

El mapa conceptual como instrumento para la auto-evaluación conceptual en química

JULIO CÉSAR TOVAR-GÁLVEZ
Universidad Pedagógica Nacional, Colombia

Introducción

El presente artículo tiene como objetivo presentar algunas de las aplicaciones que se dan a un instrumento muy difundido en la didáctica de las ciencias naturales: el mapa conceptual. El sustento de las experiencias que se analizarán más adelante se encuentra en el reconocimiento del panorama general de la evaluación, centrándose en la especificidad de la evaluación en ciencias naturales y en la relación entre una hipótesis del aprendizaje y la didáctica.

En este orden, se hace necesario entender que a través de la historia, la evaluación educativa ha estado condicionada por contextos sociales, políticos, económicos y culturales específicos lo que se traduce en cambios sujetos a diversas posiciones epistemológicas, concepciones del aprendizaje, desarrollo de la didáctica y la pedagogía, así como a los avances de las diversas disciplinas. Muestra de ello son los diversos estudios históricos de la evaluación que analizan desde los aspectos internos de la misma teoría, hasta su relación con aspectos externos como el contexto social. De esta manera, Escudero (2003) da cuenta de la evaluación a partir de la definición de varias etapas:

- a) Carencia total de teoría en evaluación (desde la antigüedad hasta el siglo XIX).
- b) La necesidad de dar carácter científico a las ciencias humanas y sociales (se introduce el positivismo –S. XIX–).
- c) El tecnicismo (finales del siglo XIX y 1940).
- d) Emergencia teórica (con Tyler: entre 1950 y 1970 –la función social de la evaluación–).
- e) Consolidación de la investigación (1970-1980 –modelos teóricos–).
- f) Surgimiento del constructivismo (finales de la década de 1980).
- g) Pluralismo de enfoques y lo transdisciplinar (1990 y 2000).

Teniendo en cuenta algunas de las recientes visiones de la evaluación, por ejemplo la fundamentada en el constructivismo, es posible definirla como un proceso centrado en el estudiante, con posibilidad de participación, diálogo y reflexión, que reconoce los contextos y la multidimensionalidad del sujeto, de sus

Revista Iberoamericana de Educación

ISSN: 1681-5653

n.º 49/7 – 25 de junio de 2009

EDITA: Organización de Estados Iberoamericanos
para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI)



aprendizajes y que permite pensar en supera las aulas (Segura, 2007). Así mismo, la evaluación, como modelo o sistema, aporta a la revisión, valoración, crítica y transformación de: acciones; aprendizajes; habilidades; actitudes; los mismos modelos pedagógicos y didácticos; y sobre sí misma, entonces permite regular; retroalimentar; re-definir; tomar decisiones; reformular; aprender; conocer y reconocer aspectos del sujeto, sus ritmos y formas de aprender, de resolver y manejar situaciones, sus afectos, historia e interacciones sociales en un contexto (Ladino-Ospina y Tovar-Gálvez, 2007).

Sin embargo, la especificidad epistemológica que adquiere la didáctica de las ciencias naturales (Cachapuz, Praia, Gil-Pérez, Carrascosa y Martínez, 2001; Adúriz e Izquierdo, 2002), confiere a la evaluación en ciencias especificidad, en términos de estructura (concepción y práctica), amplitud (relación de las ciencias naturales con otras disciplinas) y complejidad (relaciones entre las ciencias naturales, la tecnología, la sociedad y el ambiente). Desde esta perspectiva, la evaluación en ciencias naturales busca valorar y aportar a la enseñanza-aprendizaje de estructuras conceptuales, posibilidades metodológicas, actitudes, capacidad para resolver situaciones y la toma de decisiones, entre otros (Gallego-Badillo y Pérez, 1997; Manassero y Vázquez, 2001; Ladino-Ospina, 2007).

El trabajo presentado aquí se centra en la auto-evaluación de aspectos conceptuales de la química. De esta manera y asumiendo que la dinámica de las ciencias naturales se fundamenta en la investigación y que es una construcción de comunidades de especialistas, se asume la auto-evaluación conceptual como un proceso de reflexión sobre las propias estructuras conceptuales que, en primera instancia, permite una valoración crítica como sujeto, y en una segunda, se amplía para dar paso al trabajo en equipo, la evaluación entre pares, la posibilidad de la discusión y la negociación, así como de espacios para la solución de situaciones.

