
El empleo de los mapas conceptuales como herramienta del estudiante para sistematizar los conocimientos

The use of concept maps as a students' tool for systematizing knowledge

Dr. C. Anel Hernández Garces¹

Lic. Elizabeth Avilés Rodríguez²

1 Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría (CUJAE).

2 Universidad de La Habana.

anel20002000@yahoo.com

elitaviles84@gmail.com

RESUMEN

Objetivo: Este artículo está dirigido a evaluar las potencialidades de los mapas conceptuales como herramienta de sistematización de los conocimientos en la autopreparación de los estudiantes en el curso de análisis químico.

Métodos: A partir de la caracterización del estado del arte se construyó un marco teórico referencial, para más tarde observar el desempeño de los estudiantes al emplear mapas conceptuales en su estudio independiente. Fueron objeto de observación la estructura jerárquica conceptual alcanzada, los niveles de jerarquización establecidos por cada estudiante y el número de conexiones (cruzadas o cíclicas) identificadas al relacionar los conceptos.

Resultados: Los estudiantes realizaron la tarea de forma individual. A modo de resultado se observaron como principales dificultades la confusión entre los integrantes de distintos métodos analíticos y la no inclusión de la química analítica cualitativa. Sin embargo, el trabajo de curso fue satisfactorio. A pesar de los errores cometidos los estudiantes pudieron establecer relaciones jerárquicas entre los conceptos y categorías de la asignatura.

Conclusiones: El empleo de mapas conceptuales por parte de los estudiantes permite la sistematización conceptual y desarrolla sus competencias para el procesamiento de la información, facilita la identificación por el docente del grado de apropiación del sistema de conocimientos de la asignatura y despierta el interés de los estudiantes por el estudio.

Palabras clave: aprendizaje, habilidades cognitivas, enseñanza conceptual, formación de

conceptos, razonamiento abstracto.

ABSTRACT

Objective: This paper aims at assessing the potentials of concept maps as a tool that enables the students to systematize knowledge when solving study tasks of Chemical Analysis.

Methods: On the basis of the state of art, a theoretical framework was constructed as a reference for observing students' performance in working with concept maps. Observation focuses on conceptual hierarchy structure, levels or hierarchy set by each of the students, and the number of connections (crossed or critical) identified when relating concepts.

Results: The students completed the task independently, the findings reveal their learning difficulties related to several analytic methods and the exclusion of qualitative analytic chemistry. However, their course paper outcomes were satisfactory and the students were capable of distinguishing the main subject concepts and establishing hierarchical connections between them.

Conclusions: The use of conceptual maps by the students allows conceptual systematization, fosters the development of information processing competencies, helps the professor to grade students' learning of the subject system of knowledge and awakes students' interest for academic tasks.

Keywords: Learning, cognitive ability, Concept teaching, concept formation, abstract reasoning.

Recibido: abril 2018

Aprobado: febrero 2019

Los mapas conceptuales son una herramienta útil en el ámbito de las ciencias y ayudan a establecer conexiones entre materias, ofrecen además un método visual para ayudar a los alumnos a organizar su propio pensamiento. Constituyen de la misma manera, un instrumento a través del cual diferentes conceptos y sus relaciones pueden ser fácilmente representados. En ellos, los conceptos guardan entre sí un orden jerárquico y están unidos por líneas identificadas por palabras que establecen la relación que existe entre ellos.

En los estudios que Novak & Gowin (1986) realizaron a partir de la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel (1978) se encuentra el origen de los mapas conceptuales. A partir del modelo de Ausubel, Novack y Gowin crearon la técnica de los mapas conceptuales y lo propusieron como una estrategia, método y recurso esquemático sencillo pero poderoso para ayudar a los estudiantes a organizar los materiales de aprendizaje. En uno de sus primeros

artículos, Novak (1984) mostraba algunos ejemplos y anunciaba los retos que tendrían los estudiantes de química en su construcción.

Los mapas conceptuales dirigen la atención tanto del estudiante como del profesor sobre el reducido número de ideas en las que deben enfocarse en cualquier tarea de aprendizaje (Reyes, 2005). Un mapa conceptual muestra algunos de los caminos que se pueden seguir para conectar los significados de los conceptos de forma que resulten proposiciones. Una vez que se ha completado una tarea de aprendizaje, los mapas conceptuales proporcionan un resumen esquemático de todo lo que se ha aprendido. El mapa se puede construir paralelamente al proceso de aprendizaje o posteriormente, durante el análisis de un contenido cuando se desea analizar y sintetizar ese conocimiento ya aprendido.

