

Los mapas conceptuales como instrumento de evaluación continua en la asignatura Química Orgánica de Primer Curso de Ingeniería

Conceptual maps as an instrument of continuous evaluation in the Organic Chemistry course of the First Year of Engineering

G. León, J.M. Angosto, B. Miguel, J.A. Fernández-López

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

gerardo.leon@upct.es, jm.angosto@upct.es, beatriz.miguel@upct.es, josea.fernandez@upct.es

Abstract

El aprendizaje de un contenido científico requiere tanto el conocimiento de los diferentes conceptos que éste incluye como la adecuada relación entre los mismos. Se hace pues necesaria la búsqueda de metodologías didácticas que favorezcan esa construcción de relaciones y significados. Los mapas de conceptos suponen una técnica sencilla que permite visualizar la estructura de conceptos, y de sus relaciones, que poseen los alumnos en una parcela determinada de conocimiento. Pueden ser, por tanto, un instrumento eficaz para valorar su evolución a lo largo de dicho proceso. En este trabajo se analiza la utilización de los mapas de conceptos como recurso didáctico para la evaluación continua en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química Orgánica del primer curso del Grado en Ingeniería Química Industrial de la Universidad Politécnica de Cartagena.

The learning of a scientific content requires both the knowledge of the different concepts it includes and the proper relationship between them. It is therefore necessary to search for didactic methodologies that favour this construction of relationships and meanings. The concept maps suppose a simple technique that allows to visualize the structure of concepts, and of their relations, that the students possess in a determined plot of knowledge. They can be, therefore, an effective instrument to assess their evolution throughout this process. This paper analyzes the use of concept maps as a didactic resource for continuous assessment in the teaching-learning process of Organic Chemistry at the first year of the Degree in Industrial Chemical Engineering of the Polytechnic University of Cartagena.

Palabras clave: Mapas de conceptos, evaluación continua, química orgánica, constructivismo

Keywords: Concept maps, continuous assessment, organic chemistry, constructivism

1. Introducción

La Ingeniería es una profesión en la que el profundo conocimiento de las matemáticas y de las ciencias relacionadas con la naturaleza, obtenido mediante el estudio, la experiencia y la práctica, se aplica de una manera racional para desarrollar y proporcionar infraestructura, bienes y servicios para la industria y la comunidad. El aprendizaje de un contenido científico requiere no solo el conocimiento de los diferentes conceptos que éste incluye, sino además una adecuada relación entre tales conceptos, de manera que se obtenga un conveniente significado de los mismos. Se hace necesaria, en este sentido, la búsqueda de metodologías didácticas que favorezcan una enseñanza que genere el aprendizaje deseado.

Como todo proceso instructivo se lleva a cabo, explícita o implícitamente, dentro de un marco teórico proporcionado por la psicología educacional, será ésta la que pueda sugerir al docente los métodos apropiados e indicarle las soluciones aceptables para los problemas que en su actividad diaria se le plantean.

El enfoque de esa psicología educacional que predomina en las últimas décadas es el constructivista, que enfatiza el desarrollo de los procesos mentales como base para la construcción del conocimiento y para el éxito del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Aunque las ideas básicas del enfoque constructivista pueden ser rastreadas hasta los clásicos griegos, es a mediados del pasado siglo cuando se elabora la denominada “teoría de la construcción personal” (Kelly, 1955), según la cual, cada persona elabora un modelo de la realidad que está constantemente sujeto a revisión y a ser reemplazado. Dentro de las distintas teorías que han desarrollado este enfoque, la perspectiva del aprendizaje significativo (Ausubel, 2000) ha sido una de las más estudiadas y aplicadas.

Para Ausubel, la realidad, y por tanto la Ciencia, se percibe a partir de un filtro conceptual o de categorías, cuya existencia y empleo permite la representación simplificada y/o generalizada de aquella. Toda Ciencia puede ser, en consecuencia, representada por un conjunto de conceptos ordenados desde los más generales hasta los más específicos, pasando por una o más jerarquías intermedias. El aprendizaje de la Ciencia supondría un aprendizaje de los distintos conceptos, partiendo siempre de los más específicos y llegando finalmente a los más generales. Así un buen aprendizaje del concepto A requiere de un buen aprendizaje previo de los conceptos B y C, que a su vez requieren de un buen aprendizaje previo de otros conceptos fundamentales, D y E, y F, G y H, respectivamente (Figura 1).