Métodos e instrumentos para el trabajo cognitivo

Como ya se anunció, la estructura, dinámica, avance y finalidades de las disciplinas exige especificidad en su enseñanza y forma de evaluación; es decir, los fundamentos históricos y epistemológicos de un área del conocimiento fundamentan su didáctica.

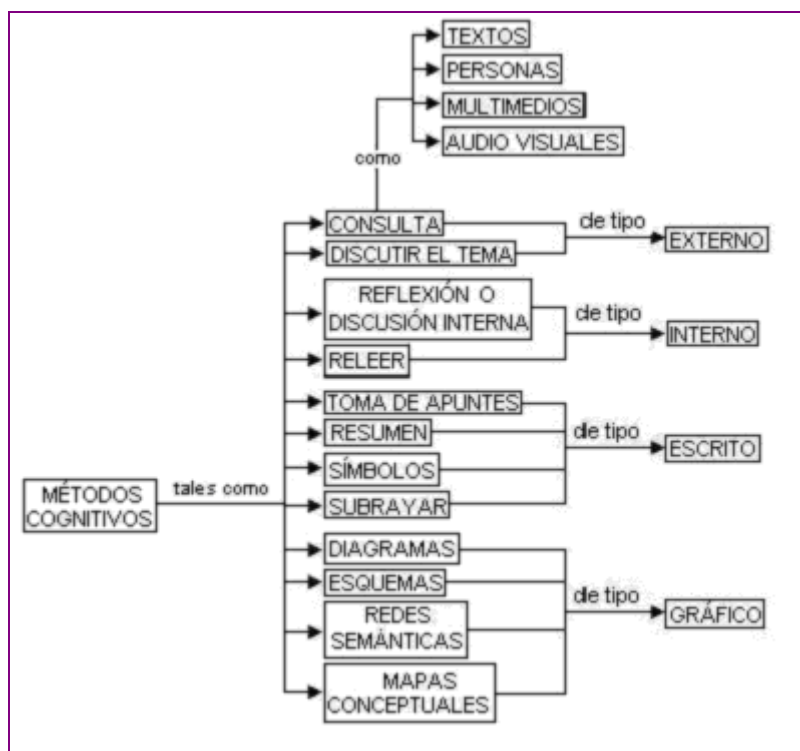
No obstante lo anterior, es necesario reconocer aspectos propios del sujeto, tales como su forma de leer el mundo, sus formas de aprender, de procesar o manejar la información que, en últimas, hacen parte de los contextos que determinan los ritmos y formas de aprendizaje (Ladino-Ospina y Tovar-Gálvez, 2007).

Ahora bien, es posible identificar algunos de los métodos e instrumentos a los que puede acudir un sujeto para desarrollar sus tareas cognitivas. De esta manera, se pueden asumir como métodos e instrumentos cognitivos a aquellos elementos, acciones y herramientas que el individuo emplea para organizar, procesar, asimilar y exteriorizar o representar la información, lo que piensa, lo que sabe o lo aprendido (Tovar Gálvez, 2004 b). Desde esta perspectiva es posible pensar en que el sujeto recurre a determinados métodos de procesamiento de la información, que van de acuerdo con la complejidad de su estructura cognitiva, sus formas de aprender, experiencia y personalidad.

Se propone que los métodos e instrumentos cognitivos sean clasificados de acuerdo al tipo de trabajo que implican y dentro de ello, de acuerdo a su complejidad. A continuación se presenta un esquema

para visualizar y organizar los métodos e instrumentos cognitivos; dentro del cual se incluye al mapa conceptual (objeto de este artículo):

FIGURA 1
Métodos Cognitivos (Tovar Gálvez, J. C., 2004 b)



El mapa conceptual como instrumento didáctico

Como se refiere en el título, se ha retomado el mapa conceptual como instrumento para realizar la auto-evaluación de las estructuras conceptuales del sujeto en química, y se ha conceptualizado en el subtítulo anterior como un instrumento cognitivo gráfico. La primera propuesta establecida sobre mapas conceptuales es presentada por Novak luego de varios años de investigación sobre el aprendizaje de conceptos científicos (Novak y Gowin, 1988). Desde dicho trabajo, el autor define que "(...) la mayor parte de los significados conceptuales se aprenden mediante la composición de proposiciones en las que se incluye el concepto que se va a adquirir", y desde este presupuesto teórico sobre el aprendizaje diseña el mapa conceptual definiéndolo como "un recurso esquemático para representar un conjunto de significados conceptuales incluidos en una estructura de proposiciones".