La aplicación de ésta técnica permite a los alumnos adquirir mayores habilidades durante el estudio al leer los contenidos de los textos y bibliografías relacionados con cada uno de los temas y extraer los conceptos que resultan esenciales, así como realizar generalizaciones de los contenidos objeto de estudio, en corregir conceptos erróneos o relaciones establecidas de forma incorrecta, así como elaborar esquemas de contenidos que pueden ser utilizados en exposiciones orales o en resúmenes escritos (Reyes, 2005).

Con la construcción de los mapas, los estudiantes mejoran sus prerequisites de estudio, ya que deben identificar los conceptos básicos y generar proposiciones que permitan conectarlos; de esta forma se produce el dominio de los conocimientos a un nivel suficientemente estable, bien organizado, reflejando la estructura del objeto de estudio, haciendo posible la retención del aprendizaje a largo plazo (Reyes, 2005).

Los mapas conceptuales se componen de tres elementos principales: conceptos, palabra o frase de enlace y proposición.

Los conceptos son imágenes mentales que provocan en nosotros las palabras o signos con lo que expresamos regularidades en los sucesos o en los objetos que se designa mediante algún término (Novak & Gowin, 1986). Los conceptos hacen referencia a acontecimientos que son cualquier cosa que sucede o puede provocarse y a objetos que son cualquier cosa que existe o puede observar. Algunos conceptos se adquieren mediante el descubrimiento. La mayor parte de los significados asignados a las palabras se aprende a través de proposiciones que incluyen el nuevo concepto, aunque la ayuda empírica también facilita este aprendizaje.

La palabra o frase de enlace es la que relaciona dos conceptos entre sí. Se utilizan para unir los conceptos y para indicar el tipo de relación que se establece entre ellos. Cuando se unen con palabras dos o más conceptos se forma una proposición indicando la relación de significado entre los dos términos. Esta unidad gramatical se forma a partir del significado de los dos conceptos unidos por palabra o frase de enlace en cuestión.

En los mapas conceptuales los conceptos deben disponerse por orden de importancia, es decir, deben ser jerárquicos; los conceptos más generales e inclusivos deben situarse en la parte superior del mapa y los conceptos progresivamente más específicos y menos inclusivos, en la inferior, puesto que se produce más fácilmente un aprendizaje significativo cuando los nuevos conceptos o significados conceptuales se engloban bajo otros conceptos más amplios y más inclusivos.

La construcción de un mapa conceptual consta de tres etapas: a) identificar los conceptos que se incorporarán en el mismo; b) reconocer cuál es el concepto más general, el que debe ir en la parte superior; d) colocar el resto de conceptos del más general al menos general, de arriba hacia abajo y unir los conceptos con líneas caracterizadas por palabras que no son conceptos. Los conceptos se encierran en un cuadro. Se debe, además, buscar dentro de la estructura formada, enlaces transversales.

Los mapas conceptuales son a la vez instrumentos de aprendizaje por parte del alumno e instrumentos de evaluación por el profesor (Chamizo, 1995). Una vez que los alumnos dominan el procedimiento se pueden considerar instrumentos de evaluación en cualquiera de las tres situaciones siguientes: para completarlos, para evidenciar el grado de avance a lo largo del tiempo y para identificar el tipo de relaciones que los alumnos establecen entre los conceptos. Esta última es la manera más compleja de utilizar este instrumento.

En cualquiera de los casos anteriores, los mapas conceptuales permiten, en el momento de la evaluación, que el alumno integre sus conocimientos, haciendo de la evaluación también un acto de aprendizaje.

Numerosas experiencias relativas al uso de mapas conceptuales se relacionan con el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química (Pendley, Bretz & Novak, 1994; Chamizo, 1995; Regis, Albertazzi & Roletto, 1996; Markow & Lonning, 1998; Gabel, 1999; Nicoll, Francisco & Nakhleh, 2001; Parolo, Barbieri & Chrobak, 2004; Reyes, 2005; Jofré, y otros, 2014; Ismono, Suyatno & Tukiran, 2017; Olatunbosun, 2017; Setyoko, Mulyani & Yamtinah, 2017; Wahidi, 2017; Hrin, Milenković & Segedinac, 2018; Yildirim & Demirkol, 2018).

