

MAPAS CONCEPTUALES Y APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO EM CIENCIAS¹

Marco Antonio Moreira
Instituto de Física, UFRGS
Caixa Postal 15051, Campus
91501-970 Porto Alegre, RS, Brasil
www.if.ufrgs.br/~moreira

Resumen

Mapas conceptuales son propuestos como una estrategia potencialmente facilitadora de un aprendizaje significativo. Asimismo, su fundamentación teórica es presentada y ejemplos son dados en el área de ciencias.

Palabras-clave: mapas conceptuales, aprendizaje significativo, enseñanza de las ciencias.

Abstract

Concept maps are proposed as a strategy potentially useful to facilitate meaningful learning. In addition, its theoretical background is presented and some examples are given in the area of sciences.

Keywords: concept maps, meaningful learning, science teaching.

Qué son los mapas conceptuales

De una manera general, los mapas conceptuales, o mapas de conceptos, son sólo diagramas que indican relaciones entre conceptos, o entre palabras que usamos para representar conceptos. Las figuras 1 y 2 muestran dos de esos diagramas, uno en el área de Ciencias y otro, más específico, en Biología.

Aunque normalmente tengan una organización jerárquica y muchas veces incluyan flechas, estos diagramas no deben ser confundidos con organigramas o diagramas de flujo, pues no implican secuencia, temporalidad o direccionalidad, ni tampoco jerarquías “organizacionales” o de poder. Los mapas conceptuales son diagramas de significados, de relaciones significativas; en todo caso, de jerarquías conceptuales. Eso los diferencia también de las redes semánticas que no necesariamente se organizan por niveles jerárquicos y que no necesariamente incluyen sólo conceptos. Mapas conceptuales tampoco deben ser confundidos con mapas mentales los cuales son asociacionistas, no se ocupan de relaciones entre conceptos, incluyen cosas que no son conceptos y no son organizados jerárquicamente.

Muchas veces se utilizan figuras geométricas – elipses, rectángulos, círculos – al trazar los mapas de conceptos, pero estas figuras son, en principio, irrelevantes. El uso de figuras puede estar vinculado a determinadas reglas como, por ejemplo, la de que los conceptos más generales, mas abarcativos, deben estar dentro de elipses y que los conceptos más específicos, dentro de rectángulos. Sin embargo, en principio, las figuras geométricas no significan nada en un mapa conceptual. Tampoco significan nada la extensión y la forma de

¹ Adaptado y actualizado, en 1997, de un trabajo con el mismo título publicado en portugués en O ENSINO. Revista Galáico Portuguesa de Sócio Pedagogia y Sócio-Lingüística, Pontevedra/Galícia/España y Braga/Portugal, Nº 23 a 28: 87-95, 1988. Republicado en portugués en *Cadernos do Aplicação*, Porto Alegre, 11(2): 143-156, 1998. Traducción de **Ileana María Greca**. Revisado y actualizado en 2005. Publicado en español en la *Revista Chilena de Educación en Ciencias*, 4(2): 38-44, 2005.

las líneas que unen los conceptos en uno de esos diagramas, a no ser que estén asociadas a ciertas reglas. El hecho de que dos conceptos estén unidos por una línea es importante porque significa que para quien hizo el mapa existe una relación entre esos conceptos, pero el tamaño y la forma de esa línea son, a priori, arbitrarios.

Los mapas conceptuales pueden seguir un modelo jerárquico en el que los conceptos más inclusivos están en el tope de la jerarquía (parte superior del mapa) y los conceptos específicos, poco abarcativos, están en la base (parte inferior del mapa). Pero ése es simplemente un modelo. Los mapas conceptuales no precisan tener ese tipo de jerarquía. Por otro lado, siempre debe quedar claro en el mapa cuáles son los conceptos contextualmente más importantes y cuáles los secundarios o específicos. Las flechas pueden utilizarse para dar una idea de dirección a determinadas relaciones conceptuales, pero no obligatoriamente.

Se pueden, entonces, definir ciertas directrices para trazar mapas conceptuales, como la regla de las figuras, mencionada antes, o de la organización jerárquica piramidal, pero son directrices contextuales, o sea, válidas, por ejemplo, para una investigación o para una determinada situación en el aula. No hay reglas fijas generales para el trazado de mapas conceptuales. Lo importante es que el mapa sea un instrumento capaz de poner en evidencia los significados atribuidos a los conceptos y relaciones entre conceptos en el contexto de un cuerpo de conocimiento, de una disciplina, de una materia de enseñanza. Por ejemplo, si el individuo que hace el mapa, ya sea profesor o alumno, une dos conceptos, a través de una línea, debe ser capaz de explicar el significado de la relación que ve entre esos conceptos.

