



Los diagramas conceptuales en la Didáctica de las Ciencias. Su construcción y uso

Antonio Ruiz de Miera y Luis Rosado(*)
Facultad de Ciencias de la UNED (Madrid)

RESUMEN

En este artículo se tratan los diagramas conceptuales según entiende este término Novak (1985). Se delimitan sus características, tratando de responder con claridad a la pregunta ¿qué es un diagrama conceptual? estableciendo diferencias con otras técnicas diagramáticas utilizadas en didáctica. También se desarrollan algunos criterios para su construcción y se muestra su uso en investigación didáctica y como técnica de aprendizaje y evaluación. Con ello se pretende interesar a los docentes por este tipo de diagramas, fomentando su uso, por creer que el mismo puede ocupar un lugar significativo en numerosos aspectos de la Didáctica de las Ciencias.

Introducción

En los últimos años los conceptos han pasado a ocupar un lugar fundamental en todos los movimientos didácticos. Uno de los temas que ha suscitado mayor interés entre los psicólogos del aprendizaje es cómo los conceptos son almacenados en la memoria a largo plazo. La solución generalmente admitida es que la memoria se comporta como una especie de tela de araña o red tridimensional. En los nudos de la misma se situarían los conceptos. Cuando se incorpora un nuevo concepto a esta estructura pasa a ocupar un nuevo nudo y establecen nuevas relaciones y uniones con el conocimiento anterior (Ausubel, 1983). Tal estructura cognitiva tiene una fácil representación gráfica por medio de mapas o diagramas, existiendo diversos tipos con pequeñas diferencias en su enfoque: semántico (Stewart, 1982), proposicionales (Cook, 1985) o conceptuales (Novak, 1981).

(*) Senda del Rey-Ciudad Universitaria
28040 Madrid



¿Que es un diagrama conceptual?

Un diagrama conceptual pretende ser una representación gráfica de la estructura cognitiva en que un cuerpo de conocimiento se incorpora a la memoria, formado por una serie de conceptos y sus relaciones. En la forma en que se van a considerar aquí, los diagramas conceptuales están formados por una serie de conceptos, palabras o ideas distribuidas sobre un papel y unidas mediante líneas. Cada línea representa una relación entre conceptos.

Hay que distinguir los diagramas conceptuales de las jerarquías de Gagné (Gagné, 1977); estas últimas, aunque en su aspecto externo presentan una cierta semejanza con los diagramas conceptuales de tipo piramidal, si se examinan con más cuidado resultan totalmente diferentes (dado que las jerarquías de Gagné, fundamentalmente, son un método de programación y muestran las operaciones que un alumno debe ser capaz de realizar para alcanzar un objetivo también operacional). Los bloques de información están constituidos por instrucciones (Beeson, 1977). Además se construyen de abajo hacia arriba, mientras que los diagramas conceptuales, al menos los de tipo piramidal se construyen de arriba a abajo (Novak, 1985). Por último, en las jerarquías las líneas de unión entre los distintos bloques de información tienen siempre el mismo significado -cuando se domina un nivel de la misma se puede pasar al superior-, mientras que en los diagramas conceptuales las distintas líneas poseen significados diferentes.

También es preciso distinguir entre los diagramas conceptuales y los diagramas o cartas de flujo, estos últimos, muy utilizados en investigación guiada. En este caso las diferencias más importantes con los diagramas conceptuales serían: los diagramas de flujo tienen un carácter algorítmico; una serie de operaciones realizadas en determinado orden permiten resolver un problema, teórico o práctico, obteniendo unos resultados. Los diagramas de flujo presentan una única lectura en la que no debe existir ninguna ambigüedad. Las líneas que unen bloques de información tienen siempre el mismo significado: la realización de lo marcado en un bloque permite pasar al siguiente.

Criterios para la elaboración de un diagrama

Un diagrama conceptual está formado por una serie de palabras -que serán los conceptos-, distribuidos sobre un papel y unidas mediante líneas; cada una de las cuales representa una relación entre conceptos.

