

*Subsidios Didácticos para el Profesor Investigador en
Enseñanza de las Ciencias*

*Mapas Conceptuales, Diagramas V, Organizadores
Previos y Unidades de Enseñanza Potencialmente
Significativas*



Marco A. Moreira

*Porto Alegre, Brasil
2009, 2016*

Ficha de presentación

Tipo de publicación: Conjunto de artículos sobre posibles estrategias facilitadoras del *aprendizaje significativo* con el objetivo de subsidiar didácticamente el profesor investigador, en particular del área de ciencias.

Autor: *Marco A. Moreira* – Instituto de Física, UFRGS, Brasil

Fecha y local: 2009 (1ª edición), 2016 (2ª edición revisada) Porto Alegre, Brasil.

Otras publicaciones de la misma serie

Subsidios teóricos – **Comportamentalismo, constructivismo y humanismo**

Subsidios teóricos – **La teoría del aprendizaje significativo**

Subsidios epistemológicos – **Epistemologías del siglo XX**

Subsidios metodológicos – **Investigación en Enseñanza: Métodos cuantitativos y cualitativos**

Subsidios metodológicos – **Investigación en Enseñanza: Aspectos metodológicos**

Sumario^{*}

Mapas conceptuales y aprendizaje significativo.....	4
Diagramas V y aprendizaje significativo.....	17
Organizadores previos y aprendizaje significativo.....	29
Negociación de significados y aprendizaje significativo.....	40
Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas.....	49

* Utilizar siempre las referencias originales de los artículos ya publicados.

Mapas Conceptuales y Aprendizaje Significativo en Ciencias¹

Marco Antonio 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 las líneas que

¹ Adaptado y actualizado, en 1997, de un trabajo con el mismo título publicado en portugués en O ENSINO. Revista Galaico Portuguesa de Sócio Pedagogia y Sócio-Lingüística, Pontevedra/Galicia/España y Braga/Portugal, nº 23 a 28:87-95, 1988. Republicado em portugués en *Cadernos do Aplicação*, Porto Alegre, 11(2): 143-156, 1998. Traducción de **Ileana Maria Greca**. Revisado y actualizado en 2005. Publicado en español en la *Revista Chilena de Educación Científica*, 4(2): 38-44, 2005. Revisado en 2016.

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.

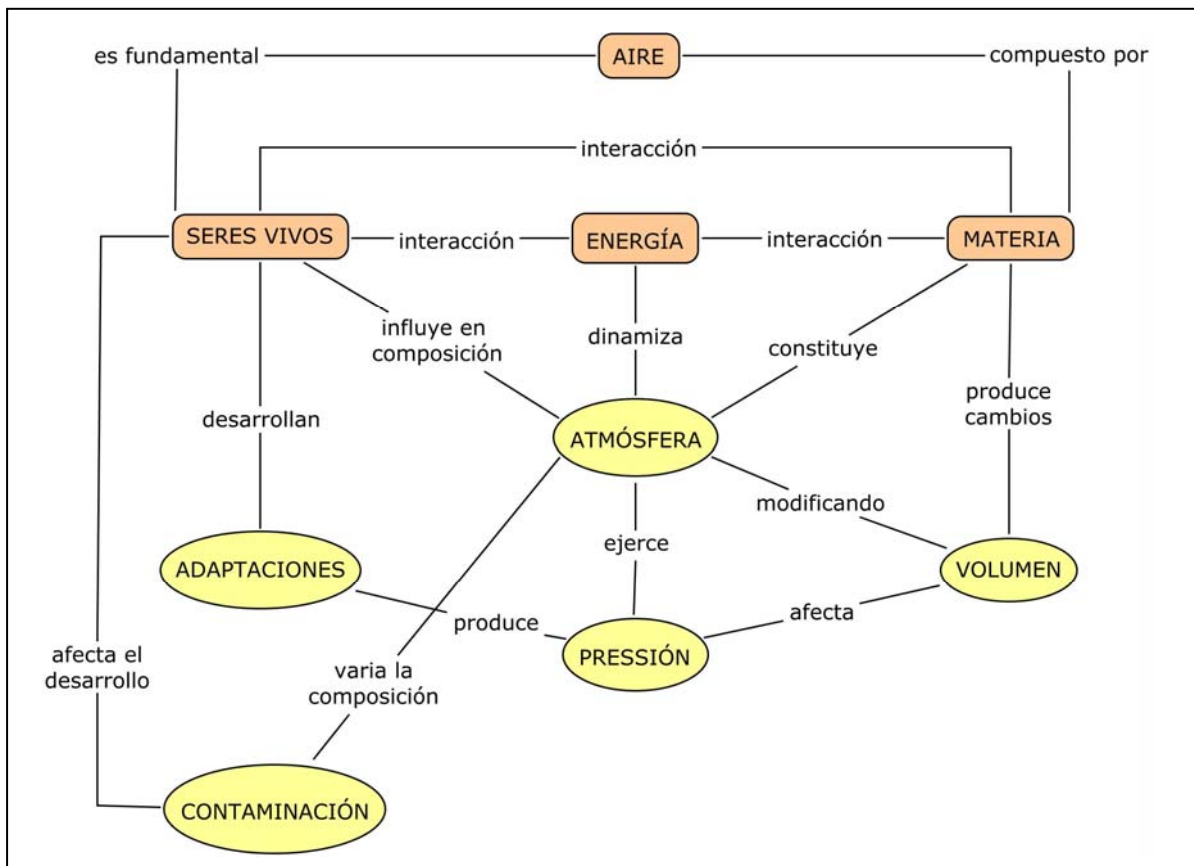


Figura 1: Mapa conceptual para el núcleo interdisciplinario del 1^{er} año, elaborado por los profesores Hugo Fernández, Marta Ramírez y Ana Schnersch en un taller sobre mapas conceptuales realizado en el CRUB Bariloche, Argentina, 1994.

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 para una clase. 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.

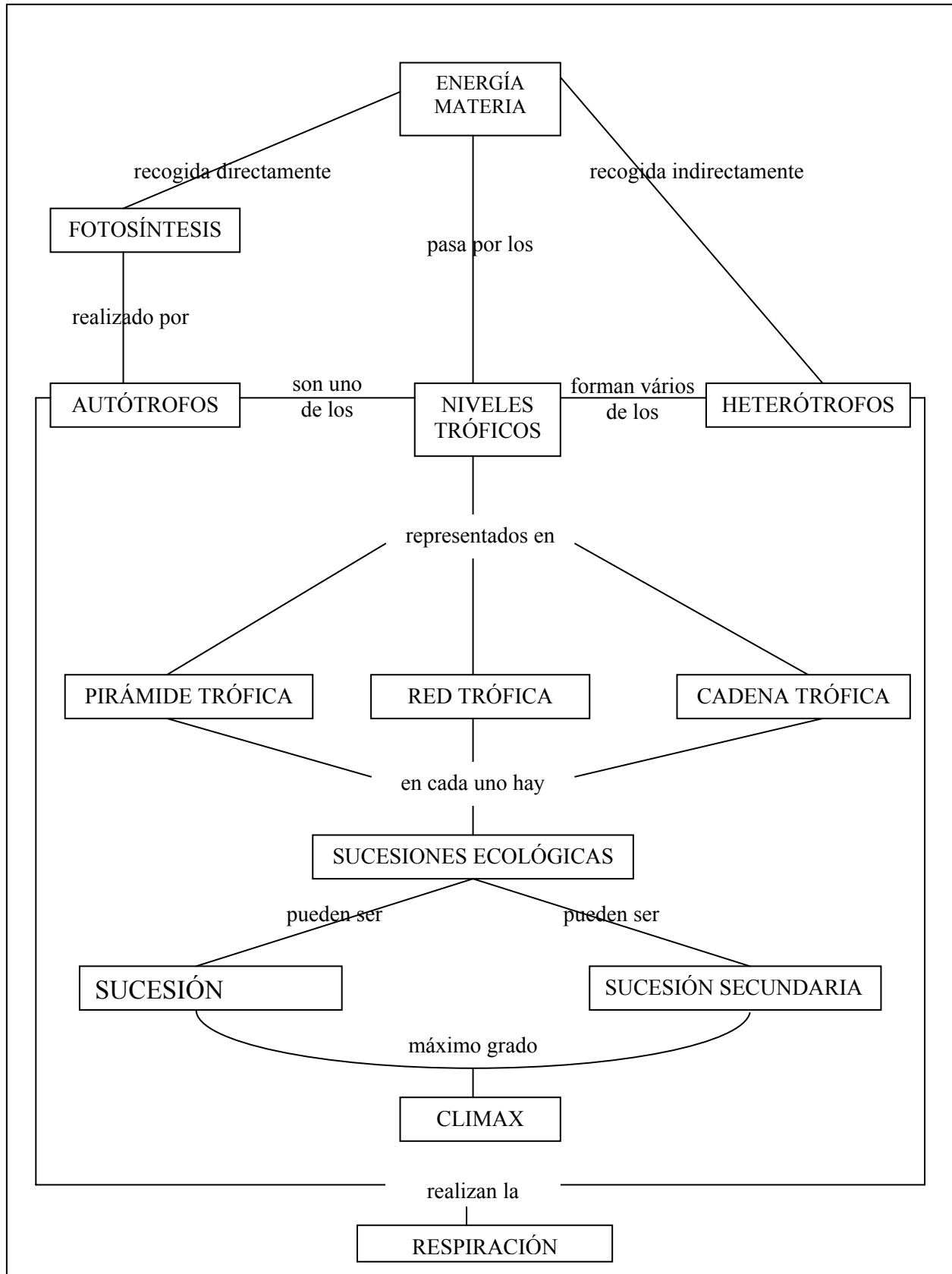


Figura 2: Mapa conceptual elaborado por un grupo de estudiantes de 1º BUP (14/15 años) para la dinámica de los ecosistemas. (Curso 1995/96). (Cedido por la Profesora M^ª Luz Rodríguez Palmero, I.B.. Dr. Antonio González y González, Tejina, La Laguna, Sta. Cruz de Tenerife).

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, 2006a). 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 subsensores, 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. En 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 un conocimiento sirve de base para la atribución de significados a la nueva información, él también se modifica, o sea, los subsensores van adquiriendo nuevos significados, tornándose más diferenciados, más estables. Se forman nuevos subsensores; los subsensores 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 subsunor “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 subsunores. 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 íntimamente relacionados y organizase sus significados de manera que los viera como manifestaciones de un concepto más abarcativo como es el de campo electromagnético. Esa recombinación 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 currículum 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 subsunores (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.

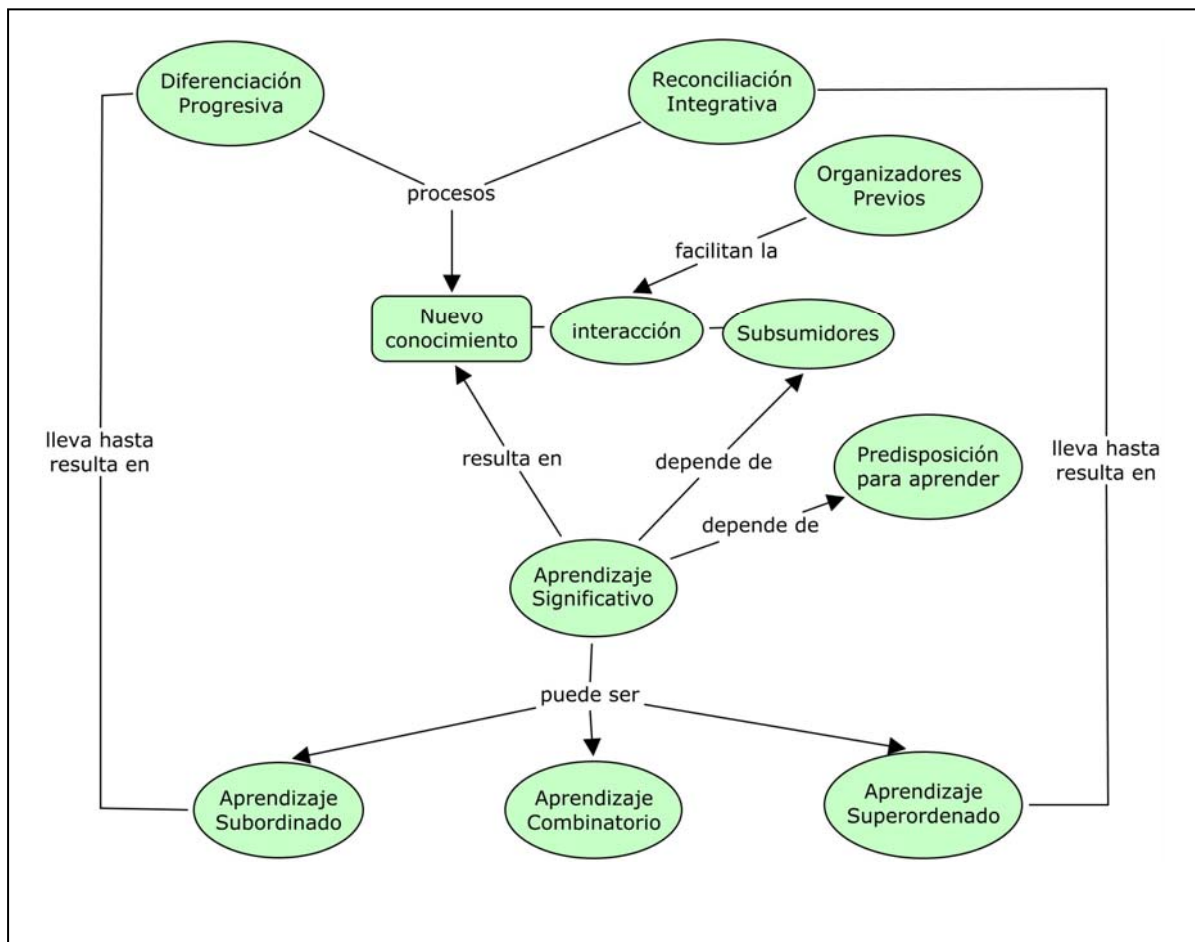


Figura 3: Algunos conceptos básicos de la teoría de Ausubel (Moreira y Buchweitz, 1993).

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; M.M. Moreira, 1988; M.A. Moreira, 2006b). La figura 4 es un mapa en el área de la epistemología para terminar dándole al lector un ejemplo más de mapa conceptual.

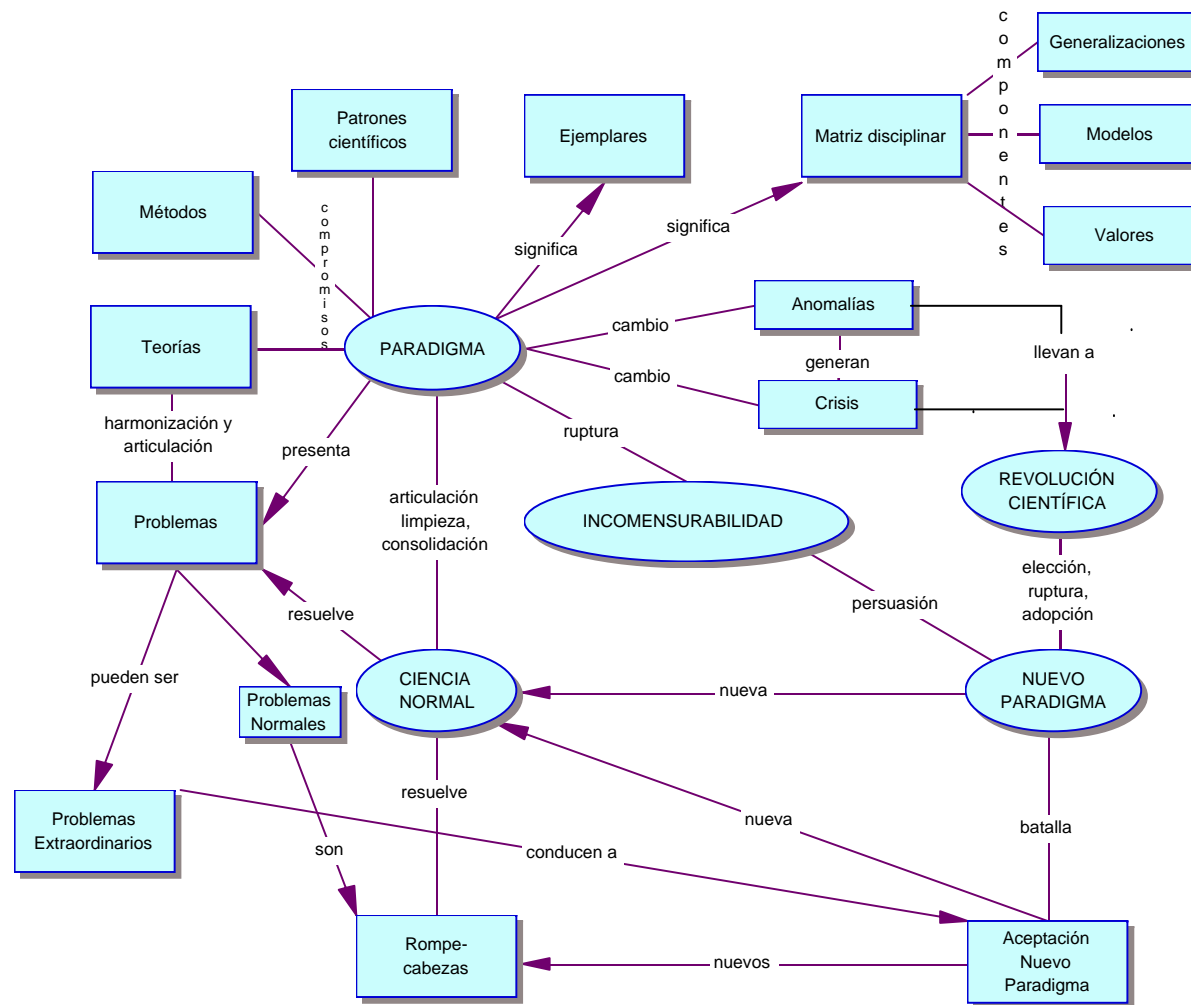


Figura 5: Un mapa conceptual para la epistemología de Thomas Kuhn (Moreira y Massoni, 2011, p. 39).

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. (2006a). *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília: Editora da UnB.
- Moreira, M.A. (2006b). *Mapas conceituais e diagramas V*. Porto Alegre: Ed. do Autor.
- 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.
- Toigo, A.M.; Moreira, M.A. (2008). Relatos de experiência sobre o uso de mapas conceituais como instrumento de avaliação em três disciplinas do curso de Educação Física. *Experiências em Ensino de Ciências*, 3(2): 7-20.

Apêndices

En el apéndice 1 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. Los apéndice 2 y 3 son ejemplos adicionales de mapas conceptuales.

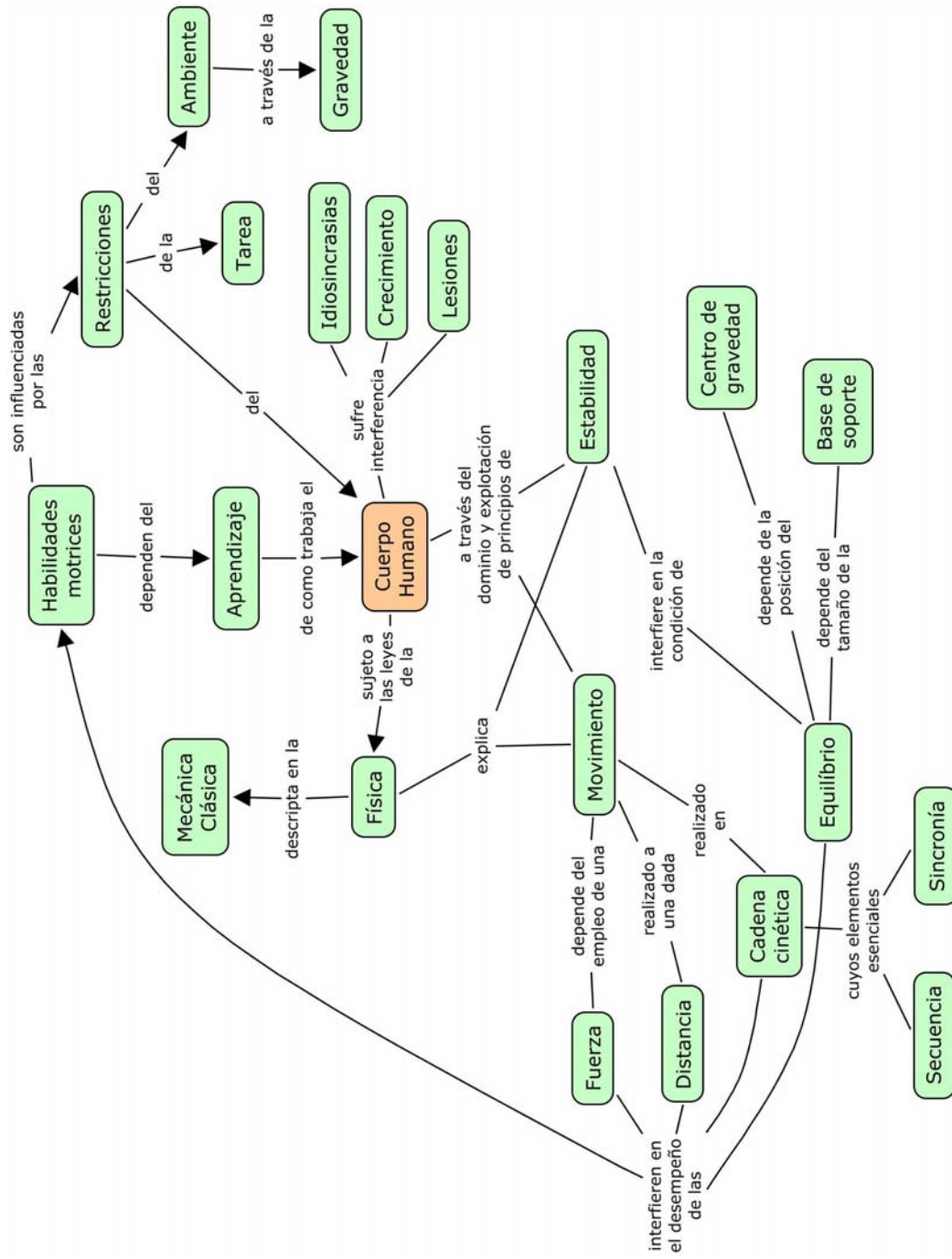
Apéndice 1

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.