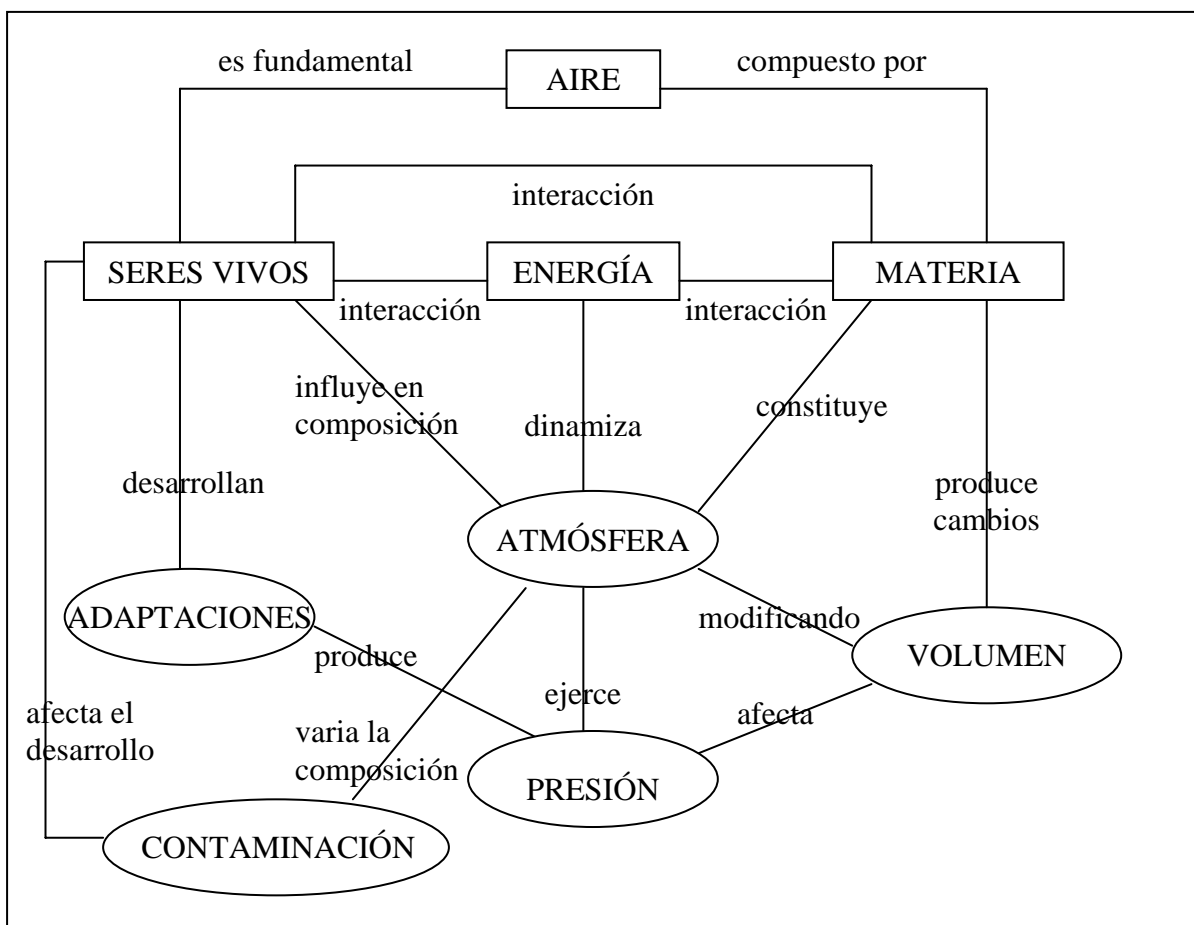


Figura 1: Mapa conceptual para el núcleo interdisciplinario del 1^{er} año, elaborado por los profesores Hugo Fernández, Marta Ramírez y Ana Schnersch en un taller sobre mapas conceptuales realizado en el CRUB Bariloche, Argentina, 1994.

Una o dos palabras-claves escritas sobre esa línea (ver figuras 1 y 2) pueden ser suficientes para explicitar la naturaleza de esa relación. Los dos conceptos más las palabras-claves forman una proposición y ésta pone en evidencia el significado de la relación conceptual. Por esta razón, el uso de palabras-clave sobre las líneas conectando conceptos es importante y debe ser incentivado en la confección de los mapas conceptuales, pero este recurso no los torna autoexplicativos. Los mapas conceptuales deben ser explicados por quien los hace; al exponerlos, la persona externaliza significados. Ahí reside el mayor valor de un mapa conceptual. Claro que la externalización de significados puede ser obtenida de otras maneras; sin embargo, los mapas conceptuales son particularmente adecuados para esa finalidad.

Cómo pueden usarse

El mapeamiento conceptual es una técnica muy flexible, y por eso puede ser usado en diversas situaciones, para diferentes finalidades: instrumento de análisis del currículum, técnica didáctica, recurso de aprendizaje, medio de evaluación (Moreira y Buchweitz, 1993).