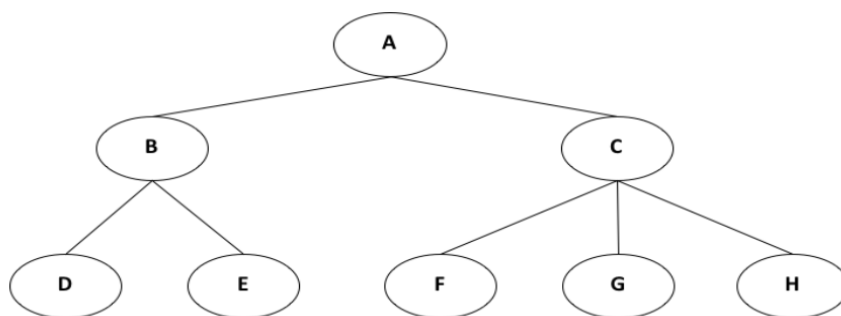


Figura 1: Relación jerárquica entre los conceptos A, B, C, D, E, F, G y H

1.1. Naturaleza de los mapas de conceptos

Los mapas de conceptos tienen por objeto representar, de manera jerarquizada, relaciones significativas entre conceptos en forma de proposiciones. Una proposición consta de dos o más conceptos unidos por palabras para formar una unidad semántica. Por tanto los mapas conceptuales son representaciones gráficas de los conceptos y de sus relaciones.

La representación está constituida por una serie de nodos y de líneas con leyenda. Los nodos corresponden a los conceptos, las líneas manifiestan una relación entre dos conceptos y la leyenda indica como están relacionados los dos conceptos. Dos nodos y la línea con leyenda que los relaciona, constituyen una proposición. La proposición es la unidad básica de significado de un mapa conceptual y, en consecuencia, la unidad más pequeña que se puede utilizar para juzgar la validez de una relación.

Previamente a la elaboración de los mapas conceptuales, se deben seleccionar aquellos conceptos que resulten más importantes o significativos del tema que se está abordando. Se han descrito distintas formas de llevar a cabo esta selección de conceptos, desde la más sencilla que supone proporcionar a los alumnos tanto los conceptos que se deben incluir en el mapa como las leyendas de relación, hasta la más compleja en la que los propios alumnos deben seleccionar los conceptos y las leyendas de relación (Primo y Shavelson, 1996).

Otro aspecto a destacar es la estructuración jerárquica de los mismos. Los mapas de conceptos deben de ser organizados de manera que los conceptos más generales e inclusivos aparezcan en la parte superior del mapa, aumentando conforme bajamos en el mismo el grado de especificidad de los conceptos que en él aparecen, de manera que siempre se cumpla que conceptos con el mismo grado de especificidad aparezcan a la misma altura en el mapa de conceptos. La estructuración jerárquica de los conceptos incluidos en un mapa varía normalmente con el aprendizaje, dada la aparición de nuevos conceptos y de nuevas relaciones que con éste se generan, y su necesaria inclusión en el mapa de conceptos. Se trata de conocer la estructura organizativa de un nuevo concepto más que el conocimiento del concepto por sí mismo.

En esta comunicación se describe el empleo de la elaboración de mapas de conceptos por parte de los estudiantes la asignatura Química Orgánica de Primer Curso del Grado de Ingeniería Química Industrial de la Universidad Politécnica de Cartagena como instrumento de evaluación continua de sus aprendizajes.

2. Trabajos Relacionados

Los mapas de conceptos han sido ampliamente utilizados durante las últimas décadas como recurso didáctico para exploración de las ideas previas de los alumnos (Feldine, 1983), como organizador previo para el trazado de la ruta del proceso instructivo en una disciplina determinada (Willerman y Mac Harg, 1991) y como instrumento de seguimiento y valoración del aprendizaje en una gran variedad de disciplinas, entre ellas, ciencias experimentales (Robinson, 1999; López y col., 2011; Kiliç, Murset Çakmak, 2013, Turan-Oluk y Ekmekci, 2018), matemáticas (Öçal y Güler, 2010), ingeniería (Ellis y col., 2004), medicina (Torre y col., 2013), enfermería (Hagell y col., 2016), medio ambiente (Watson y col., 2016), comercio (Mejri y col., 2016) o deporte (Taşkin y col., 2011).

