

Descripción de experiencias innovadoras para el trabajo experimental, gráfico, teórico o tecnológico y para la resolución de problemas. En este caso sobre la construcción de mapas conceptuales.

Los mapas conceptuales como estrategia para la enseñanza/aprendizaje de química general

Pilar Montagut B.,¹ Carmen Sansón O.,¹ Pablo Núriban Valero P.,² Luis Rodrigo González C.² y Marianne Pidal M²

Abstract

As part of the onset of new syllabus within the Chemistry Faculty of the National Autonomous University of Mexico, the authors are implementing conceptual maps as one of the strategies for improving the teaching-learning process. Examples of these maps prepared by students are included, along with their opinions regarding this new strategy.

Introducción

El constructivismo es un modelo cognitivo de aprendizaje que postula que el conocimiento se genera por los individuos, y que este conocimiento es influenciado por los antecedentes, actitudes, habilidades y experiencia (Francisco, 2002). La construcción del conocimiento, por lo tanto, depende de la interacción entre el nuevo conocimiento y el ya existente, en la cual ambos se modifican.

El aprendizaje se logrará según el esfuerzo que se realice para asociar el nuevo material con lo que ya se sabe. El carácter constructivo del aprendizaje supone la obtención de resultados particulares para cada alumno según sus peculiaridades y, por tanto, el desarrollo de capacidades en los alumnos no puede ser medido por determinadas conductas observables idénticas para todos (Sánchez, 1993).

Así, los estudios apuntan a la conclusión de que la capacitación de los alumnos descansa en nuestra ayuda a organizar y utilizar ciertas estructuras jerárquicas de conocimientos cuidadosamente elaboradas (Novak, 1991).

Dentro de esta línea, el uso de mapas conceptuales se considera como una de las estrategias de aprendizaje exitosas. El mapa conceptual es un instrumento educativo desarrollado a mediados de la década de los setenta por Joseph Novak y sus colaboradores, en la Universidad de Cornell (EUA). La versatilidad de este instrumento posibilita trazar un mapa conceptual para una única clase, para una unidad didáctica, para un curso entero y hasta para un programa educativo completo (Moreira, 1998).

Aunque estos diagramas normalmente tienen una organización jerárquica y muchas veces incluyen flechas, no

deben confundirse con organigramas o diagramas de flujo, pues no implican secuencia, temporalidad o direccionalidad, ni tampoco jerarquía “organizacionales” o de poder. Los mapas conceptuales son diagramas de significados, de relaciones significativas; en todo caso, de jerarquías conceptuales.

Los autores escogimos los mapas conceptuales como una estrategia didáctica que ayuda a los estudiantes a construir y reflexionar sobre sus conocimientos químicos, ya que constituyen una representación visual de la jerarquía y las relaciones entre conceptos que el alumno ya posee de los ciclos educativos anteriores (secundaria y bachillerato).

¿Cómo se construye un mapa conceptual?

El mapa conceptual es una estructura jerarquizada que consiste de nodos que representan conceptos y líneas rotuladas con palabras clave que indican la relación entre los conceptos. Los nodos pueden representarse con círculos, elipses, rectángulos, etc. Sin embargo, las figuras geométricas no tienen significado, sirven para “enmarcar” los conceptos.

El hecho de que dos conceptos estén unidos por una línea (conector) es importante porque significa, para quien hizo el mapa, que existe una relación entre esos conceptos, pero el tamaño y la forma de esa línea son, *a priori*, arbitrarios (Moreira, 1998). Es más, se pueden poner flechas para indicar la dirección de las relaciones. Sobre el conector se rotulan las palabras que indican la relación entre los nodos. La combinación de dos nodos y un conector se llama “proposición” (Robinson, 1999).

Los pasos a seguir, que seleccionamos y modificamos con base en nuestra experiencia con los alumnos del primer semestre de la licenciatura de Química, implican:

- Identificar los conceptos clave del contenido que se va a “mapear”.
- Ordenar desde los conceptos más generales e inclusivos hasta los menos generales, subordinados a los generales.
- Conectar los nodos con líneas, o flechas, que muestren las uniones entre los conceptos.
- Sobre los conectores escribir palabras-enlace o palabras-clave o, si es el caso, breves oraciones como proponen Ciliberti y Galagovsky (1999) que indiquen las relaciones que existen.
- Incluir ejemplos o textos muy cortos que profundicen en el contenido de los conceptos. (En la inclusión de ejemplos se insistió que éstos permitieran conectar la química

¹ Facultad de Química. UNAM. 04510. México, D.F.