Es posible trazar un mapa para una única clase, para una unidad de estudio, para un curso y hasta para un programa educacional completo. La diferencia está en el grado de generalización e inclusión de los conceptos colocados en el mapa. Un mapa que envuelva apenas conceptos generales, inclusivos y “organizacionales” puede ser usado como referencial para la planificación de un curso entero, mientras que un mapa que sólo incluya conceptos específicos, poco inclusivos, puede ayudar en la selección de determinados materiales instruccionales. Esto significa que los mapas conceptuales pueden ser importantes mecanismos para focalizar la atención del planificador del currículum en la distinción entre el contenido que se espera que sea aprendido y aquel que sirve de vehículo de aprendizaje. El contenido curricular está documentado en fuentes de conocimiento tales como artículos de investigación, ensayos, poemas, libros. Los mapas conceptuales pueden ser útiles en el análisis de esos documentos con la finalidad de adecuar para la instrucción el conocimiento contenido en ellos. Se considera aquí que el currículum se refiere al conjunto de conocimientos. Así, el análisis de la estructura del conocimiento implica el análisis del currículum y el mapeamiento conceptual puede ser un instrumento útil en ese análisis.

De manera análoga, los mapas conceptuales pueden usarse para mostrar relaciones significativas entre los conceptos enseñados en una sola clase, en una unidad de estudio o en un curso entero. Son representaciones concisas de las estructuras conceptuales que están siendo enseñadas y como tal, probablemente facilitan el aprendizaje de esas estructuras. Sin embargo, a diferencia de otros materiales didácticos, los mapas conceptuales no son auto-instructivos: deben ser explicados por el profesor. Además, aunque puedan usarse para dar una visión general del tema en estudio es preferible usarlos cuando los alumnos ya tienen una cierta familiaridad en el asunto, de modo que sean potencialmente significativos y permitan la integración, reconciliación y diferenciación de significados de conceptos (Moreira, 1980).

En la medida en que los alumnos utilicen mapas conceptuales para integrar, reconciliar y diferenciar conceptos; en la medida en que usen esa técnica para analizar artículos, textos, capítulos de libros, novelas, experimentos de laboratorio y otros materiales educativos del currículum, estarán usando el mapeamiento conceptual como un recurso de aprendizaje.