Estos estudios demuestran que los mapas conceptuales pueden ser una herramienta útil para ilustrar el cambio en la comprensión de conceptos, posibilitan que el alumno integre sus conocimientos, son facilitadores del aprendizaje significativo, se basan en las relaciones entre ideas y permiten usar lo que ya se sabe mientras se aprende una idea nueva, incrementa las conexiones entre los conceptos propios del área y mejora los enlaces con otras áreas, puede incrementar igualmente el interés de los estudiantes por la asignatura, se obtienen mejores resultados que con los métodos convencionales e influyen notablemente en la memorización de los contenidos.

Los mapas conceptuales pueden construirse tanto por los profesores como por los alumnos. Tovar (2009), en otro estudio, ya demostró algunas de las aplicaciones de los mapas conceptuales, dirigidas a la auto-evaluación de aspectos conceptuales de la química. En su experiencia se empleó el mapa conceptual como un medio para evidenciar los esquemas iniciales y construcciones conceptuales de los estudiantes a través de un curso de Química General. Posteriormente concluyó que a través de los mapas conceptuales se brinda al estudiante la posibilidad para auto-evaluarse a nivel conceptual, posibilitando elementos para la autonomía, centrando el trabajo en sí mismo y extendiéndose hacia el trabajo en grupo.

Por su versatilidad y utilidad, los mapas conceptuales han tenido un uso extenso en la enseñanza de la química en Cuba (Pérez & Torres, 2009; Bravo & Vidal, 2010; González & Área, 2008; Torres & Castro, 2013; Velázquez, Revilla & Guerra, 2018). De ellos se evidencia que los mapas conceptuales pueden ser una estrategia de control del aprendizaje, porque revelan la forma en la que se encuentran organizados en la estructura mental los conocimientos del alumno.

Más tarde, Hernández, Jauregui, & Avilés (2016) y Hernández, Lau, Grueiro, Avilés, Jauregui, & Guzmán (2016), realizaron respectivos ejercicios integradores con el empleo de mapas conceptuales en la disciplina Química Orgánica de la carrera Radioquímica, Análisis Físico Químico de la carrera Metalurgia y Química para Ingenieros Civiles respectivamente. En todos los casos los estudiantes construyeron de modo satisfactorio mapas conceptuales con los conceptos y categorías de las asignaturas correspondientes.

Por otro lado, la carrera Ingeniería Química está estructurada en 15 disciplinas distribuidas en 72 asignaturas. Una de las disciplinas, Fundamentos Químicos y Biológicos incluye dentro de sus asignaturas el Análisis Químico, en el segundo año, que no posee examen final ni evaluación integradora (Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, 2007).

El sistema de conocimientos de la asignatura Análisis Químico incluye como métodos químicos de análisis: a los métodos gravimétricos y los métodos volumétricos. Mientras los métodos instrumentales de análisis incluyen a los métodos electrométricos, los métodos ópticos y la cromatografía analítica. El problema fundamental de aprendizaje de esta asignatura está vinculado a la falta de una visión global que les permita integrar las múltiples y diversas relaciones que existen entre las técnicas analíticas y el conocimiento teórico asociado.

En la asignatura se exponen algunos de los métodos más usuales de análisis químico cuantitativo, lo que permite que los estudiantes adquieran conocimientos esenciales de los mismos, evaluar sus ventajas y aplicabilidad en la solución de diferentes problemas analíticos, adquirir las habilidades generales de un laboratorio analítico y aplicar los conceptos teóricos adquiridos a la solución de problemas analíticos. Sin embargo, la carrera Ingeniería Química carece de asignaturas de formación pedagógica donde los estudiantes aprendan a utilizar los mapas conceptuales para comprender el complejo proceso de enseñanza aprendizaje.

A partir de la discusión anterior, este artículo se propone como objetivo evaluar las potencialidades de los mapas conceptuales como herramienta de sistematización de los conocimientos en la autopreparación de los estudiantes en el curso de análisis químico. Todo con el fin de propiciar al estudiante la visualización de los contenidos de forma lógica e interrelacionada, así como poder sistematizar las diferentes categorías y conceptos que se estudian en esa asignatura.