² Alumnos de la Facultad.

Recibido: 26 de junio de 2006; aceptado: 10 de febrero de 2007.

con la vida cotidiana y eliminar la idea tan común de que no existe relación entre esta ciencia y su entorno).

Objetivo

El propósito de este trabajo de investigación-acción es utilizar los mapas conceptuales como una estrategia didáctica para mejorar la comprensión del contenido de un curso de química universitario.

Problema

- ¿Incide la comprensión de los conceptos en el desempeño de los estudiantes?
- ¿Los mapas conceptuales ayudan a relacionar los conceptos químicos?
- ¿Qué impacto tienen los mapas conceptuales en las estrategias que los alumnos utilizan para aprender?

Metodología

La experiencia fue desarrollada con un grupo mixto de 65 alumnos de primer semestre del tronco común de las carreras de química que se imparten en la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Al inicio del curso se entregó a los estudiantes el programa oficial que se debía cubrir durante los meses de agosto a diciembre de 2005. El contenido del programa aparece en el Anexo 1.

Se introdujo al grupo de alumnos en la elaboración de los mapas conceptuales desde el comienzo del curso. Se les presentó un mapa conceptual elaborado por las docentes, a modo de ejemplo, como síntesis y ordenador del tema a tratar. Se aclaró que estaba trazado de acuerdo con los significados que nosotras atribuimos a los conceptos y a las relaciones significativas entre ellos. Posteriormente se explicó la técnica para confeccionar estos gráficos, siempre insistiendo en que los mapas conceptuales tienen significados personales.

En las clases posteriores se solicitó a los estudiantes que realizaran los mapas conceptuales después del tratamiento de una unidad determinada y consultando la bibliografía disponible. Se les pidió la elaboración de los mapas en forma individual o grupal según su preferencia. Los que quisieron trabajar en equipo se distribuyeron libremente en pequeños grupos (con no más de cuatro integrantes). En general, es más conveniente hacerlo en forma grupal por la riqueza que produce la discusión en torno a la construcción del mapa.

Las tareas entregadas fueron evaluadas por las profesoras, discutidas y modificadas con las propuestas de todo el

grupo. En ocasiones algunos estudiantes realizaron enlaces mal dirigidos o conexiones equivocadas que nos pusieron en alerta sobre las tareas que el estudiante no había comprendido aún y sobre las cuales hubo que trabajar más. Fue en estas ocasiones que se le pidió al estudiante la modificación del mapa conceptual construido por él o, en su caso, por el grupo.

Para evaluar, y eventualmente calificar el trabajo del estudiante con los mapas conceptuales, se consideraron los siguientes aspectos: *los conceptos y terminología empleada* (el alumno muestra un entendimiento del concepto y utiliza una terminología adecuada), *el conocimiento de las relaciones entre conceptos* (identifica todos los conceptos importantes y demuestra un conocimiento de las relaciones entre éstos) y *la habilidad para comunicar conceptos a través del mapa conceptual* (construye un mapa conceptual apropiado y completo, incluyendo ejemplos, ubicando los conceptos en jerarquías y conexiones adecuadas y colocando relaciones en todas las conexiones, dando como resultado final un mapa que es fácil de interpretar). A cada uno de los aspectos mencionados se les asignó un puntaje que derivó en una calificación.

Al aplicar las evaluaciones de los temas impartidos en clase, y después de haber rectificado los mapas, se enfatizó su importancia como estrategia.

Debido a las limitaciones de espacio se presentan como ejemplos tres mapas conceptuales entregados por los estudiantes que corresponden a las unidades 1 y 2 y uno más que incluye las seis unidades que estructuran el curso de Química General I (Anexo 2). Esta asignatura corresponde al primer semestre del tronco común de las carreras que se imparten en la Facultad de Química de la UNAM. Cabe aclarar que en el año 2005 se iniciaron los nuevos planes de estudio en nuestra Facultad y, por tanto, fue la primera vez que se impartió esta asignatura en dos semestres consecutivos (Química General I y Química General II).

