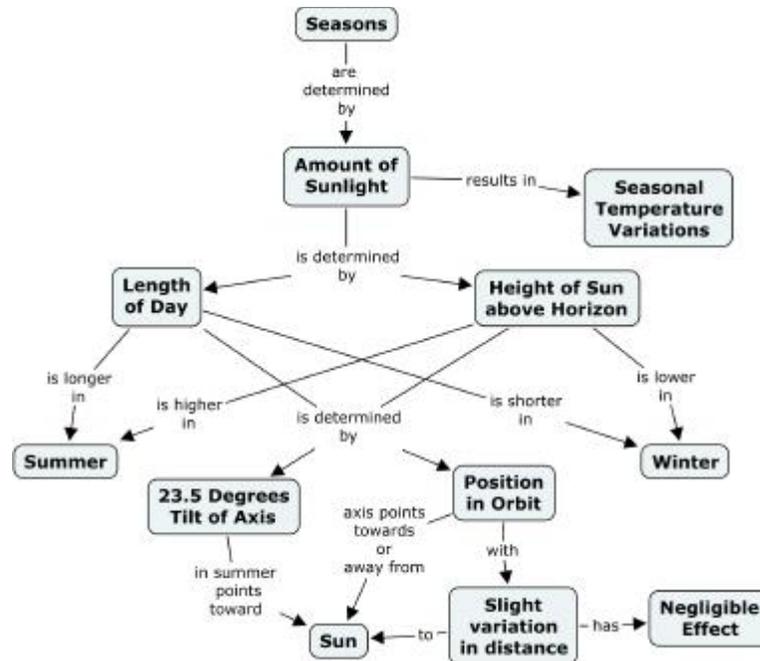


Figura 5. Una representación de la estructura de los conocimientos necesarios requeridos para entender por qué hay estaciones del año.

(Click en la imagen para ampliarla)

Fundamentos epistemológicos de los Mapas Conceptuales

Como se indicó anteriormente, definimos un concepto como *percibe la regularidad (o patrón) en eventos u objetos, o registros de eventos u objetos, designados por el sello*. Se está llegando a ser generalmente reconocido ahora que el aprendizaje significativo los procesos descritos anteriormente son los mismos procesos que utilizan los científicos y matemáticos, o expertos en cualquier disciplina, para construir nuevos conocimientos. De hecho, Novak ha argumentado que las nuevas *creación de conocimiento* no es más que un nivel relativamente alto de aprendizaje significativo logrado por los individuos que tienen una estructura bien organizada de conocimientos en el área específica de conocimiento, y también un fuerte compromiso emocional a persistir en la búsqueda de nuevos significados (Novak, 1977, 1993, 1998). *Epistemología* es la rama de la filosofía que se ocupa de la naturaleza del conocimiento y la creación de nuevos conocimientos. Existe una importante relación entre la psicología del aprendizaje, tal como la entendemos hoy, y el creciente consenso entre los filósofos y epistemólogos que la creación de nuevos conocimientos es un proceso constructivo que incluya tanto a nuestro conocimiento y nuestras emociones o de la unidad para crear nuevos significados y nuevas formas para representar a estos significados. Los estudiantes que luchan para crear buenos mapas conceptuales son ellos mismos inmersos en un proceso creativo, y esto puede ser un reto, especialmente a los alumnos que han pasado la mayor parte de su vida de aprendizaje de memoria. aprendizaje de memoria contribuye muy poco a las estructuras en el mejor de nuestros conocimientos, y por lo tanto no puede la base de pensamiento creativo o la resolución de problemas nuevos.

Tal como se define más arriba, los conceptos y las proposiciones son los bloques de construcción de conocimiento en cualquier dominio. Podemos usar la analogía de que los conceptos son como los átomos de la materia y las proposiciones son como las moléculas de la materia. Sólo existen unos 100 tipos diferentes de átomos, y estos forman un número infinito de diferentes tipos de moléculas. Ahora hay cerca de 460.000 palabras en el idioma Inglés (la mayoría de las cuales son las etiquetas de concepto), y estas se pueden combinar para formar un número infinito de proposiciones. Aunque la mayoría de combinaciones de palabras puede ser una tontería, sigue existiendo la posibilidad de crear un número infinito de proposiciones válidas y significativas. Los poetas y los novelistas nunca se quedará sin nuevas ideas para expresar en formas nuevas. Nunca se quede sin la oportunidad de crear nuevo conocimiento! Como la gente a crear y observar los objetos nuevos o existentes, o eventos, las personas creativas continuarán creando concents nuevos y nuevos conocimientos. Creación de nuevos métodos de observación o registro de los eventos por lo general abre nuevas oportunidades para la creación de nuevos conocimientos. Por ejemplo, la creación del método de los mapas conceptuales para el registro de entendimientos sujeto ha llevado a nuevas oportunidades para estudiar el proceso de aprendizaje y creación de nuevos conocimientos.

Si bien existe un valor en el estudio más detenidamente el proceso de aprendizaje humano y la creación de conocimiento humano, esto va más allá del alcance de este documento. Se invita al lector a examinar algunas de las referencias citadas. Algunas consideraciones importantes para la construcción de mapas conceptuales mejor y facilitar el aprendizaje se discutirá más adelante.

La construcción de buenos mapas Concepto

Al aprender a construir un mapa conceptual, es importante comenzar con un dominio de conocimiento que es muy familiar a la persona la construcción del mapa. Dado que las estructuras de mapas conceptuales dependen del contexto en el que se van a utilizar, lo mejor es identificar un segmento de un texto, un laboratorio o campo de actividad, o un problema particular o una cuestión que está tratando de entender. Esto crea una *contexto* que ayudarán a determinar la estructura jerárquica del mapa conceptual. También es útil para seleccionar un dominio limitado del conocimiento de los mapas conceptuales en primer lugar.

Una buena manera de definir el contexto para un mapa conceptual es construir una *Enfoque de preguntas*, Es decir, una pregunta que especifique claramente el problema o la cuestión del mapa conceptual debe contribuir a resolver. Cada mapa conceptual responde a una pregunta de enfoque, y una buena pregunta de enfoque puede llevar a un mapa conceptual mucho más rico. Cuando el aprendizaje para construir mapas conceptuales, los aprendices tienden a desviarse de la pregunta de enfoque y construir un mapa conceptual que puede estar relacionado con el dominio, pero que no responde a la pregunta. A menudo se afirma que el primer paso para aprender acerca de algo es hacer las preguntas correctas.

Dado un dominio seleccionado y una pregunta o problema definido en este ámbito, el siguiente paso es identificar los conceptos clave que se aplican a este

dominio. Por lo general, 15 a 25 conceptos será suficiente. Estos conceptos podrían ser enumerados y, a continuación de esta lista una fila ordenada lista debe establecerse desde el más general, el concepto más inclusivo, para este problema o situación en particular en la parte superior de la lista, hasta los más específicos, el concepto por lo general en la parte inferior de la lista. Aunque esta orden de rango puede ser sólo aproximada, ayuda a iniciar el proceso de construcción del mapa. Nos referimos a la lista de conceptos como *estacionamiento*, Ya que vamos a pasar estos conceptos en el mapa conceptual como se determina en el que encajar Algunos conceptos pueden permanecer en el estacionamiento como el mapa se completa si el cartógrafo no ve ninguna buena conexión de éstos con otros conceptos en el mapa.

El siguiente paso es construir un mapa conceptual preliminar. Esto se puede hacer por escrito todos los conceptos en los Post-it (TM), o, preferentemente, mediante el IHMC CmapTools (Cañas *et al.*, 2004b, <http://cmap.ihmc.us>) programa de software se describen a continuación. Post-it permite a un grupo para trabajar en una pizarra o papel de carnicero y avanzar en torno a conceptos fácilmente. Esto es necesario como uno comienza a luchar con el proceso de construcción de una organización jerárquica bien. Los programas de software son aún mejores, ya que permite moverse de conceptos, junto con la vinculación de las declaraciones y el traslado de grupos de conceptos y enlaces para reestructurar el mapa. Cuando CmapTools se utiliza junto con un proyector de ordenador, hay dos o más personas pueden colaborar fácilmente en la construcción de un mapa conceptual y ver los cambios a medida que progresan en su trabajo. CmapTools también permite la colaboración entre los individuos en la misma habitación o en cualquier parte del mundo, y los mapas se pueden construir de forma sincrónica o asincrónica, en función de los horarios de los cartógrafos.

Es importante reconocer que un mapa conceptual nunca se acaba. Después de un mapa preliminar se construye, siempre es necesario revisar este mapa. Otros conceptos pueden ser agregados. buenos mapas generalmente son el resultado de tres a muchas revisiones. Esta es una razón por qué el software usando la computadora es útil.

Una vez que el mapa preliminar se construye, *enlaces cruzados* se debe buscar. Se trata de enlaces entre los conceptos en diferentes segmentos o dominios de conocimiento en el mapa que ayudan a ilustrar cómo estos dominios están relacionados entre sí. Los enlaces cruzados son importantes para demostrar que el estudiante comprenda las relaciones entre los sub-dominios en el mapa.

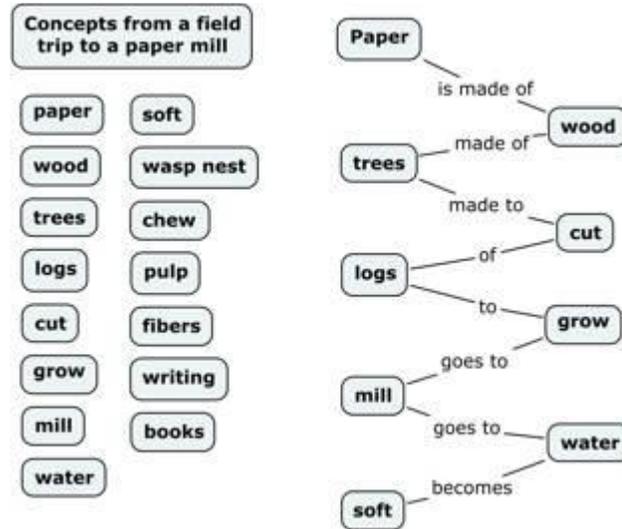


Figura 6. Una cadena "mapa creado por un estudiante de cuarto grado después de un viaje campo de la clase a una fábrica de papel. La clase de conceptos identificados en el estacionamiento a la izquierda, pero el estudiante no tuvo éxito en el uso de muchos de estos y su mapa tiene poco sentido. Este estudiante era un lector bucal era buena, pero tenía la comprensión de lectura muy pobre y se enteraba de memoria comprometida (véase Novak y Gowin, 1984, página 108).