* P.S.: Un aplicativo libre y muy adecuado para la construcción de mapas conceptuales es el Cmap Tool: cmap.ihmc.us/. Los ejemplos presentados en los apéndices 2 y 3 fueron construídos con ese aplicativo.

Apéndice 2



Un mapa conceptual para la Física de las restricciones en el desempeño de las habilidades motrices (Toigo, 2007)

Diagramas V y Aprendizaje Significativo¹

Marco Antonio Moreira

Resumen

La intención del trabajo es la de proponer el diagrama V como instrumento heurístico potencialmente facilitador de un aprendizaje significativo, desde una perspectiva epistemológica, es decir, de conocimiento como producción humana. Se explica detalladamente cual es la estructura del diagrama y se presentan varios ejemplos en enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

Palabras-clave: diagramas V, aprendizaje significativo, enseñanza de las ciencias.

Abstract

The purpose of this paper is to propose the V diagram as an heuristic instrument potentially helpful in facilitating meaningful learning from an epistemological perspective, that is, from knowledge as a human production. The structure of this diagram is explained with details and several examples are given of its use in science teaching and learning.

Keywords: V diagrams, meaningful learning, science teaching.

Introducción

El diagrama V es un instrumento heurístico propuesto originalmente por D.B. Gowin (1981; Gowin y Alvarez, 2005) para el análisis del proceso de producción de conocimientos (es decir, para el análisis de las partes de ese proceso y la manera como se relacionan) o para “desempaquetar” conocimientos documentados en artículos de investigación, libros, ensayos, etc.. Por eso mismo es también llamado Ve epistemológico, Ve del conocimiento, Ve heurístico o, aún, Ve de Gowin.

Antes de la Ve, Gowin proponía cinco cuestiones a sus estudiantes de posgrado para analizar conocimientos documentados (op. cit., p. 88):

- 1.Cuál es(son) la(s) cuestión(es)-foco?
2. Cuáles son los conceptos-clave? (Cuál es la estructura conceptual)?
- 3.Cuál(es) es(son) el (los) método(s) usado(s) para contestar la(s) cuestión(es)-foco? (Cuál es la secuencia de pasos)?
4. Cuáles son las aseveraciones de conocimiento? (Cuál es el conocimiento producido)?
5. Cuáles son las aseveraciones de valor? (Cuál es el valor del conocimiento producido)?

Dichas cuestiones, conocidas como las “cinco cuestiones de Gowin”, constituyen una manera más simple, pero no tan completa, de analizar la producción de conocimientos. Ellas son una especie de embrión de la Ve. En principio, podrían haber originado cualquier otro

¹ Publicado en la *Revista Chilena de Educación Científica*, vol. 6, N. 2, 2007. Revisado en 2016.

tipo de diagrama, pero la forma de V es muy útil porque muestra claramente la producción de conocimientos como resultante de la interacción entre dos dominios, uno teórico-conceptual y otro metodológico, para contestar cuestiones que son formuladas involucrando esos dos dominios, respecto a eventos u objetos de estudio sobre los cuales convergen dichos dominios.

El diagrama V

La figura 1 presenta un diagrama V con todos sus componentes.

El lado izquierdo de la Ve se refiere al dominio teórico-conceptual del proceso de producción de conocimiento: allí están los conceptos, propiamente dichos, con los cuales son generados principios, modelos y leyes que, a su vez, pueden ser organizados en teorías que tienen sistemas de creencias, o filosofías, subyacentes. Este lado de la Ve corresponde al *pensar*.

En la base de la Ve están los objetos de estudio o eventos que ocurren naturalmente o que se los hace acontecer a fin de hacer registros a través de los cuales los fenómenos de interés pueden ser investigados y llevar a respuestas para las cuestiones-foco.

El lado derecho de la Ve corresponde al dominio metodológico de la producción de conocimientos. A partir de los registros de los eventos se llega a datos, a través de transformaciones, como el uso de parámetros, índices, coeficientes; los datos sufren nuevas transformaciones metodológicas, como gráficos, correlaciones, categorizaciones, que sirven de base para la formulación de aseveraciones de conocimiento, es decir, el conocimiento producido en respuesta a la(s) cuestión(es)-foco. Este lado de la Ve se refiere al *hacer*. Sin embargo, hay que tener en cuenta que hay una permanente interacción entre las dos ramas de tal manera que todo lo que se hace en lo metodológico es guiado por conceptos, principios, modelos y filosofías de la rama teórico-conceptual. Recíprocamente, nuevas aseveraciones de conocimiento pueden llevar a nuevos conceptos y modelos, a la reformulación de conceptos y modelos ya existentes o, eventualmente, a nuevas teorías y filosofías.

En el caso de una investigación cualitativa, en general la teoría va siendo construida, fundamentada en los datos, a lo largo del proceso, pero, aún así, permanece, dialécticamente, la *interacción pensar-hacer o teoría-metodología*.

Las cuestiones-foco – cuestiones-básicas o cuestiones-claves – están en el centro de la Ve porque de hecho, pertenecen tanto al dominio teórico-conceptual como al metodológico. La cuestión-foco de un estudio es la que no sólo pregunta algo sino que también dice alguna cosa. Es la cuestión que identifica el fenómeno de interés de tal forma que es probable que alguna cosa sea construida, medida o determinada al contestarla. Es la pregunta que informa sobre el punto central de una investigación, de un estudio; ella dice lo que, en esencia, fue investigado, estudiado.

El diagrama V

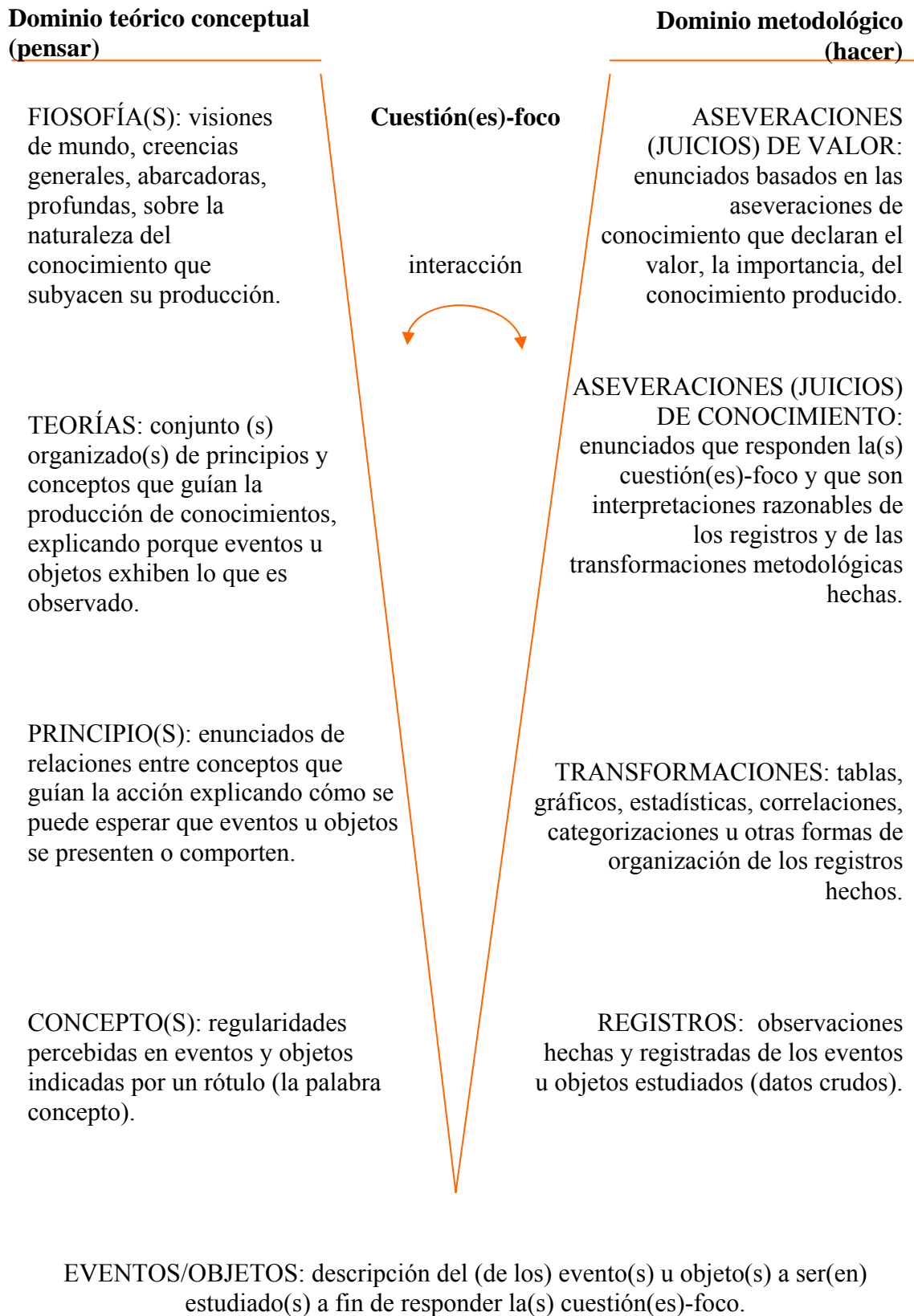


Figura 1. El diagrama V, Ve epistemológico, Ve del conocimiento, Ve Heurístico, o Ve de Gowin y sus componentes.

La cuestión-foco no es lo mismo que hipótesis. Para Gowin (op. cit., p. 91), hipótesis es un enunciado técnico del tipo “si...entonces”, “cambiando tal condición pasará eso o aquello”. Cuestión-foco es una cuestión que organiza y dirige el pensamiento, que da sentido a lo que se está haciendo. Para él, la formulación y testeos de hipótesis está vinculada al conocimiento técnico mientras la búsqueda de respuestas a cuestiones-foco lleva a la producción de conocimiento.

Ejemplos

En las figuras 2, 3, 4 y 5 se presentan cuatro ejemplos de diagramas V, en áreas bien distintas para llamar la atención que esos diagramas no son específicos de determinada área de conocimientos. Sin embargo, son apenas ejemplos no ejemplares.

Diagramas V y aprendizaje significativo

En primer lugar hay que destacar que como instrumento de enseñanza la Ve epistemológica es extremadamente útil para transmitir al alumno la idea de que el conocimiento humano es *producido, construido*, en el interactuar del pensar y del hacer, buscando respuestas a cuestiones-foco sobre los más distintos fenómenos de interés. Esa visión epistemológica es importante en la enseñanza, dado que todo episodio de enseñanza involucra el compartir significados respecto a algún conocimiento y éste es una construcción humana. El alumno frecuentemente no lo percibe.

La Ve puede, entonces, ser usada para analizar críticamente trabajos de investigación, ensayos, producciones literarias, en fin, cualquier forma de conocimiento documentado. Sin embargo, su utilización implica una postura constructivista y, en muchos casos, una reformulación de creencias epistemológicas.

El diagrama V es también muy útil en la enseñanza de laboratorio (Figura 2): por un lado, el profesor puede construir uno de esos diagramas para un experimento que el alumno deberá hacer, a fin de analizar el potencial de ese experimento para el aprendizaje del alumno y este, por otro lado, al final del experimento, en vez de un informe podrá construir su Ve heurística. El diagrama V del profesor se constituye en un análisis del currículo (objetivos pretendidos de aprendizaje) y el del alumno en un instrumento de evaluación.

Es igualmente un instrumento adecuado para resumir una tesis o una tesina (Figura 3). Es decir, es un instrumento heurístico que puede ser aplicado a cualquier caso de enseñanza, aprendizaje y evaluación involucrando la producción y documentación de conocimientos. En la Figura 4 el ejemplo se refiere a un curso para profesores, o sea, el evento es el curso y la pregunta es sobre su eficacia en la promoción del aprendizaje significativo. El diagrama V puede ser trazado por profesores o alumnos (Figura 5). Sin embargo, dicho diagrama no debe ser interpretado como un cuestionario a ser rellenado por alumnos o profesores. Lo importante es la cuestión epistemológica subyacente a ello. Interpretarlo como un formulario es una total distorsión y un gran desperdicio de su potencialidad didáctica y curricular.

¿Pero, cuál es la relación entre ese instrumento y el aprendizaje significativo?

Un diagrama V para un experimento de laboratorio

DOMINIO CONCEPTUAL

FILOSOFÍA: el conocimiento científico sobre la naturaleza reposa en la observación y en la experimentación basadas en teorías que organizan los hechos y el raciocinio del hombre, profundizando su comprensión.

TEORÍA(S): la teoría electromagnética.

LEYES: ley de la reflexión; ley de la refracción.

CONCEPTOS BÁSICOS: luz, reflexión, refracción.

CONCEPTO(S): ángulo de incidencia, ángulo de reflexión, ángulo de refracción, índice de refracción.

Cuestiones básicas

¿Cuál es la relación entre el ángulo de incidencia y el ángulo de reflexión?

¿Cuál es la relación entre el índice de refracción y el ángulo de incidencia?

Interacciones

DOMINIO METODOLOGICO

ASEVERACIONES DE VALOR (valores): el experimento ayuda a clarificar los conceptos, leyes y fenómenos en él implicados.

ASEVERACIONES DE CONOCIMIENTO (conclusiones):

1. $\beta' = \beta$ (ley de la reflexión)
2. η no depende de β , esto es $\eta(\beta) = \text{sen } \beta / \text{sen } \delta = \text{constante}$ (ley de refracción)

TRANSFORMACIONES (metodológicas): medias y desvíos padrones de β' , δ , y del índice de refracción (η). Gráficos $\beta' \times \beta$ y $\eta \times \beta$.

REGISTROS (datos): valores de los ángulos de reflexión (β') y refracción (δ) para cada ángulo de incidencia (β) escogido.

EVENTO: cuando la luz incide sobre una superficie transparente lisa que separa dos medios, parte de la luz incidente vuelve al medio de origen y parte penetra en el segundo medio.

Figura 2. Estructura conceptual y metodológica de un experimento de laboratorio sobre la reflexión y refracción (Jamett et al., 1986). Este diagrama puede ser interpretado como un análisis del contenido del experimento correspondiente. Ha sido hecho por un profesor para analizar las potencialidades instruccionales del experimento, es decir, ¿qué podría el alumno aprender al hacerlo?. Una vez realizado el experimento, entonces, podría comparar la “Ve pretendida” y “la V obtenida”. Sin embargo, la V del profesor no debe ser interpretada como la “V correcta” o el referente; es tan solo la “V esperada”, debe reflejar la expectativa del docente.

Un diagrama V para una investigación en enseñanza

Dominio conceptual

Filosofía: es posible estudiar científicamente el proceso de cognición.

Teorías: la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel; la teoría del desarrollo cognitivo de Piaget.

Principios: el factor aislado que más influye en el aprendizaje es el conocimiento previo del alumno, averígüese eso y enséñese de acuerdo (Ausubel); es necesario conocer los esquemas de asimilación del alumno si se desea ofrecerle una enseñanza que facilite la adaptación (Piaget).

Conceptos: entrevista clínica; concepto erróneo; conocimiento previo; estructura cognitiva; campo eléctrico; potencial eléctrico; diferencia de potencial eléctrico; intensidad de la corriente eléctrica.

Cuestión-básica:
¿Después de la enseñanza, cambia el conocimiento previo que el alumno tiene respecto a ciertos conceptos físicos?

¿Si así es, qué tipo de cambios?

interacciones



Dominio metodológico

Aseveraciones de valor: el estudio ha mostrado claramente la importancia de tener en cuenta el conocimiento previo del alumno en la planificación de la enseñanza.

Aseveraciones de conocimiento: cuando la enseñanza no tiene en cuenta el conocimiento previo del alumno es poco probable que lleve a cambios significativos en su estructura cognitiva.

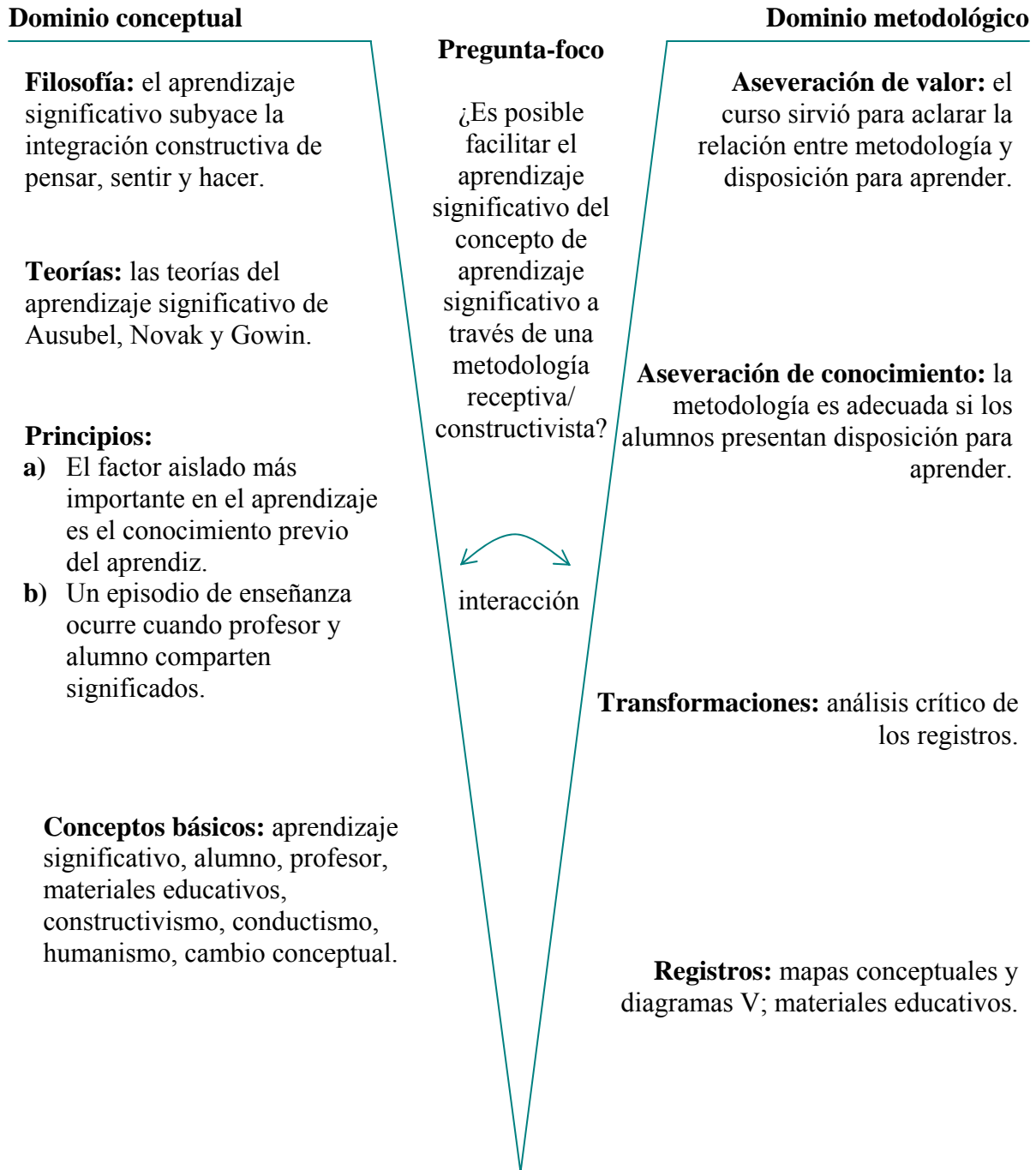
Transformaciones: identificación de proposiciones relevantes que sugieren conceptos erróneos, o ausentes; frecuencias con las que se presentan dichos conceptos.

Registros: grabaciones de entrevistas clínicas; transcripciones de las entrevistas.

Evento: estudiantes universitarios fueron entrevistados clínicamente respecto a algunos conceptos de Electricidad (campo eléctrico, potencial eléctrico, diferencia de potencial, intensidad de corriente) antes de la enseñanza (Plan Keller, programación lineal uniforme, libro de texto de Halliday & Resnick) y después de ella.

Figura 3 – Diagrama V de una investigación en enseñanza (Domínguez, 1985; Moreira, 1990). Este diagrama corresponde a la disertación de maestría de la autora. Dicho diagrama se puede hacer, por ejemplo, para un artículo de investigación, para una tesina o para una tesis. Es un instrumento heurístico para explicitar la estructura del proceso de producción de conocimientos.

Un diagrama V para un curso sobre aprendizaje significativo



Evento: Curso de 32 h sobre aprendizaje significativo y estrategias facilitadoras, para profesores, con clases expositivas y trabajos en grupo.

Figura 4. Un diagrama V para un curso sobre aprendizaje significativo. El evento fue el propio curso y la pregunta era sobre su eficacia en la promoción del aprendizaje significativo.

Un diagrama V para una práctica de Biología

Pensar

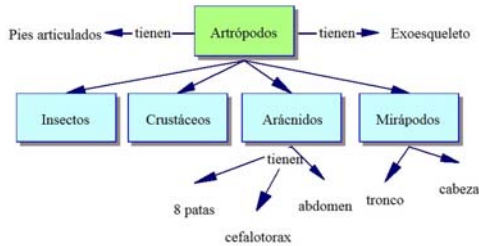
Hacer

Filosofía: La vida se presenta en formas diversas.

Teorías: La clasificación de los seres vivos. La teoría de la evolución.

Principio: La observación sistemática facilita la identificación de los seres vivos.

Sistema conceptual:



Conceptos básicos: artrópodo, exoesqueleto, pies articulados, insecto, crustáceos, arácnidos, miriápodos, cefalotórax, abdomen, antenas, gualíceros, parápodos

¿Cómo identificar los Artrópodos?

¿Cómo identificar las diferentes clases de Artrópodos?

Aseveración de valor: La realización de la práctica facilita la identificación de los artrópodos y las diferentes clases de los mismos.