Métodos

Para dar cumplimiento al objetivo de este estudio, se propuso como estrategia didáctica realizar una tarea extra clase para que los estudiantes pudieran identificar y relacionar las técnicas de la química analítica. Debían, además, identificar los conceptos y categorías, y establecer las relaciones entre ellos.

Se utilizaron como métodos la revisión bibliográfica y documental, el análisis-síntesis para la evaluación de los resultados y la observación del desempeño de los estudiantes.

La investigación se desarrolló en la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría en los grupos de segundo año de los cursos 2016-2017 y 2017-2018 con una matrícula total de 51 estudiantes que constituyen la población de la presente investigación, de ellos 42 representan la muestra seleccionada de forma intencional. Se realizó al finalizar la asignatura cuando los estudiantes habían recibido todos los conocimientos de la misma.

Como los estudiantes no tenían dominio de la herramienta se orientó en primer lugar el estudio del trabajo de Chamizo (1995). En la tarea extra clase se tuvo en cuenta la totalidad del contenido de la asignatura según lo impartido en clase.

El método a utilizar en la tarea fue la búsqueda bibliográfica; los medios a revisar fueron el texto base de la asignatura y las notas de clase para poder enfocar el trabajo de autoaprendizaje y la sistematización, con el menor riesgo de desviarse del objetivo del ejercicio extra clase. Los estudiantes debían identificar de todos aquellos contenidos que se encontraban en el libro de texto, los recibidos en clase y establecer las relaciones entre ellos en sus mapas conceptuales.

De este modo todos los estudiantes partían de la misma cantidad de contenidos disponibles, pero no necesariamente seleccionarían exactamente los mismos contenidos a mostrar en los mapas conceptuales. Para la ejecución del ejercicio extra clase los estudiantes dispusieron de un mes calendario.

En la evaluación se consideraron el contenido conceptual incluido en el mapa y las relaciones establecidas, el nivel de integración de los conocimientos esenciales, el grado de cumplimiento

de los objetivos y la claridad de la comunicación de los resultados. Es importante destacar que cada mapa conceptual es único y no necesariamente debe ser simétrico.

Para evaluar los mapas conceptuales se debe, en primer lugar, determinar si existe una estructura jerárquica, luego detectar si cada uno de los conceptos subordinados es más específico y menos general que el concepto que está sobre él, más adelante, determinar los niveles de jerarquización, determinar el número de niveles en la jerarquización, establecer el número de relaciones válidas y determinar conexiones cruzadas o cíclicas, válidas y significativas.

Los sistemas de tareas utilizados para ampliar las zonas de desarrollo próximo incluyen tareas de actividad y comunicación (Fariñas, 2005). En este sentido, se orientó la actividad a los alumnos, los cuales realizaron los mapas conceptuales de forma independiente. Luego presentaron el trabajo impreso para su evaluación.

Por su parte, los profesores revisaron los mapas teniendo en cuenta la solidez de los conocimientos de la asignatura y su interrelación (transversal y longitudinal). Se evaluó además la jerarquía propuesta en los mapas. Para el análisis de la utilización de los mapas conceptuales se realizó una evaluación mediante encuestas cuyo objetivo fue evaluar los aspectos técnicos (facilidad de uso) y los aspectos pedagógicos (aprendizaje facilitado). Las preguntas realizadas fueron de dos tipos: ¿Qué tan fácil fue la construcción de los mapas? ¿Ayudó a entender el curso y les gustó a los estudiantes? Las respuestas se basaron en una escala de Likert de cinco puntos (Likert, 1932). La escala comprendió desde 1 (totalmente de acuerdo) a 5 (totalmente en desacuerdo). Adicionalmente se les preguntó el tiempo empleado para desarrollar el ejercicio extra clase.

Resultados y discusión

Uno de los principales errores cometidos por los estudiantes fue la no comprensión del uso de los mapas conceptuales como herramienta, lo que evidenció falta de experiencia pobre grado de familiarización, y subvaloración de sus potencialidades.

Algunos estudiantes no incluyeron frases en las relaciones, otros se equivocaron a la hora de jerarquizar y establecer las relaciones entre los diferentes conceptos y categorías. Hubo además confusión entre los integrantes de los distintos métodos analíticos y obviaron a la química analítica cualitativa. Mientras, aislaron los métodos de separación y los ubicaron de forma paralela y de similar jerarquía con la química analítica cuantitativa.