(Click en la imagen para ampliarla)

Después de un mapa preliminar se construye, *enlaces cruzados* se debe buscar. Se trata de enlaces entre los conceptos en diferentes segmentos o dominios de conocimiento en el mapa que ayudan a ilustrar cómo estos dominios están relacionados entre sí. Los enlaces cruzados son la clave para mostrar que el alumno comprenda las relaciones entre los sub-dominios en el mapa.

Es importante ayudar a los estudiantes a reconocer que todos los conceptos son en cierto modo relacionados entre sí. Por lo tanto, es necesario ser selectivo en la identificación de enlaces cruzados, y ser lo más preciso posible en la identificación de palabras de enlace que conecta los conceptos. Además, se debe evitar "oraciones en las cajas", es decir, utiliza frases como conceptos, ya que esto suele indicar que un párrafo entero del mapa podría ser construido a partir de la afirmación contenida en la caja. "Mapas de cadena" ilustran entender ni pobres del material o una reestructuración inadecuada del mapa. La Figura 6 muestra un ejemplo de un mapa de cadena.

Los estudiantes a menudo comentan que es difícil agregar palabras de enlace en las líneas "de su mapa conceptual. Esto se debe a mal entender la relación entre los conceptos, o los significados de los conceptos, y son las palabras de enlace que especifica esta relación. Una vez que los estudiantes comienzan a centrarse en el buen palabras de enlace, y en la identificación de buenos enlaces cruzados, ellos pueden ver que cada concepto puede estar relacionado con todos los demás conceptos. Esto también produce cierta frustración, y deben optar por identificar a los más prominentes y más útiles enlaces cruzados. Este proceso consiste en lo que Bloom (1956) identificó como los

altos niveles de desempeño cognitivo, es decir, evaluación y síntesis del conocimiento. Los mapas conceptuales es una forma fácil de animar a niveles muy altos de rendimiento cognitivo, cuando el proceso se hace bien. Este es uno de los mapas conceptuales razón también puede ser una herramienta de evaluación muy poderosa (Edmondson, 2000).

Por último, el mapa debe ser revisado, los conceptos volverá a colocar de manera que prestan a más de claridad y una mejor estructura de todos, y un "final" mapa preparado. Cuando el software de computadora se utiliza, se puede volver atrás, cambiar el tamaño y estilo de fuente, y agregar colores a "vestir" el mapa conceptual.

Así, vemos que los mapas conceptuales no sólo son una poderosa herramienta para capturar, representar, y el conocimiento de archivo de los individuos, sino también una poderosa herramienta para crear nuevos conocimientos.

El kit de herramientas de software CmapTools

El CmapTools (Cañas *et al.*, 2004b) software (disponible para descarga en: <http://cmap.ihmc.us>), Desarrollado en el Instituto de Cognición Humana y de máquina reúne los puntos fuertes de los mapas conceptuales con el poder de la tecnología, especialmente Internet y la World Wide Web (WWW). El software no sólo facilita a los usuarios de todas las edades para construir y modificar los mapas conceptuales de una manera similar que un procesador de texto hace que sea fácil de escribir texto, permite a los usuarios colaborar a distancia en la construcción de sus mapas, publicar sus mapas conceptuales de manera que cualquiera en Internet puede tener acceso a ellos, los recursos enlace a sus mapas para explicar con más detalle su contenido, y buscar en la WWW para la información relacionada con el mapa.

El software permite al usuario vincular los recursos (fotos, imágenes, gráficos, videos, gráficos, tablas, textos, páginas web o mapas de otros conceptos) ubicados en cualquier lugar en Internet o en los expedientes personales de los conceptos o palabras de enlace en un mapa conceptual a través de un simple operación de arrastrar y soltar. Los vínculos a estos recursos se muestran como iconos debajo de los conceptos, tal como se muestra en la Figura 7. Al hacer clic en uno de estos iconos se mostrará una lista de enlaces desde donde el usuario puede seleccionar para abrir el recurso vinculado. Utilizando CmapTools, es posible utilizar los mapas conceptuales para acceder a cualquier material que pueda ser presentado de forma digital, incluidos los materiales preparados por el cartógrafo. De esta manera, los mapas conceptuales pueden servir como la indexación y herramientas de navegación para los dominios complejos de conocimiento, como se explicará más adelante con materiales de la NASA en Marte (Briggs *et al.*, 2004). Al facilitar la vinculación entre los mapas conceptuales, los aprendices pueden construir *Conocimiento Modelos* (Cañas *et al.*, 2003b; Cañas *et al.*, 2005), Que son colecciones de mapas conceptuales con recursos que supone alrededor de un tema en particular, lo que demuestra que sus conocimientos sobre un dominio no se limita a un plano único concepto.

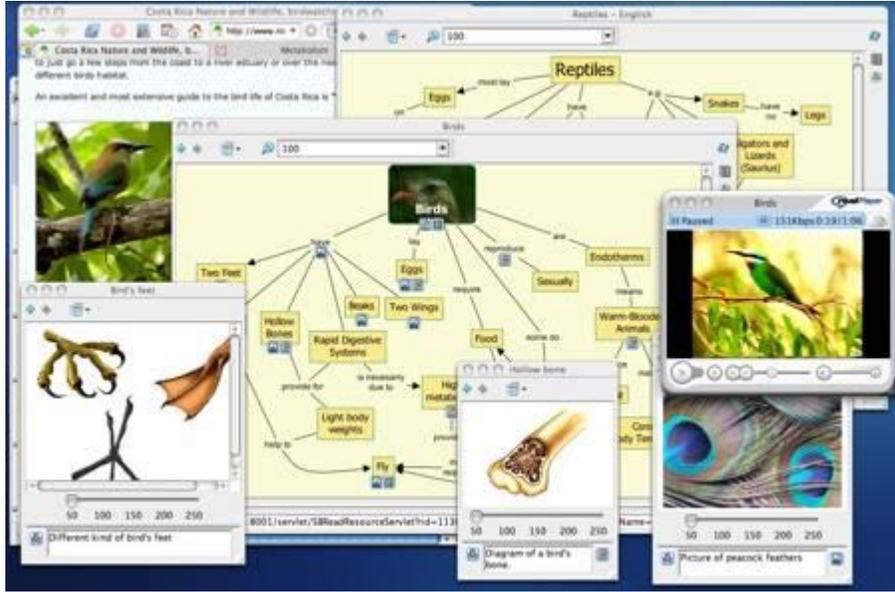


Figura 7. Un mapa conceptual sobre las aves construido por un estudiante de secundaria. Iconos bajo los conceptos proporcionar enlaces a recursos (por ejemplo, imágenes, dibujos, páginas web, videos, mapas otros conceptos), algunos de los cuales se muestran en la Figura.

(Click en la imagen para ampliarla)

Facilitar la colaboración y el aprendizaje a distancia

Hay un creciente cuerpo de investigación que muestra que cuando los estudiantes trabajan en pequeños grupos y cooperar en el esfuerzo por aprender la materia, resultado resultados positivos cognitivos y afectivos (Johnson *et al.*, 1981; Berk & Winsler, 1995). Vygotsky (1978) introdujo la idea de que el lenguaje y el diálogo social puede apoyar el aprendizaje, especialmente cuando los miembros del grupo social se sitúan aproximadamente en la misma Zona de Desarrollo Próximo (ZDP). Él describe la ZDP como el nivel de comprensión de un tema determinado donde el alumno pueda avanzar en su her / propia, con una ayuda mínima por parte de un tutor. Cuando los estudiantes trabajan cooperativamente en grupos y el uso de mapas conceptuales para guiar su aprendizaje, el aprendizaje se produce significativamente mayor (Preszler, 2004). En nuestro trabajo con los profesores y estudiantes, pequeños grupos de trabajo en cooperación para construir mapas conceptuales han demostrado ser útiles en muchos contextos. A principios de 1990, América Latina, los estudiantes que usan la Red de IBM (antes de Internet) tuvieron mucho éxito en la creación de mapas conceptuales, tanto con los estudiantes en sus aulas y con estudiantes de otros países (Cañas *et al.*, 2001). En nuestras propias clases y talleres, y en las clases impartidas por nuestros alumnos y colegas, pequeños grupos de estudiantes trabajando colectivamente para construir mapas conceptuales pueden producir algunos mapas muy buena.

CmapTools proporciona un gran apoyo para el trabajo colaborativo durante la construcción de mapas conceptuales. Los mapas conceptuales construidos

usando CmapTools puede ser almacenada en los servidores (CmapServers, véase: Cañas *et al.*, 2003a) donde cualquier persona en Internet puede tener acceso a ellas. Muchos de los CmapServers son "públicos", lo que permite a nadie (sin autorización necesarias) para publicar sus colecciones de mapas conceptuales y los recursos (Cañas *et al.*, 2004a). A través de CmapServers, los usuarios de todas las edades y de trabajo en muchas disciplinas han publicado miles de mapas sobre todos los temas y dominios. Mientras que los mapas conceptuales en estos servidores públicos son sólo una muestra de los mapas conceptuales presentados por las personas que utilizan CmapTools, y algunos no cumplen nuestros criterios de los mapas conceptuales buena, sin embargo sirven para ilustrar aplicaciones diversas. Cuando un mapa conceptual se guarda en un CmapServer, una página "web" la versión del mapa también se almacena, por lo que un navegador web es suficiente para navegar a través de todos los mapas de publicar.

A través del almacenamiento de los mapas conceptuales en CmapServers, CmapTools fomenta la colaboración entre los usuarios de la construcción de los mapas. Cuando los mapas se almacenan en Internet, los usuarios con los permisos adecuados (Cañas *et al.*, 2003c) puede editar para compartir los mapas conceptuales, al mismo tiempo (sincrónicamente) o según su conveniencia (asincrónicamente). "Hilos de discusión" y "Anotaciones" en forma de electrónica "Post-It" notas pueden ser usados para hacer comentarios anecdóticos sobre los mapas conceptuales o durante la construcción del mapa. El alto grado de explicitud de los mapas conceptuales los hace un vehículo ideal para el intercambio de ideas o de la construcción colaborativa de nuevo conocimiento. También hemos encontrado que los obstáculos que se derivan de la inseguridad personal y el miedo al ridículo son en gran parte eludido, porque los comentarios críticos se dirigen a los mapas conceptuales, no a la persona (s) de la construcción del mapa. Tras el comentario sobre los alumnos los mapas conceptuales de los demás, tanto si están en la misma aula o en diferentes escuelas, es una forma efectiva de revisión por pares y la colaboración.