Aseveración de conocimiento: Los artrópodos presentan exoesqueleto y patas articuladas y se diferencian por los apéndices y partes del cuerpo.

Transformaciones: Proceso de identificación de los diferentes tipos de artrópodos completando el cuadro de forma sistemática a nivel de clase.

Datos: Resultados de la observación

Registros: Tabla de doble entrada

	Ejem. 1	2	3	4
Partes del cuerpo				
Nº patas				
Apéndices				
Clase				

Evento: Práctica de identificación de artrópodos.

- Lupa, colección de invertebrados
- Pinzas, material de laboratorio en general

Figura 5. Un diagrama V hecho por estudiantes de Biología en una práctica de laboratorio.

Veamos!

El aprendizaje significativo es aquello en el cual los nuevos conocimientos adquieren significado por interacción con conocimientos específicamente relevantes. Dicha interacción es no-arbitraria y no al pie de la letra. Es decir, la internalización no es palabra por palabra: el sujeto atribuye también significados idiosincrásicos a los nuevos conocimientos.

El profesor, como mediador, debe “negociar significados” para que en un episodio de enseñanza el alumno capte, y venga a compartir, los significados aceptados en el contexto de la materia de enseñanza.

Las condiciones para el aprendizaje significativo son 1) que el material instruccional sea potencialmente significativo y 2) que el sujeto presente una disposición para aprender. Potencialmente significativo quiere decir que el material tiene significado lógico y que el aprendiz tiene los subsumidores adecuados en su estructura cognitiva. Disposición para aprender significa que el sujeto debe presentar una intencionalidad de relacionar los nuevos conocimientos a sus conocimientos previos.

Supongamos entonces que dichas condiciones están satisfechas, que el profesor haga bien su papel de mediador y que, de hecho, ocurra el aprendizaje significativo, cuál es la importancia de los diagramas V en ese proceso?

Lo que pasa es que no es suficiente que el alumno aprenda significativamente los conceptos, las definiciones y las metáforas de un determinado cuerpo de conocimiento. Es necesario también que aprenda que todo eso es construcción humana, invención del ser humano, o sea, que el conocimiento humano es construido.

Exactamente ahí entra el diagrama V y por eso es también conocido por uve epistemológica: es un instrumento heurístico para ayudar a desvelar el proceso de producción de conocimiento. Como se ha dicho en el comienzo de este trabajo, el conocimiento humano generalmente está “empaquetado” en artículos, libros, ensayos, tesinas, tesis y otras formas de documentarlo. Al utilizar el diagrama V, el estudiante debe identificar los conceptos, las teorías, los registros, las metodologías, usados en la producción de un cierto conocimiento. Con eso, probablemente percibirá que tal conocimiento fue producido como respuesta a una cierta pregunta. Podrá también percibir que está en las preguntas la fuente del conocimiento humano y si las preguntas fueran distintas el conocimiento también lo sería. Podrá igualmente darse cuenta que si los conceptos, los registros, las metodologías, fueron diferentes serían otras las respuestas (es decir, el conocimiento) a las preguntas-foco.

Naturalmente, para que pase esto el diagrama V deberá ser “negociado”, discutido, reconstruido y en ese proceso la interacción social y el papel mediador del profesor son claves.

Conclusión

El objetivo de este trabajo fue el de presentar el diagrama V como un instrumento heurístico, de naturaleza epistemológica, potencialmente facilitador de un aprendizaje

significativo en ciencias. Aprender ciencias no es solamente dar significados a los conceptos y modelos científicos y usarlos en la resolución de problemas. Es también aprender que esos conceptos y modelos son construidos, es decir, inventados por el ser humano. En ese sentido el diagrama V puede ser un recurso didáctico muy útil.

En el anexo, figuras 6 y 7 se dan dos ejemplos adicionales para ayudar en la construcción de un diagrama V.

Bibliografía

Domínguez, M.E. (1985). *A entrevista clínica como instrumento de avaliação da aprendizagem de conceitos físicos em eletricidade*. Dissertação de mestrado. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS.

Gowin, D.B. (1981). *Educating*. Ithaca, NY: Cornell University Press.

Gowin, D.B.; Alvarez, M. (2005). *The art of educating with V diagrams*. New York: Cambridge University Press.

Jamett, C.H.D.; Buchweitz, B.; Moreira, M.A. (1986). Laboratório de Física: uma análise do currículo. *Ciência e Cultura*, 38(12): 1995-2003.

Moreira, M.A. (1990). *Pesquisa em ensino: o vê epistemológico de Gowin*. São Paulo: Editora Pedagógica Universitária.

Moreira, M.A. (2006). *Mapas conceituais e diagramas V*. Porto Alegre: Ed. do Autor.

Un diagrama V hecho por alumnos de Biología

DOMINIO CONCEPTUAL

Filosofía :

El desarrollo de la microbiología está limitado por la propia tecnología en materia de microscopía, la cual nos aporta la experiencia necesaria para elaborar nuestros argumentos.

Teorías :

Distintos modelos de la estructura de la membrana plasmática que pretenden explicar también su fisiología : desde el modelo de Langmuir (1917) – monocapa de fosfolípidos – hasta el actual de Singer y Nicholson (1972) del mosaico fluido.

Principios :

- Los transportes de difusión pasiva simple, difusión facilitada, transporte activo, endocitosis y exocitosis justifican la permeabilidad de la membrana plasmática y las características que le proporcionan los lípidos.
- El transporte de moléculas e iones a través de la membrana puede ser pasivo (espontáneo) o activo (requiere aporte de energía).

Conceptos :

Lípidos, proteínas, célula, transporte, microscopía, permeabilidad, ...

¿Qué es la membrana plasmática ? ¿Cuál es su estructura ?
¿Qué funciones biológicas desempeña ?

interacción



DOMINIO METODOLÓGICO

Aseveraciones de valor :

La membrana es una estructura fundamental que puede explicar gran parte de las patologías de la célula.

Aseveraciones de conocimiento :

Es una delgada lámina de 75 Å de grosor que envuelve completamente a la célula y la separa del medio externo. Según el modelo actual, la membrana plasmática está compuesta por un mosaico fluido de proteínas que flotan como icebergs en un mar de fosfolípidos que se disponen en una bicapa lipídica.

Funciones :

- Permeabilidad selectiva (mediante distintos tipos de transporte).
- Producir, modular y conservar gradientes electroquímicos entre los dos medios.
- Recibir y transmitir señales.
- Controlar el desarrollo y la división celular.
- Delimitar compartimientos dentro de la célula

Transformaciones :

El comportamiento anfipático de los lípidos de la membrana le confiere a ésta la capacidad de autoensamblaje, autosellado, fluidez e impermeabilidad (a sustancias polares).

Datos :

- Permeabilidad a sustancias lipófilas.
- La permeabilidad a sustancias no disociables depende de la solubilidad en lípidos.
- Comportamiento anfótero.
- Ruptura de la membrana ; se consigue con enzimas digestivos de lípidos o proteínas.
- Composición general : lípidos (glicerofosfolípidos, glucolípidos) y proteínas de distintos tipos.

Evento/objeto :

Estudio microscópico de la membrana plasmática

Figura 6 – V epistemológica elaborada por un grupo de estudiantes de COU (17/18 años) relativa al estudio de la membrana plasmática, en la asignatura de Biología. (La Laguna, Tenerife; cedido por la Profesora María Luz Rodríguez Palmero). Se percibe en este diagrama que los alumnos se han confundido en la parte de registros, datos y transformaciones. Los registros son de los eventos y objetos en estudio; transformaciones iniciales generan datos y nuevas transformaciones pueden llevar a aseveraciones de conocimiento, pero eso no está claro en el diagrama.

Un diagrama V para la epistemología de Laudan

Dominio conceptual

Filosofía: por detrás de las teorías hay visiones más fundamentales sobre el mundo, sistemas de creencias, que constituyen tradiciones de investigación

Teorías: son intentos de resolver problemas empíricos específicos acerca del mundo natural, de resolver la ambigüedad, de mostrar que lo que pasa es, de cierto modo, inteligible y previsible.

Principios:

- Teorías no son rechazadas simplemente porque presentan anomalías.
- Teorías no son aceptadas simplemente por que son confirmadas empíricamente.
- La coexistencia de teorías rivales es la regla, no la excepción.
- El cambio de teorías es no-cumulativo; teorías anteriores no están contenidas en las posteriores.

Conceptos-clave: problema empírico, problema conceptual, tradición de investigación, problema anómalo (anomalía), problema potencial, problema resuelto.

Cuestiones-básicas

¿Cuál es el objetivo de la ciencia?

¿Como progresa el conocimiento científico?

interacción



Dominio metodológico

Aseveración de valor: la epistemología de Laudan es más objetiva, más pragmática, con significados más fáciles de captar.

Aseveraciones de conocimiento: el objetivo de la ciencia es el de obtener teorías con elevada efectividad en la resolución de problemas. El conocimiento científico progresa a través de teorías (respuestas) para problemas empíricos (preguntas sobre el mundo físico) o conceptuales (preguntas características de las propias teorías). La ciencia progresa solamente si teorías sucesivas resuelven más problemas que sus predecesoras. Las disciplinas llamadas “ciencias” son simplemente más progresivas que las “no-ciencias”.

Metodología: análisis histórico y filosófico de la producción del conocimiento científico y análisis crítico de las epistemologías de Popper, Kuhn, Lakatos y Feyerabend.

Registros: conocimientos científicos producidos por el hombre, a lo largo del tiempo, en contextos socio-culturales; visiones epistemológicas de otros filósofos de la ciencia.

Objeto de estudio: la producción del conocimiento científico.

Figura 7 – Un diagrama V para la epistemología de Laudan (M.A. Moreira).

Organizadores Previos y Aprendizaje Significativo¹

Marco Antonio Moreira

Resumen

Se proponen organizadores previos como recurso instruccional potencialmente facilitador del aprendizaje significativo, en el sentido de que sirvan de puentes cognitivos entre nuevos conocimientos y los ya existentes en la estructura cognitiva del aprendiz. Se dan varios ejemplos, particularmente en el área de ciencias.

Palabras-clave: organizadores previos, aprendizaje significativo, enseñanza de ciencias.

Abstract

Advanced organizers are proposed as an instructional resource potentially useful to facilitate meaningful learning, in the sense of providing cognitive bridges between new knowledges and those already existing in the learner's cognitive structure. Several examples are given, specially in the area of sciences.

Keywords: advanced organizers, meaningful learning, science teaching.

Aprendizaje significativo

Según Ausubel (1980, 2000), el factor separado más importante que influye en el aprendizaje es lo que ya sabe el aprendiz. Para él, aprendizaje significa organización e integración del nuevo material en la estructura cognitiva. Como otros teóricos del cognitivismo, parte de la premisa de que en la mente del individuo existe una estructura en la cual se procesan la organización y la integración: es la estructura cognitiva, entendida como el contenido total de ideas de un individuo y su organización, o el contenido y organización de sus ideas, en una determinada área de conocimiento.

Nuevas ideas e informaciones pueden ser aprendidas y retenidas en la medida en que conceptos, ideas o proposiciones relevantes e inclusivos estén adecuadamente claros y disponibles en la estructura cognitiva del individuo y funcionen, de esa forma, como "ancladero" para nuevas ideas, conceptos o proposiciones.

Sin embargo, esa experiencia cognitiva no se restringe a la influencia directa de los conocimientos ya aprendidos sobre el nuevo aprendizaje, sino que puede también abarcar modificaciones significativas en la estructura cognitiva preexistente. Hay, pues, un proceso de interacción, a través del cual conceptos más relevantes e inclusivos interactúan con la nueva información funcionando como "ancladero", o sea, asimilando el nuevo material y, al mismo tiempo, modificándose en función de ese anclaje.

Así, el *aprendizaje significativo* tiene lugar cuando nuevos conceptos, ideas, proposiciones interactúan con otros conocimientos relevantes e inclusivos, claros y disponibles en la estructura cognitiva, siendo por ellos asimilados, contribuyendo para su diferenciación, elaboración y estabilidad.

¹ Publicado en la *Revista Chilena de Educación Científica*, 7(2): 23-30, 2008.

Por otro lado, contrastando con el aprendizaje significativo, Ausubel define *aprendizaje mecánico* como el aprendizaje de nuevas informaciones con poca o ninguna relación a conceptos relevantes existentes en la estructura cognitiva. En ese caso, el nuevo conocimiento es almacenado de manera arbitraria: no hay interacción entre la nueva información y la ya almacenada, dificultando, así, la retención. El aprendizaje de pares de sílabas sin sentido es un ejemplo típico de aprendizaje mecánico, sin embargo la simple memorización de fórmulas matemáticas, leyes y conceptos puede ser tomada también como ejemplo, aunque se pueda argumentar que en ese caso tiene lugar algún tipo de asociación (Moreira y Masini, 2006; Moreira 2006).

Suponiendo, entonces, que el aprendizaje significativo deba ser preferido con relación al aprendizaje mecánico y que éste presupone la existencia, en la estructura cognitiva, de conceptos, ideas, proposiciones relevantes e inclusivos que puedan servir de “ancladero”, ¿qué hacer cuando éstos no existen?

Precisamente ahí es donde entra, según Ausubel, la utilización de *organizadores previos* que sirvan de “ancladero provisional” para el nuevo aprendizaje y lleven al desarrollo de conceptos, ideas y proposiciones relevantes que faciliten el aprendizaje subsiguiente. El uso de organizadores previos es una estrategia propuesta por Ausubel para, deliberadamente, manipular la estructura cognitiva con el fin de facilitar el aprendizaje significativo.

Organizadores previos

Organizadores previos son materiales introductorios presentados antes del material de aprendizaje en sí. A diferencia de los sumarios que, de un modo general, son presentados al mismo nivel de abstracción, generalidad y amplitud, simplemente destacando ciertos aspectos del asunto, los organizadores son presentados a un nivel más alto de abstracción, generalidad e inclusividad.

Para Ausubel, la principal función del organizador previo es la de servir de puente entre lo que el aprendiz ya sabe y lo que él/ella debería saber con el fin de que el nuevo material pudiera ser aprendido de forma significativa. O sea, organizadores previos son útiles para facilitar el aprendizaje en la medida en que funcionan como “puentes cognitivos”.

Los organizadores previos pueden tanto suministrar “ideas ancla” relevantes para el aprendizaje significativo del nuevo material, como establecer relaciones entre ideas, proposiciones y conceptos ya existentes en la estructura cognitiva y los contenidos en el material de aprendizaje, o sea, para explicitar la relación que existe entre los nuevos conocimientos y los que el aprendiz ya tiene pero no percibe que se pueden relacionar con los nuevos. En el caso de material totalmente no familiar, un organizador “expositivo”, formulado en términos de lo que el aprendiz ya sabe en otras áreas de conocimiento, debe ser usado para suplir la falta de conceptos, ideas o proposiciones relevantes para el aprendizaje de ese material y servir de “punto de anclaje inicial”. En el caso del aprendizaje de material relativamente familiar, se debe de usar un organizador “comparativo” para integrar y discriminar las nuevas informaciones y conceptos, ideas o proposiciones, básicamente análogos, ya existentes en la estructura cognitiva.

Hay que destacar, sin embargo, que organizadores previos no son simples comparaciones introductorias, pues, a diferencia de éstas, los organizadores deben:

1 - identificar el contenido relevante en la estructura cognitiva y explicitar la relevancia de ese contenido para el aprendizaje del nuevo material;

2 - dar una visión general del material en un nivel más alto de abstracción, destacando las relaciones importantes.

3 - proveer elementos organizacionales inclusivos que tengan en cuenta, más eficientemente, y destaquen mejor el contenido específico del nuevo material, o sea, proveer un contexto ideacional que pueda ser usado para asimilar significativamente nuevos conocimientos.

Ejemplos de organizadores previos

En verdad, es muy difícil decir si un determinado material es o no un organizador previo, pues eso depende siempre de la naturaleza del material de aprendizaje, del nivel de desarrollo cognitivo del aprendiz y de su grado de familiaridad previa con la tarea de aprendizaje.

Sin embargo, se presentará aquí, a título de ilustración, lo que algunos investigadores consideraron como organizadores previos en sus investigaciones.

En un estudio inicial, Ausubel (1960) trabajó con alumnos de un curso de Psicología Educacional de la Universidad de Illinois y el material de aprendizaje usado consistía en un texto que trataba de las propiedades metalúrgicas del acero-carbono. Como este material no era familiar para los alumnos, se utilizó un organizador, del *tipo expositivo*, que fue presentado en un nivel más alto de abstracción, generalidad e inclusividad que el propio material de aprendizaje posterior, donde se enfatizaron las principales diferencias y semejanzas entre metales y aleaciones metálicas, sus respectivas ventajas y limitaciones y las razones de fabricación y uso de aleaciones metálicas. Este material tenía la finalidad de suministrar anclaje para el texto subsiguiente y relacionarlo a la estructura cognitiva de los alumnos.

Ausubel y Fitzgerald (1961) trabajaron también con estudiantes de un curso de Psicología Educacional de la Universidad de Illinois con un texto sobre el budismo. Como los alumnos ya tenían algún conocimiento sobre el cristianismo, fue utilizado un *organizador comparativo* que apuntaba explícitamente las principales diferencias y semejanzas entre el budismo y el cristianismo. Esta comparación fue realizada en un nivel más alto de abstracción, generalidad e inclusividad que en el material de aprendizaje y tenía la finalidad de aumentar la diferenciación entre estos dos grupos de conceptos.

Ronca (1976) trabajó con alumnos universitarios de las facultades de Matemáticas y Física utilizando un material de aprendizaje que constaba de un texto sobre cambios de comportamiento. Una vez que el contenido de este texto era casi totalmente no familiar para los alumnos, se construyeron organizadores previos expositivos con base en un asunto ya familiar para ellos: el péndulo simple. Como el material de aprendizaje analizaba el comportamiento humano en términos de las variables causa y efecto, los organizadores introdujeron estos conceptos utilizando el ejemplo del péndulo. Se trabajaron relaciones de causa y efecto, en el movimiento pendular, del tipo que acontecen con el período y la frecuencia variando la masa y/o la largura del péndulo.

Eggen, Kauchak y Harder (1979) propusieron un ejemplo de organizador previo que podría ser utilizado para iniciar un estudio sobre sistemas de ríos. Presentaron una situación en

la que los aprendices probablemente aún no habrían tenido oportunidad de analizar la importancia de los ríos y sugirieron que, antes de iniciar este estudio, fuese introducido un organizador previo comparando los sistemas de ríos con otro importante sistema, el sistema circulatorio, supuestamente ya conocido por los aprendices. Así, sería usado, como organizador, el siguiente texto.

Un sistema de ríos es tan importante para los otros elementos del ambiente físico como el sistema circulatorio lo es para el cuerpo humano. Tienen algunas características en común. Un gran río, tal como el Río Mississippi, suministra la “sangre de la vida” – agua – para plantas y animales, así como para la agricultura e industrias hidroeléctricas, justamente como la aorta, siendo la arteria principal, lleva sangre a las partes del cuerpo. Además de agua, lleva también muchas fuentes de alimentos para plantas y animales. En este aspecto, los ríos se parecen a las arterias de nuestro cuerpo que transportan nutrientes para diferentes partes del cuerpo. Son como venas cuando llevan productos inútiles para el mar. Sin embargo, un sistema de ríos difiere del sistema circulatorio en el aspecto de que tanto el suministro de alimentos como los elementos inútiles son transportados en un único canal. Otra semejanza es que, como vasos capilares, afluentes alimentan el río. Por tanto, como sistema circulatorio, el sistema de ríos funciona como cargador de fuentes de energía y como transportador de productos inútiles. Así como el hombre puede hacer mal uso del sistema circulatorio, puede también hacer mal uso de un sistema de ríos. Cuando el río carga muchos residuos, empieza a obstruirse, exactamente como una vena o arteria puede ser obstruida. Fábricas a lo largo de ríos, erosión del suelo causada por métodos de agricultura o prácticas forestales inadecuadas son las principales causas de obstrucción. Asimismo, productos químicos, fertilizantes e insecticidas usados por agricultores han causado una alteración en la vegetación a lo largo de los ríos. Como en el sistema circulatorio, estos daños, a veces, no pueden ser reparados y, cuando esto es posible, consume mucho tiempo (p.263).

Antes de pasar al ejemplo siguiente, es necesario establecer la diferencia entre organizadores y pseudo-organizadores previos. Para Ausubel (1980), organizadores previos verdaderos son los destinados a facilitar el aprendizaje significativo de tópicos específicos, o serie de ideas estrechamente relacionadas. Los materiales introductorios utilizados para facilitar el aprendizaje de varios tópicos (por ejemplo, capítulos o unidades de estudio) se denominan *pseudo-organizadores previos*.

Sousa (1980) utilizó una serie de 13 pseudo-organizadores previos destinados a facilitar el aprendizaje de 13 unidades de contenido de Electricidad y Magnetismo. El primero de esos textos además de servir como pseudo-organizador para la primera unidad se destinaba también a funcionar como pseudo-organizador previo para todo el curso. Cada uno de estos materiales era presentado como “Introducción” del guión de estudio de la unidad correspondiente.

A pesar de que se dieron varios ejemplos de organizadores previos, hay que registrar que en la gran mayoría de los artículos de investigación sobre el asunto no se encuentran ejemplos de los organizadores utilizados, y sí pequeñas descripciones sobre cómo fueron construidos. También hay que destacar que, aunque todos los ejemplos dados hayan consistido en textos introductorios, la definición de organizador previo no implica que el mismo sea necesariamente un texto de ese tipo; puede ser una película, una discusión, una frase, una dramatización. Mayer (1978), por ejemplo, utilizó como organizador una tabla 4 x 4 de células en blanco, donde las filas fueron identificadas con los nombres de cuatro atributos de cuatro países imaginarios y las columnas fueron identificadas con los nombres de estos países. Supuestamente, esta tabla, que el sujeto tenía oportunidad de ver durante 60s, podría ayudar a organizar (y almacenar) la información subsiguiente que presentaba cada país en términos de los atributos.