3. Metodología

La evaluación continua utilizando los mapas de conceptos se aplicó a un total de 78 alumnos matriculados en la asignatura Química Orgánica de Primer Curso del Grado en Ingeniería Química Industrial de la Universidad Politécnica de Cartagena. Durante las primeras semanas de impartición de la asignatura se fue adiestrando a los alumnos en la elaboración de mapas conceptuales siguiendo los siguientes pasos (Novak y Gowin, 1988).

1. Explicación de en qué consiste un mapa de conceptos y los elementos de que consta.
2. Selección por los alumnos de los conceptos fundamentales que incluye un tema, o una parte específica de un tema, ya estudiado y conocido por ellos.
3. Ordenación de los conceptos seleccionados de mayor a menor generalidad, situando al mismo nivel aquellos conceptos que correspondan a un mismo grado de generalidad.
4. Elaboración por los alumnos, del mapa de conceptos empleando la lista acordada como jerarquía conceptual, adicionando las palabras de enlace que se consideren apropiadas.
5. Puesta en común de los mapas de conceptos ya elaborados, intentando unificar las distintas aportaciones individuales de manera consensuada.
6. Explicación, a los alumnos, de los criterios a utilizar en la valoración de los mapas de conceptos, aplicándolos a la valoración de algunos de los mapas individuales elaborados.
7. Selección de otro tema, o parte de tema, ya estudiado y elaboración individualizada por los alumnos del mapa de conceptos correspondiente. Estos mapas serán comentados individualmente con los alumnos en las horas de tutoría.
8. Elaboración de un mapa conceptual de cada uno de las áreas temáticas de la asignatura al terminar su impartición.

Para la valoración cuantitativa de los mapas de conceptos se suelen utilizar dos métodos (McClure y col., 1999), el de valoración relacional, que considera la validez de cada una de las proposiciones individuales incluidas con una puntuación de cero a tres, de acuerdo con un baremo que evalúa la exactitud de la proposición, siendo la valoración final la suma de las valoraciones de cada una de las proposiciones individuales, y el método de valoración estructural, que tiene en cuenta en la valoración de un mapa de conceptos la validez de cada una de las proposiciones individuales incluidas, el número de jerarquías correctas que en él se establecen, el número de relaciones cruzadas válidas existentes entre conceptos situados en distintas ramas del mapa y la presencia de ejemplos ilustrativos válidos, siendo la valoración total la suma de las valoraciones obtenidas para cada uno de estos apartados.

En esta comunicación se ha utilizado como valoración cuantitativa de los mapas de conceptos una variante del método estructural en la que se ha incluido en la valoración aspectos que no figuraban en el método original (válida definición del concepto y validez de la proposición que relaciona dos conceptos) y se ha modificado la puntuación otorgada a algunos de los aspectos que se valoran (Figura 2).

Método de valoración estructural utilizado

| Característica del mapa conceptual | Puntuación |
|--|-------------------|
| Concepto válido | 1 punto cada uno |
| Definición válida del concepto | 2 puntos cada uno |
| Proposición válida | 1 punto cada uno |
| Enlace jerárquico válido entre conceptos | 1 punto cada uno |
| Enlace cruzado válido entre conceptos en diferentes ramas de una estructura jerárquica | 2 puntos cada uno |
| Otros enlaces válidos entre conceptos | 1 punto cada uno |
| Ejemplos de conceptos | 1 punto cada uno |
| Niveles de jerarquía | 5 puntos cada uno |

Figura 2: Criterios de valoración de los mapas de conceptos utilizados en esta comunicación, tomando como base el método de valoración estructural descrito por McClure y col., 1999