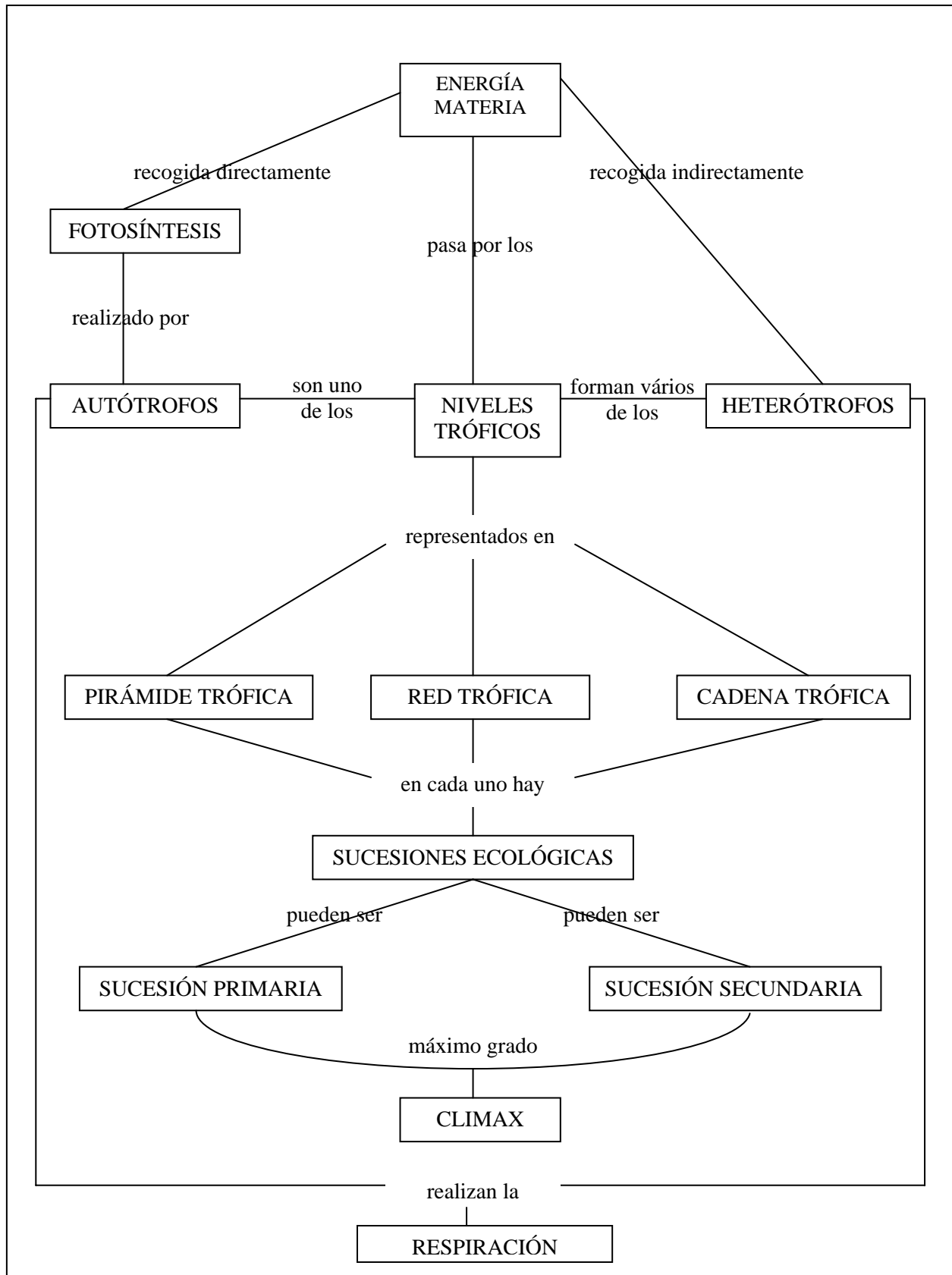


Figura 2: Mapa conceptual elaborado por un grupo de estudiantes de 1º BUP (14/15 años) para la dinámica de los ecosistemas. (Curso 1995/96). (Cedido por la Profesora M^a Luz Rodríguez Palmero, I.B.. Dr. Antonio González y González, Tejina, La Laguna, Sta. Cruz de Tenerife).

Como instrumento de evaluación del aprendizaje, los mapas conceptuales pueden utilizarse para obtener una visualización de la organización conceptual que el aprendiz atribuye a un determinado conocimiento. Se trata básicamente de una técnica no tradicional de evaluación que busca informaciones sobre los significados y relaciones significativas entre conceptos-claves de la materia de enseñanza desde el punto de vista del alumno.

Fundamentación teórica

La teoría que está por detrás del mapeamiento conceptual es la teoría cognitiva de aprendizaje de David Ausubel (Ausubel et al., 1978, 1980, 1981; Ausubel, 2002; Moreira y Masini, 1982, 2006; Moreira, 1983, 1999, 2000, 2006). Sin embargo, se trata de una técnica desarrollada a mediados de la década de los setenta por Joseph Novak y sus colaboradores en la Universidad de Cornell, en los Estados Unidos. Ausubel nunca habló en su teoría de mapas conceptuales.

El concepto básico de la teoría de Ausubel es el de aprendizaje significativo. Un aprendizaje se dice significativo cuando una nueva información (concepto, idea, proposición) adquiere significados para el aprendiz a través de una especie de anclaje en aspectos relevantes de la estructura cognitiva preexistente del individuo, o sea en conceptos, ideas, proposiciones ya existentes en su estructura de conocimientos (o de significados) con determinado grado de claridad, estabilidad y diferenciación. Esos aspectos relevantes de la estructura cognitiva que sirven de anclaje para la nueva información reciben el nombre de subsunores, o subsumidores. Sin embargo, el término anclar, a pesar de ser útil como una primera idea de lo que es el aprendizaje significativo, no da una imagen de la dinámica del proceso. El aprendizaje significativo hay una interacción entre el nuevo conocimiento y el ya existente, en la cual ambos se modifican. En la medida en que el conocimiento sirve de base para la atribución de significados a la nueva información, él también se modifica, o sea, los subsunores van adquiriendo nuevos significados, tornándose más diferenciados, más estables. Se forman nuevos subsunores; los subsunores interactúan entre sí. La estructura cognitiva está constantemente reestructurándose durante el aprendizaje significativo. El proceso es dinámico; el conocimiento va siendo construido.

En el aprendizaje significativo, el nuevo conocimiento nunca es internalizado de manera literal porque en el momento en que pasa a tener significado para el aprendiz, entra en escena el componente idiosincrásico de la significación. Aprender significativamente implica atribuir significados y éstos siempre tienen componentes personales. El aprendizaje sin atribución de significados personales, sin relación con el conocimiento preexistente, es mecánico, no significativo. En el aprendizaje mecánico el nuevo conocimiento es almacenado de manera arbitraria y literal en la mente del individuo. Esto no significa que ese conocimiento sea almacenado en un vacío cognitivo, sino que no interactúa significativamente con la estructura cognitiva preexistente, no adquiere significados. Durante un cierto período de tiempo la persona inclusive es capaz de reproducir lo que fue aprendido mecánicamente, pero no significa nada para ella.

En el curso del aprendizaje significativo, los conceptos que interactúan con el nuevo conocimiento y que sirven de base para la atribución de nuevos significados, van también modificándose en función de esa interacción, o sea van adquiriendo nuevos significados y diferenciándose progresivamente. Imagínese, por ejemplo, el concepto de “conservación”, su

adquisición diferenciada en ciencias es progresiva: a medida que el aprendiz va aprendiendo significativamente lo que es conservación de la energía, conservación de la carga eléctrica, conservación de la cantidad de movimiento, el subsunsores “conservación” se va tornando cada vez más elaborado, más diferenciado, más capaz de servir de ancla para la atribución de significados a nuevos conocimientos. Este proceso característico de la estructura cognitiva se llama diferenciación progresiva.