El amplio apoyo que CmapTools prevé la construcción colaborativa de mapas conceptuales por grupos, ya sean en el mismo lugar o en lugares distantes, ha fomentado el uso cada vez mayor de la colaboración durante la construcción del mapa. En una variedad de entornos educativos, mapas conceptuales en pequeños grupos nos ha servido bien en tareas tan diversas como la comprensión de las ideas en la asimilación de la teoría del aprendizaje a aclarar los conflictos de trabajo para la resolución de conflictos en las ganancias y las corporaciones sin fines de lucro (por ejemplo, Beirute y Mayorga, 2004) . Los mapas conceptuales están comenzando a ser utilizados en las corporaciones para ayudar a los equipos aclarar y articular el conocimiento necesario para resolver problemas que van desde el diseño de nuevos productos para la comercialización a la resolución de problemas administrativos.

Un nuevo modelo para la educación

Un mapa conceptual de aprendizaje centrado en el Medio Ambiente

CmapTools ofrece una variedad de características que hacen posible que los

profesores a usar los mapas conceptuales para una variedad de las tareas que realizan los estudiantes (Cañas & Novak, 2005). Además de un entorno de red que favorece la colaboración y la posibilidad de construir modelos de conocimiento, el software permite a los usuarios, entre otras características, a (a) buscará la información basada en un mapa conceptual (Carvalho *et al.*, 2001), Por el cual un estudiante puede utilizar el Cmap a la información de investigación para aprender más sobre el tema, dando lugar a un mapa de la mejora de los recursos relacionados, y proceder en forma iterativa otra búsqueda, (b) tomar nota del proceso de construcción de un Cmap para su posterior reproducción, proporcionando apoyo a los docentes en lo que se considera un aspecto clave de los mapas conceptuales: el proceso de construcción de un mapa, (c) recursos de pantalla a trozos de un mapa conceptual y las de pantalla completa para presentaciones orales; (d) comparar gráficamente dos Cmaps, lo que permite al profesor para comparar el mapa del estudiante a la de él o ella para una evaluación inicial. El mapa conceptual puede convertirse así en un artefacto alrededor del cual las diversas actividades del proceso de aprendizaje se puede centrar, como se muestra en la Figura 8.

En base a las características proporcionadas por CmapTools, el estudiante puede usar el mapa conceptual preparado como un pre-test como un paso inicial hacia el aprendizaje de las piezas de los conocimientos que él / ella necesita para entender mejor, como la base sobre la que realizar la investigación que conduce a este entendimiento, como una forma de organizar las diversas fuentes de las que el alumno va a construir este entendimiento, como el artefacto con el que para colaborar con sus compañeros, y como medio para presentar sus conclusiones al final de la unidad. Además, los mapas conceptuales construidos por el estudiante puede llegar a ser la base para una evaluación de la cartera (véase Vitale y Romance, 2000), de su rendimiento.

Pregunta de Enfoque, estacionamientos y Mapas de Expertos Esqueleto

Un entorno de mapa conceptual centrado en el aprendizaje implica que los mapas conceptuales son utilizados en el desarrollo de una unidad de aprendizaje o módulo. Los mapas conceptuales dentro de este entorno son susceptibles de ser utilizados como mecanismo para determinar el nivel de comprensión de los estudiantes tienen sobre el tema objeto de estudio antes de que el tema sea introducido. Los mapas están desarrollados a continuación, ampliado y perfeccionado como los estudiantes desarrollar otras actividades sobre el tema y aumentar su comprensión, celebrar posiblemente con modelos de conocimiento complejo que los recursos de enlace, resultados, experiencias, etc, y que se pueden utilizar si lo desea como una final presentación por parte de los estudiantes.

Al igual que hay muchos usos posibles de los mapas conceptuales dentro de las actividades del aula, hay una variedad de "puntos de partida" para la construcción de los mapas conceptuales iniciales de los alumnos.



Figura 8. Todo el espectro de actividades de aprendizaje se puede integrar con CmapTools, incorporando varias actividades de aprendizaje se graba a través del software de la creación de un portafolio digital como un producto del aprendizaje.

(Click en la imagen para ampliarla)

Cada estudiante puede construir el mapa conceptual inicial individual, dando a la críticas de los profesores en el nivel de comprensión de cada estudiante. Dentro de la opción de construcción individual del mapa, los estudiantes se puede permitir que colaboran a través de una Sopa de Conocimiento (Cañas *et al.*, 1995; Cañas *et al.*, 2001), Donde los estudiantes son capaces de proposiciones para compartir, pero no vemos los mapas (ver Figura 9). El mapa conceptual puede ser construido por los estudiantes trabajan en parejas o pequeños grupos, donde el profesor debe prestar atención al nivel de participación de cada estudiante. CmapTools dispone de un *grabadora* THT función permite la grabación y reproducción de pasos en la construcción del mapa, incluyendo la identificación de cada contribuyente.

El mapa conceptual puede ser también un esfuerzo de la clase, usando un proyector, donde todos los estudiantes den su opinión y participar en la construcción del mapa. Los maestros deben estar alerta para evaluar la participación individual de cada estudiante.

Del mismo modo, el punto de partida desde el cual se construye el mapa puede variar en función de la comprensión esperada anteriores por los alumnos, la dificultad y novedad del tema, y el profesor de la confianza en el dominio del tema.

Enfoque de preguntas

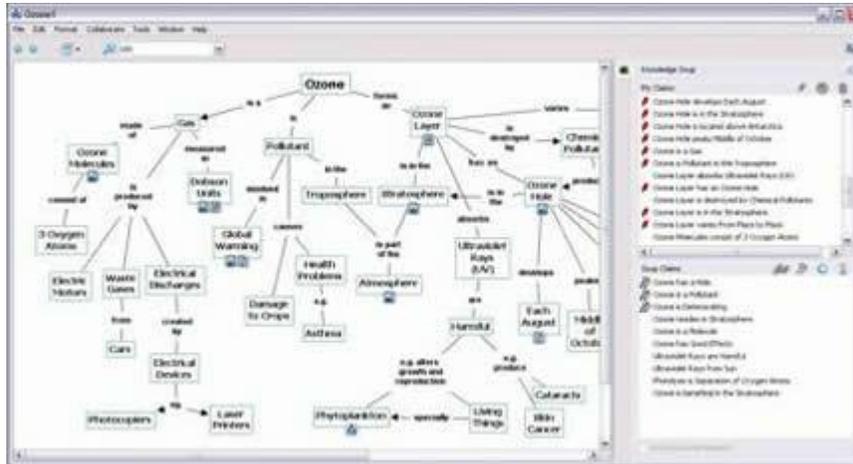


Figura 9. Mapa conceptual que forma parte de una colaboración Sopa de Conocimiento. La lista de proposiciones en la ventana superior derecha se derivan automáticamente del Cmap, y aquellos con un "pin" han sido "publicadas". La ventana inferior derecha muestra las proposiciones de otros participantes en la sopa, algunas de las cuales tienen líneas de discusión adjunta preguntas o comentarios sobre la proposición.

(Click en la imagen para ampliarla)

El punto de partida para la construcción de un mapa conceptual puede consistir exclusivamente en la *objeto de la pregunta*. Por ejemplo, "¿Cómo se mide el tiempo?" Se puede dar a los estudiantes como la pregunta a responder a través de la construcción del mapa conceptual. El tipo de objeto de la pregunta hace una diferencia en el tipo de mapas conceptuales que el estudiante construye. Una pregunta como "¿Cuáles son las plantas?" Dará lugar a un mapa declarativa, concepto más clasificatorio que la pregunta "¿Por qué necesitamos las plantas?" Los experimentos demuestran que no sólo la cuestión de enfoque, sino también el concepto de base de un mapa conceptual tiene una fuerte influencia en la calidad de la hoja de concepto resultante (Derbentseva *et al.*, 2004, 2006). Es importante que una pregunta puede ser proporcionada y no solamente un tema (por ejemplo, "hacer un mapa conceptual sobre las plantas"), ya que responder a la pregunta ayuda a los estudiantes se centran en sus mapas. Cada vez que un mapa conceptual con CmapTools se hace y se guarda entonces, el fabricante es la constitución de una pregunta de enfoque, así como los conceptos clave de este mapa conceptual.

Estacionamiento

Nos referimos a una lista de espera del concepto que se añade a un mapa conceptual como el *estacionamiento* de los conceptos. El punto de mirada para la construcción del mapa conceptual puede ser una lista de conceptos que el maestro quiere asegurarse de que todos los estudiantes incluyen en su mapa. Un ejemplo de esto se da en la figura 6. Figura 10 se presenta la pregunta de enfoque y estacionamiento para la pregunta de enfoque "¿Cuál es la estructura del Universo?" El estudiante, grupo de estudiantes, o la clase se espera construir un mapa conceptual que responde a la pregunta e incluye al menos los conceptos de la lista. Experiencia mapeadores concepto de acuerdo con los

investigadores que el aspecto más desafiante y difícil de construir un mapa conceptual es la construcción de las proposiciones, es decir, determinar qué frases de enlace claramente ilustrar las relaciones entre conceptos. Así que el alumno algunos de los conceptos, no quita de la dificultad en la construcción del mapa, aunque algo puede limitar la creatividad de los estudiantes en la selección de los conceptos a incluir. Sí que da el maestro con una visión en la que los conceptos que el estudiante (s) tuvo problemas para integrarse en el mapa conceptual, lo que indica poca o ninguna comprensión de estos conceptos.

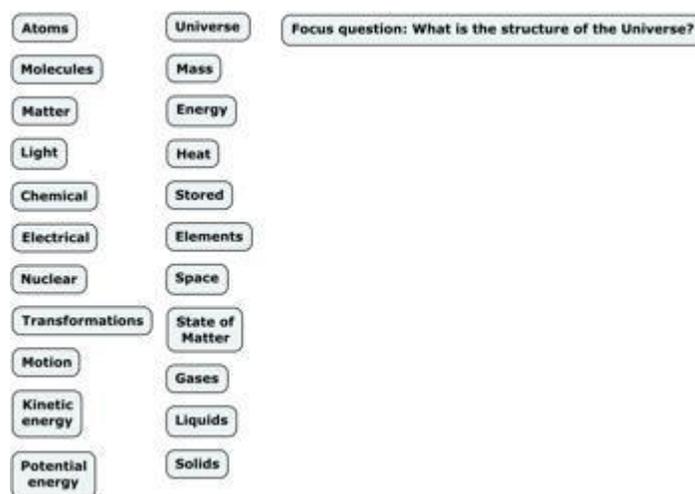


Figura 10. El comienzo de un mapa conceptual con una pregunta de enfoque y un parking con los conceptos que deben incluirse en el mapa.