Se presentan a continuación ejemplos más recientes de organizadores previos, elaborados por estudiantes de postgrado, del área de la Farmacia y de la Biología, al estudiar la disciplina de metodología de la enseñanza superior.

Organizador previo: mayonesa y su preparación²

Destinatarios: alumnos de la facultad de Farmacia, en la disciplina de Farmacotécnica; clase sobre Tecnología de Obtención de Emulsiones.

Objetivo del organizador: propiciar una interacción entre conceptos nuevos con los ya existentes en la estructura cognitiva de los alumnos, buscando, de esa forma, un aprendizaje significativo. Más específicamente, utilizar el concepto de un elemento culinario, *mayonesa* (así como su preparación), que sirva como “ancladero provisional” para el aprendizaje significativo de un nuevo concepto, *emulsión* (y su forma de preparación).

Descripción del organizador previo: la mayonesa es un alimento muy conocido y consumido, estando presente en varios platos de culinaria. Su vasta utilización y consumo se deben, en parte, a su facilidad de producción y obtención. La mayonesa es producida mezclando huevos y añadiéndoles, en velocidad de agitación y adición constantes, el aceite. Se forma una crema que indica el final del proceso. De esa forma, se observa que la preparación es simple, rápida y eficiente y, siempre que se tengan algunos cuidados, la mayonesa será obtenida con facilidad.

La interacción cognitiva tendrá lugar cuando el alumno se dé cuenta de que la mayonesa es una emulsión y, por lo tanto, la manera de producir una emulsión es semejante al modo de preparación de una mayonesa. De esta forma, a través del organizador previo se está introduciendo el concepto de emulsión, nuevo para la gran mayoría de los alumnos y, conjuntamente, nociones básicas, pero fundamentales, de la forma de preparación de emulsiones.

² Bárbara Spaniol, Cíntia Forchesatto e Julia Carini, *Bases Teóricas e Metodológicas para Ensino Superior*, Instituto de Física, UFRGS, 2006.

Organizador previo: discusión dirigida con alumnos, enfocando determinadas preguntas³.

Conocimiento previo de los alumnos: conocimiento empírico sobre productos o marcas que remitan a la idea de calidad.

El organizador previo: buscar la opinión de los alumnos con relación a ciertas cuestiones.

1) ¿Cuál es la principal referencia que se hace cuando son mencionadas las marcas Ferrari, Sony, Brastemp o Nike?

2) ¿Qué debe tener y cómo debe ser un producto o servicio para ser considerado de calidad?

3) ¿Qué garantiza la calidad de un producto o servicio?

4) ¿Cómo mejorar la calidad de un producto o servicio?

5) ¿Qué se entiende por certificado ISO?

A partir de las respuestas de los alumnos, iniciar la explicación sobre el control de calidad de medicamentos, enfatizando qué es el control de calidad, las acciones del control de calidad en una empresa farmacéutica, cómo asegurar la calidad del producto, qué son las buenas prácticas de fabricación y las normas ISO. Se trata de una clase introductoria que se espera que funcione como pseudo-organizador previo para el contenido *control de calidad de medicamentos*.

Organizador previo: almacenamiento de medicamentos⁴

Asunto: cuidados básicos e importancia en el almacenamiento de medicamentos.

Organizador previo: sería suministrado un cuestionario con preguntas sobre el almacenamiento de medicamentos en la casa de cada alumno. Este cuestionario debía ser respondido por cada alumno para que, en la clase siguiente, fuesen discutidas las respuestas, para entonces introducir el asunto de la clase.

Función del organizador: los alumnos, al responder el cuestionario y discutir las respuestas dadas, harían un puente entre el conocimiento previo que tenían hasta entonces sobre el almacenamiento de medicamentos y el nuevo conocimiento potencialmente significativo.

Modelo de cuestionario:

¿Cómo son almacenados los medicamentos en su casa?

- | | | |
|------------------------------------|--------|--------|
| 1) En armarios cerrados. | Sí () | No () |
| 2) En el cuarto de baño. | Sí () | No () |
| 3) En la cocina. | Sí () | No () |
| 4) Lejos del alcance de los niños. | Sí () | No () |

³ Juliana Sippel, *Bases Teóricas e Metodológicas para o Ensino Superior*, Instituto de Física - UFRGS, 2006.

⁴ Julia Menegola, *Bases Teóricas e Metodológicas para o Ensino Superior*, Instituto de Física -UFRGS, 2006.

- 5) Dentro de su respectiva cajita. Sí () No ()
 6) Con el prospecto. Sí () No ()
 7) En la bolsa. Sí () No ()

Organizador previo: palomitas con chocolate⁵

Objetivo y destinatarios: este organizador previo deberá servir para la explicación del método de granulación por vía húmeda por disgregación con aglutinante disperso en el líquido de granulación. Será utilizado con alumnos graduados en Farmacia, que cursan postgrado con énfasis en Industria y que ya poseen conocimiento previo de la metodología de la granulación. Este método será comparado a la preparación de palomitas con almíbar de chocolate.

El organizador: palomitas en una olla están en agitación. Cuando se le añade el almíbar de chocolate a las palomitas y se mezclan, el almíbar hace que las palomitas se peguen unas a otras, originando aglomerados de palomitas. Enseguida, tiene lugar la solidificación del almíbar de chocolate en los aglomerados. Algunos aglomerados de palomitas serán más grandes que otros. Entonces, hay que despegar manualmente esos aglomerados, de modo que todos se queden aproximadamente del mismo tamaño, aunque todos serán más grandes que el grano de palomita original.

Se debe de hacer una comparación con la preparación de palomitas (serían las partículas de la mezcla de los polvos que formarán los granulados) con almíbar de chocolate (sería la dispersión del aglutinante en el líquido de granulación) y el método de granulación por vía húmeda por disgregación que consiste en 6 etapas: mezcla seca de los polvos; mojadura de la mezcla; formación de la masa aglomerada; división de los aglomerados; secado del líquido de granulación; calibración de los granulados.

Organizador previo para el estudio de la Taxonomía⁶

La parte de la Biología que trata de la clasificación de los seres vivos es la taxonomía. Es común dividirla en Taxonomía Zoológica y Taxonomía Botánica. La clasificación de los seres vivos engloba siete categorías que son:

Reino	→	conjunto de todos los filos
Filo	→	agrupamiento de clase
Clase	→	agrupamiento de orden
Orden	→	agrupamiento de familia
Familia	→	agrupamiento de género
Género	→	agrupamiento de especie
Especie	→	agrupamiento de individuos con profundas semejanzas, que muestran acentuadas semejanzas bioquímicas, idéntico cariotipo y capacidad de reproducción entre sí, originando nuevos descendientes fértiles y con el mismo cuadro general de caracteres.

⁵ Roberta Hansel de Moraes, *Bases Teóricas e Metodológicas para o Ensino Superior*, Instituto de Física - UFRGS, 2006.

⁶ Débora Evangelista, *Bases Teóricas e Metodológicas para o Ensino Superior*, Instituto de Física - UFRGS, 2006.

Como organizador previo serán distribuidos botones con varias características y la tarea de los alumnos será agrupar los botones en categorías, que van de las características más generales a las más específicas; las más específicas equivalen a las “especies” de los botones. Los botones podrán ser agrupados por tamaño, color, material, función, forma, etc.

Esta actividad de agrupación de botones deberá facilitar la comprensión y el uso de claves de identificación y clasificación de los seres (claves dicotómicas). Las claves (dicotómicas) son instrumentos de identificación muy usados en la Zoología y en la Botánica.

Organizador previo para el concepto de entropía⁷

La entropía está íntimamente relacionada a las ideas de orden y desorden cuando éstas son definidas en términos de probabilidad de que ocurra una determinada distribución estadística para un conjunto de elementos.

Entonces, en una situación de enseñanza, antes de presentar ese concepto, se podría utilizar el siguiente organizador previo en una disciplina de Física básica:

Supongamos que una camada de arenisco blanco es colocada en una jarra y sobre ella es colocada otra camada de arenisco negro. Sacudiendo suficientemente la jarra, es de esperar que con el tiempo la arena blanca se mezcle con la negra y la mezcla pase a tener color gris. Sin embargo, por más que se sacuda la jarra, es altamente improbable que se consiga obtener nuevamente la distribución inicial, es decir, las dos capas separadas de arena blanca y negra. ¿Por qué? La respuesta estadística es que los granos de arena pueden mezclarse de millones de maneras más que las posibilidades de que se distribuyan de la manera inicial en dos capas distintas. La disposición ordenada inicial (dos capas distintas) se desordenó durante el proceso de sacudir la jarra (lo cual da movimiento aleatorio a los granos de arena); la distribución menos probable fue suplantada por otra más probable. Sin embargo, no se está diciendo que si continuase sacudiendo la jarra no se podría, después de un largo período de tiempo, reproducir la disposición ordenada inicial de dos capas distintas; se está diciendo solamente que es altamente improbable: cuanto mayor sea el número de granos de arena en el conjunto (mezcla), más improbable es que se reproduzca el orden original. Consideremos ahora un conjunto pequeño: una baraja de cartas que cuando era nueva estaba separada por naipes (por tanto, ordenada), si se baraja, se desordena durante el proceso. La probabilidad de reproducir el orden original, a pesar de ser un conjunto pequeño, es aún suficientemente grande como para que eso ocurra ocasionalmente. De vez en cuando en una rodada de bridge ocurre que cada jugador recibe 13 cartas del mismo naipe. Sin embargo, al considerar conjuntos grandes, es muy poco probable que eso ocurra. Por ejemplo, al considerar conjuntos de moléculas se están manejando números extremadamente grandes. El número de

⁷ Moreira, M.A. (1998). Energía, entropía e irreversibilidad. Porto Alegre, Instituto de Física, UFRGS, *Textos de Apoyo al Profesor de Física*, n° 9.

moléculas en 1 cm³ de gas es superior a 10¹⁹, lo cual es mayor que la suma de todos los granos de arena de todas las playas del mundo. Si conectamos dos recipientes, uno de los cuales está lleno de gas y el otro completamente vacío, el gas, a través del movimiento aleatorio de sus moléculas, rápidamente ocupará también el espacio existente en el recipiente inicialmente vacío. Teóricamente, debido al hecho de que el movimiento aleatorio de las moléculas continúa, es posible que en el futuro todas ellas vuelvan al recipiente donde estaban, dejando el otro vacío. No existe nada en la mecánica newtoniana que lo impida, sin embargo, la probabilidad estadística contra eso es tan grande que, en la práctica, se considera imposible que ocurra (Moreira, 1998, pp.8-9).

La medida de la tendencia que tienen grandes conjuntos de elementos en movimiento aleatorio a ir de una configuración menos probable (ordenada) para una más probable (más desordenada) es llamada de *entropía*, pudiendo definirla, entonces, operacionalmente como una medida del grado de desorden de un sistema. Un sistema ordenado tendría baja entropía, mientras que un sistema desordenado tendría alta entropía.

Las situaciones propuestas deberían ser presentadas y discutidas con los alumnos haciendo puente cognitivo, mostrando la relación que hay entre los conocimientos que ellos tienen (mezclar y separar cosas, orden y desorden) y el nuevo concepto físico a ser trabajado.

Organizadores previos “tipo situación” tienen gran potencial para facilitar la conceptualización, pues, como dice Vergnaud (1990), *son las situaciones las que le dan sentido a los conceptos*.

Conclusión

A título de conclusión de este texto sobre organizadores previos, cuyo objetivo era sugerirlos como recurso instruccional potencialmente facilitador del aprendizaje significativo, se llama la atención para los siguientes puntos:

- La utilización de organizadores previos es sólo una estrategia propuesta por Ausubel para manipular la estructura cognitiva con el fin de facilitar el aprendizaje significativo. El aspecto central de la teoría de Ausubel es la propia idea de aprendizaje significativo, no el uso de organizadores previos. La confusión existente entre la teoría de Ausubel y organizadores previos, hasta el punto de parecer una única cosa, refleja el desconocimiento de la teoría.

- Materiales introductorios construidos con la finalidad de facilitar el aprendizaje de *varios* tópicos son, en el fondo, pseudo-organizadores (Sousa, 1980), pues en la concepción ausubeliana, organizadores previos verdaderos se destinan a facilitar el aprendizaje de tópicos específicos o de ideas estrechamente relacionadas.

- En la medida en la que el uso de organizadores previos facilita el aprendizaje significativo, el cual, a su vez, modifica la estructura cognitiva del aprendiz, haciéndola más capaz de asimilar y retener informaciones subsiguientes, profesores y especialistas deberían procurar utilizar esta estrategia al preparar clases y textos didácticos. En una clase, por ejemplo, se facilitaría el aprendizaje si el profesor empezase con una visión general, en nivel de abstracción más alto, del contenido a ser estudiado, procurando hacer el “puente” entre lo que el alumno ya sabe y lo que necesita saber para aprender significativamente el contenido

de clase. Por otro lado, en un texto, la utilización de un pseudo-organizador para cada capítulo podría presentar ventajas, pues le daría al aprendiz una visión general del asunto antes de confrontarse con material más detallado y presentaría elementos inclusivos que pudiesen servir de “ancladero” para asimilar los conceptos contenidos en el capítulo.

- Fueron realizadas muchas investigaciones buscando evidencias sobre el efecto facilitador de los organizadores previos, generando, incluso, bastante polémica sobre su eficacia como puente entre lo que el aprendiz sabe y lo que debía saber para que los materiales instruccionales fuesen potencialmente significativos. En un estudio de revisión de la literatura abarcando 135 investigaciones, incluyendo 76 tesis de doctorado, sobre organizadores previos, Luiten et al. (1978) concluyeron que, de hecho, con esa función, tales recursos tienen un efecto facilitador en el aprendizaje y retención del conocimiento, sin embargo, *este efecto generalmente es pequeño*. Así, los organizadores previos deberían ser usados, sobre todo, para explicitarle al aprendiz la relación entre su conocimiento previo y el nuevo conocimiento, o sea, entre lo que él/ella sabe, pero no percibe que está relacionado con el nuevo conocimiento. Sería otro tipo de puente cognitivo, probablemente mucho más útil que el que, en principio, supliría la falta de conocimiento previo adecuado.

- El conocimiento previo del alumno puede estar obliterado. La asimilación obliteradora es una continuidad natural de la asimilación (aprendizaje subordinado). Organizadores previos pueden ser usados para “rescatar”, “activar”, “recuperar” ese conocimiento obliterado. Es posible también que el/ella profesor sepa, por su experiencia, que el alumno no percibirá fácilmente que el nuevo material de aprendizaje está relacionado con conocimientos previos significativos existentes en su estructura cognitiva. Ciertamente, organizadores previos podrán ayudar mucho en la percepción de esa relación.

- Por último, cabe reiterar que organizadores previos son materiales instruccionales utilizados *antes* de los materiales de aprendizaje en sí, siempre en un nivel más elevado de abstracción, generalidad, inclusividad. Pueden ser un enunciado, un párrafo, una pregunta, una demostración, una película, una simulación e incluso una clase que funcione como pseudo-organizador para toda una unidad de estudio o, también, un capítulo que se proponga a facilitar el aprendizaje de otros en un libro. No es la forma lo que importa, sino la función de esa estrategia instruccional llamada organizador previo.

Referencias

- AUSUBEL, D.P. & FITZGERALD, D. (1961). The role of discriminability in meaningful verbal learning and retention. *Journal of Educational Psychology*, 52(5): 266-74.
- AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D.; HANESIAN, J. (1980). *Psicología educacional*. Rio de Janeiro, Interamericana.
- AUSUBEL, D.P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
- EGGEN, P.D.; KAUCHAK, D.P.; HARDER, R.J. (1979). *Strategies for teachers*. Englewood Cliffs, Prentice-Hall.

- LUITEN, J., AMES, W. & ACKERSON, G. (1978). A meta-analysis of the effect of advance organizers on learning and retention. *American Education Research Journal*, 17(2): 211-8.
- MAYER, R.E. (1978). Advance organizers that compensate for the organization of text. *Journal of Educational Psychology*, 70 (6): 880-6.
- MOREIRA, M.A. (1998). Energia, entropia e irreversibilidade. Instituto de Física da UFRGS, Porto Alegre, *Textos de Apoio ao Professor de Física*, nº9.
- MOREIRA, M.A. (2006). *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília, Editora da UnB.
- MOREIRA, M.A. & MASINI, E.A.F.S. (2006). *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo, Centauro. 2ª ed.
- RONCA, A.C.C. (1976). *O efeito de organizadores prévios na aprendizagem significativa de textos didáticos*. Dissertação de Mestrado. São Paulo, Pontifícia Universidade Católica.
- SOUSA, C.M.S.G. (1980). Pseudo-organizadores prévios como recursos instrucionais no ensino de Física. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- MOREIRA, M.A. (2006). *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília, Editora da UnB.
- VERGNAUD, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10 (12): 133-170

Negociación de Significados y Aprendizaje Significativo¹

Marco Antonio Moreira

Resumen

El objetivo de este texto es evidenciar el importante papel del intercambio, cambio o “negociación”, de significados en el aprendizaje significativo. Más que estrategias didácticas, la captación de significados y, finalmente, el compartir significados son esenciales para el aprendizaje significativo. Además, muchas estrategias y recursos didácticos sólo contribuyen para el aprendizaje significativo porque viabilizan la negociación de significados. La argumentación realizada a lo largo del texto está basada en las teorías de David Ausubel (aprendizaje significativo), Lev Vygotsky (interacción personal mediadora) y D.B. Gowin (modelo triádico de un episodio de enseñanza).

Palabras-clave: aprendizaje significativo, captación de significados, interacción social.

Abstract

The purpose of this paper is to call attention for the important role of the exchange, or “negotiation”, of meanings in meaningful learning. More than didactical strategies, the grasping of meanings and, eventually, the sharing of meanings, are essential for meaningful learning. In fact, many didactical strategies and resources facilitate meaningful learning just because they make possible the negotiation of meanings. The arguments presented throughout the text are based on the theories of David Ausubel (meaningful learning), Lev Vygotsky (the mediative personal interaction), and D.B. Gowin (the triadic model of a teaching episode).

Keywords: meaningful learning, grasp of meanings, social interaction.

Aprendizaje significativo

El núcleo del aprendizaje significativo es la interacción cognitiva entre nuevos conocimientos y conocimientos previos, a los cuales Ausubel (2000; Moreira, 2006) llama conceptos subsunsores o, simplemente, subsunsores. Tales conocimientos no son necesariamente conceptos, pueden ser ideas, modelos, proposiciones, representaciones que sirven de “anclaje” para nuevos conocimientos que, análogamente, pueden ser conceptos, modelos, proposiciones, representaciones que serán internalizados (reconstruidos) significativamente por el aprendiz.

Como se trata de un proceso interactivo, los dos conocimientos, nuevos y previos, se modifican: los nuevos conocimientos adquieren significados y los previos se hacen más elaborados, más ricos en significados, más estables cognitivamente y más capaces de facilitar el aprendizaje significativo de otros conocimientos.

Por ejemplo, el concepto de campo gravitacional adquiere significados para un alumno de Enseñanza Media por interacción con alguna idea de campo que él o ella ya tenga en su estructura cognitiva, normalmente el concepto cotidiano de campo. En esa interacción, campo

¹ Publicado en la revista *Ensino, Saúde e Ambiente*, 1(2): 2-13, 2008.

<http://www.ensinosaudeambiente.uff.br/index.php/ensinosaudeambiente/article/view/30/30>

gravitacional pasa a significar algo para el aprendiz y el concepto previo se hace más elaborado porque ahora incluye significados cotidianos y significados científicos. El proceso puede continuar con la adquisición del concepto de campo electromagnético, campo de la fuerza nuclear fuerte, campo de la fuerza débil y otros campos que sean propuestos por los físicos. Si eso sucede, el subsunso campo será un “aglomerado de significados”, unos aceptados científicamente y otros no, que deberán ser discriminados por el sujeto que aprende. Este punto será retomado más adelante.

Ese tipo de aprendizaje significativo, llamado subordinado, generalmente es facilitado por el conocimiento previo. En el caso anterior, en Física normalmente se dice que hay un campo en una región del espacio cuando en ella se puede definir una grandeza que varía de punto a punto. Así, por ejemplo, se puede hablar de campo de temperaturas, campo de presiones, campo de fuerzas, campo de velocidades. El concepto de campo en la realidad del alumno puede ser, por ejemplo, un campo de fútbol, un pasto, una llanura. Entonces, si el profesor, como mediador, argumenta que alguna variable, alguna coordenada, alguna propiedad del suelo, puede ser definida también en ese “campo”, probablemente el significado cotidiano de campo será facilitador de la captación del significado físico de campo.

Sin embargo, en algunos casos, el conocimiento previo puede ser bloqueador, impidiendo el aprendizaje significativo. Por ejemplo, el concepto de corpúsculo como un cuerpo muy pequeño, con una masa muy pequeña, ocupando un espacio muy pequeño – que es el significado usual de corpúsculo para la mayoría de las personas – prácticamente impide el aprendizaje significativo del concepto de partícula elemental. En la Física Contemporánea, partículas elementales (quarks, por ejemplo) no son corpúsculos, pero los alumnos siempre los consideran como corpúsculos y tienen mucha dificultad en aprender significativamente esa área de la Física. Bachelard (1971) diría que la noción de corpúsculo funciona como obstáculo epistemológico. Ausubel, a su vez, diría que el conocimiento previo es la variable que más influye en el aprendizaje, pero esa influencia no siempre es constructiva.

Estos ejemplos ilustran la existencia de significados cotidianos y significados aceptados científicamente para determinado concepto, o conocimiento de un modo general. Calor es otro ejemplo: en el cotidiano es una especie de fluido invisible, en la Física es energía en tránsito. Trabajo también es un buen ejemplo: físicamente es un producto escalar de dos vectores, cotidianamente está asociado a esfuerzo físico, salario, obligaciones.

Es claro que para aprender ciencia es necesario discriminar entre significados aceptados en el contexto científico y significados aceptados en otros contextos. Pero esa situación no se resuelve fácilmente. Veamos un poco de Vygotsky.