Otros por su parte, excluyeron los conceptos correspondientes al tema Muestreo y Preparación de la Muestra. Confundieron igualmente, a la cromatografía ubicándola erróneamente y no lograron establecer relaciones transversales entre los conceptos por el desconocimiento antes mencionado.

Poco frecuente fue el no empleo de grupos o categorías para agrupar los conocimientos en el mapa. Varios mapas entregados eran muy similares evidenciando que para la confección de los mismos los estudiantes emplearon el de los demás compañeros como referencia. Un caso aislado entregó una tabla en vez de un mapa con lo que demostró que no había comprendido la tarea docente.

Se debe señalar que varios estudiantes incluyeron conocimientos no estudiados en el curso y obviaron otros sí fueron trabajados, lo que evidenció en esos casos que se guiaron estrictamente por el libro de texto, y obviaron las notas de clases, así como la orientación de construir los mapas según lo visto en el curso.

La verificación a través de la encuesta reportó un claro consenso hacia que la tarea con los mapas conceptuales fue interesante y ayudó a entender la asignatura Análisis Químico (valores cercanos a uno), sin embargo, hubo desacuerdo sobre el nivel de dificultad de la tarea, evidenciado por los valores centrales en la escala de la respuesta correspondiente. El promedio de las respuestas a cada pregunta se muestra a continuación en la tabla 1.

Tabla 1: Respuestas relativas al grado de dificultad de la tarea. Elaboración propia

Respuestas dadas	Promedio
Me resultó interesante la tarea con los mapas conceptuales.	1,50
La tarea con los mapas conceptuales me ayudó a entender la asignatura Análisis Químico.	1,45
Fue difícil entender la tarea con los mapas conceptuales.	3,88

Como promedio, los estudiantes emplearon 15,20 horas para confeccionar su mapa conceptual abarcando desde 5 min hasta 7 días. Esto demuestra que para algunos estudiantes fue muy fácil, ya sea porque conocían la herramienta con antelación o recibieron la ayuda de otros compañeros. Mientras, para otros fue de extrema complejidad lo que está relacionado con la discrepancia sobre el nivel de dificultad reflejado en la encuesta.

Como era la primera vez que se enfrentaban al empleo de los mapas conceptuales debieron realizar un empleo creativo del tiempo, una de las manifestaciones más importantes del desarrollo de las habilidades organizativas (Fariñas, 2005). Las habilidades ejercitadas por los alumnos en este estudio tienen la función de generar una eficacia generalizada, particularmente para aprender a aprender. Este trabajo permitió, además, distinguir en qué conocimientos de la asignatura presentaban dificultades los estudiantes para relacionarlos de modo jerárquico con el resto de conocimientos de la asignatura.

Al realizar actividades con un nivel superior al necesitado por las tareas que convencionalmente realizan este tipo de estudiantes, los alumnos ayudantes se motivan con un nivel de interés

superior al habitual. Resultó, adicionalmente, un desafío que requirió un nivel de independencia y de autoorganización superior, a tono con el concepto de “zona de desarrollo próximo” desarrollado por Vygotski (1996, p. 133), en el que el aspecto central para toda la psicología de la instrucción reside en la posibilidad de elevarse, mediante la colaboración, a un grado intelectualmente superior, y es en lo que se basa toda la importancia de la instrucción, en el desarrollo de capacidades y habilidades profesionales y personales.

La pesquisa realizada sugiere la utilidad de incluir en las asignaturas precedentes de la carrera tareas docentes en las que los estudiantes aprendan a utilizar los mapas conceptuales antes de vincularlos con la química.

Conclusiones

La tarea tuvo resultados satisfactorios. A pesar de los errores cometidos los estudiantes pudieron establecer relaciones de las categorías de la química analítica de forma global e incluyeron en los mapas todas las técnicas y métodos interrelacionados entre sí.

A través de la encuesta se verificó un claro consenso sobre el carácter interesante de la tarea y sus potencialidades para facilitar la comprensión de los contenidos de la asignatura, mientras que hubo desacuerdo sobre el nivel de dificultad de la misma.

Pudo identificarse con precisión cuáles fueron los conocimientos de la asignatura donde se presentaban dificultades para relacionarlos de modo jerárquico.

Se evidenció igualmente la necesidad de que la carrera Ingeniería Química cuente con una asignatura de formación pedagógica donde los estudiantes aprendan a utilizar los mapas conceptuales.