La construcción de un diagrama conceptual es un proceso abierto, en el que el resultado final puede ser muy variable, siendo reflejo, no solamente, de la importancia que distintas personas dan a un determinado concepto según distintos planteamientos de un tema, sino, incluso, de su propia idiosincrasia. Hablar, por tanto, de reglas para la construcción de un diagrama conceptual resulta un tanto pretencioso, y tal vez la única válida sería: un diagrama se construye construyéndolo, modificando el resultado



obtenido hasta que éste resulte satisfactorio, en un proceso de aproximaciones sucesivas. Tal proceso tiene mucho de aventura intelectual en la que es posible descubrir relaciones entre los distintos conceptos que inicialmente se desconocían, o que, por lo menos, no se habían considerado de forma explícita. Teniendo presente estos comentarios y sólo con el propósito de suministrar una ayuda didáctica, parece razonable establecer ciertos criterios mínimos que puedan ser tenidos en cuenta a la hora de su elaboración.

Distribución espacial.

En la actualidad existen dos tendencias para construir un diagrama, una que se podría denominar piramidal y la otra central. En la piramidal el concepto que se considera más general se sitúa en la parte superior y, a partir de él, en niveles cada vez más bajos, se van colocando los demás. A medida que descendemos por el diagrama los conceptos son menos generales. El conjunto presenta un marcado carácter jerárquico (Novak y otros, 1983). La otra tendencia concede una posición central al concepto más importante o general, y a partir de él, se ramifica en todas las direcciones, dando al conjunto un aspecto estrellado (Stuart, 1985).

Etiquetado y explicación

En una primera etapa los diagramas conceptuales estaban formados por una serie de palabras (conceptos) encerrados en recuadros unidos mediante líneas. Se comprobó enseguida que una misma línea uniendo dos conceptos podría significar cosas distintas para personas distintas, incluso con un nivel alto de formación, de manera que el diagrama conceptual resultaba algo equívoco. Por ello en la actualidad se recomienda etiquetar las líneas de unión entre conceptos (Novak y otros, 1983), consiguiéndose así una mayor precisión del diagrama; el procedimiento es adecuado para diagramas simples, pero es difícil aplicar a casos que presenten una cierta complejidad, ya que al añadir palabras en cada línea el diagrama se hace ilegible. En estos casos parece más adecuado incluir debajo una explicación de los conceptos y relaciones más importantes, con el fin de que el diagrama sea comprendido de la misma forma por todos los lectores. También se puede mejorar la comprensión de un diagrama empleando flechas sobre las líneas de unión entre conceptos, que indiquen el sentido en que debe interpretarse la relación establecida.

Jerarquización

Es el criterio que presenta una mayor complejidad; se refiere a la posibilidad de establecer una jerarquía de posición entre los conceptos que forman el diagrama según su carácter general o particular (Novak y otros, 1983). En los diagramas piramidales sería una jerarquía por pisos, en el más alto se situaría el concepto más general y se iría descendiendo hacia conceptos más particulares y específicos. En el caso de diagramas



centrales se trataría de una jerarquía en capas concéntricas, de forma que en las capas exteriores aparecerían los conceptos más específicos y a medida que pasásemos a zonas interiores del diagrama aparecerían conceptos más generales. Conseguir una buena jerarquización de un diagrama es un objetivo complicado, sobre todo cuando existen varios conceptos generales relacionados de forma directa entre sí y que, incluso, pueden surgir en distintos niveles del diagrama. En cualquier caso, la jerarquización es un buen criterio para elegir por donde debe comenzar a dibujar cualquier diagrama, teniendo siempre presente que el concepto que se sitúe en la posición privilegiada -central o superior, según el caso- determina el enfoque que se quiere dar a la materia objeto del diagrama. La jerarquización no tiene un carácter absoluto, pues en la medida en que el diagrama conceptual reproduzca una pequeña parte de la estructura cognitiva puede suceder que un determinado concepto, que en un diagrama específico es irrelevante, en otro puede resultar fundamental, por lo que su situación jerárquica en cada uno de ellos será muy distinta y sólo tendrá un valor relativo.

