

Empleo de mapas conceptuales en la enseñanza de la Química para ingenieros civiles

Concept maps employ in the Chemistry for civil engineers

Anel Hernández-Garces
anel@quimica.cujae.edu.cu

Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, Cuba.
Elizabeth Avilés-Rodríguez
elitaviles84@gmail.com
Universidad de La Habana, Cuba.

Resumen

El artículo muestra los resultados de una investigación de caso cuyo objetivo es implementar el uso de mapas conceptuales como estrategia didáctica para mejorar la comprensión de los contenidos de Química para Ingenieros Civiles. La experiencia fue aplicada durante el curso académico 2016-2017, con los estudiantes del primer año. A partir de la observación y reflexión crítica en torno a las dificultades de aprendizaje de los estudiantes, se concibió una actividad extra clase que tuvo resultados satisfactorios. La comprobación a través de la encuesta reportó un claro consenso hacia que el ejercicio con los mapas conceptuales fue interesante y ayudó al aprendizaje en la asignatura, no obstante hubo discrepancia sobre el nivel de dificultad del ejercicio.

Palabras clave: aprendizaje, didáctica, mapa conceptual, Química, Ingeniería Civil

Abstract

This paper shows the result of a case investigation where concept maps are used as a teaching strategy to improve the understanding of the content of Chemical for Civil Engineers and contributes to learning developer thereof. The experience was applied during the second semester of the 2016-2017 academic year with the first year students. From the observation and critical reflection about the learning difficulties of the students, an extra class activity was conceived that had satisfactory results. The verification through the survey reported a clear consensus that the exercise with the conceptual maps was interesting and helped the learning in the subject, however there was disagreement about the level of difficulty of the exercise.

Key words: concept maps, learning, Chemistry, Civil Engineering.

Introducción

El origen de los mapas conceptuales se encuentra en los estudios que Novak & Gowin (1986) realizaron a partir de la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel, Novak & Hanesian (1978). 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) anunciaba los retos que tendrían los estudiantes de química en su construcción y mostraba algunos ejemplos.

La carrera Ingeniería Civil está estructurada en 18 disciplinas distribuidas en 58 asignaturas (CUJAE, 2008a). Una de las disciplinas, Química Aplicada, incluye como única asignatura a Química para Ingenieros Civiles, en el primer año, que no posee examen final ni evaluación integradora (CUJAE, 2008b). Esta no es una de las asignaturas más atractivas para los estudiantes, quienes no ven en los primeros años de la carrera la relación que tiene con la especialidad. Adicionalmente, en el contexto de esta asignatura coinciden otras de mayor complejidad que tienen examen final y contribuyen a restarle importancia a la misma. Los principales errores cometidos en esta asignatura por los estudiantes están vinculados a la falta de un enfoque global que les permita integrar las múltiples y diversas relaciones que existen entre sus conocimientos.

Teniendo en cuenta la discusión anterior, este trabajo se propone como objetivo implementar el uso de mapas conceptuales como estrategia didáctica para mejorar la comprensión de los contenidos de Química para Ingenieros Civiles y propiciar al estudiante la visualización de los contenidos de la misma de forma lógica, global e interrelacionados, y así poder sistematizar las diferentes categorías y conceptos que se estudian en esa asignatura.

Desarrollo

Marco teórico referencial

Los mapas conceptuales constituyen 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. Son además, 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 estudiantes a organizar su propio pensamiento

Varios estudios relativos al uso de mapas conceptuales se relacionan con el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química. En uno de ellos, Pendley, Bretz & Novak (1994) reportaron el uso de mapas conceptuales para evaluar la comprensión de conceptos de cromatografía por parte de estudiantes de química, de diploma y doctorado de la Universidad de Cornell, Estados Unidos. En su trabajo mostraron que los mapas conceptuales pueden ser una herramienta útil para mostrar el cambio en la comprensión de conceptos. Luego, Wilson (1994) reportó el resultado de un estudio donde los estudiantes, partiendo de un listado de conceptos de equilibrio químico, debían construir mapas conceptuales. Como conclusión, halló diferencias importantes en los niveles jerárquicos propuestos por los estudiantes y asoció estas diferencias a la experticia de los estudiantes.