Instrumentos y signos

Para Lev Vygotsky (1896-1934), el desarrollo cognitivo no puede ser entendido sin referencia al contexto social, histórico y cultural en el cual ocurre. Los procesos mentales superiores del individuo tienen origen en procesos sociales. El desarrollo de esos procesos en el ser humano es *mediado* por instrumentos y signos construidos social, histórica y culturalmente en el medio en el que está situado.

Instrumento es algo que puede ser usado para hacer alguna cosa, *signo* es algo que significa alguna cosa. Un tenedor, por ejemplo, es un instrumento; un ordenador también,

pero los iconos en él utilizados son signos. Las palabras son signos lingüísticos. El lenguaje es un sistema articulado de signos; las Matemáticas y la Física también.

Las sociedades construyen *instrumentos* y sistemas de *signos*; ambos son contruidos a lo largo de la historia de esas sociedades y modifican, influyen, su desarrollo social y cultural. Es a través de la apropiación (internalización, reconstrucción interna) de esas construcciones socio-históricas y culturales, en la *interacción social*, que el individuo se desarrolla cognitivamente. Cuanto más él o ella va utilizando signos y sistemas de signos, tanto más se van modificando, fundamentalmente, las operaciones mentales de las que es capaz. De misma forma, cuanto más instrumentos va aprendiendo a usar, tanto más se amplía la gama de actividades en las cuales puede aplicar sus nuevas funciones mentales. El desarrollo de las funciones mentales superiores pasa, entonces, necesariamente, por una fase externa.

Interacción social

La interacción social es el vehículo fundamental para la transmisión dinámica (de inter para intrapersonal) del conocimiento social, histórica y culturalmente construido. Esa interacción implica un mínimo de dos personas intercambiando *significados*; implica también un cierto grado de reciprocidad y bidireccionalidad entre los participantes de ese intercambio, trayendo diferentes experiencias y conocimientos, tanto en términos cualitativos como cuantitativos. Niños, adolescentes, adultos, muchachos y viejos, generalmente no viven aislados; están permanentemente relacionándose socialmente en casa, en la calle, en la escuela, en el trabajo. Vygotsky considera esta interacción fundamental para el desarrollo cognitivo y lingüístico de cualquier individuo.

Significados

Directamente relacionada con la interacción social está la adquisición de significados. Signo es algo que significa otra cosa. Las palabras, como ya se ha dicho, son signos lingüísticos. Gestos también son ejemplos de signos. Los significados de palabras y gestos son contruidos socialmente y, por eso mismo, son contextuales. Determinada palabra, en otra lengua puede no significar nada o tener significado distinto. Gestos que tienen un significado en una cultura pueden no tenerlo en otra. Todos significados son contextuales.

Por otro lado, dentro de un mismo contexto, de una misma cultura, por ejemplo, o de una misma lengua, determinados signos no significan nada (a rigor, no son signos) para un individuo que jamás tuvo oportunidad de captar significados para tales signos en interacciones sociales. La internalización (reconstrucción interna) de signos es fundamental para el desarrollo humano, pero para eso el ser humano tiene que pasar a compartir significados ya aceptados en el contexto social en que se encuentra, o ya contruidos social, histórica y culturalmente. Se percibe ahí la importancia crucial de la interacción social, pues, a través de ella, la persona puede captar significados y certificarse de que los significados que está captando son los compartidos socialmente para los signos en cuestión. En último análisis, por tanto, la interacción social implica, sobre todo, intercambio de significados. Para que un niño, o un adulto, internalice determinado signo, es indispensable que el significado de ese signo le llegue de alguna manera (típicamente a través de otra persona) y que tenga oportunidad de verificar (típicamente externalizándolo para otra persona) si el significado que captó (para el signo que está reconstruyendo internamente) es socialmente compartido.

Para Vygostky, significado no es lo mismo que sentido. Para él, el *sentido es la suma de los eventos psicológicos que la palabra evoca en la conciencia. Es un todo fluido y dinámico, con zonas de estabilidad variable, una de las cuales, la más estable y necesaria, es el significado, que es una construcción social, de origen convencional (o socio-histórica) y de naturaleza relativamente estable* (Pino Sigardo, 2000, p. 45).

El lenguaje

El lenguaje es, para Vygotsky, el más importante sistema de signos para el desarrollo cognitivo del ser humano porque lo libera de los vínculos contextuales inmediatos. El desarrollo de los procesos mentales superiores depende de descontextualización y el lenguaje sirve muy bien para eso en la medida en que el uso de signos lingüísticos (palabras, en este caso) permite que el individuo se aleje cada vez más de un contexto concreto. El dominio del lenguaje abstracto, descontextualizado, flexibiliza el pensamiento conceptual y proposicional.

La zona de desarrollo proximal

La zona de desarrollo proximal es definida por Vygotsky como la distancia entre el nivel de desarrollo cognitivo real del individuo, medido por su capacidad de resolver problemas independientemente, y su nivel de desarrollo potencial, medido a través de la solución de problemas bajo orientación de alguien (un adulto, en el caso de un niño) o en colaboración con compañeros más capaces (Vygotsky, 1988, p. 97). La zona de desarrollo proximal define las funciones que aún no maduraron, pero que están en proceso de maduración. Es una medida del potencial de aprendizaje; representa la región en la que tiene lugar el desarrollo cognitivo; es dinámica y está cambiando constantemente.

El conocimiento como lenguaje

De lo que se ha dicho hasta aquí, se puede deducir que un determinado cuerpo organizado de conocimientos es un sistema articulado de instrumentos y signos, o sea, un lenguaje. Las llamadas disciplinas como, por ejemplo, la Física, la Química y la Biología serían lenguajes. La Literatura y el Arte también serían lenguajes. Entonces, aprender Física, por ejemplo, sería aprender a “hablar Física”, a hablar sobre el mundo usando otro lenguaje.

Estos nuevos lenguajes tienen sus instrumentos y signos construidos social, histórica y culturalmente, tal como decía Vygotsky cuando se refería al desarrollo cognitivo y a la apropiación de la lengua que hablamos.

Tomemos la Física nuevamente como ejemplo: para el filósofo de la ciencia Stephen Toulmin (1977), sería una población de conceptos (y técnicas) en evolución y aprenderla implicaría un proceso de enculturación. Para Thomas Kuhn (1978) lo que la caracterizaría en una época de ciencia normal sería la adopción de un paradigma, es decir, una matriz disciplinar con conceptos, proposiciones y procedimientos que tendrían que ser aprendidos por quien quisiese saber Física.

Otros epistemólogos tendrían visiones semejantes o un poco diferentes de qué es la Física, pero difícilmente escaparían de la idea de que la comunidad de físicos desarrolló instrumentos y procedimientos que deben ser aprendidos y signos cuyos significados deben ser captados por quien quiera aprender, o hacer, Física.

Ese aprendizaje es mediado por algún físico o algún profesor de Física que utiliza el lenguaje humano como medio de comunicación para facilitar la adquisición de otro lenguaje, el científico.

Generalizando, se puede decir que en la enseñanza, presencial o a distancia, el profesor actúa como mediador para facilitarle al alumno la internalización de instrumentos y signos de determinado cuerpo de conocimientos. Desde luego, esa mediación debe ocurrir dentro de la zona de desarrollo proximal.

Este enfoque de la enseñanza y del aprendizaje está muy bien explicitado en un modelo que será presentado en la próxima sección.

El Modelo de Gowin

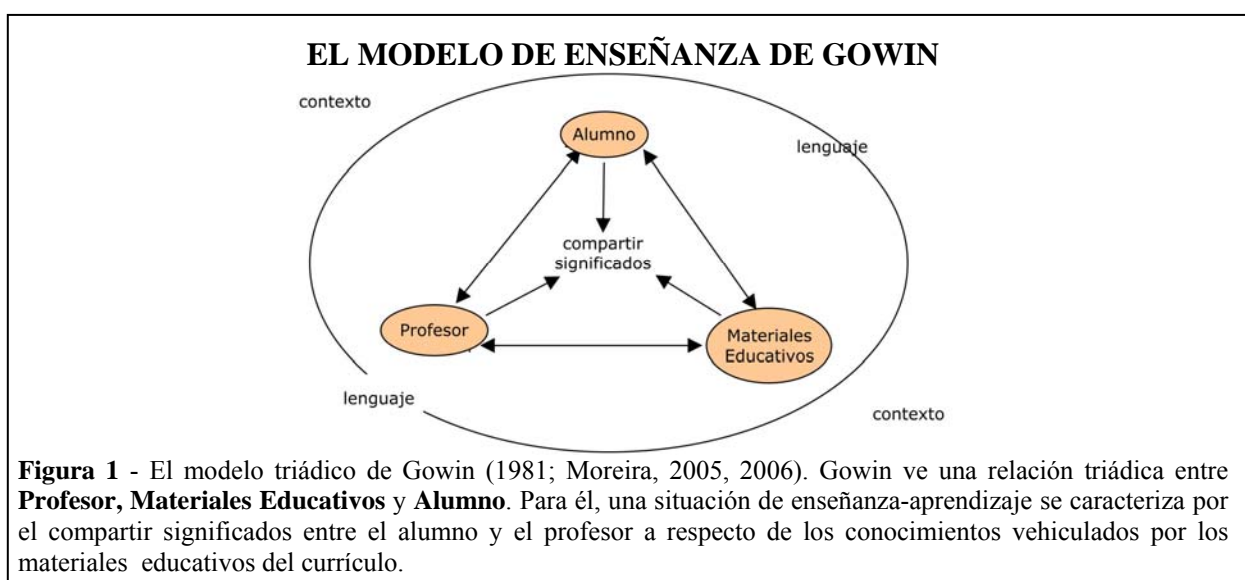
D. B. Gowin (1981), educador y filósofo de la educación que contribuyó mucho al desarrollo y consolidación de la teoría del aprendizaje significativo, ve el proceso de enseñanza-aprendizaje como una relación triádica que tiene lugar dentro de un contexto, como sugiere la Figura 1. En esa relación el lenguaje es esencial.

En esta relación triádica, caben algunas relaciones diádicas:

Profesor - Materiales Educativos
Profesor – Alumno
Alumno - Alumno (Profesor - Profesor)
Alumno - Materiales Educativos

Cada una de estas relaciones puede ser educativa o degenerativa. Las primeras son las que se establecen de manera que tengan un lugar en la relación triádica. Las relaciones degenerativas son las que se vuelven tan auto-contenidas que interfieren con la concretización de la relación triádica.

El producto de la relación triádica entre profesor, materiales educativos y alumno es el compartir significados:



La enseñanza se consume cuando el significado del material que el alumno capta es el significado que el profesor pretende que ese material tenga para el alumno (op.cit., p.81), es decir, el significado aceptado en el contexto de la materia de enseñanza.

La negociación de significados

El modelo triádico de Gowin puede ser descrito de la siguiente manera (Moreira, 2006, pp. 163-165):

Un episodio de enseñanza tiene lugar cuando se consigue compartir significados entre profesor y alumno.

Usando materiales educativos del currículo, profesor y alumno buscan congruencia de significados.

En una situación de enseñanza, el profesor actúa de manera intencional para cambiar significados de la experiencia del alumno, utilizando materiales educativos del currículo.

Si el alumno manifiesta una disposición para el aprendizaje significativo, actúa intencionalmente para captar el significado de los materiales educativos.

El objetivo es compartir significados.

El profesor le presenta al alumno los significados ya compartidos por la comunidad a respecto de los materiales educativos del currículo.

El alumno, a su vez, debe devolverle al profesor los significados que captó.

Si no se consigue compartir significados, el profesor debe, presentar otra vez, de otro modo, los significados aceptados en el contexto de la materia de enseñanza.

El alumno, de alguna manera, debe externalizar, nuevamente, los significados que captó.

El proceso puede ser más o menos largo, pero el objetivo es siempre compartir significados.

Profesor y alumno tienen responsabilidades distintas en este proceso.

El profesor es responsable de verificar si los significados que el alumno capta son los compartidos por la comunidad de usuarios.

El alumno es responsable de verificar si los significados que captó son los que el profesor pretendía que él captase, es decir, los significados compartidos en el contexto de la materia de enseñanza.

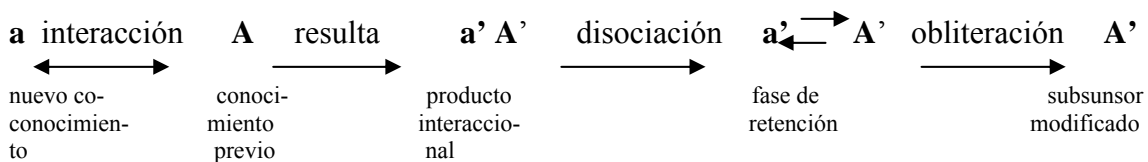
Si se consigue compartir significados, el alumno está preparado para decidir si quiere aprender significativamente o no.

La enseñanza requiere reciprocidad de responsabilidades, sin embargo aprender significativamente es una responsabilidad del alumno que no puede ser compartida por el profesor.

Para aprender significativamente, el alumno tiene que manifestar una disposición de relacionar, de manera no arbitraria y no literal, a su estructura cognitiva, los significados que capta de los materiales educativos, potencialmente significativos, del currículo.

Significados denotativos y connotativos

Con lo dicho hasta aquí, queda claro que la negociación de significados es esencial para el aprendizaje significativo. Por ejemplo, el aprendizaje significativo subordinado se representa así:



O sea, el nuevo conocimiento **a**, potencialmente significativo, interactúa con el concepto subsunsores **A** y pasa a ser **a'** (adquiere significado para el aprendiz) al mismo tiempo que **A** pasa a ser **A'** (adquiere nuevos significados). Se concluye, entonces, una fase de retención y otra de obliteración, cuyo resultado final es el subsunsores modificado (el aprendizaje significativo de **a** es obliterado, pero está contenido residualmente en **A'**).

El proceso así esquematizado no ofrece dificultades de comprensión, pero no explicita que la interacción cognitiva entre **a** y **A** debe ser mediada por la interacción social, que en una situación de enseñanza y aprendizaje esta interacción es entre profesor y alumno o entre alumnos.

Por otro lado, hay que llamar la atención para el hecho de que la interacción cognitiva que caracteriza el aprendizaje cognitivo es *no arbitraria* y *no literal* (sustantiva). No arbitraria quiere decir que **a** no interactúa con cualquier conocimiento previo que exista en la estructura cognitiva, sino con conocimientos específicamente relevantes. No literal quiere decir que el aprendiz no hace una internalización *ipsis literis*, sino matizada con significados personales. Los conocimientos (particularmente los signos de Vygotsky) tienen dos tipos de significados: los *denotativos* que son compartidos, aceptados contextualmente, y los *connotativos*, idiosincrásicos, personales.

La captación y el compartir significados, defendidos en el modelo de Gowin, se refieren a los significados denotativos, pero es necesario tener siempre en consideración que al aprender significativamente, el individuo le atribuye también significados personales. Por consiguiente, la captación de significados aceptados en el contexto de la materia de enseñanza implica también la discriminación entre significados denotativos y connotativos, no sólo entre aceptados en ese contexto y en el cotidiano.

Así, por ejemplo, para aprender significativamente el concepto biológico de *selección natural*, el aprendiz deberá captar el significado de poblaciones, que consisten de individuos únicos, y distinguirlo de significados idiosincrásicos que pueda tener para ese concepto.

Eso es muy importante en la evaluación porque al buscar evidencias de aprendizaje significativo se debe tener en cuenta que en ese aprendizaje la internalización de significados es sustantiva, no literal, no al pie de la letra.

Otro aspecto de la negociación de significados que se debe considerar es el papel que el ordenador ya tiene o tendrá en ese proceso: ¿hasta qué punto la mediación humana (de la persona) y semiótica (de la palabra) ya incluye, o incluirá, el ordenador? ¿En qué medida la relación triádica (alumno, profesor, materiales educativos) de Gowin ya es, o será, cuádrica, o sea, incluye o incluirá el ordenador como cuarto elemento tal como sugiere la Figura 2? ¿La mediación será también del ordenador? ¿En qué medida?

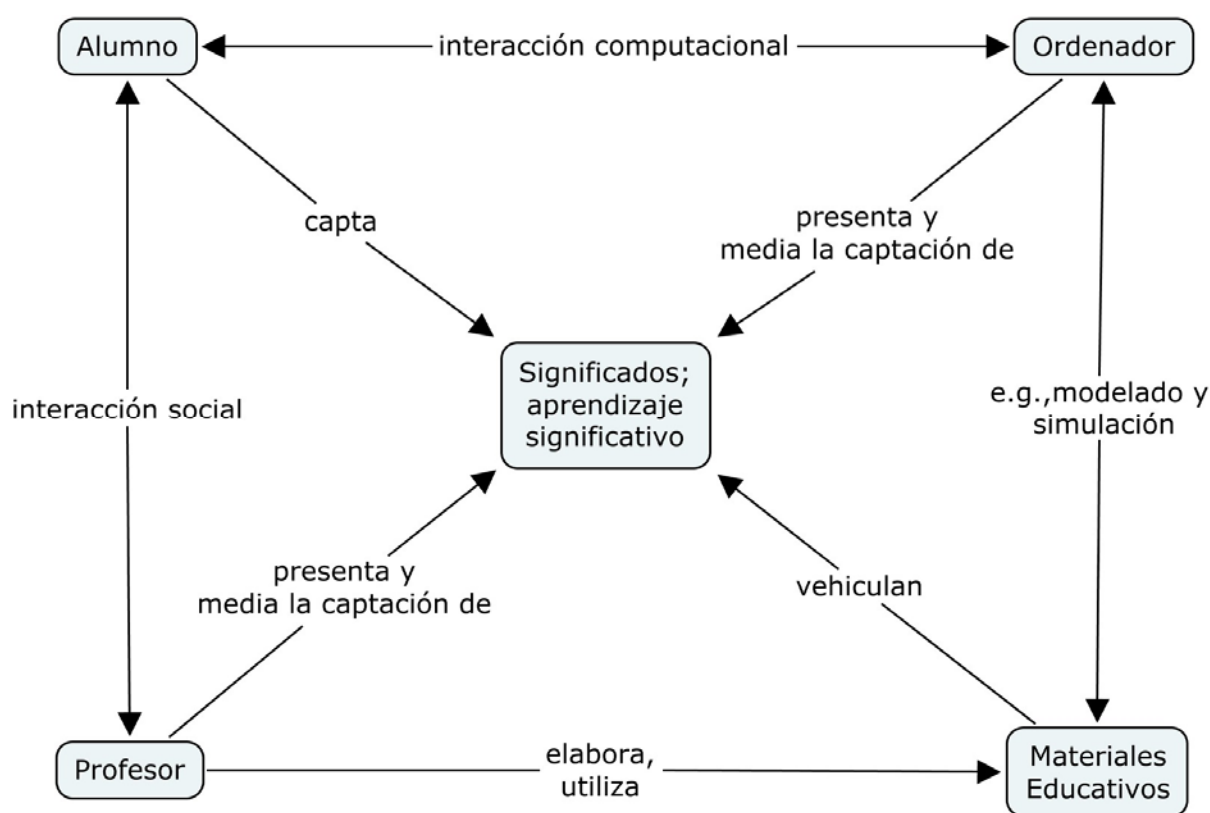


Figura 2. Un mapa conceptual para la visión interaccionista-social de Gowin para el aprendizaje significativo.

Conclusión

Actualmente, se habla mucho de actividades colaborativas como importante estrategia de enseñanza. De hecho, son muy importantes porque viabilizan la interacción social y la negociación de significados, no porque sean novedad. Parece que finalmente las comunidades de educadores, particularmente en el área científica, están abandonando prácticas tradicionales que no destacan la negociación de significados y acaban promoviendo el aprendizaje mecánico, no el significativo.

Para concluir, en la Figura 2 se estructura el asunto de este texto en un diagrama V, o sea, en un diagrama heurístico propuesto por el mismo Profesor Gowin (1981), del modelo triádico para el fenómeno educativo, para explicitar la estructura de un conocimiento.

Referencias

- Ausubel, D.P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 212p.
- Moreira, M.A. (2005). *Aprendizaje significativo: teoría y práctica*. Madrid: VISOR. 100p.
- Moreira, M.A. (2006). *A teoria de aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília: Editora da UnB. 185p.
- Vygotsky, L.S. (1988). *A formação social da mente*. 2ª ed. Brasileira. São Paulo: Martins Fontes. 168p.
- Pino Sigardo, A. (2000). O conceito de mediação semiótica em Vygotsky e seu papel na explicação do psiquismo humano. (*Cadernos Cedes*, ano XX (24): 38-59.
- Gowin, D.B. (1981). *Educating*. Ithaca, N.Y.; Cornell University Press. 210p.
- Bachelard, G. (1971). *Epistemología*. Barcelona: Editorial Anagrama. 254p.
- Toulmin, S. (1977). *La comprensión humana – Volumen 1: El uso coletivo y la evolución de los conceptos*. Madrid: Alianza Editorial. 523p.
- Kuhn, T. (1978). *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectiva. 257p.

Dominio conceptual

Filosofía: aprender es captar e internalizar significados.

Teorías y modelos: la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel; el interaccionismo social de Vygotsky; el modelo triádico de Gowin.

Principios: el conocimiento previo es la variable que más influye en el aprendizaje; los procesos mentales superiores tienen origen en procesos sociales; el desarrollo cognitivo se da a través de la apropiación, vía interacción social, de instrumentos y signos construidos social, histórica y culturalmente; la enseñanza se consume cuando los significados que el alumno capta para los conocimientos curriculares son los que el profesor pretende que él capte y que corresponden a los significados aceptados en la materia de enseñanza.

Conceptos-clave: aprendizaje significativo; interacción cognitiva; interacción social; signos; significados; lenguaje; mediación; zona de desarrollo proximal; captación de significados; negociación de significados.

Cuestión-básica

¿Cuál es el papel de la negociación (intercambio) de significados en el aprendizaje significativo?

interacción

Dominio metodológico

Afirmación de valor: la idea de negociación, cambio, intercambio de significados, deja clara la importancia de la interacción social, de las actividades colaborativas, en la enseñanza y en el aprendizaje

Afirmaciones de conocimiento: la negociación (intercambio) de significados tiene un papel central en la captación e internalización de significados contextualmente aceptados; en ese proceso, el profesor, como mediador, presenta los significados aceptados por la comunidad de usuarios y el aprendiz debe, necesariamente, externalizar los significados que va captando; el proceso se desarrolla hasta que el aprendiz capte los significados contextualmente aceptados.