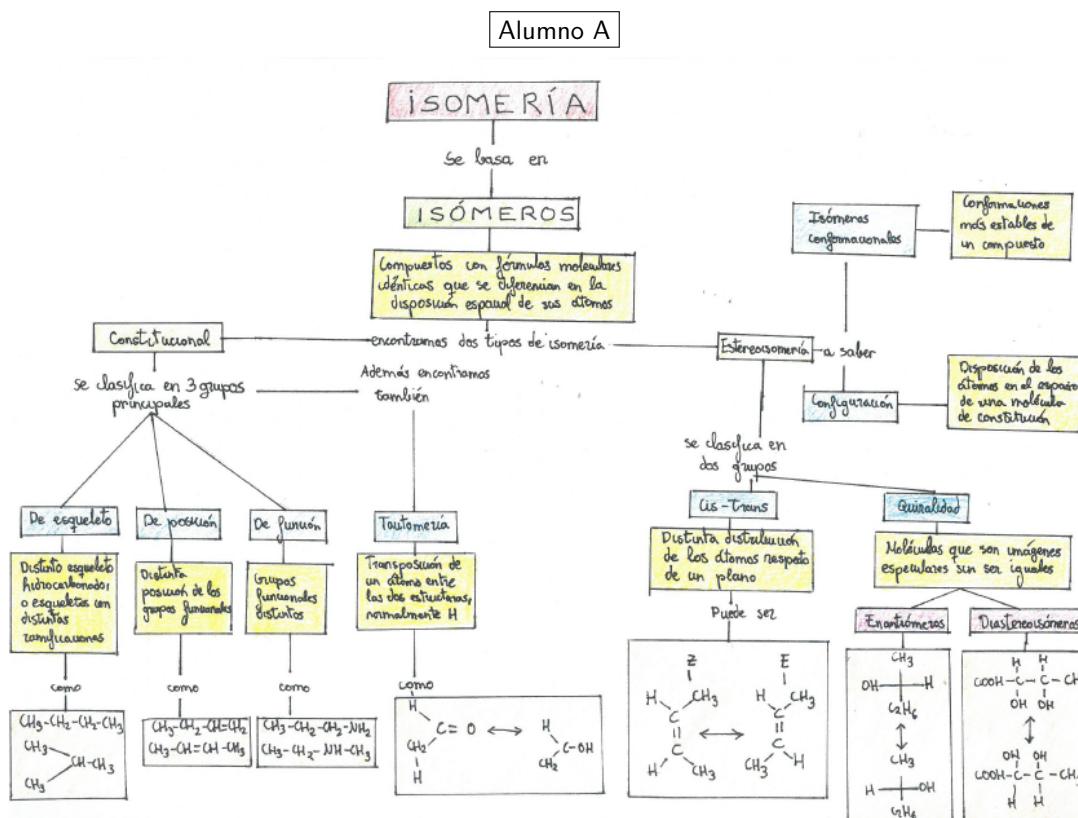
4. Resultados

Se indican en la Figura 4, a modo de ejemplo, los mapas conceptuales realizados por dos alumnos de la asignatura Química Orgánica del Primer Curso de Ingeniero Químico Industrial de la Universidad Politécnica de Cartagena. La valoración de estos mapas conceptuales, de acuerdo con los criterios especificados en la Figura 2, conduce a las puntuaciones que se muestran en la Figura 3, en las que pueden apreciarse diferencias significativas en el número de conceptos válidos (14/18), de definiciones válidas de los conceptos (8/14), de proposiciones válidas (9/12), de enlaces jerárquicos válidos entre conceptos (11/16), de ejemplos de conceptos (8/10) y de niveles de jerarquía (3/4), y que conducen a una diferencia de 35 puntos en la valoración de ambos mapas conceptuales.