Es evidente la relación entre la Teoría de la Asimilación de Ausubel y la forma en que Novak asume el aprendizaje, para derivar en el instrumento gráfico. Para el primer autor (Ausubel, Novak y Hanesian, 1983), el aprendizaje se da de forma significativa cuando el nuevo conocimiento encuentra correspondencia con la estructura cognitiva preexistente en la mente de quien aprende y se ancla, ya sea para acomodar, reorganizar o ampliar la misma estructura; para el segundo autor, el mapa conceptual tiene como objetivo representar esas relaciones significativas entre conceptos a través de unidades semánticas o proposiciones.

De la interpretación de ambas propuestas es posible concluir que el mapa conceptual aporta a:

- Develar el conocimiento previo del estudiante.
- Sustentar algunas ideas en las que se debe enfocar el aprendizaje.
- El sentido que los sujetos construyen de los conceptos y sus relaciones.
- “Proporcionan un resumen esquemático de todo lo que se ha aprendido” (Novak y Gowin, 1988, p. 34).
- Que estudiantes y docentes discutan sobre la validez de las relaciones entre conceptos, es decir, la validez de las proposiciones; así como determinar nuevas y más complejas relaciones.
- Determinar un importante instrumento para la evaluación.

Como se señaló, el gestor del mapa conceptual y sus colaboradores toman al aprendizaje significativo (proceso que explica la Teoría de la Asimilación) como soporte para el instrumento. Dentro de este, favorecen el aprendizaje subordinado, sustentando la jerarquía del mapa conceptual, donde los conceptos más generales e inclusivos deben situarse en la parte superior y los menos inclusivos y más específicos situados progresivamente hacia la parte inferior. Sin embargo, señalan que las relaciones de subordinación y superordinación entre los conceptos pueden cambiar, pues aunque cualquier concepto del mapa varíe su posición (subir o bajar), puede seguir manteniendo “relación proposicional significativa con otros conceptos del mapa” (Novak y Gowin, 1988, p. 35).

Metodología

En la experiencia que se presenta en este artículo, el mapa conceptual se ha utilizado como un medio para evidenciar los esquemas iniciales (o concepciones) y construcciones conceptuales de los estudiantes a través de un curso de química general. El uso del mapa ha tenido variaciones, de tal manera que permite dinámicas individuales y dinámicas en equipos de trabajo.

Inicialmente se ha optado por dos actividades que dan paso a la construcción del mapa conceptual: a) se presenta a los estudiantes un listado de conceptos correspondientes a las temáticas de un periodo académico o, b) se enfrenta a los estudiantes a una lectura introductoria a los temas del periodo académico y se les pide realizar el listado de conceptos con que construirán el mapa. Esta primera versión del mapa es el punto de partida para diseñar las estrategias de enseñanza-aprendizaje, en la medida en que la evaluación proporciona una aproximación a las relaciones conceptuales iniciales que realizan los estudiantes y a la validez de las mismas.

Con el avance en el trabajo por equipos se llega a un punto en que es necesario valorar los posibles cambios, los elementos que permanecen y las posibilidades frente a los conceptos químicos que se están trabajando. En este punto se ha optado por dos procesos de la auto-evaluación: a) que los estudiantes retomen el mapa conceptual que construyeron el primer día y evalúen, desde los elementos que han construido, el sentido disciplinar (para este caso, el sentido químico) de las proposiciones que componen su mapa o, b) que los estudiantes construyan un segundo mapa conceptual, el cual compararán con su mapa

inicial en términos de los cambios en las relaciones conceptuales, los avances en las precisiones, la complejidad y claridad de las proposiciones.

La ampliación del sentido de la evaluación conceptual en química se da cuando se ha posibilitado que los equipos de trabajo, al final del trabajo de la unidad, presentan su mapa inicial ante los compañeros de clase siendo estos últimos quienes valorarán el sentido disciplinar (químico, físico, biológico) de las proposiciones, haciendo el papel de pares académicos.