Transformaciones metodológicas: análisis cualitativo, interpretativo, de los registros para acompañar, inferir, la captación de significados aceptados en el contexto de la materia de enseñanza.

Registros: las palabras del alumno, sus externalizaciones discursivas.

Evento: la internalización, reconstrucción interna de significados, mediada por la persona (profesor) y por la palabra (lenguaje) en situación de enseñanza y aprendizaje.

Figura 3. Un diagrama V para la enseñanza y el aprendizaje bajo la óptica de la negociación, intercambio, cambio de significados, a respecto de los conocimientos vehiculados por los materiales educativos del currículo.

Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas - UEPS

Marco Antonio Moreira

Resumen

Se propone la construcción de una secuencia didáctica fundamentada en teorías de aprendizaje, particularmente la del aprendizaje significativo. Partiendo de la premisa de que no hay enseñanza sin aprendizaje, de que la enseñanza es el medio y el aprendizaje es el fin, se propone esa secuencia como una *Unidad de Enseñanza Potencialmente Significativa* (UEPS). Se sugieren pasos para su construcción, se dan ejemplos y se presenta un glosario de los términos técnicos utilizados.

Palabras-clave: unidad de enseñanza; aprendizaje significativo; enseñanza potencialmente significativa.

Abstract

The construction of a didactic sequence is proposed based on learning theories, specially the meaningful learning one. Assuming that there is no teaching without learning, that teaching is a means and learning is the goal, such a sequence is proposed as a *Potentially Meaningful Teaching Unit* (PMTU). Steps for its construction are suggested, examples are given, and a glossary of the technical terms involved is provided.

Keywords: teaching unit; meaningful learning; potentially meaningful teaching.

Introducción

En los centros de enseñanza, sea primaria, secundaria o superior, los profesores¹les presentan a los alumnos conocimientos que éstos supuestamente deben saber. Los alumnos copian tales conocimientos como si fuesen informaciones que tienen que ser memorizadas, reproducidas en las evaluaciones, y después olvidadas. Ésta es la forma clásica de enseñar y aprender, basada en la narrativa del profesor y en el aprendizaje mecánico del alumno.

Las teorías de aprendizaje sugieren otras maneras de entender la enseñanza y el aprendizaje. Los resultados de la investigación básica en enseñanza también, pero ni unas ni otros llegan a la práctica real del día a día de los centros de enseñanza. No se trata aquí de echarles la culpa a los psicólogos educacionales, educadores, investigadores, profesores y alumnos, pero el hecho es que el modelo de la narrativa es aceptado por todos – alumnos, profesores, padres, la sociedad en general – como “el modelo” y el aprendizaje mecánico como “el aprendizaje”. En la práctica, una gran pérdida de tiempo.

Con la intención de contribuir para modificar, por lo menos en parte, esa situación, se propone en este trabajo la construcción de *Unidades de Enseñanza Potencialmente*

¹ Publicado em *Aprendizagem Significativa em Revista*, 1(2): 43-63, 2011.
http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID10/v1_n2_a2011.pdf

¹ Profesores y alumnos serán usados a lo largo de este texto como términos generales, refiriéndose al cuerpo docente y al discente sin ninguna alusión a género.

Significativas. Son secuencias de enseñanza fundamentadas teóricamente, orientadas al aprendizaje significativo, no mecánico, que pueden estimular la investigación aplicada en enseñanza, es decir la investigación dedicada directamente a la práctica de la enseñanza en el día a día de las clases.

Construcción de la UEPs

Objetivo: desarrollar unidades de enseñanza potencialmente facilitadoras del aprendizaje significativo de temas específicos de conocimiento declarativo y/o procedimental.

Filosofía: sólo hay enseñanza cuando hay aprendizaje y éste debe ser significativo; enseñanza es el medio, aprendizaje significativo es el fin; materiales de enseñanza que tengan como objetivo alcanzar ese aprendizaje deben ser potencialmente significativos.

Marco teórico: la teoría del aprendizaje significativo de David Ausubel (1968, 2000), en visiones clásicas y contemporáneas (Moreira, 2000, 2005, 2006; Moreira y Masini, 1982, 2006; Masini y Moreira, 2008; Valadares y Moreira, 2009), las teorías de educación de Joseph D. Novak (1977, 1980) y de D.B. Gowin (1981), la teoría interaccionista social de Lev Vygotsky (1987), la teoría de los campos conceptuales de Gérard Vergnaud (1990; Moreira, 2004), la teoría de los modelos mentales de Philip Johnson-Laird (1983) y la teoría del aprendizaje significativo crítico de M.A. Moreira (2005).

Principios:

- el conocimiento previo es la variable que más influye en el aprendizaje significativo (Ausubel);
- pensamientos, sentimientos y acciones están integrados en el ser que aprende; esa integración es positiva, constructiva, cuando el aprendizaje es significativo (Novak);
- es el alumno quien decide si quiere aprender significativamente determinado conocimiento (Ausubel; Gowin);
- organizadores previos muestran la relación entre nuevos conocimientos y conocimientos previos;
- las situaciones-problema son las que dan sentido a nuevos conocimientos (Vergnaud); deben ser pensadas para despertar la intencionalidad del alumno para el aprendizaje significativo;
- situaciones-problema pueden funcionar como organizadores previos;
- las situaciones-problema deben ser propuestas en niveles crecientes de complejidad (Vergnaud);
- frente a una nueva situación, el primer paso para resolverla es construir, en la memoria de trabajo, un modelo mental funcional, que es un análogo estructural de esa situación (Johnson-Laird);
- en la organización de la enseñanza, hay que tener en cuenta la diferenciación progresiva, la reconciliación integradora y la consolidación (Ausubel);
- la evaluación del aprendizaje significativo debe ser realizada en términos de búsqueda de evidencias;

- el papel del profesor es el de proveedor de situaciones-problema, cuidadosamente seleccionadas, el de organizador de la enseñanza y el de mediador de la captación por significados de parte del alumno (Vergnaud; Gowin);
- la interacción social y el lenguaje son fundamentales para la captación de significados (Vygotsky);
- un episodio de enseñanza supone una relación triádica entre alumno, docente y materiales educativos, cuyo objetivo es llevar al alumno a captar y compartir significados que son aceptados en el contexto de la materia de enseñanza (Gowin);
- esa relación podrá ser cuadrática en la medida en la que el ordenador no sea usado meramente como material educativo, es decir, en la medida en que sea también un mediador del aprendizaje;
- el aprendizaje debe ser significativo y crítico, no mecánico (Moreira);
- el aprendizaje significativo crítico es estimulado por la búsqueda de respuestas (cuestionamiento) en lugar de la memorización de respuestas conocidas, por el uso de la diversidad de materiales y estrategias educativas, por el abandono de la narrativa en favor de una enseñanza centrada en el alumno (Moreira).

Aspectos secuenciales (*pasos*):

1. definir el tema específico que será abordado, identificando sus aspectos declarativos y procedimentales tal y como se aceptan en el contexto de la materia de enseñanza en la que se inserta el tema escogido;
2. crear/proponer situación(ones) – discusión, cuestionario, mapa conceptual, situación-problema, etc. – que lleve(n) al alumno a exteriorizar su conocimiento previo, aceptado o no aceptado en el contexto de la materia de enseñanza, supuestamente relevante para el aprendizaje significativo del asunto (objetivo) en cuestión;
3. proponer situaciones-problema, en un nivel bastante introductorio, teniendo en cuenta el conocimiento previo del alumno, que preparen el terreno para la introducción del conocimiento (declarativo o procedimental) que se pretende enseñar; estas situaciones-problema pueden incluir, desde ya, el asunto en pauta, pero no para empezar a enseñarlo; tales situaciones-problema pueden funcionar como organizador previo; son las situaciones que dan sentido a los nuevos conocimientos, pero para eso el alumno tiene que percibir las como problemas y debe ser capaz de modelarlas mentalmente; los modelos mentales son funcionales para el aprendiz y resultan de la percepción y de conocimientos previos (invariantes operatorios); estas situaciones-problema iniciales se pueden proponer a través de simulaciones computacionales, demostraciones, vídeos, problemas del cotidiano, representaciones vehiculadas por los medios de comunicación, problemas clásicos de la materia de enseñanza, etc., pero siempre de modo accesible y problemático, es decir, no como ejercicio de aplicación rutinaria de algún algoritmo;
4. una vez trabajadas las situaciones iniciales, se presenta el conocimiento que debe ser enseñado/aprendido, teniendo en cuenta la diferenciación progresiva, es decir, empezando con aspectos más generales, inclusivos, dando una visión inicial del todo, de lo que es más importante en la unidad de enseñanza, pero después se ponen ejemplos, abordando aspectos específicos; la estrategia de enseñanza puede ser, por ejemplo, una breve exposición oral seguida de una actividad colaborativa en pequeños grupos que, a su vez, debe ser seguida de una actividad de presentación o discusión en el grupo grande;

5. a continuación, se retoman los aspectos más generales, estructurantes (es decir, lo que efectivamente se pretende enseñar), del contenido de la unidad de enseñanza, en nueva presentación (que puede ser a través de otra breve exposición oral, de un recurso computacional, de un texto, etc.), pero con un nivel más alto de complejidad con relación a la primera presentación; las situaciones-problema deben ser propuestas en niveles crecientes de complejidad; dar nuevos ejemplos, destacar semejanzas y diferencias con relación a las situaciones y ejemplos ya trabajados, o sea, promover la reconciliación integradora; después de esta segunda presentación, hay que proponer alguna otra actividad colaborativa que lleve a los alumnos a interactuar socialmente, negociando significados, contando con el profesor como mediador; esta actividad puede ser la resolución de problemas, la construcción de un mapa conceptual o un diagrama V, un experimento de laboratorio, un pequeño proyecto, etc., pero necesariamente tiene que haber negociación de significados y la mediación docente;

6. concluyendo la unidad, se da continuidad al proceso de diferenciación progresiva retomando las características más relevantes del contenido en cuestión, pero desde una perspectiva integradora, o sea, buscando la reconciliación integrativa; eso debe ser realizado a través de una nueva presentación de los significados que puede ser, otra vez, una breve exposición oral, lectura de un texto, recurso computacional, audiovisual, etc.; lo importante no es la estrategia en sí, sino el modo de trabajar el contenido de la unidad; después de esta tercera presentación, se deben proponer y trabajar nuevas situaciones-problema en un nivel más alto de complejidad con relación a las situaciones anteriores; esas situaciones deben ser resueltas en actividades colaborativas y después presentadas y/o discutidas en el grupo grande, siempre contando con la mediación del docente;

7. la evaluación del aprendizaje en la UEPS debe ser realizada a lo largo de su implementación, anotando todo lo que pueda ser considerado evidencia de aprendizaje significativo del contenido de la misma; además, debe haber una evaluación sumativa después del sexto paso, en la que se deben proponer cuestiones/situaciones que impliquen comprensión, que manifiesten captación de significados e, idealmente, alguna capacidad de transferencia; tales cuestiones/situaciones deben ser previamente validadas por profesores experimentados en la materia de enseñanza; la evaluación del desempeño del alumno en la UEPS deberá estar basada, en pie de igualdad, tanto en la evaluación formativa (situaciones, tareas resueltas colaborativamente, registros del profesor) como en la evaluación sumativa;

8. la UEPS solamente será considerada exitosa si la evaluación del desempeño de los alumnos suministra evidencias de aprendizaje significativo (captación de significados, comprensión, capacidad de explicar, de aplicar el conocimiento para resolver situaciones-problema). El aprendizaje significativo es progresivo, el dominio de un campo conceptual es progresivo; por eso, el énfasis en evidencias, no en comportamientos finales.

Aspectos transversales:

- en todos los pasos, los materiales y las estrategias de enseñanza deben ser diversificados, el cuestionamiento debe ser privilegiado con relación a las respuestas memorizadas y el diálogo y la crítica deben ser estimulados;
- como tarea de aprendizaje, en actividades desarrolladas a lo largo de la UEPS, se le puede pedir a los alumnos que ellos mismos propongan situaciones-problema relativas al asunto en cuestión;
- aunque la UEPS deba privilegiar las actividades colaborativas, la misma puede también prever momentos de actividades individuales.

Diagramas: con la intención de enfocar de otra manera la construcción de una UEPS, así como de ilustrar diagramas que pueden ser útiles en las actividades colaborativas propuestas en ella, son presentados a continuación dos tipos de diagramas.

Diagrama V

La Figura 1 presenta un diagrama V (Gowin, 1981) para esquematizar el proceso de construcción de una *Unidad de Enseñanza Potencialmente Significativa*.

Mapa conceptual

En la Figura 2 se muestra un mapa conceptual (Moreira, 2010) para diagramar de otro modo la construcción de una *Unidad de Enseñanza Potencialmente Significativa*.

Glosario

Aprendizaje significativo: aprendizaje con significado, comprensión, capacidad de explicar, de aplicar el conocimiento adquirido a nuevas situaciones; resulta de la interacción cognitiva no arbitraria y no literal entre conocimientos previos y nuevos conocimientos; depende fundamentalmente de conocimientos previos que le permitan al aprendiz captar significados (en una perspectiva interaccionista, dialéctica, progresiva) de los nuevos conocimientos y de su intencionalidad para esa captación.

Aprendizaje significativo crítico: es aquella perspectiva que permite al sujeto formar parte de su cultura y, al mismo tiempo, estar fuera de ella. Es a través de ese aprendizaje que el individuo podrá formar parte de su cultura y, al mismo tiempo, no ser subjugado por ella, por sus ritos, sus mitos y sus ideologías. Por medio de ese aprendizaje, podrá trabajar la incertidumbre, la relatividad, la no causalidad, la probabilidad, la no dicotomización de las diferencias. (Moreira, 2005)

Aprendizaje mecánico: es la memorización, sin significado, de informaciones que serán reproducidas a corto plazo; aprender mecánicamente es simplemente memorizar. Desde el punto de vista cognitivo, las informaciones son interiorizadas prácticamente sin interacción con conocimientos previos. En el cotidiano escolar, es la “decoreba”.

Actividad colaborativa: resolución de tareas (problemas, mapas conceptuales, construcción de un modelo, realización de una experiencia de laboratorio, etc.) en pequeños grupos (de dos a cuatro miembros), con participación de todos los integrantes y presentación al gran grupo, del resultado, del producto obtenido; ese resultado debe ser alcanzado como un consenso del pequeño grupo que será sometido a apreciación crítica por parte del gran grupo.

Evaluación sumativa: es la que pretende evaluar el alcance de determinados objetivos de aprendizaje al final de una fase de aprendizaje; es aquella usualmente basada en pruebas de final de unidad, en exámenes finales.

Dominio Conceptual

Filosofía: sólo hay enseñanza cuando hay aprendizaje y éste debe ser significativo; enseñanza es el medio, aprendizaje significativo es el fin; materiales de enseñanza deben ser potencialmente significativos.

Teorías: del aprendizaje significativo de Ausubel; de educación de Novak; de educación de Gowin; de la interacción social de Vygotsky; de los campos conceptuales de Vergnaud; de los modelos mentales de Johnson-Laird; del aprendizaje significativo crítico de Moreira.

Principios:

- el conocimiento previo es la variable que más influye en el aprendizaje;
- el aprendizaje significativo depende de la intencionalidad del aprendiz;
- los materiales y las estrategias de enseñanza deben ser potencialmente significativos;
- lo que da sentido a los conceptos son las situaciones;
- la primera acción cognitiva para resolver una situación-problema es la construcción de un modelo mental en la memoria de trabajo;
- el profesor es el organizador de la enseñanza, proveedor de situaciones y mediador de la captación de significados;
- la evaluación debe buscar evidencias de aprendizaje significativo; éste es progresivo;
- un episodio educativo supone una relación entre alumno, docente y materiales educativos dentro de un contexto;
- el aprendizaje debe ser significativo y crítico.

Conceptos: aprendizaje significativo; aprendizaje mecánico, situaciones-problema; modelos mentales; negociación de significados; captación de significados; diferenciación progresiva; reconciliación integradora; consolidación; mediación; progresividad; organizadores previos; aprendizaje significativo crítico.

Fenómeno de interés:
enseñanza
y
aprendizaje

Pregunta central:
¿cómo construir unidades de enseñanza potencialmente facilitadoras del aprendizaje significativo de asuntos específicos de conocimiento declarativo y/o procedimental?

Dominio Metodológico

Aseveraciones de valor: el mayor valor de la UEPS reside en el hecho de que es una secuencia didáctica teóricamente fundamentada y, por eso, con mayor potencial de éxito en la facilitación del aprendizaje significativo.

Aseveraciones de conocimiento: teniendo en cuenta el conocimiento previo del alumno, los organizadores previos, la diferenciación progresiva, la reconciliación integradora y la consolidación; proponiendo actividades colaborativas con respecto a situaciones-problema; mediando la negociación y la captación de significados; proveendo situaciones-problema y mediando el proceso; buscando evidencias de aprendizaje significativo dentro de una perspectiva de progresividad y complejidad; desalentando el aprendizaje mecánico.

Transformaciones: organización e implementación de la UEPS, a partir de una filosofía educacional, de teorías y principios de aprendizaje significativo.

Registros: conocimientos curriculares específicos para ser trabajados en situación formal de enseñanza; conocimientos previos de los alumnos; materiales didácticos; estrategias de enseñanza diversificadas; producciones de los alumnos...

Evento: construcción de unidades de enseñanza potencialmente significativas (UEPS)

Figura 1. Un diagrama V para la construcción de una UEPS.

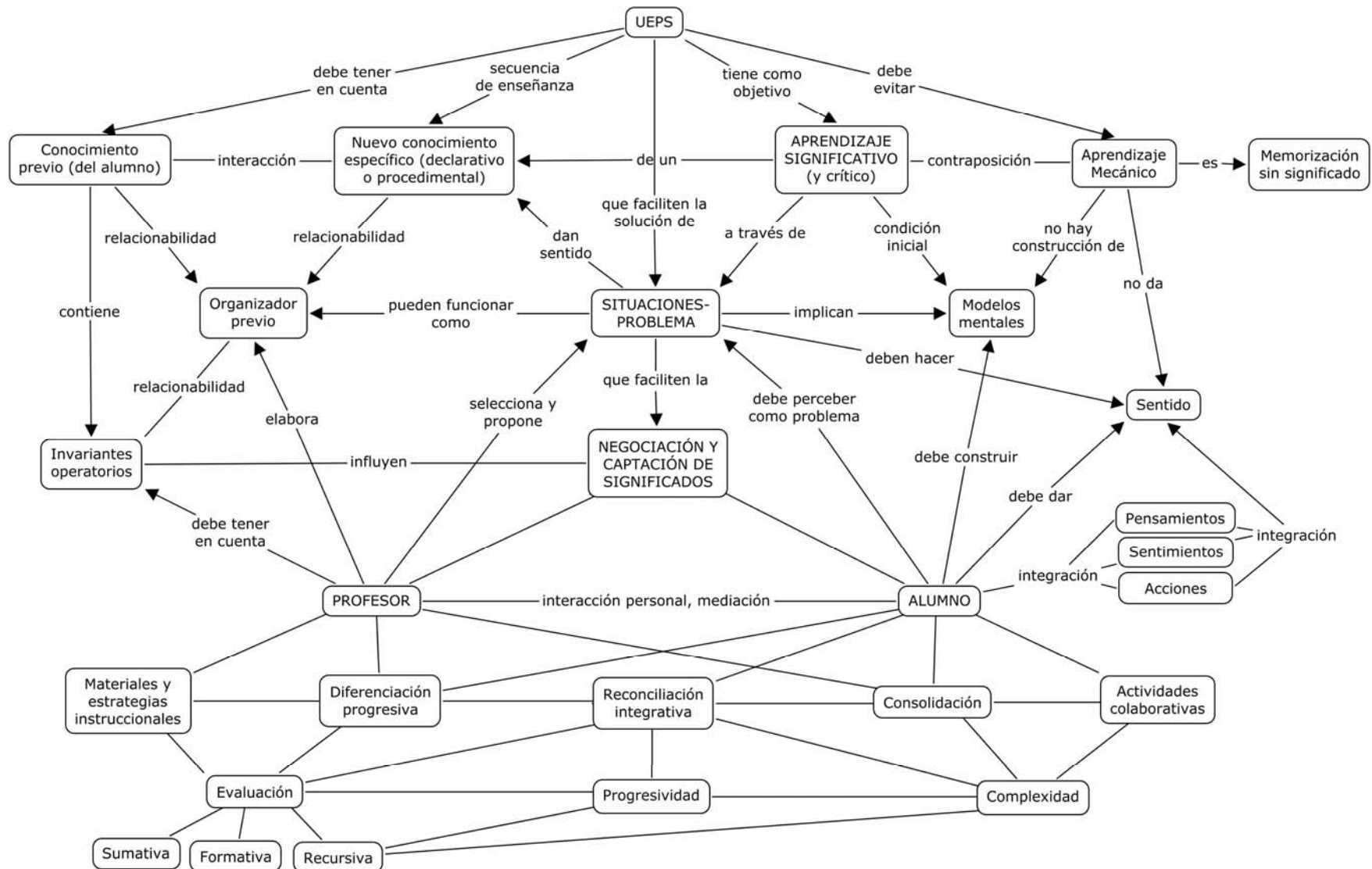


Figura 2 – Un mapa conceptual para la construcción de una UEPS. En este mapa no fueron usados conectivos en la parte inferior para que no quedase muy denso. Las flechas son usadas solamente cuando se quiere dar un sentido a la lectura. Es importante no confundir mapa conceptual con diagrama de flujo. El mapa conceptual es estructural, no secuencial.

Captación de significados: los conocimientos (conceptos, proposiciones, constructos, ...) de una determinada materia de enseñanza tienen significados que son aceptados en el contexto de esa materia, que son compartidos por una comunidad de usuarios; para aprender significativamente esa materia, el alumno tiene que, en primer lugar, captar esos significados para, después, decidir si quiere incorporarlos a su estructura cognitiva de manera sustantiva y no arbitraria; para Gowin (1981), la captación de significados es anterior y es condición, para que pueda haber aprendizaje significativo.