Otro proceso que ocurre en el curso del aprendizaje significativo es el establecimiento de relaciones entre ideas, conceptos, proposiciones ya establecidos en la estructura cognitiva, o sea, relaciones entre subsunsores. Los elementos que ya existen en la estructura cognitiva con determinado grado de claridad, estabilidad y diferenciación son percibidos como relacionados, adquieren nuevos significados y llevan a una reorganización de la estructura cognitiva. Es lo que ocurriría, por ejemplo, si el alumno que tuviese conceptos de campo eléctrico y magnético claros y estables en su estructura cognitiva los percibiese como si estuvieran intimamente relacionados y organizase sus significados de manera que los viera como manifestaciones de un concepto más abarcativo como es el de campo electromagnético. Esa recombinação de elementos, esa reorganización cognitiva, ese tipo de relación significativa, es el conocido como reconciliación integrativa o integradora.

La reconciliación integrativa y la diferenciación progresiva son dos procesos relacionados que ocurren en el curso del aprendizaje significativo. Todo aprendizaje que resulte en una reconciliación integrativa resultará también en una diferenciación progresiva adicional de conceptos y proposiciones. La reconciliación integrativa es una forma de diferenciación progresiva de la estructura cognitiva. Es un proceso cuyo resultado es el delineamiento explícito de diferencias y similitudes entre ideas relacionadas.

Los mapas conceptuales fueron desarrollados para promover el aprendizaje significativo. El análisis del currículo y de la enseñanza bajo un enfoque ausubeliano, implican, en términos de significados: 1) identificar la estructura de significados que es aceptada en el contexto de la materia de enseñanza; 2) identificar los subsunsores (significados) necesarios para el aprendizaje significativo de la materia de enseñanza; 3) identificar los significados preexistentes en la estructura cognitiva del aprendiz; 4) organizar secuencialmente el contenido y seleccionar los materiales curriculares, usando las ideas de la diferenciación progresiva y de la reconciliación integrativa como principios programáticos; 5) enseñar usando organizadores previos, para hacer puentes entre los significados que el alumno ya tiene y los que precisaría tener para aprender significativamente la materia de enseñanza, así como para establecer relaciones explícitas entre el nuevo conocimiento y aquel ya existente y adecuado para dar significados a los nuevos materiales de aprendizaje.

Los mapas conceptuales pueden ser utilizados como recursos en todas esas etapas, así como en la obtención de evidencias de aprendizaje significativo, o sea, en la evaluación cualitativa, interpretativa, del aprendizaje. La Figura 3 presenta un mapa conceptual sobre algunos conceptos básicos de la teoría de Ausubel, tanto para estructurar lo que se ha indicado en esta sección como para dar otro ejemplo de mapa conceptual.

Mapas conceptuales y aprendizaje significativo

Como el aprendizaje significativo implica necesariamente la atribución de significados idiosincrásicos, los mapas conceptuales, trazados por profesores y alumnos reflejarán tales significados. Eso quiere decir que tanto los mapas usados por profesores como recurso

didáctico como los mapas hechos por alumnos en una evaluación, tienen componentes idiosincrásicos. Esto significa que no existe un mapa conceptual “correcto”. Un profesor nunca debe representar a sus alumnos *el* mapa conceptual de cierto contenido sino *un* mapa conceptual para ese contenido de acuerdo con los significados que él o ella atribuye a los conceptos y a las relaciones significativas entre ellos. De la misma manera, nunca se debe esperar que el alumno presente en una evaluación el mapa conceptual “correcto” de un cierto contenido. Eso no existe. Lo que el alumno presenta es su mapa y lo importante no es si ese mapa está correcto o no, sino si da evidencias de que el alumno está aprendiendo significativamente el contenido.

Naturalmente, al enseñar, el profesor tiene la intención de que el alumno adquiera ciertos significados que son aceptados en el contexto de la materia de enseñanza y que son compartidos por una cierta comunidad de usuarios. La enseñanza pretende que el alumno también comparta esos significados. Los mapas conceptuales pueden ser valiosos en la consecución de ese objetivo y pueden brindar información sobre cómo está siendo alcanzado. Pero las mapas conceptuales – tanto los del alumno como los del profesor – tienen significados personales. Basta pedir a dos profesores, con igual conocimiento, que tracen un mapa de conceptos para cierto contenido: sus mapas tendrán semejanzas y diferencias. Los dos mapas pueden evidenciar una buena comprensión de la materia sin que se pueda decir que uno es mejor que el otro, y mucho menos que uno es cierto y otro es errado. Esto mismo es válido en relación con los mapas conceptuales trazados por dos alumnos en la evaluación del aprendizaje de un mismo contenido. Sin embargo es preciso tener cuidado para no caer en un relativismo donde “todo vale”: algunos mapas son definitivamente pobres y sugieren falta de comprensión.