(Click en la imagen para ampliarla)

Expertos Mapas Esqueleto

Por temas difíciles - ya sea difícil para los estudiantes según lo determinado por la experiencia previa del profesor, o difícil para el maestro debido a sus antecedentes - con ayuda de un esqueleto "experto" mapa conceptual es una alternativa. Un esqueleto de "experto" mapa conceptual ha sido previamente preparado por un experto en el tema, y permite a los estudiantes y maestros para desarrollar sus conocimientos sobre una base sólida. "Esqueleto de Expertos" mapas conceptuales sirven como una guía o un andamio o la ayuda al aprendizaje de una manera análoga a la utilización de andamios en la construcción o la restauración de un edificio.

La figura 11 es un esqueleto "experto" mapa conceptual que se corresponde con el mismo tema que el estacionamiento "en la Figura 10. Observemos que en este ejemplo, algunos de los conceptos fueron dejados en el estacionamiento "para el estudiante para añadir el mapa conceptual.

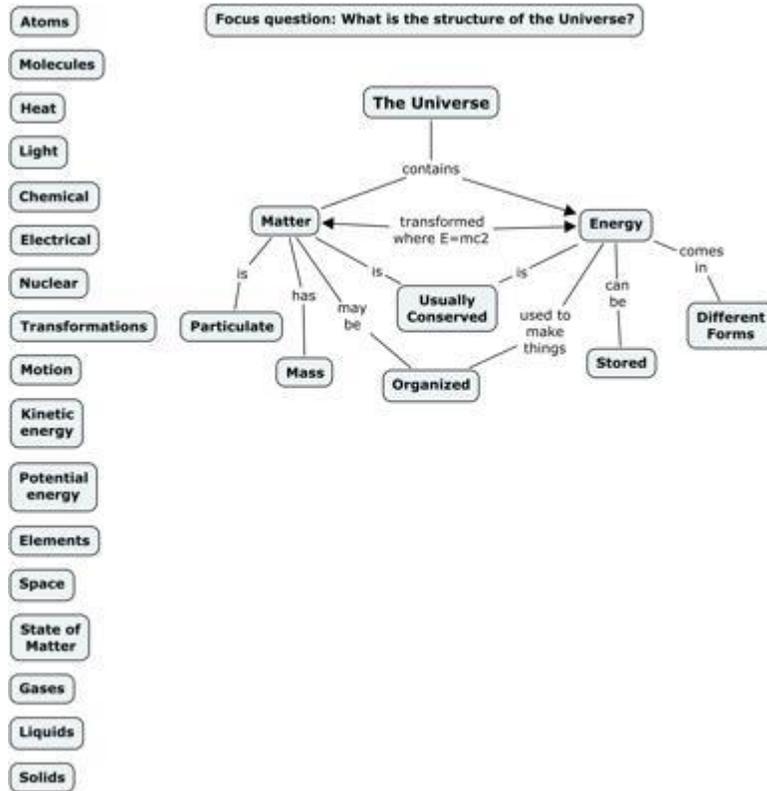


Figura 11. Un concepto esqueleto mapa de expertos trata de un concepto clave que debe ser entendida como una base para el aprendizaje de ciencias, con base en el estacionamiento de la Figura 10. Algunos conceptos fueron dejados en el estacionamiento para el estudiante para añadir el Cmap.

(Click en la imagen para ampliarla)

El uso de "esqueleto" experto mapas conceptuales es un tema de investigación que están llevando a cabo, y para los que no tenemos tanta experiencia como con la pregunta de enfoque y estacionamiento puntos de partida. O'Donnell, Dansereau, & Hall (2002) han demostrado que "los mapas de conocimiento" pueden servir como andamios para facilitar el aprendizaje.

Es importante tener en cuenta que el esqueleto "experto" mapas conceptuales deben ser construidas por un experto en el tema. La intención es que el experto será mejor en la selección del pequeño número de conceptos que son claves para entender el tema, y expresar con precisión las relaciones entre estos conceptos. En general, es mucho más difícil construir un buen mapa, concepto precisa acerca de un tema con un pequeño número de conceptos (por ejemplo, cuatro o cinco) que con quince-veinte conceptos.

No hay predeterminados tamaño que un esqueleto "experto" mapa conceptual debe tener. Pero el número final que se espera de los conceptos en el mapa es una función del número de conceptos en el "esqueleto". Por ejemplo, un mapa "esqueleto" que consta de cinco conceptos deben ser ampliado por el estudiante a un mapa con 15 a 20 conceptos. Si el "esqueleto" mapa contiene 20 conceptos, lo que hace más de un mapa completo, el mapa final se podía

esperar que contienen alrededor de 50 a 60 conceptos. En este caso, se refieren probablemente a la utilización de un mapa bastante completo (no esqueleto) como un andamio, esperando a los estudiantes a profundizar en el tema mediante la creación de varias submapas que están vinculados con el mapa de puntos de partida.

Preveamos un programa de uso de "esqueleto" experto mapas para andamio enseñanza inicial con el desarrollo de una serie de mapas conceptuales en una disciplina, empezando por el más general, las ideas más incluyente y poco a poco, a desplazarse a los mapas conceptuales específicos que guiarán la los alumnos. Por ejemplo, la Figura 11 se muestra un esqueleto "experto" mapa conceptual de las ciencias que abarca conceptos claves principales para entender la ciencia. Los estudiantes pueden comenzar con un mapa, añadir conceptos desde el estacionamiento, Vincular los recursos digitales y también construir submapas más específico. Más mapas específicos concepto de expertos también se puede proporcionar, como la que se muestra en la Figura 12. Aquí también vemos un submap que pueda ser creado por un grupo de alumnos, y una muestra de dos recursos que se podía acceder a través de iconos en el submap.

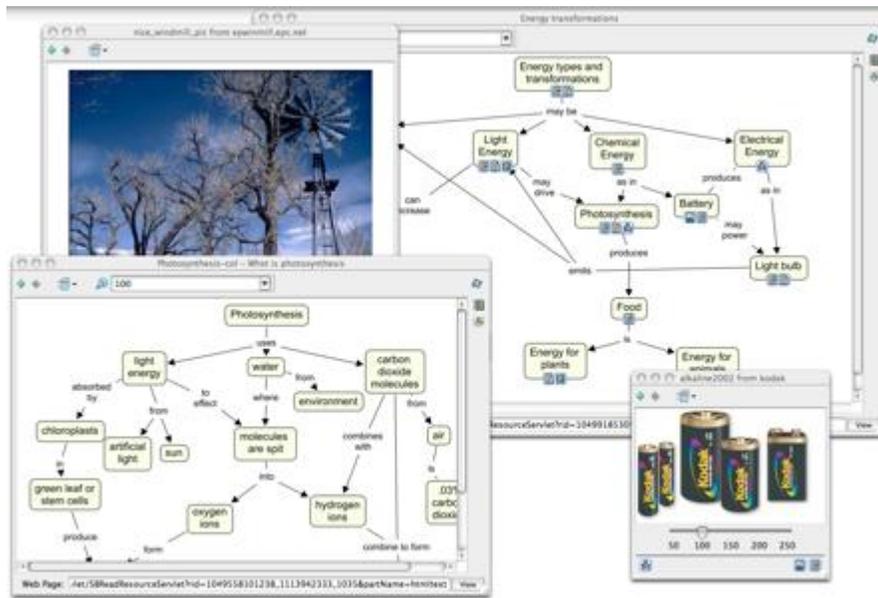


Figura 12. Un Cmap Transformación de la energía que se puede acceder mediante la vinculación a la "Energía", concepto en el mapa conceptual en la Figura 11, y un Cmap fotosíntesis que puede estar vinculado a ella.

(Click en la imagen para ampliarla)

Una de las ventajas en el uso de CmapTools para andamios de aprendizaje es la función de búsqueda antes mencionadas, que permite el acceso a recursos de la WWW que se analizan para ajustarse al contexto de significados definidos por el mapa conceptual (Carvalho *et al.*, 2001; Leake *et al.*, 2004). Así, si se hace clic en un concepto como el de "energía eléctrica" en la figura 12 y selecciona uno de los "buscar" opciones de menú, CmapTools extraerá recursos de la Web que no sólo se ocupan de la electricidad, pero también se relacionan

con otros conceptos en el mapa. El programa trata de averiguar lo que el Cmap está a punto y preparar una consulta para los motores de búsqueda web que va a generar resultados que son relevantes a las ideas que se desarrollan en el mapa conceptual. Por supuesto, el alumno todavía tiene que seleccionar los nuevos conceptos de la materia y construir nuevas proposiciones en el mapa conceptual que añaden significado y la claridad al mapa. Así, el alumno o grupo de alumnos es muy *participan activamente* en el proceso de construcción de sentido, un requisito esencial para un aprendizaje significativo que se produzca.

Los estudiantes también pueden participar en estudios de laboratorio o de campo que se añadiría importantes experiencias concretas necesarias para el desarrollo de significados a los conceptos más completa y, a veces el entusiasmo que viene con el descubrimiento de nuevas ideas o relaciones.

La extensión de los materiales y las ideas que se pueden construir en las estructuras de conocimiento a través de "esqueleto" experto mapas conceptuales, CmapTools, y recursos de la Web muy superiores a lo cualquier libro de texto o cualquier maestro puede ofrecer. De hecho, los profesores supervisar este tipo de estudio es probable que aprender muchas cosas nuevas como sus estudiantes. Por otra parte, a partir del esqueleto de "experto" mapas como puntos de partida reduce la posibilidad de que los conceptos erróneos o ideas defectuosa en poder de los alumnos o los profesores se reforzarán y maximizar la probabilidad de que van a construir las estructuras de conocimiento que con el tiempo eliminar o restringir las ideas erróneas (Novak, 2002).