Conocimiento declarativo: es el conocimiento que puede ser verbalizado, declarado de alguna manera, se refiere al conocimiento sobre objetos y eventos; es representado mentalmente por proposiciones e imágenes mentales.

Conocimiento previo: conceptos subsunsores, representaciones, esquemas, modelos, constructos personales, concepciones alternativas, invariantes operatorios, en fin, cogniciones ya existentes en la estructura cognitiva del aprendiz.

Conocimiento procedimental: es el conocimiento que consiste en habilidades cognitivas que se requieren para saber hacer algo; es el conocimiento sobre cómo ejecutar acciones; estaría representado mentalmente por medio de producciones, o sea, reglas sobre condiciones y acciones.

Consolidación: es uno de los principios programáticos ausubelianos de la materia de enseñanza (juntamente con la diferenciación progresiva, la reconciliación integradora y la organización secuencial), según el cual es necesario insistir en el dominio o maestría de lo que se está estudiando, antes de introducir nuevos materiales, con el objetivo de asegurar una continua prontitud en la materia de enseñanza y éxito en el aprendizaje secuencialmente organizado. Sin embargo, este principio debe ser compatibilizado con la progresividad del aprendizaje significativo y con la diferenciación progresiva y la reconciliación integradora.

Diagrama V: es un instrumento heurístico, creado por D.B. Gowin (1981), para facilitar la comprensión del proceso de construcción del conocimiento; por eso mismo, es también llamado Uve epistemológica. En el centro de la V está la cuestión-clave, la pregunta básica de un proceso de producción de conocimiento; en el lado izquierdo está el dominio conceptual (conceptos, principios, teorías, filosofías) y en el derecho el dominio metodológico (registros, datos, transformaciones metodológicas, respuestas posibles a la pregunta básica). En términos simples, se puede decir que el lado izquierdo de la V corresponde al pensar y el lado derecho al hacer; la producción de conocimientos resulta de la interacción entre un dominio conceptual (pensar) y un dominio metodológico (hacer). En la punta de la Uve está el evento o el objeto de estudio del que se hacen registros que, transformados metodológicamente, generan afirmaciones de conocimiento (respuestas) sobre las cuales se realizan afirmaciones de valor.

Diferenciación progresiva: como principio programático de la materia de enseñanza, significa que ideas, conceptos, proposiciones más generales e inclusivos del contenido deben ser presentados al inicio de la enseñanza y deben ser, progresivamente, diferenciados, a lo largo del proceso, en términos de detalles y especificidades. Desde el punto de vista cognitivo, es lo que sucede con determinado subsunsores a medida que sirve de anclaje para nuevos conocimientos en un proceso interactivo y dialéctico.

Evaluación formativa: es la que evalúa el progreso del alumno a lo largo de una fase de su aprendizaje; la que contribuye a la regulación del aprendizaje, en curso, en el progresivo dominio de un campo conceptual; es una evaluación continua que se ocupa de los significados enseñados y en proceso de captación por parte del alumno.

Invariantes operatorios: son conocimientos que están en los esquemas. Esquema es la organización de la conducta para una clase de situaciones. Los invariantes operatorios son contenidos de los esquemas. Hay dos tipos de invariantes operatorios que son componentes esenciales de los esquemas: teoremas-en-acción y conceptos-en-acción. Teoremas-en-acción son proposiciones tenidas como verdaderas sobre lo real. Concepto-en-acción es un predicado, una categoría de pensamiento tenida como pertinente, relevante, para una situación dada. (Vergnaud, 1990).

Mapa conceptual: es un diagrama jerárquico de conceptos y relaciones entre conceptos; jerárquico significa que en ese diagrama, de alguna forma, se percibe que algunos conceptos son más relevantes, más amplios, más estructurantes, que otros; esa jerarquía no es necesariamente vertical, de arriba a abajo, aunque sea muy usada. En el mapa conceptual, las relaciones entre los conceptos son indicadas por líneas que los unen; sobre esas líneas se colocan palabras que ayudan a explicitar la naturaleza de la relación; esas palabras, que muchas veces son verbos, se llaman palabras de enlace, conectivos, conectores. La idea es que los dos conceptos más la palabra de enlace formen una proposición en lenguaje sintético. El mapa conceptual tiene el objetivo de reflejar la estructura conceptual del contenido que se está diagramando. Es importante no confundirlo con un diagrama de flujo, cuadro sinóptico, mapa mental y otros tipos de diagramas.

Mapa mental: es una función natural de la mente humana – es el pensamiento “irradiado” libremente desde una imagen central, o de una palabra-clave, como si fueran “ramificaciones” (*branches*); tópicos menos importantes también son representados como ramificaciones ligadas a otras de más alto nivel; las ramificaciones forman una estructura nodal conectada (Buzan y Buzan, 1994; Ontoria et al., 2004). En el mapa mental las asociaciones son totalmente libres, mientras que en el mapa conceptual son aquellas aceptadas en el contexto de la materia de enseñanza.

Material potencialmente significativo: el significado está en las personas, no en las cosas. Entonces, no hay, por ejemplo, libro significativo o clase significativa; sin embargo, libros, clases, materiales didácticos de un modo general, pueden ser potencialmente significativos y para eso deben tener significado lógico (tener estructura, organización, ejemplos, lenguaje adecuado, en fin, tienen que ser aprendibles) y los sujetos tienen que tener conocimientos previos adecuados para dar significado a los contenidos vehiculados por esos materiales.

Memoria de trabajo: es el sistema cognitivo que permite al individuo mantener activa una cantidad de informaciones limitada (7 ± 2 items) por un corto periodo de tiempo. Antes, en el comienzo de la revolución cognitiva de los años 50, era llamada de *memoria de corto plazo*. Hoy se asume que su principal función es la de almacenar temporalmente resultados de computaciones mentales intermedias cuando se resuelve problemas. (Wilson y Keil, 2001).

Modelo mental: es un análogo estructural de un estado de cosas del mundo que el sujeto construye en su memoria de trabajo. Frente a una nueva situación, los esquemas de asimilación del sujeto no funcionan, entonces, para enfrentar la nueva situación, el sujeto construye mentalmente un modelo funcional, recursivo, de esa situación, con una estructura

análoga. En ese caso, hace inferencias y, dependiendo de la eficacia de esas inferencias, modifica el modelo recursivamente, pudiendo, incluso descartarlo. Dependiendo del sucesivo encuentro con situaciones de la misma clase, el modelo mental puede estabilizarse o evolucionar hacia esquema de asimilación.

Negociación de significados: en realidad no es exactamente una negociación; es más un intercambio, una exteriorización de significados: el profesor que ya domina los significados aceptados en el contexto de la materia de enseñanza se los presenta al alumno. Éste debe externalizar al profesor cómo está captando esos significados. Si esa captación no corresponde a los significados contextualmente aceptados en la materia de enseñanza, el profesor debe presentarlos otra vez, de otra forma, y el alumno debe exteriorizarlos nuevamente. Eso puede ocurrir varias veces hasta que el aprendiz comparta los significados aceptados en el contexto de la materia de enseñanza. Es eso lo que se entiende por negociación de significados. Puede ser un largo proceso en el que el profesor hace la mediación para la captación de significados por parte del estudiante.

Organizador previo: material didáctico introductorio presentado antes del material que se ha de aprender, en un nivel más alto de abstracción, generalidad e inclusividad. Según Ausubel (1968), su principal función es servir de puente entre lo que el aprendiz ya sabe y lo que debería saber con el fin de que el nuevo conocimiento pudiera ser aprendido significativamente. En la práctica, organizadores previos funcionan mejor cuando explicitan la *relacionabilidad* entre nuevos conocimientos y aquéllos existentes en la estructura cognitiva del aprendiz. Muchas veces el aprendiz tiene el conocimiento previo, pero no percibe que está relacionado con el nuevo conocimiento que se le está presentando.

Reconciliación integradora: desde el punto de vista educacional, es un principio programático de la materia de enseñanza, según el cual la enseñanza debe explotar relaciones entre ideas, conceptos, proposiciones y apuntar semejanzas y diferencias importantes, reconciliando discrepancias reales o aparentes. En términos cognitivos, en el curso de nuevos aprendizajes, conocimientos ya establecidos en la estructura cognitiva pueden ser reconocidos como relacionados, reorganizarse y adquirir nuevos significados. Esta recombinación de elementos previamente existentes en la estructura cognitiva es la reconciliación integradora desde el punto de vista de la organización cognitiva.

Recursividad: es la posibilidad de rehacer las tareas de aprendizaje; es el aprovechamiento del error como recurso de aprendizaje. Modelos mentales, por ejemplo, son recursivos. Frente a una situación nueva, el sujeto construye un modelo mental de trabajo. Si el modelo no funciona, lo va modificando recursivamente hasta que le satisfaga. Mapas conceptuales, por ejemplo, pueden ser realizados recursivamente: el estudiante hace su primer mapa y lo presenta al docente o a los colegas. Después de recoger los comentarios, sugerencias y críticas, el mapa puede ser realizado de nuevo y puede ser presentado nuevamente.

Sentido: según Vygotsky (1987), sentido es la suma de los eventos psicológicos que la palabra, o la situación, evoca en la conciencia; es un todo fluido y dinámico, con zonas de estabilidad variable, de las cuales la más estable y precisa es el significado. Significado es una construcción social, de origen convencional, relativamente estable, pero mutable y contextual. El sentido es personal, el significado es social.

Situación-problema: significa tarea, no necesariamente problema de fin de capítulo; puede ser la explicación de un fenómeno, de una aparente contradicción, la construcción de un

diagrama, las posibilidades son muchas, pero, independientemente de cuál sea la tarea, es esencial que el aprendiz la perciba como un problema. Por ejemplo, no sirve de nada proponer un “problema” que el alumno entienda sólo como un ejercicio de aplicación de fórmula. Situaciones-problema y conceptualización guardan entre sí una relación dialéctica: son las situaciones las que dan sentido a los conceptos, pero a medida que el sujeto va construyendo conceptos, más capaz será de tener éxito ante nuevas situaciones, cada vez más complejas. En la enseñanza, las situaciones se deben proponer en niveles crecientes de complejidad, pero es importante un cierto dominio de un determinado nivel de complejidad antes de pasar al siguiente. En todo eso está implícito el concepto de campo conceptual propuesto por Vergnaud (1990) como un campo de situaciones-problema, cuyo dominio es progresivo, lento, con rupturas y continuidades.

Subsumidor: corresponde, en español, a lo que Ausubel llamaba *subsumer*, es decir, un conocimiento previo capaz de subsumir un nuevo conocimiento; subsumir, según el Diccionario de Lengua Española de la Real Academia, significa considerar algo como parte de un conjunto más amplio o como caso particular sometido a un principio o norma general. Subsunción es acción y efecto de subsumir.

Referencias

- Ausubel, D.P. (1968). *Educational psychology – a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston. 685p.
- Ausubel, D.P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 212p.
- Buzan, T. and Buzan, B. (1994). *The mind map book*. New York, NY: Button Books. 230p.
- Gowin, D.B. (1981). *Educating*. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press. 210p.
- Johnson-Laird, P.N. (1983). *Mental models*. Cambridge, MA: Harvard University Press. 513p.
- Moreira, M.A. e Masini, E.F.S. (1982). *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Editora Moraes. 112p.
- Moreira, M.A. e Masini, E.F.S. (2006). *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Centauro Editora. 2ª ed. 111p.
- Moreira, M A. (2002). *Aprendizaje significativo: teoría y práctica*. Madrid: Visor. 100p.
- Moreira, M. A. (2004). (Org.) *A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a investigação nessa área*. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS. 107p.
- Moreira, M.A. (2005). *Aprendizagem significativa crítica*. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS. 45p.
- Moreira, M.A. (2006). *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação na sala de aula*. Brasília: Editora da UnB. 185p.
- Moreira, M.A. (2010). *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. São Paulo: Centauro Editora.
- Masini, E.A.F. e Moreira, M.A. (2008). *Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam ao comprometimento*. São Paulo: Vetor Editora. 295p.

Novak, J. D. (1977). *A theory of education*. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press. 295p.

Ontoria, A., De Luque, A. e Gómez, T.P.R (2004). *Aprender com mapas mentais*. São Paulo: Madras. 168p.

Valadares, J.A. e Moreira, M.A. (2009). *Aprendizagem significativa: sua fundamentação e implementação*. Coimbra: Edições Almedina. 132p.

Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Récherches en Didactique des Mathématiques*, 10(23): 133-170.

Vygotsky, L. (1987). *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes. 1ª Ed. Brasileira. 135p.

ANEXOS: Ejemplos de UEPS

ANEXO 1

PROPUESTA DE UEPS PARA ENSEÑAR EL MODELO ESTÁNDAR DE LA FÍSICA DE PARTÍCULAS

M.A. Moreira *

Objetivo: enseñar el Modelo Estándar de las Partículas Elementales en la Enseñanza Secundaria.

Secuencia:

1. *Situación inicial:* construir con los alumnos un mapa conceptual sobre la constitución de la materia; inicialmente, se les pregunta de qué está compuesta la materia y se van escribiendo en la pizarra las palabras que vayan diciendo; después, se destacan las palabras que ellos creen que son más importantes y, enseguida, se colocan en un diagrama jerárquico (mapa conceptual); finalmente, pedir que cada alumno explique, por escrito, con sus propias palabras el mapa construido colectivamente; esta explicación individual deberá ser entregada al profesor al final de esta actividad inicial que ocupará la primera clase de esta UEPS.

2. *Situaciones-problema:* por ejemplo, a) si el núcleo del átomo está constituido por partículas cargadas positivamente (protones), ¿por qué ese núcleo no explota?; b) si cargas eléctricas negativas y positivas se atraen, ¿por qué los electrones no son absorbidos por el núcleo?; c) si electrones y protones tienen masa, ¿cuál es el papel de la interacción gravitacional en la estabilidad del átomo?; d) ¿cuál es el papel de los neutrones en la estructura del átomo?; e) ¿tendría sentido pensar que las partículas atómicas básicas (electrones, protones y neutrones) podrían estar constituidas por otras aún más elementales? Todas estas situaciones deben ser discutidas en el gran grupo con mediación docente, sin llegar necesariamente a respuestas.

A continuación, distribuir copias individuales del artículo *Partículas e interacciones* (Moreira, M.A., 2004, *Física en la Escuela*, v.5, n.2, pp.10-14), dar tiempo para que los alumnos lo lean y, después se reúnan en pequeños grupos (entre dos y cuatro participantes en cada grupo) y construyan una tabla similar a la Tabla 1 del artículo, pero simplificada. Una vez concluidas, hacer un intercambio de tablas de modo que cada grupo corrija, comente, haga sugerencias, sobre la tabla de otro grupo. Cuando el grupo recibe de vuelta la tabla, podrá modificarla y entregar la versión final al profesor. Esta etapa de la UEPS ocupará dos o tres clases.

3. *Revisión:* iniciar la clase con una revisión, o sea, una mini-clase expositiva, sobre lo que se ha visto hasta ahora sobre la constitución de la materia, abriendo espacio para preguntas de los alumnos. A continuación presentar un vídeo, de 20 a 30 minutos, sobre Partículas Elementales (por ejemplo, v. BBC. The Big. Bang. Machine. MVGroup). Después del vídeo, distribuirles a los alumnos los artículos *Un mapa Conceptual para partículas elementales* (Moreira, M.A., 1989, *Revista Brasileña de Enseñanza de Física*, v.11, pp. 114-129) y *Un mapa conceptual para interacciones fundamentales* (Moreira, M.A., 1990, *Enseñanza de las*

* Profesor de Física General en cursos de grado y de Física Moderna y Contemporánea en la Maestría Profesional en Enseñanza de la Física de la UFRGS.

Ciencias, v.8, n.2, pp.133-139) y pedirles que hagan, en pequeños grupos, un mapa conceptual para partículas elementales e interacciones fundamentales, o sea, un mapa integrando, de modo simplificado, los dos mapas que están en los artículos. Por lo menos algunos de estos mapas conceptuales deberán ser presentados al gran grupo (en *data show* si posible, o en la pizarra, en murales, tipo cartel, hechos con papel y rotuladores). Los mapas de cada grupo serán entregados al profesor que los revisará y devolverá en la siguiente clase para que los alumnos los modifiquen, si quieren, y lleguen a una versión final. Esta actividad también ocupará entre dos y tres clases.

4. *Nueva situación problema, con nivel más alto de complejidad*: construir un diagrama V para el Modelo Estándar. Hacer una exposición inicial, con ejemplos, sobre lo que es un diagrama V y cuál es su propuesta, o sea, para qué sirve. Destacar la naturaleza epistemológica de la V. A continuación, es distribuir a todos el artículo *Una Uve epistemológica para la Física de Partículas* (Moreira, M.A., 2010, *Revista Chilena de Educación Científica*, 9(1): 24-30) y pedirles que construyan, en pequeños grupos, un diagrama V para el Modelo Estándar, pero con la siguiente pregunta básica “¿Cómo el Modelo Estándar de las Partículas Elementales muestra que la Física es una construcción humana, que el conocimiento científico es construido?”. Se presentarán algunos de esos diagramas al gran grupo para discusión y todos los diagramas serán entregados al profesor para evaluación cualitativa; en función de esa evaluación, los diagramas pueden ser rehechos por los alumnos. Actividad prevista para dos o tres clases.

5. *Evaluación sumativa individual*: esta actividad, que ocupará una clase, tiene que ser anunciada previamente a los alumnos, no debe ser por sorpresa. Proponerles preguntas abiertas en las que los estudiantes puedan expresar libremente su comprensión del Modelo Estándar. Hacer preguntas, pedir algún esquema o diagrama que dé evidencias de aprendizaje significativo. No apostar en el “verdadero o falso”.

6. *Clase expositiva dialogada integradora final*: retomar todo el contenido de la UEPS, rever los mapas y el diagrama V de los artículos trabajados en las clases anteriores. Llamar la atención sobre el potencial descriptivo y explicativo del Modelo Estándar con relación a la constitución de la materia. Destacar las dificultades superadas por esa teoría, las previsiones confirmadas, así como las dificultades aún existentes y que pueden llevar a cambios o a su abandono en favor de otra más explicativa.

7. *Evaluación del aprendizaje en la UEPS*: se debe basar en los trabajos realizados por los alumnos, en las observaciones hechas en las clases y en la evaluación sumativa individual, cuyo peso no deberá ser superior a 50%.

8. *Evaluación de la propia UEPS*: deberá ser hecha en función de los resultados de aprendizaje obtenidos. Reformular algunas actividades, si es necesario.

Total de horas-clase: de 9 a 12

ANEXO 2

PROPUESTA DE UEPS PARA ENSEÑANZA DE TÓPICOS DE MECÁNICA CUÁNTICA

Adriane Griebeler¹

Objetivo: facilitar la adquisición de significados de conceptos básicos de Mecánica Cuántica en la Enseñanza Secundaria - *cuantización, incertidumbre, objeto cuántico, estado, superposición de estados.*

Secuencia:

1. Situación inicial: los alumnos serán incentivados a elaborar un **mapa mental** sobre la Física Cuántica (FC). En el mapa mental el sujeto tiene total libertad para hacer asociaciones entre sus conocimientos, sus representaciones, sus cogniciones, a partir de una palabra-clave o una imagen central. Así, los alumnos podrán relacionar la FC con otros ramos de la Física y/o con su cotidiano, sus representaciones sociales. Se entregarán los mapas mentales a la profesora. A continuación, para pensar sobre el asunto, los alumnos recibirán la letra y oirán la música *Cuanta*, de Gilberto Gil. La actividad ocupará una clase.

2. Situaciones-problema iniciales:

- a) ¿Qué ha leído, oído, o visto sobre Física Cuántica?
- b) ¿Dónde se aplica la Física Cuántica? ¿Qué estudia?
- c) ¿En qué se diferencia la Física Cuántica de las otras áreas de la Física (Mecánica, Termodinámica, Electromagnetismo, etc.)?
- d) ¿Qué es un quantum de materia? ¿Y un quantum de energía?
- e) ¿Cuál es su opinión sobre los siguientes anuncios? (Recortes de revistas o páginas web que anuncien “cursos o terapias cuánticas”, traídos por la profesora.) ¿Ya ha oído hablar o ha tenido contacto con algún tipo de terapia que se denomina cuántica?

Todas las cuestiones/situaciones deberán ser discutidas en el grupo grande, bajo la mediación de la profesora, con la intención de oír la opinión del grupo, estimular la curiosidad sobre el asunto, sin necesidad de llegar a una respuesta final.

A continuación se distribuirá una copia individual del artículo *Física Cuántica para Todos* (Texto parcialmente adaptado de Nunes, A. L., 2007, *Física Cuántica para Todos*, XVII SNEF.) que está disponible en el material de apoyo organizado por la profesora. Se dará un tiempo para que los alumnos lean el texto y después se reúnan en pequeños grupos para discutirlo y hacer un resumen o un diagrama, o un dibujo, en actividad colaborativa. El producto de esa actividad será entregado a la profesora y servirá de evaluación cualitativa. Después de la corrección, se les devolverá a los alumnos, permitiendo que los rehagan en función de sus comentarios. El desarrollo de esta etapa ocupará tres clases.

3. Profundizando conocimientos: se trabajarán los conceptos de cuantización, objeto cuántico, incertidumbre, estado y superposición de estados. Estos contenidos se presentarán a través de textos y también en diapositivas, incentivando discusiones en el grupo grande. Al final de la introducción de los nuevos contenidos, se retomarán los anuncios, cuestionando a los alumnos

¹ Estudiante de Máster Profesional en Enseñanza de Física de la UFRGS. Profesora de Física en la Escuela Estadual de Enseñanza Media Dr. Carlos Antonio Kluwe, Bagé, RS, Brasil.

sobre la validez de las proposiciones anunciadas y su visión sobre hasta qué punto estas apropiaciones son legitimadas por la Física. La etapa será desarrollada en 3 clases.