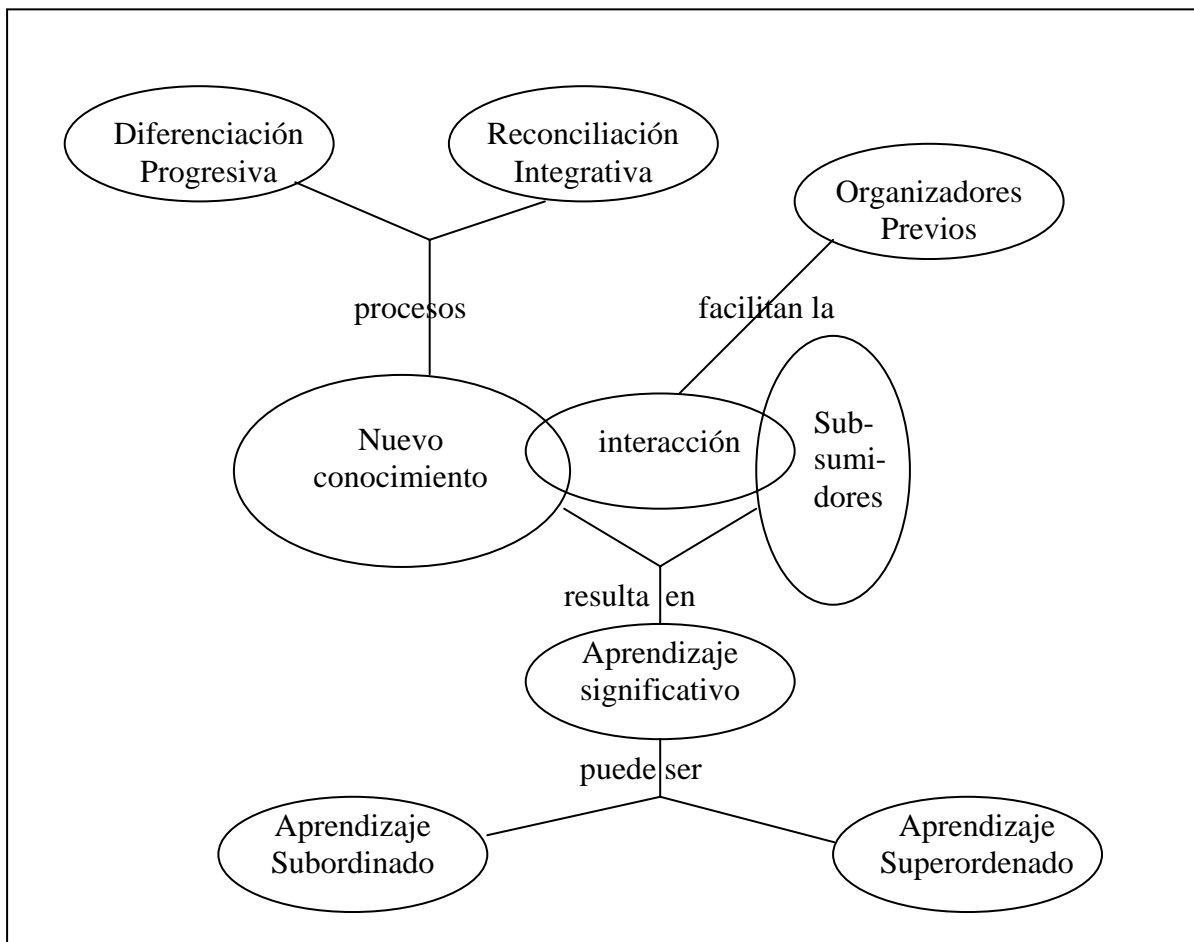


Figura 3: Algunos conceptos básicos de la teoría de Ausubel (Moreira y Buchweitz, 1993).

En el momento en el que un profesor presente a un alumno un mapa conceptual como siendo *el* mapa correcto de un cierto contenido, o cuando le exija un mapa correcto, promoverá (como muchos otros recursos instruccionales) el aprendizaje mecánico en detrimento del aprendizaje significativo. Los mapas conceptuales son dinámicos, están cambiando constantemente en el transcurso del aprendizaje significativo. Si el aprendizaje es significativo, la estructura cognitiva está constantemente reorganizándose por diferenciación progresiva y reconciliación integrativa y, en consecuencia, los mapas trazados hoy serán distintos de los trazados mañana.

De todo esto fácilmente se desprende que los mapas conceptuales son instrumentos diferentes y que no tiene mucho sentido querer evaluarlos como se evalúa un test de múltiple elección o un problema numérico. El análisis de los mapas conceptuales es esencialmente cualitativo. El profesor en vez de preocuparse por atribuir una puntuación al mapa trazado por el alumno, debe procurar interpretar la información dada por el mismo en el mapa con el fin de obtener evidencias de la existencia de aprendizaje significativo. Las explicaciones del alumno en relación a su mapa, tanto orales como escritas, facilitan la tarea del profesor en ese sentido. Ciertamente, todo lo dicho hasta aquí sobre los mapas conceptuales puede dar la idea de que es un recurso instruccional de poca utilidad porque es muy personal y de difícil evaluación (en el sentido de cuantificación). De hecho, mirado desde una perspectiva convencional, los mapas conceptuales pueden no ser muy atractivos ni para los profesores – que pueden preferir la seguridad de enseñar contenidos sin mucho margen para interpretaciones personales – ni para los alumnos – habituados a memorizar contenidos para reproducirlos en las evaluaciones. En la enseñanza convencional no hay mucho lugar para la externalización de significados ni para el aprendizaje significativo. Los mapas conceptuales apuntan en otra dirección, requiriendo otro enfoque para la enseñanza y el aprendizaje.