El mundo de la Ciencia del proyecto

En 1966, Bobbs-Merrill publicó una serie de ciencia de libros de texto de primaria, *El mundo de la Ciencia*, escrito en gran parte por Novak, con el objetivo de introducir conceptos básicos de la ciencia a los estudiantes de primaria y profesores. A diferencia de la mayoría de los libros de texto de ciencias que se, esta serie presenta la instrucción en profundidad en los conceptos básicos de todos los niveles, incluida la instrucción en conceptos sobre la naturaleza de la ciencia, la naturaleza de la materia, la energía y transformaciones de la energía. Los libros han sido escaneados y un DVD de los seis libros está disponible. Nuestro plan es utilizar *El mundo de la Ciencia* los libros como un punto de partida para un proyecto de demostración para Un Nuevo Modelo para Educación. Para empezar, "esqueleto" experto mapas conceptuales se han preparado para algunas secciones de la categoría de dos libros y la totalidad del libro cuarto grado de la Organización Mundial de la Ciencia titulada *El mundo en expansión de la Ciencia*. Todos estos mapas conceptuales están disponibles públicamente en la red de CmapTools^[2]. El esqueleto "experto" mapas conceptuales serviría como punto de partida para los estudiantes y profesores para cada sección ilustrada en el libro, y luego los estudiantes usarían estos Cmaps con CmapTools para buscar en la WWW para los recursos pertinentes y las ideas. La figura 13 muestra el esqueleto de un "experto" mapas conceptuales que podrían ser utilizados como punto de partida para la construcción de un modelo de conocimiento, de preferencia los estudiantes que trabajan en equipo y compartir ideas.

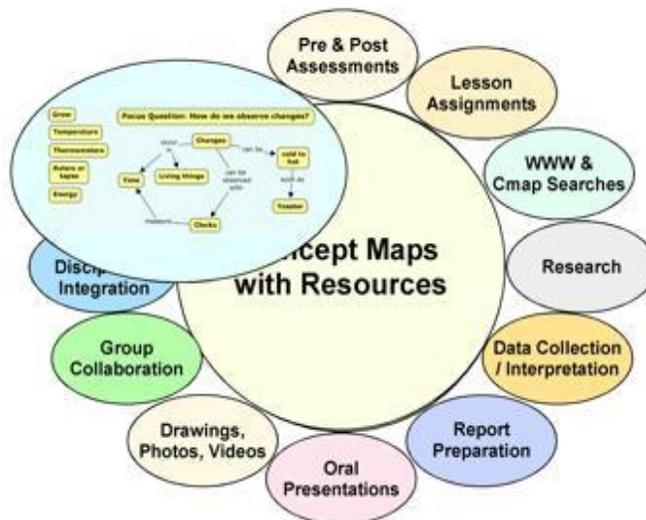


Figura 13. Esquema mostrando el nuevo modelo para la educación con un esqueleto "experto" mapa conceptual que puede servir como la "columna vertebral" de un portafolio emergente en la ciencia.

(Click en la imagen para ampliarla)

Los libros de ciencias brindan lecturas relevantes y actividades sugeridas. Sería importante que el profesor para ayudar a los estudiantes realizar estas actividades, y actividades similares relacionadas, algunas de las cuales se sugiere en el recurso en el WWW. Los estudiantes también agregar sus propios conceptos al esqueleto "experto" mapa conceptual, así como los recursos identificados en las lecturas y de Internet. Figura 14 ilustra una etapa en este proceso^[3].

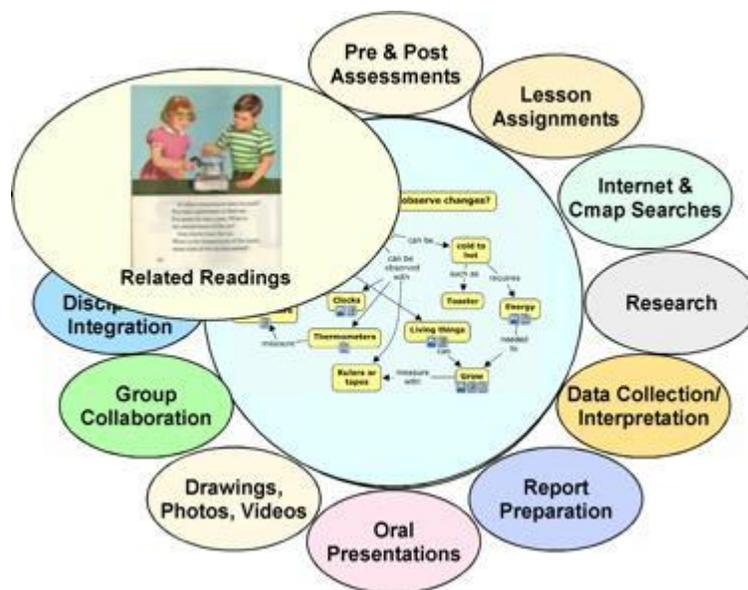


Figura 14. Esquema mostrando el Nuevo Modelo de Educación con conceptos y recursos agregados al esqueleto "experto" mapa conceptual, además de una página de un libro Mundo de Ciencia proporcionar la lectura y actividades pertinentes.

(Click en la imagen para ampliarla)

Obviamente, sería un programa científico muy deficiente, que no hizo más que copiar y haga que los estudiantes hacen un edificio en el esqueleto "experto" en los mapas conceptuales proporcionan para segundo grado, o para cualquier otro grado. Los estudiantes necesitan concreto, las manos sobre las experiencias con cosas reales y observar fenómenos reales para dar significado al concepto previsto en las etiquetas de los mapas conceptuales y otros recursos.

Un esfuerzo programa piloto ya está en marcha en Italia, donde Giuseppe Valittuti (2004) y sus colegas ahora están trabajando para traducir el mundo de los libros de Ciencia al italiano. Valittuti y sus colegas han obtenido financiamiento del Ministerio Italiano de Educación para la formación del profesorado y un número de equipos de la escuela primaria comenzó a trabajar con el mundo de los mapas conceptuales Ciencia y de otros recursos durante el año 2005-2006. El plan es tener cuatro grupos de las escuelas a concentrarse en diferentes aspectos del mundo de la ciencia y producir series de fotos y videos de estudiantes haciendo proyectos que ilustran y utilizar los conceptos científicos diferentes. Habrá mucha retroalimentación de las aulas ayudar a los equipos para perfeccionar su trabajo, el intercambio de "portafolios electrónicos" por medio de CmapTools. Esta información debería ayudarnos a refinar rápidamente los mapas conceptuales, técnicas y enfoques para mejorar la práctica del Nuevo Modelo de Educación. La Red de CmapTools puede servir como un centro de distribución de algunos de estos esfuerzos a través de sus servidores públicos en Italia y otros países. Anticipamos que una abundancia de ambas anecdótica y datos empíricos se derivarán de estos esfuerzos en unos pocos años. Basado en las conclusiones de la investigación teórica sólida y afines ya está disponible, hay muchas razones para ser optimistas de que estos esfuerzos innovadores tendrán éxito. El progreso de este proyecto se puede seguir en: www.leparoledellascienza.it.

Problemas de Aplicación

El desafío más grande que podemos esperar es cambiar la escuela factores situacionales en la dirección del profesor como entrenador y el alumno a partir del modelo prevaleciente de los docentes como difusor de información. Sabemos que tenemos que participar profesores y administradores en programas de capacitación que pueden modelar los enfoques educativos nuevos, y tenemos que buscar su consejo sobre cómo mejorar en el Nuevo Modelo de Educación. También está el reto de cambiar las prácticas de evaluación que ahora dependen principalmente de las pruebas de opción múltiple que miden fundamentalmente memorístico recuerdo de la información, a los ensayos basados en el rendimiento que requieren que los estudiantes demuestren que entienden los conceptos básicos y puede utilizar estos conceptos en la solución de problemas nuevos, y que pueden utilizar los recursos de Internet para crecer y modificar sus conceptos y aprender nuevos conceptos. Queda en el Nuevo Modelo de un montón de espacio para la adquisición de hechos y procedimientos específicos, pero ahora estos se debe

aprender en el contexto de los marcos conceptuales de gran alcance. Investigación (Bransford *et al.*, 1999) ha demostrado que la información de hechos adquiridos en un contexto de aprendizaje significativo no es sólo conserva durante más tiempo, pero esta información puede ser usada con mucho más éxito para resolver nuevos problemas.

Podemos esperar algunos oposición a la aplicación del Nuevo Modelo de Educación de las personas que creen que la "investigación" learningis la única manera de mejorar la educación. De hecho, la investigación apoya de manera abrumadora el valor de "guía de aprendizaje, como la cometida en un nuevo modelo de Educación (Mayer, 2004; Kirschner *et al.*, 2006; Sweller *et al.*, 2007).

Hay un enorme trabajo de la formación docente que se necesita hacer antes de que el nuevo modelo se puede implementar en las escuelas. Los profesores tienen que familiarizarse con el uso del software CmapTools y las diversas herramientas que contiene. También necesitan aprender acerca de la teoría subyacente mapas conceptuales, incluyendo las ideas de este papel. programas de formación docente debe modelar el tipo de aprendizaje que estamos recomendando, y podríamos usar como "esqueleto" experto mapas conceptuales algunos de los mapas conceptuales disponibles (1998) libro accesible de Novak en el "Cmaps IHMC Pública (2)" CmapServer, accesible por los lugares CmapTools, bajo la carpeta "World of Science". Los maestros deben trabajar en colaboración para construir en algunos de los mapas conceptuales más simples se ocupan de las ideas de educación y tal vez agregar recursos a algunos de los mapas conceptuales más complejos. Incluso con el estado actual de la tecnología y la comprensión pedagógica, es posible que las escuelas, estados o países para montar un nuevo modelo para la Educación.