Aproximadamente un mes después de concluido el primer semestre (Química General I), los estudiantes que nos acompañan como autores, propusieron y aplicaron a sus compañeros una encuesta sencilla de contestar a través del correo electrónico. La propuesta nos pareció excelente: los educandos ya habían recibido su calificación final, estaban en periodo de vacaciones y, creemos, podían valorar con mayor objetividad el trabajo que se realizó. Aunque la respuesta a la encuesta no fue copiosa, si resultó muy interesante conocer la opinión que tenían sobre los citados mapas después de haber aprobado, o no aprobado, la asignatura. A continuación se muestran algunas de las respuestas más representativas:

Encuesta. Mapas conceptuales: una visión diferente de la información

Por favor contesta verazmente el siguiente formulario. La información recopilada se utilizará únicamente para fines estadísticos, no se incluirán datos personales.

Preguntas	Respuestas (n= 15)
¿Qué te aportaron los mapas conceptuales de Química General 1?	<ul style="list-style-type: none"> -Son útiles cuando se realizan correctamente, pero a mí se me dificulta hacerlos bien. Yo creo que no sé estudiar en ellos porque se me facilita más estudiar en un resumen donde todo se explique más ampliamente. -Pues que con ellos es más fácil comprender un tema. -En lo personal, orden en los conceptos que manejábamos, ya que mis apuntes no contaban con esto, mejor estudiaba los mapas. -Me aportaron una mejor manera de aprender, al menos ciertos temas. -Centrar las ideas generales y así darte una idea de cada unidad. -Una nueva forma de estudiar. -Reforzaron los temas que vimos en clase. -Entender didácticamente los temas. -Que son una manera más simple de aprender un tema. -Me ayudaron a comprender y a relacionar información. -Mayor aprendizaje y conocimientos básicos. -Me ayudaron a conceptualizar lo aprendido en clase. A ordenar toda la información. Al elaborarlo te lo grababas. -Ideas, ya que te hacían investigar sobre los temas.
¿Los consultaste en algún momento del curso? Sí, no y ¿por qué?	<ul style="list-style-type: none"> -Sí, muchas veces, porque como ya mencioné es más fácil encontrar conceptos específicos en ellos cuando se hacen en forma correcta. Cada vez que se me olvidaba algo iba al mapa y ahí estaba el concepto. -Pues sí, para estudiar porque me sirvieron como guía de estudio. -Sí, pero no los que realicé con mi equipo, sino que consultaba los de otra compañera porque estudiaba con ella. -Sí, para prepararme antes de los exámenes. Los consulté porque me es más fácil comprender y aprender a través de cosas visuales y por eso son de gran ayuda. -Sí, en los exámenes parciales y en los finales también. Aunque en los departamentales no sirvieron de nada. -Sí, porque aparte de que era tarea, te apoyabas en él para estudiar y manejar el tema. -Antes de los exámenes. -Sí, porque era como un resumen. -Sí, porque en ellos tenía la información que requería para el estudio de mis exámenes. -Sí, para el examen final, pues creo que algunos que hice fueron buenos. -Sí, para estudiar. -Sí, porque muchas veces incluían más cosas de las que había anotado en el cuaderno. -No, porque no me ayudaban para estudiar.
¿Contribuyeron al aprendizaje de esta asignatura? Sí, no y ¿por qué?	<ul style="list-style-type: none"> -Yo creo que sí porque como que te hace leer muchas veces lo mismo para tratar de hilarlo en un mapa conceptual y así se te queda lo que estás leyendo. -Pues yo pienso que sí, porque de éstos era más fácil estudiar. -Sí, porque creo que al poner orden queda más claro. -Sí, más que nada facilitaron el aprendizaje de algunos temas, por ej. periodicidad química o la nomenclatura. -Sí, cuando tu lees algo a veces te acuerdas, pero cuando le dedicas más tiempo es diferente, porque te acuerdas de lo que hiciste e investigaste. -Sí, porque al realizarlos se te quedaba la información que te ayudaba a comprender la clase. -Sí, porque lo que no entendía en clase lo comprendía al elaborar los mapas. -Sí, porque me facilitaron el estudio. -Claro, porque en ellos se tenían los conceptos más importantes. -Sí, algunas cosas que no entendía me ayudaba el investigar para hacerlos. -Sí, ya que me dieron conocimientos. -Sí, porque te ayudaban a organizar todos los conceptos vistos en clase. -Sí, porque tenías que investigar sobre el tema a tratar.
¿Cuáles fueron tus principales problemas al elaborar los mapas?	<ul style="list-style-type: none"> -Que no sabía cómo plasmar un texto en un mapa con lo más importante, porque ponía de más o de menos, también me tardaba años en acabarlo. -En realidad es que se requería de mucha información y se supone que sólo debe llevar conceptos claves -Los conectores y que algunas bibliografías que ocupaba no estaban actualizadas. -El sintetizar y conceptualizar la información y transformarlo a una manera más fácil de entender. El problema fue comprimir la información en tres páginas máximo además de que los conceptos estuvieran bien hilados y seriados para que se entendieran.