Valoración de los mapas conceptuales

| | Alumno A | | Alumno B | |
|--|----------|------------------|--------------|-------------------|
| Conceptos válidos | 14 | 14 puntos | 18 | 18 puntos |
| Definiciones válidas de concepto | 8 | 16 puntos | 14 | 28 puntos |
| Proposiciones válidas | 9 | 9 puntos | 12 | 12 puntos |
| Enlaces jerárquicos válidos entre conceptos | 11 | 11 puntos | 16 | 16 puntos |
| Enlace cruzado válido entre conceptos en diferentes ramas de una estructura jerárquica | 0 | 0 puntos | 0 | 0 puntos |
| Otros enlaces válidos entre conceptos | 0 | 0 puntos | 4 | 4 puntos |
| Ejemplos de conceptos | 8 | 8 puntos | 10 | 10 puntos |
| Niveles de jerarquía | 3 | 15 puntos | 4 | 20 puntos |
| Total | | 73 puntos | Total | 108 puntos |

Figura 3: Valoración de los mapas conceptuales realizados por dos alumnos de la asignatura Química Orgánica del Primer Curso del Grado en Ingeniería Química Industrial de la Universidad Politécnica de Cartagena



Alumno B

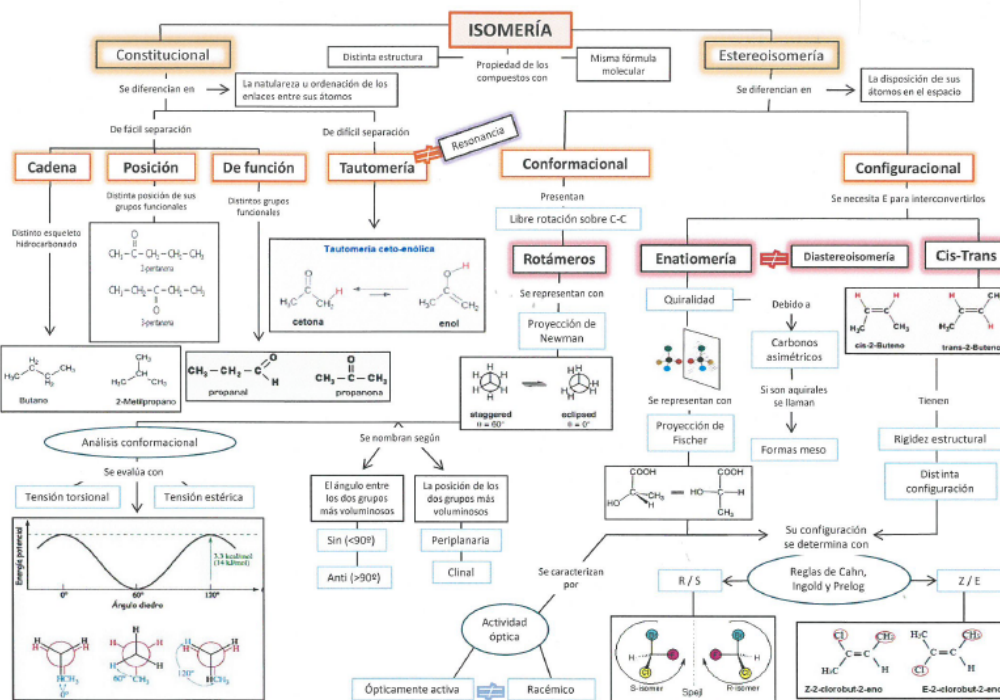


Figura 4: Mapas conceptuales realizados por dos alumnos de la asignatura Química Orgánica del Primer Curso de Ingeniero Químico Industrial de la Universidad Politécnica de Cartagena

5. Conclusiones

Los mapas de conceptos constituyen representaciones jerarquizadas de relaciones significativas entre conceptos en forma de proposiciones. Su valoración, con una adecuada metodología, permite conocer la estructura de conceptos y de sus relaciones, así como el nivel de comprensión de los mismos, que poseen los alumnos en una parcela determinada de conocimiento, por lo que pueden ser utilizados como recurso didáctico para la evaluación continua en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Referencias