Mapas Conceptuales para la Evaluación

Ahora estamos empezando a ver en muchos libros de texto de ciencias de la inclusión de mapas conceptuales como una forma de resumir los entendimientos adquiridos por los estudiantes después de sus estudios en una unidad o un capítulo. Cambio en las prácticas de la escuela es siempre lento, pero es probable que el uso de mapas conceptuales en la instrucción escolar se incrementará sustancialmente en la próxima década o dos. Otras prácticas innovadoras para la evaluación de la comprensión del estudiante de la materia también están disponibles (Mintzes *et al.*, 2000). Cuando se utilizan los mapas conceptuales en la instrucción, también se puede utilizar para la evaluación. No hay nada escrito en piedra que dice que las pruebas de opción múltiple se debe utilizar desde la escuela primaria hasta la universidad, y quizás con el tiempo, incluso los exámenes de logros nacionales utilizarán mapas conceptuales como una herramienta de evaluación de gran alcance. Se trata de un problema de la gallina y el huevo, porque los mapas conceptuales no se puede exigir en los exámenes nacionales si la mayoría de los estudiantes no han tenido la oportunidad de aprender a utilizar esta herramienta de representación del conocimiento. Por otra parte, si estatal, regional, nacional y exámenes de comenzar a incluir los mapas conceptuales como un segmento del examen, habría un gran incentivo para que los maestros enseñan a los estudiantes cómo utilizar esta herramienta. Ojalá que en las próximas dos décadas, esto llegará a pasar. En la actualidad hay una serie de proyectos en los EE.UU. y en otros lugares que están haciendo la investigación para ver si mejor los instrumentos

de evaluación pueden ser desarrollados, incluyendo el uso de mapas conceptuales. Debemos empezar a ver avances significativos en este ámbito en los próximos años. Algunas características de las últimas versiones de CmapTools también facilitan el uso de mapas conceptuales para la evaluación. Por ejemplo, el "Compare los mapas conceptuales" herramienta permite la comparación de un "experto" mapa conceptual de un tema con mapas elaborados por los estudiantes, y todos los similares o diferentes conceptos y proposiciones se muestran en color.

Mapas Conceptuales y Planificación Curricular

En la planificación del currículo, los mapas conceptuales pueden ser enormemente útiles. Presentan de forma muy concisa los conceptos y principios clave que se les enseñe. La organización jerárquica de los mapas conceptuales sugiere la secuencia más óptima de material didáctico. Puesto que la característica fundamental del aprendizaje significativo es la integración de nuevos conocimientos con el concepto de los alumnos y los marcos anteriores proposicional, partiendo de la más general, los conceptos más amplio a la información más específica por lo general sirve para fomentar y mejorar el aprendizaje significativo. Así, en la planificación del currículo, necesitamos construir un mundial "macro mapa" que muestra las ideas principales que planeamos presentar en todo el curso, o en un plan de estudios general, y también más específico de "mapas de las microempresas" para mostrar la estructura de conocimiento para una segmento muy específico del programa de instrucción. Facultad de forma independiente o en colaboración puede rediseñar programas de estudio o un plan de estudios. Por ejemplo, profesores que trabajan juntos para planificar la enseñanza en la medicina veterinaria en la Universidad de Cornell construyó el mapa conceptual se muestra en la Figura 15.

Uso de mapas conceptuales en la planificación de un currículo o instrucción sobre un tema específico ayuda a hacer la instrucción "conceptualmente transparente" para los estudiantes. Muchos estudiantes tienen dificultades para identificar los conceptos importantes en un texto, conferencia u otra forma de presentación. Parte del problema deriva de un modelo de aprendizaje que requiere simplemente la memorización de información, y no la evaluación de la información es requerida. Estos estudiantes no logran construir poderoso concepto y marcos proposicional, lo que lleva a considerar el aprendizaje como una falta de definición de los hechos innumerables, fechas, nombres, ecuaciones, o reglas de procedimiento que han memorizado. Para estos estudiantes, el tema de la mayoría de las disciplinas, y la ciencia en particular, las matemáticas y la historia, es una cacofonía de información a memorizar, y por lo general encuentra este aburrido. Muchos sienten que no pueden dominar el conocimiento en el campo. Si los mapas conceptuales son utilizados en la planificación de la instrucción y los estudiantes están obligados a construir mapas conceptuales, ya que están aprendiendo, los estudiantes previamente sin éxito puede tener éxito en encontrar el significado de la ciencia y cualquier otra disciplina, la adquisición de una sensación de control sobre la materia (Bascones & Novak, 1985; Novak, 1991, 1998).

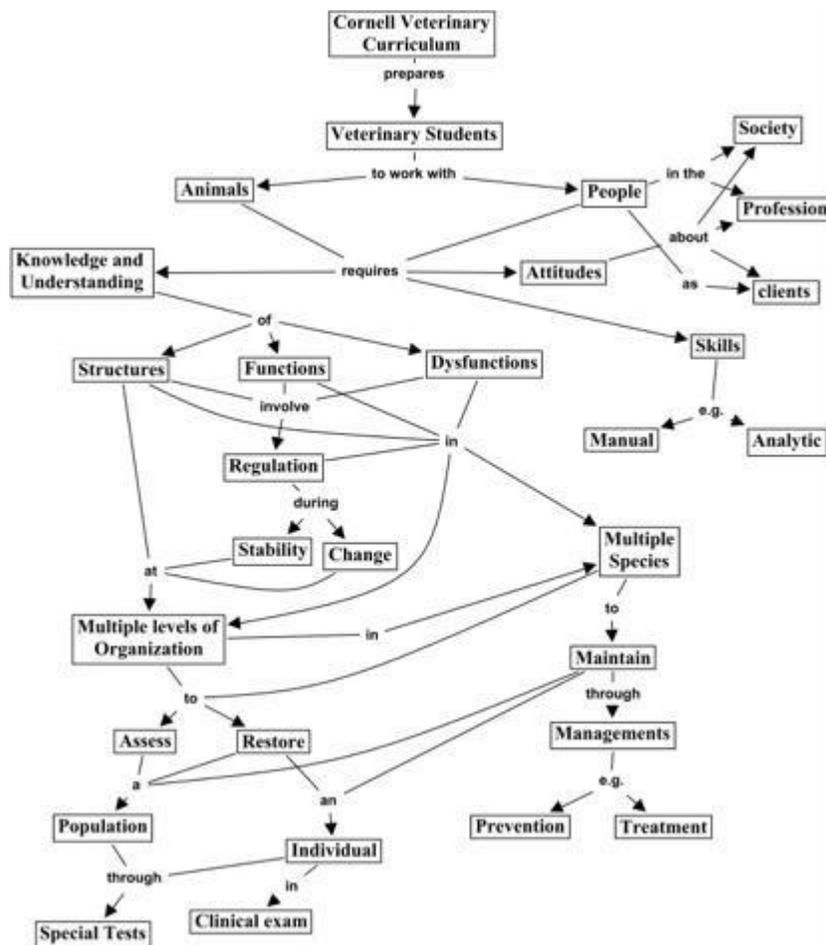


Figura 15. Un mapa conceptual elaborado conjuntamente por la Facultad de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad de Cornell para mostrar los mayores de toda la estructura de un plan de estudios revisado.

(Click en la imagen para ampliarla)

La captura y el conocimiento de expertos de archivo

Uno de los usos de los mapas conceptuales que está creciendo a un ritmo acelerado es el uso de mapas conceptuales para capturar el conocimiento "tácito" de los expertos. Los expertos saben muchas cosas que muchas veces no pueden articular bien con los demás. Este conocimiento tácito se adquiere tras años de experiencia y se deriva en parte de las actividades del experto que implican pensar, sentir y actuar. A menudo, los expertos hablan de la necesidad de "tener una idea de lo que estás haciendo". De hecho, la biografía de un Nobel en biología Lauriat (Barbara McClintock) tenía derecho, *Un sentimiento por el Organismo* (Keller, 1983). Nonaka y Takeuchi (1995) subrayan la importancia de capturar y utilizar el conocimiento del conocimiento tácito de expertos corporativos, si una empresa quiere convertirse en "el conocimiento creando empresa".

La mayoría de los métodos utilizados con anterioridad a los mapas conceptuales

consistía de varias formas de entrevistas y análisis con expertos, incluidos los estudios de caso de cómo los expertos lograron algunos logros notables (Hoffman *et al.*, 1995; Klein & Hoffman, 1992). De hecho, estos métodos siguen siendo muy populares entre muchos científicos cognitivos, la mayoría de los cuales no están familiarizados con el trabajo de Ausubel y el tipo de ideas epistemológicas en que se basan los mapas conceptuales. También utilizamos "entrevistas clínicas" en nuestro primer trabajo, como se señaló anteriormente, pero encontramos que es necesario inventar una mejor manera de representar lo que sabían nuestros estudiantes y cómo su conocimiento fue cambiando con el tiempo. En IHMC, empezamos a utilizar las entrevistas para identificar el conocimiento experto necesario para interpretar las lecturas de las salidas de equipo informático de una máquina diseñada para evaluar los problemas con las funciones del corazón, después de la inyección de un bolo de solución radioactiva, y para diagnosticar la disfunción coronaria (Ford *et al.*, 1991; Ford *et al.*, 1996). Sin embargo, cuando empezamos a hacer un mapa conceptual del conocimiento experto de un cardiólogo que, literalmente, "escribió el libro" sobre esta tecnología, era evidente que había conceptos que faltaban en el mapa y que el conocimiento "tácito" de nuestro experto no se expresaba plenamente en su libro o en nuestras entrevistas. Así, el mapa conceptual no sólo nos ha permitido representar el conocimiento del experto, sino también para encontrar lagunas en la estructura de conocimiento que se adjudicadora a través de entrevistas.

Aunque esperamos que las entrevistas, análisis de casos de estudio, "incidentes críticos" análisis y técnicas similares tendrán un valor en la extracción y representación del conocimiento experto, es probable que el producto final de estos estudios aún podría ser mejor representado en forma de mapas conceptuales, tal vez con algunos de los datos de las entrevistas y otra información presentada a través de iconos en los mapas.

En IHMC continuamos siendo muy activo en el área de captura y representación del conocimiento de expertos (Coffey *et al.*, 2002). Como el software CmapTools ha evolucionado, se ha convertido en una herramienta cada vez más útil para este trabajo, como lo demuestra el notable éxito de los recursos dispuestos en Marte en el Centro Ames de la NASA "para la exploración de Marte (Briggs *et al.*, 2004). La figura 16 muestra un "Home" mapa conceptual de la cartera de conocimiento que Briggs creó y la figura 17 muestra una de las muchas submapas que él creó. El conjunto de los mapas conceptuales pueden verse en: <http://cmex.ihmc.us>. Además de submapas, una gran variedad de recursos digitales se puede acceder a través de los mapas conceptuales. Muchos otros proyectos están representados en el IHMC Pública CmapServer accesible a través de CmapTools, incluyendo proyectos relacionados con el pronóstico del tiempo (Hoffman *et al.*, 2000, véase: <http://www.ihmc.us/research/projects/StormLK/>), Técnicos de electrónica (Coffey *et al.*, 2003) Y artesanías tailandesas tela.