La utilización de los diagramas conceptuales

De una forma genérica se pueden distinguir dos usos para los diagramas conceptuales: en investigación didáctica y como técnica de aprendizaje en la práctica diaria de la educación.

Investigación didáctica

En investigación didáctica los diagramas conceptuales son un buen procedimiento para descubrir la estructura cognitiva del alumno. Aunque existen diversas variantes, en todas ellas se le propone al estudiante la construcción de un diagrama conceptual, a partir de un texto que se le da a leer previamente (Novak, Gowin y Johansen, 1983), pidiéndole que organice en forma de diagrama una serie de etiquetas en las que aparecen escritos los conceptos que conforman el diagrama (Stewart, 1979), o simplemente pidiendo a los alumnos que construyan sus propios diagramas sobre una materia concreta (Stuart, 1985). El análisis posterior de estos diagramas, bien mediante entrevistas con sus autores o por otros métodos permite, obtener conclusiones sobre su estructura conceptual.

Técnica de aprendizaje.

Es el aspecto que más interesa aquí y el que se va a tratar con más detalle. En él pueden distinguirse varias alternativas: uso en la clase como herramienta explicativa y empleo como técnica de evaluación.

1. Uso de los diagramas conceptuales en la clase

Esta utilización se apoya en las ideas de Ausubel, 1960, quien propone la presentación a los alumnos, antes de comenzar un tema, de resúmenes sobre sus contenidos, que denomina "Organizadores previos"; en esta etapa se trata de pequeños pasajes en prosa. Barron, 1969 introduce un cambio importante en tales ideas, al sugerir que los resúmenes se estructuren gráficamente en forma de diagrama arbóreo, en el que se incluyan los términos y conceptos que se van a presentar a continuación. Es el antecedente más próximo de los actuales diagramas conceptuales. Todas las investigaciones posteriores han corroborado que su utilización mejora la comprensión y conceptualización de los alumnos (Cook, 1985; Hawk, 1986; Novak y otros, 1983).

Una variante, del uso anterior de los diagramas conceptuales, es su empleo para establecer estructuras conceptuales en aspectos puntuales del desarrollo de un tema. Estos diagramas resultan más sencillos y las relaciones que presentan entre los diferentes bloques suelen ser mucho más específicas, no existiendo tampoco un carácter jerárquico entre los distintos conceptos que en ellos aparecen. Son menos utilizados que los anteriores, a pesar de poseer una gran fuerza explicativa.

2. Uso como técnica de evaluación

Habitualmente la enseñanza que reciben nuestros alumnos, y consecuentemente las destrezas que se les exige, tienen un carácter marcadamente analítico; un determinado capítulo es desarrollado mediante una serie de apartados, práctica de laboratorio y problemas. Los exámenes que luego se le proponen suelen estar formados por un conjunto de cuestiones y ejercicios, con un carácter puntual, siendo extraña la proposición de preguntas globales sobre un capítulo o unidad didáctica. Sin embargo, la mayoría de los profesores desean que sus alumnos adquieran ideas globales sobre distintos modelos con que pueden interpretarse los fenómenos físicos. Para evaluar esta comprensión global resultan muy útiles los diagramas conceptuales, cuya realización se propone a los alumnos como pregunta de examen. También en este caso pueden distinguirse diversas modalidades: Proponer al alumno que construya un diagrama conceptual sobre determinada materia, sin establecer ninguna limitación en cuanto a su forma y contenido. A partir de una lista de palabras que se ofrece al alumno, se le pide que elabore un diagrama conceptual con las mismas; es corriente, en estos casos, elegir los conceptos que conforman la lista de manera que pueda construirse con ellos un diagrama de tipo piramidal, lo que permite homogeneizar los resultados. Aún existe una tercera posibilidad, que es la que utiliza la Open University (Open University, 1974); al alumno se le da un papel que contiene un diagrama conceptual al que le faltan las líneas de unión entre conceptos y se le pide que lo complete.