Y en el mismo sentido de lo anterior, en pruebas escritas presentadas como evaluación individual, se han incluido mapas conceptuales que intencionalmente han sido pre-diseñados con relaciones conceptuales erróneas. Los estudiantes deben evaluar el sentido químico del mapa conceptual (proposición por proposición) y presentar su nueva versión.

Resultados

Auto-evaluación de concepciones iniciales

En esta forma de trabajo se ha solicitado a los estudiantes extraer las proposiciones de sus mapas conceptuales y evaluar su sentido químico a la luz de las nuevas construcciones realizadas. Las respuestas son variadas y se han podido clasificar en tres tendencias: a) estudiantes que no reconocen las relaciones conceptuales poco favorables o que buscan justificarlas de manera no exitosa; b) quienes solo consideran cambios pequeños y que no son significativos para re-construir las proposiciones y; c) estudiantes que son capaces de reconocer la invalidez de sus proposiciones y re-construirlas.

A manera de ejemplo de lo anterior, se pueden citar tres casos correspondientes a las tres tendencias:

- a) El estudiante inicialmente construye la proposición "equilibrio químico afectado por factores como temperatura teniendo en cuenta procesos endotérmicos y exotérmicos", sin embargo, luego del aporte del docente y la dinámica de la clase y el laboratorio, sostiene que su proposición posee completo sentido químico.
- b) El estudiante inicialmente construye la proposición "la reacción química posee reactivos y productos", y en su valoración de la misma explica que "el concepto posee debería ser reemplazado por se dan, y el concepto reactivos debería ser reemplazado por sustancias"
- c) En la proposición inicial, el estudiante sugiere que "la agitación hace que el gas suba a la salida del recipiente", más en su posterior evaluación de esta misma consigue una mejor aproximación al aseverar que "la presión del gas disminuye con el pasar del tiempo y se agita el recipiente para que el gas se expanda por todo el recipiente y salga".

Auto-evaluación por diálogo entre pares

Durante esta otra forma de trabajo se generó espacio para dos ejercicios:

- a) Un grupo de estudiantes presenta públicamente el mapa que construyeron inicialmente y lo evalúan, mientras que el público hace preguntas sobre las proposiciones.
- b) Un grupo de estudiantes presenta públicamente el mapa que construyeron inicialmente, mientras que un segundo grupo evalúa el sentido químico de las proposiciones.

Frente a estas dos formas de trabajo se puede decir que aún permanecen dificultades y avances muy similares a lo descrito en el párrafo anterior con respecto a la precisión en la evaluación de los mapas, así que: para el caso denotado como *a*, es muy marcada la tendencia del estudiante o grupo a justificar sus proposiciones, aunque sepan que no son correctas. Esto debido a la imperante idea de que al detectar la invalidez de sus proposiciones y demostrar el sinnúmero de dificultades en su mapa inicial, serán descalificados con un número. Para el caso enunciado como *b* se encontraron actitudes más favorables y mayores avances en lo conceptual, pues el segundo grupo que hace de evaluador no tiene la presión y el imaginario de ser descalificado al demostrar imprecisiones conceptuales en el mapa conceptual del otro grupo. En este ejercicio quedó claro que se valora la posibilidad de leer relaciones conceptuales desfavorables en el mapa y las propuestas que ante ellas se hagan.

Evaluación de mapas conceptuales pre-diseñados

Respecto a esta modalidad de evaluación conceptual se identificó que para los estudiantes no es un criterio principal la jerarquía de los conceptos, sino el conjunto de la proposición. Las principales apreciaciones de los estudiantes frente al mapa conceptual presentado en la prueba se centran en:

- a) Considerar solo las palabras o conceptos enlace, sin conseguir mayor o más conveniente significado de la proposición.
- b) Hacer presente la necesidad de señalar el sentido de la lectura de la proposición a través de flechas.
- c) Calificar como verdadera o falsa la proposición.
- d) Cambiar un concepto por otro o un sinónimo; e) proponer otra proposición o relación conceptual.

Conclusiones

Es evidente que los nuevos enfoques generales sobre evaluación tienden al reconocimiento del estudiante como eje del proceso, por ello promueven el trabajo en equipos, la auto-evaluación, el desarrollo de la autonomía, las discusiones entre pares (estudiantes) y exigen un nuevo rol docente (como par). La especificidad y especialización de la didáctica de las ciencias naturales propone modelos evaluativos acordes que exigen evaluar varios aspectos del conocimiento científico, para este caso, los esquemas conceptuales de la química que construye el estudiante.