Este trabajo contribuyó al desarrollo de una habilidad conformadora del desarrollo de la personalidad: la búsqueda de información.

Bibliografía

Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1978). *Educational psychology: A cognitive view* (2da ed.). New York: Holt, Rinehart and Winston.

Bravo, S., & Vidal, G. (2001). La utilización del mapa conceptual en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Revista Cubana de Química*, 13(3), 60-65. Recuperado el 3 de marzo de 2018, de <https://revistas.uo.edu.cu/index.php/cq/issue/archive>

- Chamizo, J. A. (1995). Mapas conceptuales en la enseñanza y la evaluación de la química. *Educación Química*, 6(2), 118-124. Recuperado el 3 de marzo de 2018, de <http://revistas.unam.mx/index.php/req/article/download/66719/58617>
- Fariñas, G. (2005). *Psicología, Educación y Sociedad: un Estudio sobre el Desarrollo Humano*. La Habana: Félix Varela.
- Gabel, D. (1999). Improving teaching and learning through chemistry education research: A look to the future. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 548-554. Recuperado el 3 de marzo de 2018, de <https://www.sas.upenn.edu/~patann/jchemgabel.pdf>
- González, M., & Area, O. (2008). Estrategias de aprendizaje en los estudiantes de nuevo ingreso a la carrera de Química. *Revista Cubana de Química*, 20(1), 58-61. Recuperado el 3 de marzo de 2018, de <https://www.redalyc.org/pdf/4435/443543713009.pdf>
- Hernández, A., Jauregui, U., & Avilés, E. (2016). Uso de mapas conceptuales en la Química Analítica de la Ingeniería en Metalurgia. *Pedagogía Profesional*, 14(1), 1-7. Recuperado el 3 de marzo de 2018, de <http://revistas.ucpejv.edu.cu/index.php/rPProf>
- Hernández, A., Lau, M., Grueiro, I., Avilés, E., Jauregui, U., & Guzmán, F. (2016). Implementación del uso de mapas conceptuales en la química orgánica a través de seminarios. *Revista Cubana de Química*, 28(2), 572-578. Recuperado el 3 de marzo de 2018, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-54212016000200004&script=sci_arttext&lng=en
- Hrin, T., Milenković, D., & Segedinac, M. (enero de 2018). Diagnosing the quality of high school students' and pre-service chemistry teachers' cognitive structures in organic chemistry by using students' generated systemic synthesis questions. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(1), 305-318. Recuperado el 3 de marzo de 2018, de <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2018/rp/c7rp00162b>
- Ismono, I., Suyatno, S., & Tukiran, T. (2017). The development of teaching material based on concept maps to train of higher order thinking skills chemical education of students in the subject matter of isomer. *JCER: Journal of Chemistry Education Research*, 1(1), 12-21. Recuperado el 3 de marzo de 2018, de <https://journal.unesa.ac.id/index.php/jcer/article/view/1928/1317>
- Jofré, C. B., Valdebenito, V. M., López, V., Bordón, D., Chiang, M. T., & C., S. A. (2014). Potencialidades y proyecciones de la implementación del mapa conceptual como estrategia de enseñanza-aprendizaje en bioquímica. *Educación Médica Superior*, 28(3), 1-10. Recuperado el 3 de marzo de 2018, de <http://ems.sld.cu/index.php/ems/article/view/286>
- Likert, R. (1932). *A technique for the measurement of attitudes*. *Archives of Psychology*. New York: Columbia University Press.