Tal vez la parte más comprometida de esta utilización sea la puntuación de los diferentes diagramas que puedan realizar los alumnos, al presentar siempre un diagrama subjetivo (dos diagramas muy distintos pueden ser igualmente correctos); a pesar de



tales dificultades, en la actualidad existen métodos de puntuación que pretenden ser objetivos (Novak y otros, 1983, Stuart, 1985), basados en la calificación independiente de diferentes aspectos del diagrama, como pueden ser: número total de líneas o relaciones establecidas, número de conceptos de una rama de generales a específicos, número de relaciones establecidas entre conceptos pertenecientes a ramas distintas, porcentajes de términos técnicos empleados, entre otros.

Conclusiones

Esta comunicación puede servir de información y estímulo al profesorado de materias científicas, técnicas e incluso humanísticas, que busca recursos didácticos con los que mejorar el aprendizaje y comprensión de sus alumnos. No cabe duda de que los diagramas conceptuales, además de ofrecer esa mejora, son un recurso de coste prácticamente nulo y que puede utilizarse con relativa facilidad en niveles medios y universitarios. Además ofrece grandes posibilidades en investigación didáctica que están en pleno desarrollo en Universidades como la de Cornell (Moreira y Novak, 1988).

Hay que reconocer que aún existen críticas al uso y valor de los diagramas conceptuales entre ciertos sectores del profesorado, sobre todo en cuanto al carácter excesivamente subjetivo y de ambigüedad que presentan. Por ello, pensamos que es fundamental seguir desarrollando criterios precisos para su construcción y evaluación que permitan superar definitivamente estas deficiencias.

REFERENCIAS

- AUSUBEL, D. P. (1960). The use of advance organizers in the learning and retention of meaningful verbal material. *Journal Educational Psychology*. Vol. 51, pp. 267-272.
- AUSUBEL, D., NOVAK, J. Y HANESIAN, H. (1983). *Psicología educacional: Un punto de vista cognitivo*. Trillas Mejico.
- BARROON, R. F. (1969). *The use of vocabulary as an advance organizer*. In H. L. Herber and P. L. Sanders (eds.)
- BEESON, G. W. (1977). Hierarchical Learning in Electrical Science. *Journal of Research in Science Teaching*. Vol. 14, n. 2, pp. 117-127.
- COOK, A. (1985). Clarification of propositions in science teaching. *European Journal of Science Education*. vol. 7 n. 1, pp. 37-43.
- GAGNE, R. M. (1977). *The conditions of learning*. Hott, Rinehart and Winston (New York), 3ª ed., pp. 185.
- LAWK, P. P. (1986). Using graphic organizers to Increase Achievement in Middle School life Science. *Science Education*. Vol. 70, n. 1, pp. 81-87.



- MOREIRA, M. A. y NOVAK, J. D. (1988). Investigación en la enseñanza de las ciencias en la Universidad de Cornell: esquemas teóricos, cuestiones centrales y abordajes metodológicos. *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 6, n. 1, pp. 3-18.
- NOVAK, J. D. (1981). Effective Science Instruction: The achievement of shared meaning. *Australian Science Teachers Journal*. Vol. 27, n. 1, pp. 5-13.
- NOVAK, J. D. (1985). *Teoría y práctica de la educación*. Alianza Universidad Madrid.
- NOVAK, J. D., GOWIN, D. B. y JOHANSEN, G. T. (1983). The use of concept Mapping and Knowledge Vee Mapping with Junior High School Science Students. *Science Education*, Vol. 67, n. 5, pp. 625-645.
- OPEN UNIVERSITY (1974). *Curso práctico de ciencias*. Unidad 5. Los estados de la materia.
- STEWART, J. H. (1979). Content and cognitive structure; Critique of assessment and representation techniques used by science education researchers. *Science Education*. Vol. 63, pp. 395-405.
- STEWART, J. H. (1982). Information processing psychology: a promising paradigm for research in Science Teaching. *Journal of Research in Science Teaching*. Vol. 19, n. 4, pp. 321-32.
- STUART, H. A. (1985). Should concept maps be scored numerically?. *European Journal of Science Education*. Vol. 7, n. 1, pp. 73-81.