¿Cuáles fueron tus principales problemas al elaborar los mapas? (continuación)	<ul style="list-style-type: none"> –Satisfacer a la maestra, en realidad nunca supe qué quería. –Encontrar los conceptos clave que te sirvieran para mejorar el mapa. –Unir los conceptos. –Que no contaba con el tiempo para hacerlos. –El tiempo que me llevaba el relacionar algunos conceptos. –El tiempo. –Que eran demasiados conceptos para meterlos en una sola hoja. –Falta de tiempo.
¿Se te facilita el aprendizaje con los mapas conceptuales? Si, no y ¿por qué?	<ul style="list-style-type: none"> –No, porque casi no comprendo lo que me dicen, como que me falta imaginación para entenderlos claramente. –Claro, por lo mismo que son conceptos clave es más fácil que comprendas mejor un tema. –Sí, porque así no tienes tanta “paja” que quitar para entender lo que se te dice en concreto. –Sí, al menos muchos temas se prestan para conceptualizarse más fácilmente. Me facilita el aprendizaje porque en vez de tantas letras sólo se siguen palabras secuenciadas y conceptos, así como ejemplos. –Sí, ya dije que se facilita el acordarte de algo que tú hiciste. –Sí, porque es una forma más de estudiar porque manejas la información y entiendes lo que pasa. –Más o menos. Se me facilita más el aprendizaje en la clase o comprendiendo el tema en libros. –Sí, porque es más práctico. –Sí, porque contienen la información más importante de un tema. –Un poco, no en todo, pero me beneficiaron. –Sí, porque me ayudaron a repasar las lecciones. –Depende de los temas. –No, porque es mejor consultar los apuntes del cuaderno o del libro que consultar el mapa, ya que sólo vienen ideas y no conceptos explicados.
En la escala del 1 al 10 ¿cómo calificas la manera de aprender a través de los mapas conceptuales?	<p>7 9 8 9 9 8 8 8 8 8 8 9 8 8 8 6</p> <p style="text-align: right;">(n = 15; $\leq x \geq 8.1$)</p>
Si tienes alguna opinión o comentario extra, escríbelo a continuación	<ul style="list-style-type: none"> –No me gustan los mapas porque siento que pierdo mucho tiempo al elaborarlos, y ese tiempo lo podría ocupar en leer textos y asimilar mejor los conocimientos. –Los mapas conceptuales sirven para aprender bastantes temas, pero hay que admitir que hay temas que son preferibles aprender de la manera tradicional ya que hay temas que no se pueden sintetizar en un mapa. Pero yo prefiero aprender a través de esquemas y/o mapas. –Gracias por tomarme en cuenta.

Conclusiones

- Faltó tiempo para realizar un taller integrador al finalizar el ciclo lectivo para discutir el conjunto de las unidades temáticas del programa, para “redescubrir” los contenidos trabajados desde una perspectiva diferente, con el enfoque particular que le confiere el hecho de haber desarrollado todo el conjunto de los mismos.
- Respecto a la “jerarquización” se encontró que en el ordenamiento de los nodos, desde lo más general a lo más particular, no hubo problema. Sin embargo, les resultó complejo a los estudiantes encontrar las relaciones entre los conceptos.
- Esta conclusión coincide con la posición de algunos investigadores que encuentran más provechosas las re-

des conceptuales –las cuales no consideran el ordenamiento jerárquico de los conceptos– frente a los mapas, por entender que exigen mayor riqueza conceptual (Ciliberti, 1999).