- Markow, P. G. (1998). Usefulness of concept maps in college chemistry laboratories: Students' perceptions and effects on achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(9), 1015-1029. Recuperado el 3 de marzo de 2018, de <https://eric.ed.gov/?id=EJ580522>
- Nicoll, G., Francisco, J. S., & Nakhleh, M. (2001). An investigation of the value of using concept maps in general chemistry. *Journal of Chemical Education*, 78(8), 1111-1117. Recuperado el 3 de marzo de 2018, de <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed078p1111>
- Novak, J. D. (1984). Application of advances in learning theory and philosophy of science to the improvement of chemistry teaching. *Journal of chemical Education*, 61(7), 607-612. Recuperado el 3 de marzo de 2018, de <https://eric.ed.gov/?id=EJ303398>
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1986). *Learning How to Learn*. Nueva York: Cambridge University Press.
- Olatunbosun, S. M. (2017). Problem-solving and concept mapping strategies as determinants of students' achievement in some environmental concepts in chemistry. *International Journal of Contemporary Applied Researches*, 4(11), 119-128. Recuperado el 3 de marzo de 2018, de <http://ijcar.net/previous-issues/vol-4-no-11-november-2017/>
- Parolo, M. E., Barbieri, L. M., & Chrobak, R. (2004). La metacognición y el mejoramiento de la enseñanza de química universitaria. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 22(1), 79-92. Recuperado el 3 de marzo de 2018, de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/21962/21796>
- Pendley, B. D., Bretz, R. L., & Novak, J. D. (1994). Concept maps as a tool to assess learning in chemistry. *Journal of Chemical Education*, 71(1), 9-15. Recuperado el 3 de marzo de 2018, de <https://eric.ed.gov/?id=EJ490010>
- Pérez, R., & Torres, D. (2009). Propuesta para el uso de los mapas conceptuales en la enseñanza de la Química en el nivel universitario. *Pedagogía Universitaria*, 14(4), 78-87. Recuperado el 3 de marzo de 2018, de <http://www.revtecnologia.sld.cu/index.php/tec/article/viewFile/305/359>
- Regis, A., Albertazzi, P. G., & Roletto, E. (1996). Concept maps in chemistry education. *Journal of Chemical Education*, 73(11), 1084-1088. Recuperado el 3 de marzo de 2018, de <https://eric.ed.gov/?id=EJ536553>
- Reyes, M. C. (2005). Uso de mapas conceptuales en Química. *VII Escuela venezolana para la enseñanza de la Química* (págs. 1-93). Mérida: Escuela Venezolana de Enseñanza de Química, Universidad de los Andes. Recuperado el 3 de marzo de 2018, de http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/16753/mapas_quimicos.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Setyoko, H., Mulyani, S., & Yamtinah, S. (2017). The Implementation of Problem-Solving Model Using Concept Mapping Strategy to Increase Students' Interest and Learning Achievement at the

- Lintas-Minat Chemistry Class. *JKPK (Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia)*, 2(3), 178-190.
Recuperado el 3 de marzo de 2018, de
<https://jurnal.uns.ac.id/jkpk/article/download/16780/13750>
- Torres, D., & Castro, M. (2013). Propuesta de alternativas para la evaluación en Química. *Pedagogía Universitaria*, 14(3), 23-36. Recuperado el 3 de marzo de 2018, de
<http://cvi.mes.edu.cu/peduniv/index.php/peduniv/article/download/497/491>
- Tovar, J. C. (2009). El mapa conceptual como instrumento para la auto-evaluación conceptual en química. *Revista Iberoamericana de Educación*, 49(7), 1-7. Recuperado el 3 de marzo de 2018, de
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3116601>
- Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría. (2007). *Programa de la disciplina de Química Orgánica de la Carrera de Ingeniería Química*. La Habana: CUJAE.
- Velázquez, L. M., Revilla, J. A., & Guerra, M. E. (2018). Confección de mapas conceptuales para la enseñanza de la Química Orgánica. *Revista Cubana de Química*, 30(3), 539-558. Recuperado el 3 de marzo de 2018, de cielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-54212018000300012&script=sci_arttext&lng=en
- Vygotsky, L. S. (1996). *El desarrollo de los procesos psíquicos superiores*. Barcelona: Editorial Crítica.
- Wahidi, A. (2017). Learning Quantum Chemical Model with Learning Media Concept Map and Power Point Viewed from Memory and Creativity Skills Students. *JETL (Journal of Education, Teaching and eLearning)*, 2(1), 100-104. Recuperado el 3 de marzo de 2018, de
<https://www.neliti.com/publications/181302/learning-quantum-chemical-model-with-learning-media-concept-map-and-power-point>
- Yildirim, H. E., & Demirkol, H. (2018). Revealing students' cognitive structure about physical and chemical change: use of a word association test. *European Journal of Education Studies*, 4(1), 134-153.
Recuperado el 3 de marzo de 2018, de
<https://www.oapub.org/edu/index.php/ejes/article/view/1386>

Los autores son profesores universitarios. Anel Hernández Garces es Doctor en Ingeniería Química y Ambiental, y Profesor Auxiliar del grupo de contaminación atmosférica de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría (CUJAE). Elizabeth Avilés Rodríguez es profesora instructora de la Facultad de Economía de la Universidad de La Habana.