Un año después, Chamizo (1995) consideró los mapas conceptuales, en la enseñanza y la evaluación de la química, instrumentos de aprendizaje para el estudiante e instrumentos de evaluación para el profesor en tres categorías: para completarlos, para evidenciar el grado de avance a lo largo del tiempo, al repetir la construcción del mapa conceptual tiempo después y para identificar el tipo de relaciones que los estudiantes establecen entre los conceptos. Finalmente, aseguró que cualquiera de estas alternativas posibilita, en el momento de la evaluación, que el estudiante integre sus conocimientos haciendo de la evaluación también un acto de aprendizaje.

Seguidamente, Regis, Albertazzi & Roletto (1996) reportaron una experiencia con estudiantes del último año de un instituto tecnológico especializado en química, en Biella, Italia, y emplearon mapas conceptuales como medio para visualizar la estructura del conocimiento y explorar los cambios como resultado del aprendizaje. Catalogaron, al finalizar el estudio, a los mapas conceptuales como una herramienta válida para lograr sus objetivos.

Markow & Lonning (1998) concluyeron que la elaboración de mapas conceptuales antes y después de las prácticas de laboratorio ayudó a las estudiantes de primer año de un colegio femenino privado, en Connecticut, Estados Unidos, a comprender los conceptos implicados en los experimentos. Más tarde, Gabel (1999) subrayó la utilidad de los mapas conceptuales para

entender conceptos químicos abstractos. Mientras, Nicoll, Francisco & Nakhleh (2001) evaluaron el grado en que los estudiantes enlazaban conceptos relacionados de un curso de química general con el empleo de mapas conceptuales.

Por su parte Parolo, Barbieri & Chrobak (2004) aseguraron que los mapas conceptuales 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. Ellos aplicaron mapas conceptuales con el objetivo de mejorar la calidad de la enseñanza universitaria en la Universidad Nacional del Comahue, con los estudiantes del primer año de la carrera de Licenciatura en Saneamiento y Protección Ambiental que cursaban la unidad «Soluciones» de la asignatura Química I. Al concluir su investigación indicaron que en los mapas conceptuales hechos antes del tratamiento en clase del tema, se evidenció falta de experiencia en el uso de esta herramienta. Mientras que al comparar los mapas realizados al comienzo y al finalizar la unidad, se observó que los mapas, posteriores al desarrollo del tema, mostraron mayor cantidad de conceptos y mostraron una mayor riqueza en relaciones, lo que hizo más clara su interpretación.

Por otro lado, Reyes (2005) reiteró la importancia de los mapas conceptuales y concluyó que el su uso en la química incrementa las conexiones entre los conceptos propios del área y mejora los enlaces con otras áreas. Desarrolló además, un texto que aprovecha el uso de mapas conceptuales con los cuales el estudiante concentra su atención a un número de ideas en las que deben enfocarse. Aplicó con ese fin una metodología y expuso numerosos ejemplos de aplicación.

Tovar-Gálvez (2009), en otro trabajo, presentó algunas de las aplicaciones de los mapas conceptuales, dirigidas a la auto-evaluación de aspectos conceptuales de la química. En su experiencia 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. A la postre concluyó que a través de los mapas conceptuales se ofrece al estudiante la posibilidad para auto-evaluarse a nivel conceptual, facilitando elementos para la autonomía, centrando el trabajo en sí mismo y extendiéndose hacia el trabajo en grupo.

Más tarde, Jofré, Valdebenito, López, Bordón, Chiang & Sáez (2014) empleó mapas conceptuales en diferentes modalidades en la asignatura Bioquímica para Bioingeniería, como experiencia piloto para el empleo en diferentes asignaturas de las ciencias biológicas. Determinó finalmente que la mayoría de los estudiantes encontró positiva la experiencia, lo cual muestra que

los mapas conceptuales facilitan establecer relaciones entre conceptos, su memorización y aprendizaje, a la vez que sugieren una amplia y positiva potencialidad del recurso en el aula.