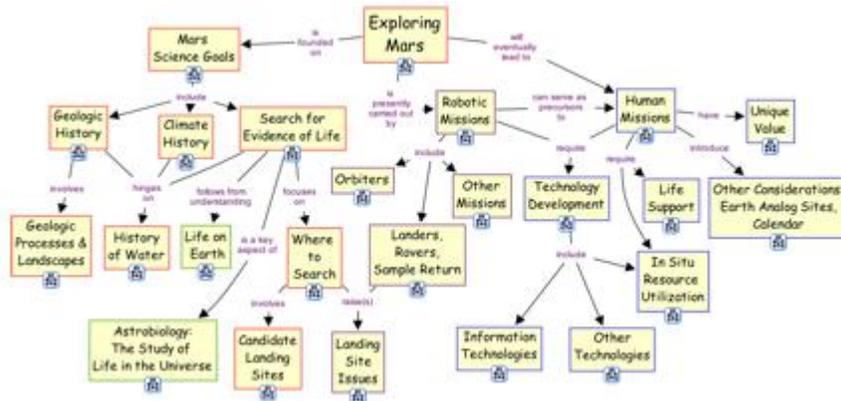


Figura 16. A "Home" mapa conceptual de la cartera de conocimiento creado por la NASA para la exploración de Marte.

(Click en la imagen para ampliarla)

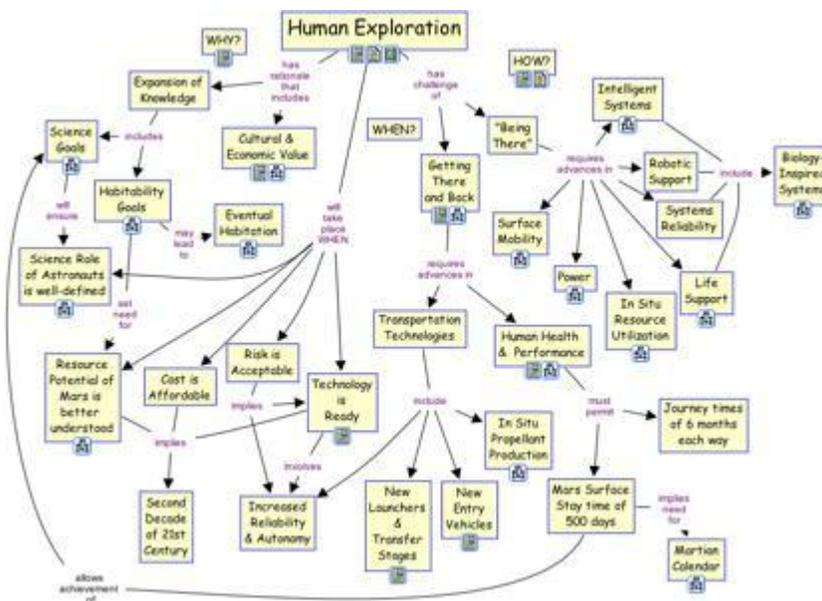


Figura 17. Un ejemplo de un mapa conceptual que se puede acceder a través de hacer clic en uno de los recursos asignados a un concepto en la Figura 16.

(Click en la imagen para ampliarla)

Conclusiones

En este trabajo hemos tratado de presentar los fundamentos teóricos y los orígenes de lo que llamamos *mapas conceptuales*. Mientras que al principio mapas mirada concepto puede parecer sólo otra representación gráfica de la información, la comprensión de las bases de esta herramienta y su uso

adecuado se conducir al usuario a ver que esto es realmente una herramienta de profunda y poderosa. Puede parecer al principio como un simple arreglo de las palabras en una jerarquía, pero cuando la atención se utiliza en la organización de los conceptos representados por las palabras, y las proposiciones o ideas se forman con palabras de enlace bien elegidos, uno empieza a ver que una buena mapa conceptual es a la vez simple, pero también elegante complejo con profundos significados. Los mapas conceptuales se ha demostrado ayudar a los alumnos aprender, los investigadores a crear nuevos conocimientos, los administradores de mejorar su estructura y gestión de las organizaciones, los escritores a escribir, y los evaluadores de aprendizaje evaluar. Como con cualquier herramienta, también puede ser mal utilizado, y nos han ilustrado algunos ejemplos de esto.

También queremos usar este documento como base para nuevos experimentos, la crítica y el diálogo sobre el uso de esta herramienta. El sitio web CmapTools brinda oportunidades para el intercambio vivo entre los usuarios e investigadores. Este documento en sí debería ser un documento "vivo", con revisiones periódicas que ocurren a medida que obtener nuevos conocimientos y experiencias con el uso de esta herramienta. Invitamos a todos los usuarios de los mapas conceptuales y CmapTools para participar en este diálogo.

Referencias

Anderson, R. O. (1992). Algunas relaciones entre modelos constructivistas del aprendizaje y la teoría neurobiológica actual, con implicaciones para la enseñanza de las ciencias. *Revista de Investigación en Enseñanza de las Ciencias*, 19(10), 1037-1058.

Ausubel, D. P. (1963). *La psicología del aprendizaje significativo verbal*. Nueva York: Grune y Stratton.

Ausubel, D. P. (1968). *La psicología educativa: una visión cognitiva*. Nueva York: Holt, Rinehart y Winston.

Ausubel, DP, Novak, JD, y Hanesian, H. (1978). *La psicología educativa: una visión cognitiva* (2ª ed.). Nueva York: Holt, Rinehart y Winston.

Bascones, J., & Novak, J. D. (1985). Alternativas de instrucción sistemas y el desarrollo de habilidades para resolver problemas de física. *Revista Europea de Ciencias de la Educación*, 7(3), 253-261.

Beirute, L., & Mayorga, L. F. (2004). [Los mapas conceptuales Poderosa Herramienta en la Resolución Alternativa de Conflictos](#). En AJ Cañas, JD Novak y FM González (Eds.), *Los mapas conceptuales: Teoría, metodología, tecnología. Actas de la 1ª Conferencia internacional sobre mapas conceptuales* (Vol. I). Pamplona, España: Pública Universidad de Navarra.

Berk, L. E. & Winsler, A. (1995). *Andamio aprendizaje de los niños: Vygotsky y la educación de la primera infancia*. Washington, DC: Asociación Nacional para la Educación de Niños Pequeños.

Bloom, B. S. (1956). *Taxonomía de los objetivos educativos; la clasificación de las metas educativas* (1ª ed.). Nueva York: Longmans Verde.

Bransford, J., Brown, AL, y Cocking, RR (Eds.). (1999). *¿Cómo la gente aprende: la experiencia del cerebro, la mente, y la escuela*. Washington, D.C.: National Academy Press.

Briggs, G., Shamma, DA, Cañas, AJ, Carff, R., Scargle, J., & Novak, JD (2004). [Los mapas conceptuales aplicados a la exploración de Marte de divulgación](#). En AJ Cañas, JD Novak y F. González (Eds.), *Los mapas conceptuales: Teoría, metodología, tecnología. Actas de la primera conferencia internacional sobre los mapas conceptuales* (Vol. I, pp. 109-116). Pamplona, España: Pública Universidad de Navarra.

Cañas, AJ, Carff, R., Colina, G., Carvalho, M., Arguedas, M., Eskridge, T., et al. (2005). Los mapas conceptuales: la integración de conocimiento y visualización de la información. En S.-O. Tergan & Keller T. (Eds.), *El conocimiento y la visualización de la información: La búsqueda de sinergias* (Pp. 205-219). Heidelberg / NY: Springer Notas conferencia en informática.

Cañas, AJ, Ford, KM, Brennan, J., Reichherzer, T., & Hayes, P. (1995). *La construcción del conocimiento y el intercambio de quórum*. Documento presentado en la Séptima Conferencia Mundial sobre la Inteligencia Artificial en la Educación, Washington DC.

Cañas, AJ, Ford, KM, Novak, JD, Hayes, P., Reichherzer, T., & Suri, N. (2001). Mapas conceptuales en línea: Mejorar el aprendizaje colaborativo mediante el uso de la tecnología con los mapas conceptuales. *El profesor de ciencias, de 68 años*(4), 49-51.

Cañas, AJ, Colina, G., Carff, R., Suri, N., Lott, J., Arroyo, M., et al. (2004a). CmapTools: Una rete por modellizare e condividere la conoscenza. En Spaziante A. (Ed.), *La comuna conoscenza vieneno pubblico bene: El software, Dati, saperi* (Pp. 51-62). Torino: CIS-Piemonte.

Cañas, AJ, Colina, G., Carff, R., Suri, N., Lott, J., Eskridge, T., et al. (2004b). [CmapTools: Un entorno de modelado del conocimiento y el intercambio](#). En AJ Cañas, JD Novak y FM González (Eds.), *Los mapas conceptuales: Teoría, metodología, tecnología. Actas de la primera conferencia internacional sobre los mapas conceptuales* (Vol. I, pp. 125-133). Pamplona, España: Pública Universidad de Navarra.

Cañas, AJ, Colina, G., Granados, A., Pérez, C., & Pérez, JD (2003a). [La arquitectura de la red de CmapTools](#) (Informe Técnico N° IHMC CmapTools 2003-01). Pensacola, FL: Instituto de Cognición Humana y de Máquinas.

Cañas, A. J., Colina, G., & Lott, J. (2003b). [Apoyo para la construcción de modelos de conocimiento en CmapTools](#) (Informe Técnico N° CmapTools IHMC 2003-02). Pensacola, FL: Instituto de Cognición Humana y de Máquinas.

Cañas, AJ, Colina, G., Lott, J., y Suri, N. (2003c). [Permisos y control de acceso](#)

[en CmapTools](#) (Informe Técnico N ° CmapTools IHMC 2003-03). Pensacola, FL: Instituto de Cognición Humana y de Máquinas.

Cañas, A. J., & Novak, J. D. (2005). *Un entorno de mapa conceptual centrado en el aprendizaje*. Ponencia presentada en el Simposio en la 11ª Conferencia Bienal de la Asociación Europea para la Investigación en el Aprendizaje y la Enseñanza (EARLI), Chipre.