Conclusión

Aparentemente simples y a veces confundidos con esquemas o diagramas “organizacionales”, los mapas conceptuales son instrumentos que pueden llevar a profundas modificaciones en la manera de enseñar, de evaluar y de aprender. Procuran incentivar el aprendizaje significativo y entran en conflicto con técnicas dirigidas para el aprendizaje mecánico. Si son utilizados con toda su potencialidad, esto implica atribuir nuevos significados a los conceptos de enseñanza, aprendizaje y evaluación. Por eso mismo, a pesar de que pueden ser encontrados en la literatura trabajos sobre mapas conceptuales aún en los años setenta (e.g., Moreira, 1979), hasta hoy el uso de mapas conceptuales no se incorporó a la rutina de las clases.

Sin embargo, existen relatos de estudios con mapas conceptuales en las áreas más diversas y en todos niveles de escolaridad (e.g., Novak y Gowin, 1984, 1988, 1996; Marli Moreira, 1988). La figura 4 es un mapa en el área de la epistemología para terminar dándole al lector un ejemplo más de mapa conceptual.

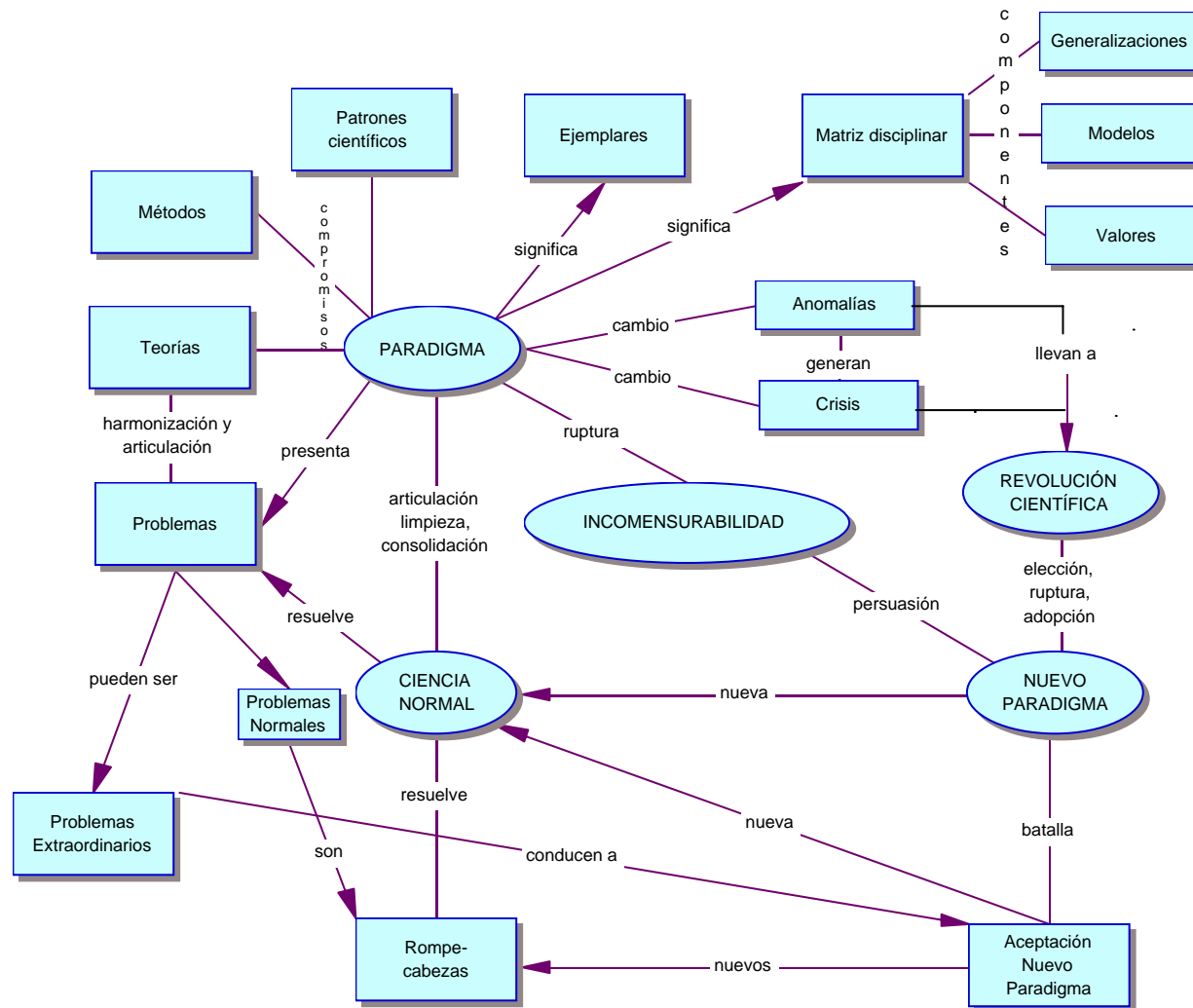


Figura 4. Un mapa conceptual para la epistemología de Kuhn.