Recientemente, Setyoko, Mulyani & Yamtinah (2017) demostraron que el uso de mapas conceptuales para resolver problemas en el tema de soluciones tampón puede aumentar el interés de los estudiantes por la asignatura. Simultáneamente, Olatunbos (2017) evaluó el efecto relativo de los mapas conceptuales y otras estrategias en el rendimiento de estudiantes de un preuniversitario especializado en química y concluyó que se obtenían mejores resultados que con los métodos tradicionales. Wahidi (2017) utilizó mapas conceptuales en un curso de química cuántica y contrastó con otros medios de enseñanza y concluyó que influía notablemente en la memorización de los contenidos. Igualmente, Ismono, Suyatno & Tukiran (2017) desarrollaron materiales de enseñanza para el tema de isomería donde incluyeron mapas conceptuales y concluyeron que su uso fue efectivo para mejorar el aprendizaje.

Por último, Hrin, Milenković & Segedinac (2018) valoraron la calidad de mapas conceptuales y otros diagramas análogos en un estudio con profesores de química orgánica y sus estudiantes. Mientras, Yildirim & Demirkol (2018) indicaron la importancia de los mapas conceptuales para entender el concepto abstracto de cambio químico.

Por su versatilidad y utilidad, los mapas conceptuales han tenido una extensa utilización en la enseñanza de la química en Cuba. En una de esas experiencias Velázquez & Peñamaría (2006) construyeron mapas conceptuales, para contribuir en clase a la formación de conceptos básicos que se imparten en la asignatura Química Orgánica I en la carrera de Biología.

Del mismo modo, Pérez & Torres (2009) utilizaron mapas conceptuales como estrategia didáctica para incrementar la comprensión del contenido de Química General en los estudiantes de Tecnología de la Salud y favorecer su aprendizaje desarrollador. Como resultado de su investigación, indicaron que el desarrollo de la asignatura mediante el uso de mapas conceptuales facilitó un mejor aprovechamiento de la misma por parte del alumnado. A continuación, Pérez (2014) describió similares resultados del mismo trabajo.

Mientras que Bravo & Vidal (2001) expusieron la utilización del mapa conceptual como estrategia didáctica en los diferentes momentos del proceso de enseñanza-aprendizaje del tema de disoluciones en la asignatura de Química general. Lo usaron en las conferencias como estrategia de instrucción para brindar al estudiante una orientación completa y generalizada sobre el tema

por tratar. Con posterioridad, en las clases prácticas, lo emplearon como estrategia de aprendizaje, cuando el estudiante lo construye de forma individual o en grupo. Luego, concluyeron que el mapa conceptual puede ser una estrategia de control del aprendizaje, porque revela la forma en la que se encuentran organizados en la estructura mental los conocimientos del estudiante.

Simultáneamente, González & Area (2008), estudiaron la situación en relación con la disposición para enfrentar el estudio, en los estudiantes de nuevo ingreso a la carrera de Química de la Universidad de La Habana mediante mapas conceptuales. Más tarde, Torres & Castro (2013) publicaron alternativas que favorecen la evaluación educativa mediante el empleo de mapas conceptuales en la evaluación final del laboratorio de Química General de la carrera de Radioquímica.

Más tarde, Hernández-Garces, Lau-González, Grueiro-Cruz, Avilés-Rodríguez, Jauregui-Haza & Guzmán-Martínez (2016) y Hernández-Garces, Jauregui-Haza & Avilés (2016) realizaron respectivos ejercicios integradores con el empleo de mapas conceptuales en la disciplina Química Orgánica de la carrera Radioquímica y Análisis Físico-Químico de la carrera Metalurgia correspondientemente. En ambos casos los estudiantes construyeron de modo satisfactorio mapas conceptuales con los conceptos y categorías de las asignaturas en cuestión.

Diseño, implementación y resultados de la actividad extraclase con el uso de mapas conceptuales

Para dar cumplimiento al objetivo de este trabajo, se planteó como estrategia didáctica diseñar una actividad extra clase con el objetivo de que los estudiantes pudieran identificar y relacionar los conocimientos de la asignatura. Debían además, identificar los conceptos y categorías, y establecer las relaciones entre ellos.