-  Ausubel, D.P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view*. Boston: Kluwer Academic Publishers. 212 pp.
-  Ellis, G.V, Rudnitsky, A., Silverstein, B. (2004). *Using Concept Maps to Enhance Understanding in Engineering Education*. Int. J. Eng. Ed., 2004, 20, 1012–1021.
-  Feldine, J. (1983). *Concept mapping: A method for detection of possible student misconceptions*. In Helm H., Novak J.D. Proceedings of the International Seminar on Misconceptions in Science and Mathematics. Ithaca (USA): Cornell University Press.
-  Hagell, P., Edfors, E., Hedin, G., Westergren, A. (2016). *Group concept mapping for evaluation and development in nursing education*. Nurse Educ. Pract., 2016, 20, 147–153. DOI: 10.1016/j.nepr.2016.08.006
-  Kelly, G.A. (1955). *The psychology of personal constructs*. New York: Norton and Co. Inc. 556 pp.
-  Kiliç, M., Çakmak, M. (2013). *Concept maps as a tool for meaningful learning and teaching in chemistry education*. Int. J. New Trends Educ. Implicat., 2013, 4, 152–164.
-  López, E., Kim, J., Nandagopal, K., Cardin, N., Shavelson, R.J., Penn, J.H. (2011). *Validating the use of concept-mapping as a diagnostic assessment tool in organic chemistry: Implications for teaching*. Chem. Educ. Res. Pract., 2011, 12, 133–141. DOI: 10.1039/C1RP90018H
-  McClure, J.R., Sonak, B., Suen, H.K. (1999). *Concept map assessment of classroom learning: reliability, validity and logistical practicality*. J. Res. Sci. Teach., 1999, 36, 475–492. DOI: 10.1002/(sici)1098-2736(199904)36:4
-  Mejri, A., Ghannouchi, S.A., Martinho, R. (2016). *Representing Business Process Flexibility using Concept Maps*. Proced, Comp. Sci., 2016, 100, 1260–1268. DOI: 10.1016/j.procs.2016.09.164

-  Novak, D., Gowin, D.B. (1988).
Aprendiendo a aprender.
Ed. Martínez Roca S.A. Barcelona. 228 pp.
-  Öçal, M.F., Güler, G. (2010).
Pre-service mathematics teachers' views about proof by using concept maps.
Proced. Social Behav. Sci., 2010, 9, 318–323. DOI:10.1016/j.sbspro.2010.12.157
-  Robinson, W.R. (1999).
A view from the science education research literature: Concept map assessment of classroom learning.
J. Chem. Educ., 1999, 76, 1179–1180. DOI: 10.1021/ed076p1179
-  Novak, D., Gowin, D.B. (1988).
Aprendiendo a aprender.
Ed. Martínez Roca S.A. Barcelona. 228 pp.
-  Öçal, M.F., Güler, G. (2010).
Pre-service mathematics teachers' views about proof by using concept maps.
Proced. Social Behav. Sci., 2010, 9, 318–323. DOI:10.1016/j.sbspro.2010.12.157
-  Robinson, W.R. (1999).
A view from the science education research literature: Concept map assessment of classroom learning.
J. Chem. Educ., 1999, 76, 1179–1180. DOI: 10.1021/ed076p1179
-  Ruíz Primo, M.A, Shavelson, R.J. (1996).
Problems and issues in the use of concept maps in science assessment.
J. Res. Sci. Teach., 1996, 33, 569–600.
DOI: 10.1002/(SICI)1098-2736(199608)33:63.0.CO;2-M
-  Taşkin, M., Pepe, H., Taşkin, C., Gevat, C., Taşkin, H. (2011).
The effect of concept maps in teaching sportive technique.
Proced. Soc. Behav. Sci., 2011, 11, 141–144. DOI: 10.1016/j.sbspro.2011.01.049
-  Torre, D.M., Durning, S.J., Daley, B.J. (2013).
Twelve tips for teaching with concept maps in medical education.
Medical Teacher, 2013, 35, 201–208. DOI: 10.3109/0142159X.2013.759644
-  Turan-Oluk, N., Ekmekci, G. (2018).
The effect of concept maps as individual learning tool on the success of learning the concepts related to gravimetric analysis.
Chem. Educ. Res. Prac., 2018, 19, 819–833. DOI: 10.1039/c8rp00079d
-  Watson, M.K, Pelkey, J., Noyes, C., Rodgers, M. (2016).
Assessing impacts of a learning-cycle-based module on students' conceptual sustainability knowledge using concept maps and surveys.
J. Clean. Product., 2016, 133, 544–556. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.04.063
-  Willerman, M., Mac Harg, R.A. (1991).
The concept map as an advance organizer.
J. Res. Sci. Teach., 1991, 28, 705–711. DOI: 10.1002/tea.3660280807