El mapa conceptual se asume como un reflejo de las estructuras conceptuales de los estudiantes, y su poder está en el sentido de la evaluación y las metodologías en que se involucre. A través de este instrumento se da al estudiante una posibilidad para auto-evaluarse a nivel conceptual, brindando

elementos para la autonomía, centrando el trabajo en sí mismo y extendiéndose hacia el trabajo entre pares.

Desde los resultados observados a través de la experiencia se puede leer que en los estudiantes es constante la acepción punitiva y descalificadora de la evaluación, por ello el temor a señalar que han tenido errores y la tendencia a justificar sus malas relaciones conceptuales, a sabiendas de ello. Aunque para este caso la tensión se redujo por encomendar la evaluación pública de los mapas conceptuales a un segundo grupo, la expectativa es buscar cambiar la concepción de la evaluación, de tal manera que se tengan mayores posibilidades en la práctica, y el trabajo sobre lo conceptual sea más riguroso y promovido también desde lo individual.

Bibliografía

- ADÚRIZ-BRAVO, Agustín, e IZQUIERDO AYMERICH, Mercè (2002): "Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma". En: *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, [en línea] 1 (3): [consultada en octubre de 2007]. Disponible en: <http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen1/Numero3/Art1.pdf>.
- AUSUBEL, David; NOVAK, Joseph, y HANESIAN, H. (1983): *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. 2.ª Edición. México: Trillas.
- CACHAPUZ, PRAIA, GIL-PÉREZ, CARRASCOSA, y MARTÍNEZ-TERRADES (2001): "A emergência da didáctica das ciências como campo específico de conhecimento". En: *Revista Portuguesa de Educação* [en línea], 14 (001): [fecha de consulta: 04 de diciembre de 2007]. Disponible en: <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=37414108>> ISSN 0871-9187.
- ESCUADERO, Tomás (2003): "Desde los tests hasta la investigación evaluativa actual. Un siglo, el XX, de intenso desarrollo de la evaluación en educación". En: *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa* [en línea], 9 (1): [fecha de consulta: 22 de febrero de 2008]. Disponible en: http://www.uv.es/RELIEVE/v9n1/RELIEVEv9n1_1.htm ISSN: 1134-4032.
- GALLEGO-BADILLO, Rómulo, y PÉREZ MIRANDA, Royman (1997): *La enseñanza de las ciencias experimentales. El constructivismo del caos*. Bogotá: Magisterio, mesa redonda.
- LADINO-OSPINA, Yolanda (2007): "Metodología de enseñanza-aprendizaje y evaluación cognitiva y metacognitiva de competencias". En: *CD Memorias Congreso de Pedagogía, una propuesta de futuro*. Universidad Pedagógica Nacional, Instituto Pedagógico Nacional.
- LADINO-OSPINA, Yolanda, y TOVAR-GÁLVEZ, Julio César (2007): "Implementación de la evaluación metacognitiva en el aula". En: *Memorias I Seminario Internacional y VI Nacional de Investigación en Educación y Pedagogía*, [en prensa], Centro de Investigaciones de la Universidad Pedagógica Nacional CISP.
- MANASSERO MÁZ, M., y VÁZQUEZ ALONSO, A. (2001): "Instrumentos y métodos para la evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia, la tecnología y la sociedad". En: *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (1), pp. 15-27.
- NOVAK, y GOWIN (1988): *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca.
- SEGURA CASTILLO, Mario (2007): "La perspectiva ética de la evaluación de los aprendizajes desde un enfoque constructivista". En: *Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación* [en línea], 7 (1), pp. 1-22: [fecha de consulta: 22 de febrero de 2008] Disponible en: <http://revista.inie.ucr.ac.cr/articulos/1-2007/archivos/etica.pdf>. ISSN 1409-4703
- TOVAR GÁLVEZ, J. C. (2004 b): *Potenciación de estrategias metacognitivas para la comprensión de textos científicos desde los métodos cognitivos*. Proyecto Práctica Pedagógica y Didáctica, Departamento de Química, Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.