La carrera Ingeniería Civil tiene una asignatura de formación pedagógica, en el primer semestre del cuarto año de la carrera, donde los estudiantes aprenden a utilizar los mapas conceptuales para comprender el complejo proceso de enseñanza aprendizaje. Se decidió entonces realizar un ejercicio extra clase ya que la actividad se desarrollaría tres años antes de recibir la asignatura de formación pedagógica y lógicamente los estudiantes no tenían dominio de la herramienta. De esta manera, los estudiantes debían aprender por si solos a construir mapas conceptuales. Se orientó entonces, en primer lugar, el estudio del trabajo de Chamizo (1995).

Esta experiencia se desarrolló durante el segundo semestre del curso académico 2016-2017 con los estudiantes del primer año con una matrícula total de 44 estudiantes que constituyen la población de la presente investigación, de ellos 26 representan la muestra seleccionada de forma arbitraria.

En el diagnóstico inicial del grupo se pudo constatar que un 80 % de los estudiantes había solicitado la carrera en primera y segunda opción infiriéndose de este resultado una alta vocación por la especialidad y buena preparación para los exámenes de ingreso.

Como el objetivo era que los estudiantes pudieran relacionar todos los conocimientos, el ejercicio extra clase se apoyó en todo el contenido conceptual de la asignatura impartido en clase. Los métodos a utilizar en el ejercicio fueron la investigación, la búsqueda bibliográfica, el trabajo independiente y la sistematización de la teoría. En ese sentido, los medios a revisar fueron el trabajo de Chamizo (1995), el texto base de la asignatura y las notas de clase para poder concentrar el trabajo de autoaprendizaje y 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 elegirían exactamente los mismos contenidos a representar en los mapas conceptuales. Para la realización 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.

Los sistemas de tareas empleados para ampliar las zonas de desarrollo próximo contienen tareas de actividad y comunicación (Fariñas, 2005). En tal sentido, se orientó el ejercicio extra clase a los estudiantes mediante una explicación en clase. Se les entregó además, una guía con los detalles de la misma. Los estudiantes realizaron los mapas conceptuales de forma independiente. Luego presentaron el trabajo impreso para su evaluación.

Para valorar los resultados de la utilización de los mapas conceptuales en la actividad extraclase, 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 5 puntos (Likert, 1932). Adicionalmente se les preguntó el tiempo empleado para desarrollar el ejercicio extra clase.

Al finalizar la actividad se presentaron 26 mapas conceptuales los cuales tuvieron resultados satisfactorios. En ellos, los estudiantes pudieron establecer relaciones entre los conocimientos de la asignatura de forma global e interrelacionados entre sí (Figura 1 y Figura 2).