4. *Nueva situación:* los conceptos se presentarán nuevamente en forma de un vídeo. El escogido fue *Mecánica Cuántica*, producido por la Discovery, disponible en <http://www.youtube.com/watch?v=pCgR6kns5Mc>. Después, los alumnos se reunirán en pequeños grupos y se les pedirá que elaboren un **mapa conceptual** para Mecánica Cuántica. Para eso, se hará una exposición inicial sobre cómo construir un mapa conceptual y se les presentarán algunos ejemplos. Después, los mapas serán intercambiados entre los grupos para que los alumnos hagan comparaciones y sugerencias y algunos mapas serán presentados al grupo grande. Todos los mapas deben ser entregados a la profesora para evaluación. Estos mapas serán evaluados cualitativamente y se devolverán a los alumnos que podrán rehacerlos y entregarlos nuevamente a la profesora. Esta actividad ocupará 3 clases.

5. *Comparando mapas:* en la clase siguiente se desarrollará una actividad utilizando los mapas mentales elaborados en la primera clase y los mapas conceptuales en la clase anterior. Se realizará una comparación cualitativa entre esos mapas, buscando aspectos que suponen concepciones alternativas o representaciones sociales, sobre la Física Cuántica, posiblemente presentados en los mapas mentales construidos en la primera clase y su probable ausencia en los mapas conceptuales. Tal aspecto será utilizado para abordar nuevamente el asunto y explicarles a los alumnos que la Física Cuántica no puede ser usada para dar fundamento científico a los asuntos presentados en anuncios.

6. *Diferenciando progresivamente:* se presentarán nuevas situaciones problema, relativas a los conceptos de cuantización, objeto cuántico, incertidumbre, estado y superposición de estados, principalmente en forma de imágenes, como la del Gato de Schrödinger, disponible en <http://averomundo-jcm.blogspot.com/2009/10/gatos-e-virus.html> y también se iniciará la confección de un pequeño periódico de la clase con pequeños artículos, viñetas, o figuras sobre los asuntos abordados. La elaboración de ese periódico será mediada por la profesora y será expuesto en el colegio para lectura de toda la comunidad escolar. La actividad será desarrollada en 3 clases.

7. *Evaluación individual:* será realizada una evaluación individual a través de preguntas abiertas sobre los conceptos abordados en la unidad. La actividad ocupará una clase.

8. *Clase final y evaluación de la UEPS en el gran grupo:* análisis de las respuestas a las preguntas propuestas en la evaluación individual. Comentarios finales integradores sobre el asunto abordado. Evaluación oral por parte de los alumnos sobre las estrategias de enseñanza utilizadas y sobre su aprendizaje. La actividad ocupará una clase. Las manifestaciones de los alumnos serán grabadas en audio, con el consentimiento de los mismos.

9. *Evaluación de la UEPS:* análisis cualitativo, de parte de la profesora, sobre las evidencias que percibió, o no, de aprendizaje significativo de los conceptos de la unidad, en la evaluación individual y en la observación participante, así como de la evaluación de la UEPS realizada por los alumnos en la última clase.

Total de horas-clase: 16

ANEXO 3

PROPUESTA DE UEPS PARA ENSEÑAR INMUNOLOGÍA BÁSICA

Viviane A. Andrade*

Contexto: Esta unidad de enseñanza fue planificada y desarrollada para un curso de extensión en Inmunología Básica, con duración de 40 horas (12 encuentros), ofrecido a alumnos de un Curso Técnico de Nivel Medio de Enfermería.

Objetivo: enseñar Inmunología Básica (Anatomía y Fisiología del Sistema Inmunológico), con base en una de las ideas centrales de la Biología, según Novak (1970), la homeostasis.

1. Actividades iniciales (2 encuentros): proponer situaciones de enseñanza que favorezcan una amplia exposición de los conocimientos previos de los alumnos. Se sugiere, antes de la presentación del tema, la realización de tres actividades iniciales: una pregunta introductoria amplia, acerca de los asuntos que los discentes esperan estudiar; preguntas relacionadas con el tema (*¿Cómo actúa el sistema inmunológico en el contexto del organismo humano?; Cite palabras y/o términos relacionados con el sistema inmunológico; Identifique dos situaciones en las que el sistema inmunológico actuará en su organismo*) que serán respondidas individualmente, sin recurrir a fuentes de consulta; discusión oral y colectiva, orientada por las preguntas y respuestas de las cuestiones previamente respondidas.

Enseguida, presentar un breve relato sobre la historia de la Inmunología y su contexto de desarrollo en el mundo occidental, destacando el proceso de construcción de este conocimiento. Después de la presentación, proponer una discusión valiéndose de la pregunta: *¿El hombre en los días de hoy desarrolla la viruela?* Cuando los alumnos hayan llegado a una respuesta para esta pregunta, presentar una síntesis del artículo de Lobato et al. (2005). Proponer y orientar una nueva discusión basada en la síntesis de este trabajo. Por fin, conducir la discusión con la presentación de preguntas para reflexión: *Y el Sistema Inmunológico... ¿Cómo se encuadra en este contexto? ¿Cómo actúa...?* Suministrar textos, sobre la historia de la Inmunología, para lectura y discusión en la clase siguiente, y los artículos de Lobato et al. (2005) y de Porto y Puente (2003) para lectura complementaria.

Presentar la parte inicial de la película “*Yu-Gi-Oh!*™” (hasta 35 minutos), como organizador previo de la idea central homeostasis. Verificar si el juego *Yu-Gi-Oh* (y/u otros del mismo tipo), presentado por la película, es familiar al grupo de alumnos. Después de la proyección de la película, presentar una situación-problema (*¿Es posible establecer alguna relación de la regla del juego con la actuación del Sistema Inmunológico y el mantenimiento de la vida en el “mundo vivo”?*) de nivel introductorio, cuyo propósito es favorecer la relación de los conocimientos previos de los alumnos sobre el juego *Yu-Gi-Oh!*™, con una idea central de la Biología, homeostasis. De esta forma, se pretende preparar el alumno para la presentación del conocimiento que se quiere enseñar, Inmunología Básica.

2. Situaciones-problema iniciales¹: a) *Si el sistema inmunológico “defiende” al organismo, ¿cómo y qué sucede en este proceso?;* b) *¿Cuáles son las estructuras implicadas en este proceso?;* c) *Y el Sistema Inmunológico ¿Cómo se encuadra en este contexto? ¿Cómo actúa?.*

*Máster Profesional en Enseñanza en Biociencias y Ciencias de la Salud, Instituto Oswaldo Cruz, FIOCRUZ. Profesora del Centro Federal de Educación Tecnología Celso Suckow da Fonseca, RJ, Brasil.

3. Revisión²: Revisar los conceptos *Vida* y *ser vivo*. Enfocar el concepto homeostasis. Proponer el establecimiento de relaciones entre el concepto homeostasis y otros asuntos ya estudiados por los alumnos en las diversas asignaturas ya realizadas en su curso, y con el juego (organizador previo). Proponer la utilización del juego didáctico *Imunostase card game*³ juego con mecánica⁴ semejante a la de la película proyectada. También se les puede proponer la construcción de nuevas cartas para el juego.

4. El proceso de enseñanza (6 encuentros): proponer la identificación de los sistemas que componen el organismo humano, basado en una figura esquemática, y, enseguida, presentar una nueva situación-problema: *¿Cuál es el resultado de la interacción y del funcionamiento de todos estos sistemas en el organismo humano?* Con base en las respuestas obtenidas y anotadas en la pizarra, iniciar la presentación del material instruccional. Presentar los tópicos: concepto de inmunidad; barreras primarias del organismo; anatomía del Sistema Inmunológico y respuesta inflamatoria. Suministrar una lista de ejercicios (con preguntas abiertas) como tarea que deberán hacer y presentar en la clase siguiente. Pedirles que piensen sobre la posibilidad de realizar cartas basadas en los contenidos presentados y en sus experiencias académicas y personales. Realizar la actividad de “corrección” de la lista de ejercicios, con el objetivo de promover la negociación y compartir significados, o sea, con discusiones en grupos, seguidas de la discusión en la clase para presentar una propuesta de resolución colectiva para cada pregunta.

Posteriormente, presentar preguntas ya conocidas por los alumnos como *¿Cuál(s) es el papel(s) del sistema inmunológico en el organismo?* y *¿Cuál es el resultado de la acción del sistema inmunológico en el organismo?* Y preguntas que no son familiares como: *Comente las afirmaciones Los agentes infecciosos son comunes, pero las infecciones son raras. ¡Hay más bacterias en el organismo que células humanas!; Describa la acción del sistema inmunológico en el organismo de la Bella Durmiente, mediante la lesión causada en su dedo en el huso de la rueda; ¿Cuáles son las principales características físicas del proceso inflamatorio?* Se sugiere que estas preguntas sean corregidas en el mismo formato de la lista de ejercicios. Con esta medida se pretende “enculturar” a los alumnos en la práctica de negociación y de compartir significados para resolver diferentes tipos de cuestiones (situaciones), generando situaciones en el ambiente de enseñanza, fundamentales en el proceso de aprendizaje significativo, que favorezcan la verbalización de los alumnos con respecto al tema abordado en las clases. Presentar los tópicos procesamiento y presentación del antígeno y selección clonal. Proyectar animaciones⁵ para ilustrar la dinámica de los procesos. Al término de la clase, proponer preguntas que favorezcan la reconciliación integradora de las ideas presentadas y discutidas: *¿Cuál es el resultado de la acción del sistema inmunológico en el organismo? ¿Cuál es su relación con los demás sistemas que constituyen el organismo?*

Proponer la ordenación secuencial de los eventos inmunológicos citados y la resolución de tres cuestiones (*1. La secuencia de eventos enumerada en la cuestión anterior a*

¹ Se recomienda que todas las preguntas (situaciones-problema) y actividades sean discutidas en grupo con mediación docente.

² En el inicio de la clase, de manera general, revisar los tópicos trabajados en la(s) clase(s) anterior(es).

³ Juego desarrollado por Andrade (2011), en el contexto del Máster Profesional en Enseñanza en Biociencias y Salud, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz/RJ.

⁴ La mecánica del juego es la dinámica que mueve el juego, o simplemente *cómo* jugar. La mecánica se puede basar en tablero, estrategias, batallas históricas, cartas de eventos, etc. (Marcelo y Pescuite, 2009)

⁵ <http://www6.ufrgs.br/favet/imunovet/animacoes/mhci.html> /<http://www6.ufrgs.br/favet/imunovet/animacoes/mhcii.html>

qué tipo de respuesta inmunológica se refiere (celular o humoral)? Justifique su respuesta. 2. ¿La lesión sufrida por el organismo que realizó la respuesta inmunológica alcanzó los vasos sanguíneos? Justifique su respuesta. 3. Describa otra estrategia que el organismo podría haber utilizado para realizar el mismo tipo de respuesta citada en la pregunta 01.) Presentar los tópicos, memoria inmunológica, inmunoglobulinas, tolerancia inmunológica, hipersensibilidad, autoinmunidad y enfermedad de deficiencia inmunológica.

5. Nueva situación problema, en nivel más alto de complejidad: retomar el juego *Imunostase card game* y proponerles a los alumnos que establezcan relaciones entre los eventos inmunológicos y las posibles cartas y estrategias de jugadas referentes al juego didáctico utilizado y los resultados de éstas en el organismo del adversario. Esta etapa ocupará dos o tres encuentros.

Proponer el estudio del caso titulado “*El niño que no produce anticuerpos*” publicado en la *Folha de São Paulo* el 28/06/2009. La actividad consistirá en *Escribir un texto presentando las posibles explicaciones sobre: ¿qué le pasa al organismo de Vitor? ¿Por qué? ¿Personas con inmunodeficiencia primaria tienen dificultad en combatir las infecciones? ¿Qué medida sugiere para resolver definitivamente el problema inmunológico de Vitor?* Presentar cuadros de vacunación propuestos por el Ministerio de la Salud y por la Sociedad Brasileña de Pediatría. Con base en esos cuadros, se les solicitará la resolución de cuestiones como: *¿Qué motivos justifican la indicación de la realización de inmunizaciones en el inicio de la vida de los individuos? En su opinión, ¿por qué hay diferencias en los calendarios de vacunación propuestos por el Ministerio de la Salud y por la Sociedad Brasileña de Pediatría?*

6. Evaluación: la evaluación del aprendizaje se basará en los trabajos realizados por los alumnos a lo largo del curso, en las observaciones realizadas por la docente y, también, por una evaluación formal.

7. Clase final integradora: retomar todo el contenido de la UEPS, rever los casos y actividades y estrategias de jugadas trabajadas en las clases anteriores. Destacar la relación de la idea central con todos los tópicos abordados y con otros tópicos ya estudiados por los alumnos. Destacar las dificultades del estudio y de la investigación del tema, la importancia de este conocimiento para la comprensión de los cuadros de salud y de enfermedad, los avances del área de conocimiento y las limitaciones de las explicaciones aún hoy existentes y que, con el avance de las investigaciones y de la producción de conocimientos, se podrá llegar a cambios o al abandono en favor de explicaciones mejores para los eventos inmunológicos.

8. Evaluación de la UEPS: a partir de evidencias de aprendizaje significativo obtenidas, o no, a lo largo del desarrollo de las actividades.

Referencias

- Andrade, V.A. (2011). *Imunostase – uma atividade lúdica para o ensino de Imunologia*. (Disertación en Enseñanza en Biociencias y Salud) - Enseñanza en Biociencias y Salud, Instituto Oswaldo Cruz, Río de Janeiro.
- Andrade, V.A.; Lemos, E.S. Uma proposta didática para o ensino de Imunologia. (en prensa)
- Lobato, Z.I.P., et al.(2005) *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 57 (4): 423-429.
- Novak, J.D. (1970) *The improvement of Biology teaching*. New York: Bobbs-Merrill Co.
- Porto, A., Ponte, C.F. (2003) Vacinas e campanhas: imagens de uma história a ser contada. *Hist. Cienc. Saúde-Manguinhos.* 10 (sup 2), 725-742.

ANEXO 4

PROPUESTA DE UEPS PARA ENSEÑAR EQUILIBRIO QUÍMICO

Agostinho Serrano*

Objetivo: enseñar el concepto de Equilibrio Químico en la Enseñanza Secundaria dentro de los diferentes niveles de representación de un fenómeno químico.

Secuencia:

1. Situación Inicial: hacer una demostración experimental o mostrar un vídeo sobre la influencia de la temperatura en el Equilibrio Químico de $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$. Explicar que el NO_2 es un gas marrón, mientras que el N_2O_4 es un gas incoloro. (Estimativa de 30 min de duración.)

2. Situación-problema: explicar, utilizando la pizarra, la reacción directa $N_2O_4 \Rightarrow 2NO_2$, que resulta en la formación de un gas marrón, y la reacción inversa $N_2O_4 \Leftarrow 2NO_2$ que resulta en la formación de un gas incoloro. Preguntarles a los alumnos *cómo es posible que el gas demostrado en la secuencia (1) cambie de color de acuerdo con la temperatura. ¿La reacción química “para” cuando el color se estabiliza? Si la reacción química “para”, ¿al cambiar la temperatura, reinicia? ¿Cómo puede la reacción química “parar” si las moléculas están en constante movimiento? Y si la reacción no “para”, ¿cómo se estabiliza el color?* Estas situaciones-problemas deben ser discutidas en el grupo grande, mediado por el profesor. (Estimativa de 60 min de duración.)

3. Exposición dialogada: el profesor ahora debe introducir el concepto de equilibrio químico dinámico, contraponiéndolo al equilibrio químico estático, siempre relacionándolo con el hecho de que la reacción química no “para”. Conceptos previos de reacción directa e inversa deben ser utilizados, así como los de concentración y velocidad de la reacción. Para eso, se debe utilizar el nivel representacional simbólico (fórmulas químicas) en la pizarra. Finalmente, se llega al concepto de equilibrio como el de la coexistencia de las dos reacciones citadas anteriormente, ocurriendo con la misma velocidad. Así se efectúa una diferenciación progresiva a partir de una situación-problema inicial (2) que será utilizada como organizador previo y, finalmente, por medio de una reconciliación integradora de los conceptos de velocidad, concentración y reacción directa/inversa se llega al concepto de equilibrio químico. (Estimativa de 60 min de duración.)

4. Nueva situación-problema: aquí se sugiere que el docente utilice la simulación computacional gratuita Equil v.2.0¹, donde el equilibrio químico es explicado utilizando los tres niveles de representación² de un fenómeno químico simultáneamente (Gabel, 1993). El nivel de complejidad de la situación-problema es el mismo, pero se introducen diferentes representaciones (con diferentes invariantes operatorios) que deben ser trabajadas y comprendidas individualmente (etapa de diferenciación progresiva) y después integradas, de forma que todas las etapas de la reacción química, desde de su inicio, apenas con reactivos

* Profesor del Programa de Posgrado en Enseñanza de Ciencias y Matemática de la Universidad Luterana de Brasil (ULBRA).

¹ Disponible en: <http://www.gabriela.trindade.nom.br/equil-v1-portugues/>

² Los tres niveles son: simbólico (ecuaciones, gráficos); sensorio (color de la mezcla, olor); microscópico (moléculas).

formando productos en la reacción directa, pasando por el aumento de la velocidad de la reacción inversa, hasta la igualdad de estas velocidades al alcanzar el equilibrio químico, sean entendidas por la comprensión simultánea de todos los niveles de representación. Enseguida, sugerimos que se realice un mapa conceptual en pequeños grupos, permitiendo la exposición y discusión de los mapas de cada grupo para toda la clase, siempre con el objetivo de responder las preguntas propuestas inicialmente. (Estimativa de 4h de duración.)

5. Evaluación Sumativa Individual: utilizando evaluaciones individuales bajo la forma de situaciones-problema de equilibrio químico, el profesor debe cuestionar los alumnos sobre su comprensión del fenómeno de equilibrio (Orlandi, Camargo y Serrano, 2006) observando siempre (aunque no sólo) si hay evidencias de:

- comprensión de gráficos de concentración de las reacciones directas e inversas (nivel simbólico);
- comprensión de gráficos de velocidad de las reacciones directas e inversas, llegando a valores iguales cuando están en equilibrio (nivel simbólico);
- comprensión del significado de la doble flecha en la ecuación química, significando que las reacciones directas e inversas tienen lugar de manera simultánea, y utilizando flechas más grandes para representar una reacción directa con mayor velocidad en el inicio y viceversa (nivel simbólico);
- capacidad de construir modelos mentales que sean capaces de representar moléculas con alguna representación aceptable para el nivel de enseñanza y sus objetivos (moléculas bi o tridimensionales, o incluso esferas que representan moléculas, en caso de que el alumno comprenda que se trata sólo de una representación simplificada al extremo – nivel microscópico);
- capacidad de hacer que las representaciones moleculares se muevan mentalmente, ora no chocándose, ora chocándose y, cuando se chocan, que puedan reaccionar químicamente bajo la forma directa (reactivos \rightarrow productos) o inversa (productos \rightarrow reactivos), (nivel microscópico = modelos moleculares);
- ser capaz de, dentro de este modelo mental, comprender que la tasa de formación de productos sea igual a la de reactivos y que esta reacción no para, siendo ésta la explicación para la estabilidad del color de la mezcla (nivel macroscópico = sensorial).

(Estimativa de 2h de duración.)

6. Clase expositiva final: utilizar todos los conceptos ya explicados, en todos los niveles representacionales trabajados para discutir ejemplos históricos donde el concepto de equilibrio químico haya sido abordado, para destacar la importancia de la comprensión de cada uno de los puntos de la evaluación sumativa individual (5) para la formación científico-cultural del alumno. Se sugiere la explicación del papel de la campaña de Napoleón Bonaparte en Egipto, bajo la figura del químico Claude Loius Berthollet (Bensaude-Vincent & Stengeres, 1992) en el establecimiento de este concepto. Otro ejemplo que se puede citar es el de la síntesis del amoníaco y su aplicación bélica, proceso *Haber-Bosch* (Brown, Lemay and Bursten, 1999) o ejemplos del cotidiano o de la naturaleza: formación de estalactitas y estalagmitas, provocadas debido a la reversibilidad de las reacciones (Kotz & Treichel, 2002) y otros fenómenos tales como lentes fotocromáticas y la reacción reversible del ácido carbónico en refrescos. (Estimativa de 60 min de duración.)

7. Evaluación del aprendizaje en la UEPS: el profesor deberá registrar evidencias de aprendizaje significativo mediante la adquisición y dominio de niveles representacionales que

los alumnos, individualmente, no utilizaban dentro de este campo conceptual. Además, estas representaciones deben ser articuladas y utilizadas para resolver situaciones-problema típicas de equilibrio químico (problemas del tipo algoritmo), pero también para explicar el concepto de equilibrio químico y situaciones de equilibrio químico tanto para a otros compañeros como al profesor. Si el profesor verifica que la adquisición de estas representaciones tornó el concepto de equilibrio químico más natural para el estudiante, entonces se puede concluir que hubo un aprendizaje significativo. (Estimativa de 30 min de duración.)

8. Evaluación de la propia UEPS: La UEPS sólo podrá ser considerada exitosa si hay un progresivo dominio del concepto de equilibrio químico mediante la adquisición de diferentes niveles representacionales, debidamente articulados y generando significados para el concepto de equilibrio químico. (Estimativa de 30 min de duración.)

Total estimado de duración: 10,5h

Referencias

- Gabel, D. (1993). Use of the particle nature of matter in developing conceptual understanding. *Journal of Chemical Education*, 70(3): 173-174.
- Orlandi, C. C., Camargo, M., Serrano, A. (2006). Avaliação e aplicação de simulação computacional no ensino de equilíbrio químico. *Acta Scientiae*, 8(1): 79-84.
- Bensaude-Vincent, B., Stengers, I. (1992). *História da Química*. Instituto Piaget.
- Brown, T. L., Lemay, e Bursten B. E. (1999). *Química-Ciência Central*. Rio de Janeiro. LTC – Livros Técnicos Científicos. 7ª ed.
- Kotz, J. C., Treichel, P. (2002). *Química e reações químicas*. Rio de Janeiro, LTC – Livros Técnicos e Científicos. 4ª ed.