Referencias

- Ausubel, D.P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento*. Una perspectiva cognitiva. Barcelona: Paidós.
- Ausubel, D.P., Novak, J.D. and Hanesian, H. (1978). *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston. Publicado en portugués por la Editora Interamericana, Rio de Janeiro, 1980. En español por Editorial Trillas, México, 1981. Reimpreso en inglés por Werbel & Peck, New York, 1986.
- Moreira, M.A. (1979). Concept maps in physics teaching. *Journal of College Science Teaching*, 8(5): 283-286.
- Moreira, M.A. (1980). Mapas conceituais como instrumentos para promover a diferenciação conceitual progressiva e a reconciliação integrativa. *Ciência e Cultura*, 32(4): 474-479.
- Moreira, M.A. (1983). *Uma abordagem cognitivista no ensino da Física*. Porto Alegre: Editora da Universidade.
- Moreira, M.A. (1999). *Aprendizagem significativa*. Brasília: Editora da UnB.
- Moreira, M.A. (2000). *Aprendizaje significativo: teoría y práctica*. Madrid: Visor Dis., S.A.
- Moreira, M.A. (2006). *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília: Editora da UnB.
- Moreira, M.A. e Buchweitz, B. (1993). *Novas estratégias de ensino e aprendizagem: os mapas conceituais e o Vê epistemológico*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- Moreira, M.A. e Masini, E.A.F.S. (1992). *Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel*. São Paulo: Editora Moraes. 2ª ed. (2006).
- Moreira, M.M. (1988). The use of concept maps and the five questions in a foreign language classroom: effects on interaction. Tesis de doctorado. Ithaca, NY, Cornell University, U.S.A.
- Novak, J.D. y Gowin, D.B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca. Traducción al español del original *Learning how to learn*. (1984). Cambridge University Press. Traducido al portugués como *Aprender a aprender*. (1996). Lisboa: Plátano Edições Técnicas.

Apéndice

En el apéndice se presentan unas breves indicaciones que pueden ser útiles en la construcción de mapas conceptuales. Sin embargo, Estas indicaciones no deben ser consideradas como una “receta” para hacer mapas conceptuales.

Apéndice

Como construir un mapa conceptual

1. *Identifique los conceptos-clave* del contenido que va a mapear y póngalos en una lista. Limite el número de conceptos entre 6 y 10.
2. Ordene los conceptos poniendo el (los) más general (es), más inclusivo(s), en el tope del mapa y gradualmente vaya colocando los demás hasta completar el mapa según el modelo de la diferenciación progresiva. Algunas veces es difícil identificar los conceptos más generales, más inclusivos; en ese caso, es útil analizar el contexto en el cual los conceptos se están considerando o tener una idea de la situación en la que esos conceptos deben ser ordenados.
3. Si el mapa se refiere, por ejemplo, a un párrafo de un texto, el número de conceptos está limitado por el propio párrafo. Si el mapa se refiere a su conocimiento además del texto, pueden incorporarse al mapa conceptos más específicos.
4. Conecte los conceptos con líneas y rotule las líneas con una o más palabras-clave que definan la relación entre los conceptos. Los conceptos y las palabras deben formar una proposición explicitando el significado de la relación.
5. Flechas pueden ser usadas cuándo se quiere dar un sentido a la relación. Sin embargo, el uso de muchas flechas termina por transformar el mapa conceptual en un diagrama de flujo.
6. Evite palabras que sólo indican relaciones triviales entre los conceptos. Busque relaciones horizontales y cruzadas.
7. Ejemplos específicos pueden agregarse al mapa debajo de los conceptos correspondientes. En general, los ejemplos quedan en la parte inferior del mapa.
8. En general, el primer intento de mapa tiene una simetría pobre y algunos conceptos o grupos de ellos están mal ubicados respecto a otros que están más estrechamente relacionados. Reconstruir el mapa es útil en ese caso.
9. Quizás en ese punto Ud. ya puede imaginar otras maneras de hacer el mapa. Acuérdesse de que no existe una única manera de trazar un mapa conceptual. A medida que cambia su comprensión de las relaciones entre los conceptos, el mapa también cambia. *Un mapa conceptual es dinámico, refleja la comprensión conceptual de quien hace el mapa en el momento en el que lo hace.*
10. Comparta su mapa conceptual con sus compañeros y examine los mapas de ellos. Aclare significados. Pregunte significados. El mapa conceptual es un buen instrumento para compartir, intercambiar y “negociar” significados.