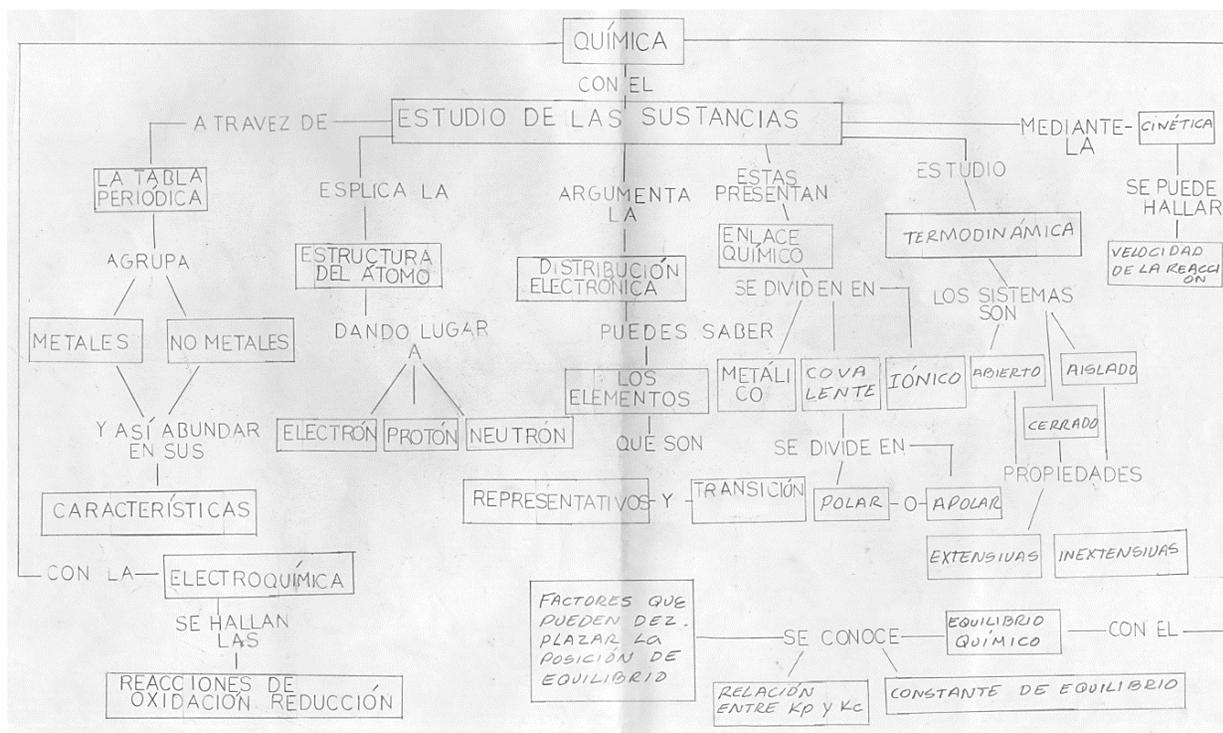


Figura 1. Ejemplo de mapa conceptual con solo relaciones longitudinales.