Carvalho, MR, Hewett, R., & Cañas, AJ (2001). [Mejora de búsquedas en la web desde el concepto modelos de conocimiento basada en mapas](#). En Callaos N., Tinetti FG, JM Champarnaud & Lee JK (Eds.), *Actas del SCI 2001: Quinta multiconferencia en los sistemas, la cibernética y la informática* (Pp. 69-73). Orlando, FL: Instituto Internacional de Informática y Sistemática.

Coffey, JW, Cañas, AJ, Reichherzer, T., Colina, G., Suri, N., Carff, R., et al. (2003). El conocimiento de modelado y la creación de el-tecnología: un sistema de soporte de rendimiento para los técnicos electrónicos. *Sistemas Expertos con aplicaciones*, 25(4), 483-492.

Coffey, JW, Hoffman, RR, Cañas, AJ, y Ford, KM (2002). [Un concepto del mapa del enfoque basado en modelado de conocimiento para compartir el conocimiento experto](#). En Boumedine M. (Ed.), *Desarrollo de sistemas de conocimientos indígenas de 2002 - la conferencia internacional sobre IASTED información y el intercambio de conocimientos* (Pp. 212-217). Calgary, Canadá: Acta de prensa.

Derbentseva, N., Safayeni, F., & Cañas, AJ (2004). [Los experimentos sobre el efecto de la estructura del mapa y cuantificación concepto durante la construcción de mapas conceptuales](#). En AJ Cañas, JD Novak y FM González (Eds.), *Los mapas conceptuales: Teoría, metodología, la tecnología, los procedimientos de la primera conferencia internacional sobre los mapas conceptuales*. Pamplona, España: Pública Universidad de Navarra.

Derbentseva, N., Safayeni, F., & Cañas, AJ (2006). Los mapas conceptuales: Experimentos en el pensamiento dinámico. *Revista de Investigación en Enseñanza de las Ciencias*, 44 (3).

Edmondson, K. (2000). La evaluación de comprensión de la ciencia a través de mapas conceptuales. En J. Mintzes, J. & J. Wandersee Novak (Eds.), *La evaluación de comprensión de la ciencia* (Pp. 19-40). San Diego: Academic Press.

Edwards, J., & Fraser, K. (1983). Los mapas conceptuales como reflejos de la comprensión conceptual. *Investigación en Ciencias de la Educación*, 13, 19-26.

Ford, KM, Cañas, AJ, Pérez, J., Stahl, H., Novak, JD, y Adams-Webber, J. (1991). Iconkat: un conocimiento integrado constructivista adquisición de herramientas. *Adquisición de conocimientos*, 3, 215-236.

Ford, KM, Coffey, JW, Cañas, AJ, Andrews, EJ, y Turner, CW (1996). Diagnóstico y explicación por parte de un sistema experto de cardiología

nuclear. *Revista Internacional de Sistemas Expertos*, 9, 499-506.

Gardner, H. (1983). *Marcos de la mente: la teoría de las inteligencias múltiples*. Nueva York: Basic Books.

Hoffman, B. (1962). *La tiranía de las pruebas*. Nueva York: Corwell-Collier.

Hoffman, RR, Coffey, JW, y Ford, KM (2000). *Un estudio de caso en el paradigma de investigación de la computación centrada en el hombre: la experiencia local y los pronósticos meteorológicos. Informe sobre el contrato "centrado en el hombre prototipo de sistema"*. Washington, DC: Alianza Nacional de Tecnología.

Hoffman, RR, Shadbolt, NR, Buton, AM, & Klein, G. (1995). Conseguir que los conocimientos de los expertos: Un análisis metodológico. *Comportamiento Organizacional y Procesos de Diseño Humano, de 62 años(2)*, 129-158.

Holden, C. (1992). Estudio reprobaba la ciencia y matemáticas. *Ciencias de la Educación*, 26, 541.

Johnson, D., Maruyama, G., Johnson, R., Nelson, D., & Skon, L. (1981). Los efectos de la estructura cooperativa, la meta competitiva e individualista en el rendimiento: Un meta-análisis. *Psychological Bulletin*, 89, 47-62.

Keller, E. F. (1983). *Una sensación para el organismo: La vida y obra de Barbara McClintock*. San Francisco: W.H. Freeman.

Kirschner, PA, Sweller, J. & Clark, RE (2006). ¿Por qué una guía mínima durante ilnstruction no funciona: un análisis del fracaso de los constructivistas, el descubrimiento, basado en problemas, la experiencia, y la enseñanza basada en ilnquiry. *Psicóloga Educativa, de 41 años(2)*, 75-86.

Klein, G., y Hoffman, R. R. (1992). Al ver lo invisible: los aspectos perceptivo-cognitiva de especialización. En Robinowitz M. (Ed.), *fundaciones Ciencia Cognitiva de la instrucción* (Pp. 203-226). Mawah, N.J.: Lawrence Erlbaum.

Leake, DB, Maguitman, A., Reichherzer, T., Cañas, AJ, Carvalho, M., Arguedas, M., et al. (2004). Googleando de un mapa conceptual: Hacia la formación de consulta automática de conceptos basada en mapas. En AJ Cañas, JD Novak y FM González (Eds.), *Los mapas conceptuales: Teoría, metodología, tecnología. Actas de la primera conferencia internacional sobre los mapas conceptuales* (Vol. I, pp. 409-416). Pamplona, España: Pública Universidad de Navarra.

Macnamara, J. (1982). *Los nombres para las cosas: Un estudio del aprendizaje humano*. Cambridge, MA: M.I.T. Prensa.

Mayer, R. E. (2004). No debería ser una regla de tres ataques en contra de Discovery puro aprendizaje? El caso de Métodos guiadas de Instrucción. *American Psychologist*, 59(1), 14-19.

Miller, G. A. (1956). El número mágico siete, más o menos dos: algunos límites

de nuestra capacidad para procesar información. *Psychological Review*, 63, 81-97.

Mintzes, JJ, Wandersee, JH, y Novak, JD (1998). *Enseñanza para la comprensión de la ciencia: una visión constructivista humanos*. San Diego: Academic Press.

Mintzes, JJ, Wandersee, JH, y Novak, JD (2000). *La evaluación de comprensión de la ciencia: una visión constructivista humanos*. San Diego: Academic Press.

Nickerson, R. & S. Adams, M. J. (1997). La memoria a largo plazo para un objetivo común. *Psicología Cognitiva*, 11, 287-307.

Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *La empresa de creación de conocimiento: Cómo las compañías japonesas crean la dinámica de la innovación*. Nueva York: Oxford University Press.

Novak, J. D. (1977). *Una teoría de la educación*. Ithaca, NY: Cornell University Press.

Novak, J. D. (1990). Los mapas conceptuales y diagramas en V: Dos herramientas metacognitivas para la educación científica y matemática. *Instructional Science*, 19, 29-52.

Novak, J. D. (1991). Aclarar con los mapas conceptuales: una herramienta para estudiantes y profesores. *El profesor de ciencias, de 58 años*, 45-49.

Novak, J. D. (1993). constructivismo humanos: la unificación de los fenómenos psicológicos y epistemológicos en la creación de sentido. *Revista Internacional de Psicología constructo personal*, 6, 167-193.

Novak, J. D. (1998). *Aprender, crear, y utilizar el conocimiento: mapas conceptuales como herramientas de facilitación en las escuelas y las empresas*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Novak, J. D. (2002). Significativas de aprendizaje: El factor esencial para el cambio conceptual en las jerarquías proposicionales limitada o convenientes (liphs) que conduce al empoderamiento de los educandos. *Ciencias de la Educación*, 86(4), 548-571.

Novak, J. D., y Gowin, D. B. (1984). *Aprender a aprender*. Nueva York, NY: Cambridge University Press.

Novak, J. D., & Musonda, D. (1991). Un estudio longitudinal de doce años de concepto aprendizaje de las ciencias. *American Educational Research Journal*, 28(1), 117-153.

Novak, J. D., & Wandersee, J. (1991). Coeditores, número especial sobre los mapas conceptuales. *Revista de Investigación en Enseñanza de las Ciencias*, 28(10).

O'Donnell, A., Dansereau, D., & Hall, RH (2002). Mapas del conocimiento como andamios para el procesamiento cognitivo. *Educación Psychology Review*, 14, 71-86.

Penfield, W. & Perot, P. (1963). Registro Cerebral de Auditivo y Visual Experience: A final de resumen y discusión. *Cerebro*, 86, 595-697.

Preszler, R. W. (2004). mapeo Cooperativa concepto mejora el rendimiento en la biología. *Diario de la enseñanza Facultad de Ciencias*, 33, 30-35.

Schneps, M. (1989). *proyecto universo privado*: Universidad de Harvard.

Shepard, R. N. (1967). Memoria de reconocimiento de palabras, frases e imágenes. *Diario de Aprendizaje verbal y conducta verbal*, 6, 156-163.

Sperling, G. (1960). La información disponible en breve las presentaciones visuales, *Monografías Psicología: General y Aplicada*, 74 (11), 1-30.

Sperling, G. (1963). Un modelo para las tareas de memoria visual, *Factores Humanos*, 5, 19-31.

Sweller, J., Krischner, P. A & Clark, RE (2007). ¿Por qué las técnicas de enseñanza guiada mínimamente no funcionan: una respuesta a los comentarios. *Psicología Educativa*, 42(2), 115-121.

Tsien, J. Z. (2007). La memoria, *Scientific American*, Julio, 52-59.

Valittuti, G. (2004). Comunicación personal.

Vitale, M. R., & Romance, N. R. (2000). Carteras en la evaluación de la ciencia: un modelo basado en el conocimiento de prácticas en el aula. En Mintzes JJ, Wandersee JH & JD Novak (Eds.), *La evaluación de comprensión de la ciencia: una visión constructivista humanos*. San Diego, CA: Academic Press.

Vygotsky, L., & Cole, M. (1978). *Mente en la sociedad: El desarrollo de procesos psicológicos superiores*. Cambridge: Harvard University Press.

[1] Publicado 22 de enero 2008. Citar como: "Novak, JD & AJ Cañas, La Teoría Subyacente a los Mapas Conceptuales y cómo construirlos, el Informe Técnico IHMC CmapTools 2006-01

Rev 01-2008, Florida Institute for Human and Cognition Machine, de 2008", disponible en:
<http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>.

[2] Ir a la <http://cmapdp.ihmc.us>, Haga clic en "IHMC Pública Cmaps (2)", y luego seleccione la opción "El mundo de la ciencia" carpeta.

[3] *El mundo de la Ciencia* libros fueron publicados en 1966 y algunas de las figuras son de fecha.