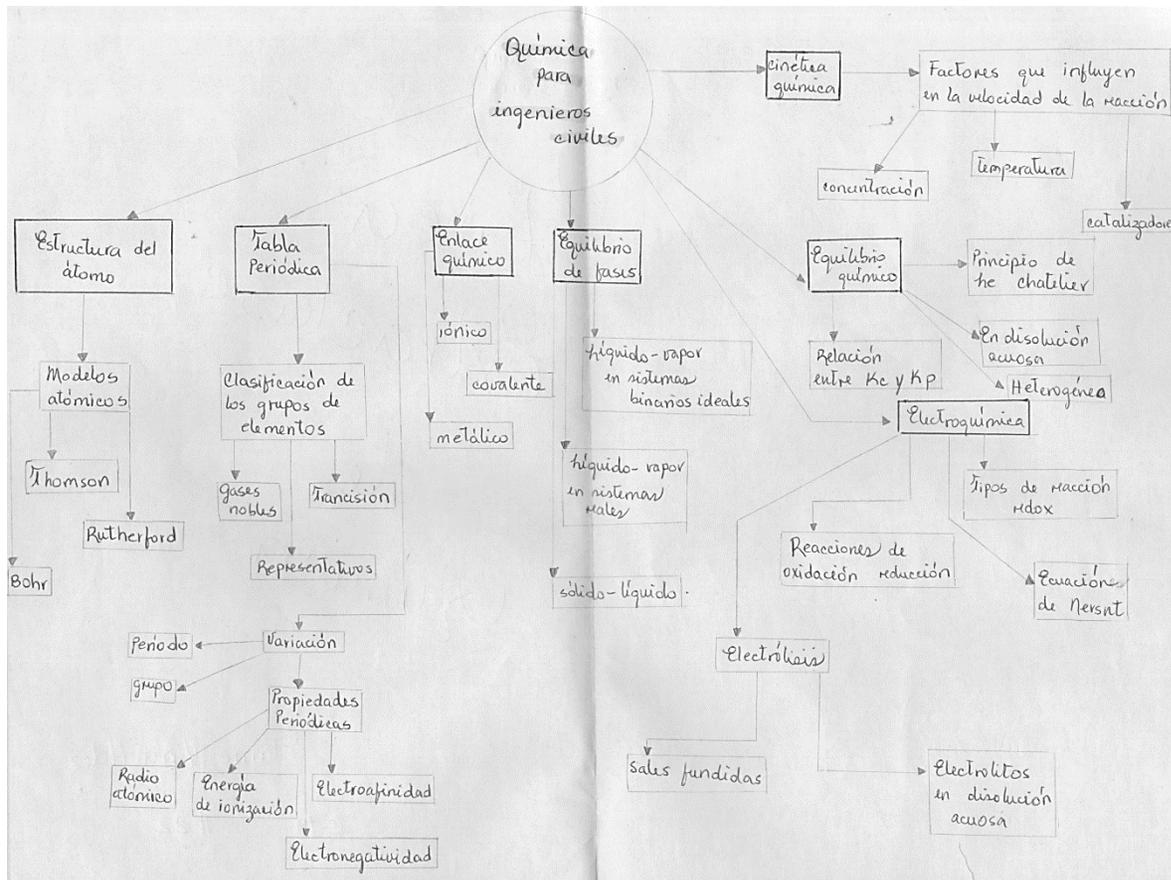


Figura 2. Ejemplo de mapa conceptual con solo relaciones longitudinales

No obstante, los mapas conceptuales no estuvieron exentos de deficiencias. Algunos estudiantes no nombraron las relaciones, otros emplearon párrafos para describirlas. En ciertos casos dividieron los temas en páginas ignorando la interacción global. Mientras, otros a pesar de ponerlos todos en una hoja los separan por tema sin interrelación. Hubo ejemplos donde incluyeron ecuaciones, tablas y gráficos en los mapas. Otros por su parte, excluyeron los conceptos correspondientes a temas completos y no lograron establecer relaciones transversales entre los conceptos evidenciando la poca experiencia en el uso de esta herramienta. En la Figura 3 se aprecia uno de los mapas entregados con relaciones transversales aunque no las nombra por desconocimiento.

Varios mapas entregados eran muy similares demostrando que para la preparación de los mismos los estudiantes emplearon el de los demás compañeros como referencia. Un caso aislado entregó un resumen de temas en vez de un mapa demostrando la no comprensión de la actividad.

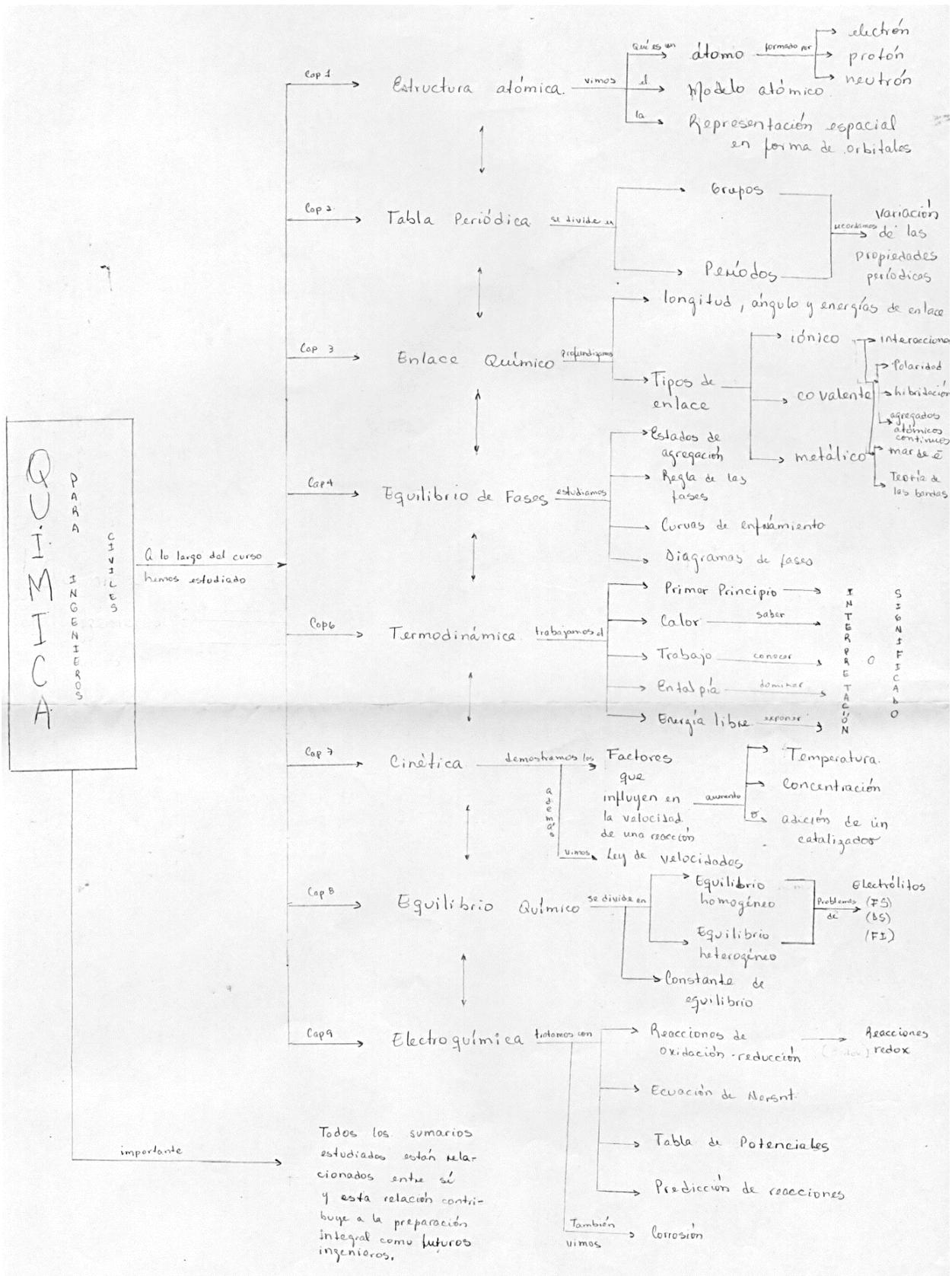


Figura 3. Mapa conceptual con relaciones transversales.

A pesar de no ser la química una de las asignaturas más atractivas para los estudiantes, la comprobación a través de la encuesta reportó un claro consenso hacia que el ejercicio con los mapas conceptuales fue interesante y ayudó a entender la asignatura, no obstante hubo discrepancia sobre el nivel de dificultad del ejercicio, evidenciado por los valores centrales en la escala de la respuesta correspondiente (Tabla 2).

Tabla 2. Análisis de resultados

Me resultó interesante el ejercicio con los mapas conceptuales	1,85
El ejercicio con los mapas conceptuales me ayudó a entender la asignatura Química para Ingenieros Civiles	2,23
Fue difícil entender el ejercicio con los mapas conceptuales	3,77

Escala de Likert: 1. Totalmente de acuerdo - 5. Totalmente en desacuerdo

Como promedio, los estudiantes emplearon 16,38 horas para confeccionar su mapa conceptual abarcando desde media hora hasta 3 días. Esto indica que para algunos estudiantes fue muy fácil, ya sea porque conocían los mapas conceptuales con antelación o fueron ayudados por otros compañeros. Mientras, para el resto, que empleó hasta seis veces más tiempo, fue de extrema complejidad. Esto está directamente relacionado con la discrepancia sobre el nivel de dificultad reflejado en la encuesta.

Los estudiantes debieron realizar un empleo creativo del tiempo ya que era la primera vez que se enfrentaban al empleo de los mapas conceptuales, una de las manifestaciones más importantes del desarrollo de las habilidades organizativas (Fariñas, 2005). Las habilidades ejercitadas por los estudiantes en este estudio tienen la función de generar una eficacia generalizada, particularmente para aprender a aprender.

Este estudio posibilitó además, al relacionar los estudiantes los conocimientos incorrectamente de modo jerárquico con el resto de conocimientos de la asignatura, distinguir en cuales conocimientos presentaban dificultades.

Al realizar actividades con un nivel superior al necesitado por las tareas que usualmente ejecutan este tipo de estudiantes, estos se motivan con una estimulación superior a la habitual. Es además,

un desafío que requiere un nivel de independencia y de autoorganización superior, a tono con el concepto de zona de desarrollo próximo desarrollado por Vygotski (1982), 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.

Como resultado de esta investigación se verifica la utilidad de los mapas conceptuales para proporcionar al estudiante una visión lógica, global e interrelacionada de los contenidos de la asignatura y a su vez permitir al profesor identificar los errores y dificultades que presentan los estudiantes en ese sentido.

Adicionalmente, sería útil en el futuro repetir el estudio con posterioridad a recibir la asignatura de Formación Pedagógica, en el primer semestre del cuarto año de la carrera, donde se explicará en detalle el uso de los mapas conceptuales. No obstante, desde el punto de vista metodológico debiera valorarse la posibilidad de cambiar de semestre la asignatura de Formación Pedagógica y hacerla cuando menos coincidir con la Química para ingenieros civiles y así poder emplear los mapas conceptuales con posterioridad al aprendizaje de su uso.

Conclusiones

Como resultado de este trabajo se constató la utilidad de los mapas conceptuales para aportar al estudiante una visión lógica, global, jerárquica e interrelacionada de los contenidos de la asignatura Química para ingenieros civiles y a su vez permitir al profesor identificar los errores y dificultades que presentan los estudiantes en tal sentido.

Este trabajo favoreció el desarrollo de una habilidad conformadora del desarrollo de la personalidad: la búsqueda de información.

La verificación mediante la encuesta reportó un consenso obvio sobre el ejercicio con los mapas conceptuales. Esta fue encontrada interesante y ayudó a entender la asignatura, no obstante hubo discordancia sobre el grado de dificultad de la misma.

Referencias bibliográficas

Ausubel, D. P., Novak, J. D. & Hanesian. H. (1978). *H. Educational psychology: A cognitive view*. 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.
- Chamizo, J. A. (1995). Mapas conceptuales en la enseñanza y la evaluación de la química. *Educación Química*. 6 (2), 118-124.
- CUJAE (2008a). *Plan De Estudio D Ingeniería Civil*.
- CUJAE. (2008b). *Programa de la disciplina de Química Aplicada de la Carrera de Ingeniería Civil*. La Habana.
- Fariñas, G. (2005). *Psicología, Educación y Sociedad: un Estudio sobre el Desarrollo Humano*. La Habana: Editorial 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Hrin, T., Milenković, D. & Segedinac, M. (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*.
- 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.
- Jofré, C. B., Valdebenito, V. M., López, V., Bordón, D., Chiang, M. T. & Sáez A. C. (2014). Potencialidades y proyecciones de la implementación del mapa conceptual como estrategia de enseñanza-aprendizaje en bioquímica. *Educación Médica Superior*. 28 (3), 482-497.

- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*. New York: Columbia University Press.
- Markow, P. G. & Lonning, R. A. (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.
- 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.
- Novak, J. D. & Gowin, D. B. (1986). *Learning How to Learn*. Nueva York: Cambridge University Press.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Pérez, R. (2014). Influencia del empleo de los mapas conceptuales en el aprendizaje desarrollador de la química en el nivel universitario. *Revista Cubana de Tecnología de la Salud, Suplemento Especial II Convención "Tecnología y Salud"*, 1-11.
- 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.
- Regis, A., Albertazzi, P. G. & Roletto, E. (1996). Concept maps in chemistry education. *Journal of Chemical Education*. 73 (11), 1084-1088.
- Reyes, M. C. (2005). VII Escuela Venezolana para la Enseñanza de la Química.-Uso de mapas conceptuales en química. Mérida.

- 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.
- Torres, D. & Castro, M. (2013). Propuesta de alternativas para la evaluación en Química. *Pedagogía Universitaria*. 14 (3), 23-36.
- Tovar-Gálvez, J. C. (2009). El mapa conceptual como instrumento para la auto-evaluación conceptual en química. *Revista Iberoamericana de Educación*. 49 (7), 1-7.
- Velázquez, L. M. & Peñamaría, A. (2006). Elaboración de mapas conceptuales en la asignatura química orgánica I para la carrera de biología. *Revista Cubana de Química*. 18 (2), 78.
- Vygotski L. S. (1982). *Pensamiento y Lenguaje*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- 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 Learning)*. 2 (1), 100-104.
- Wilson, J. M. (1994). Network representations of knowledge about chemical equilibrium: Variations with achievement. *Journal of Research in Science Teaching*. 31 (10), 1133-1147.
- 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.