- En un inicio se propuso realizar los mapas antes de abordar el tema en clase, basándose en la información del programa. Ello implicó un grado de dificultad alto para los alumnos, por lo que se decidió que los elaboraran al término de la unidad temática, lo que confirma lo expresado por Moreira (1998):

“...aunque pueden usarse para dar una visión general del tema en estudio, es preferible usarlos cuando los alumnos ya tienen una cierta familiaridad con la técnica, de modo que sean

potencialmente significativos y permitan la integración, reconciliación y diferenciación de conceptos.”

- Las investigaciones educativas han encontrado una relación positiva entre los mapas y el aprovechamiento de los alumnos, ya que son un método visual que ayuda a los educandos a organizar su propio conocimiento y son accesibles a diferentes tipos de estudiantes que utilizan otros métodos organizacionales (Costamagna, 2001).

Francisco (2002) opina que dan la oportunidad de incorporar varias estrategias importantes para el aprendizaje en sus hábitos de estudio y el educando puede reconocer las posibles deficiencias en sus estructuras de conocimientos.

Por nuestra parte pensamos que como las evaluaciones de los estudiantes no discriminan suficientemente entre los beneficios a corto y largo plazo, no podemos conocer qué tan efectiva resultó la estrategia. Esperemos que su efectividad aflore en situaciones de largo plazo, en asignaturas posteriores, al comprender qué conceptos en química están relacionados y las aplicaciones de los mismos.

- Moreira (1998) aclara que no existe un mapa conceptual “correcto”. Lo que el alumno presenta es “su mapa”, y lo importante es si éste da evidencia de que el alumno está aprendiendo significativamente el contenido. En este punto hubo que insistir, ya que el alumno está a la espera de que se le diga si lo hizo bien o mal, no de si aprende. Nuestra labor consistió en mostrarle si faltaba algún concepto y si había una coherencia en lo que presentaba.
- Finalmente, estamos de acuerdo que aunque los mapas conceptuales “...no nos garantizan el éxito de nuestra ense-

ñanza, sí constituyen un punto de partida importante para acercarnos a la solución de muchos problemas del aprendizaje que se plantean en el aula y una posible explicación a las dificultades que el aprendizaje de la Ciencia plantea a los alumnos.” (Sánchez, 1993). Creemos que las preguntas que nos hicimos al inicio de este trabajo fueron resueltas. ■

Referencias

- Ciliberti, N. y Galagovsky, L. R. Las redes conceptuales como instrumento para evaluar el nivel de aprendizaje conceptual de los alumnos. Un ejemplo para el tema de Dinámica, *Enseñanza de las Ciencias*, **17**(1), 17-29, 1999.
- Costamagna, A. M. Mapas conceptuales como expresión de procesos de interrelación para evaluar la evolución del conocimiento de alumnos universitarios. *Enseñanza de las Ciencias*, **19**(2), 309-318, 2001.
- Francisco S. J., Nokhleh M. B., Nurrenbern S. C. y Millar M. L. Assessing student understanding of General Chemistry, *J. Chem. Ed.*, **79**(2), 248-25, 2002.
- Moreira, M. A. Mapas conceptuales y aprendizaje significativo. *Cadernos do Aplicaçao*. Porto Alegre, **11**(2), 143-156, 1998.
- Novak, J. D. Ayudar a los alumnos a aprender cómo aprender. La opinión de un profesor-investigador. *Enseñanza de las Ciencias*, **9**(3), 215-228, 1991.
- Robinson W. R. A view from the science education research literature: concept map assessment of classroom learning. *J. Chem. Ed.*, **76**(9), 1179-1181, 1999.
- Sánchez Blanco G. y Valcárcel P., M. V. Diseño de unidades didácticas en el área de ciencias experimentales, *Enseñanza de las Ciencias*, **11**(1), 33-44, 1993.

Anexo 1. Programa de estudio. Primer semestre.

Asignatura QUÍMICA GENERAL I	Ciclo TRONCO COMÚN	Área QUÍMICA INORGÁNICA Y NUCLEAR
1. LA MATERIA Y SUS CAMBIOS		
1.1 Química, Ciencia, Tecnología y Sociedad. 1.2 Concepto de materia. 1.3 Estados de la materia: sólido, líquido, gas y plasma. 1.4 Composición de la materia (sustancias químicas y mezclas). Mezclas homogéneas y heterogéneas. 1.5 Propiedades de la materia: físicas, organolépticas, químicas, intensivas y extensivas. 1.6 Cambios de estado: fusión, evaporación, condensación, sublimación, solidificación, deposición. 1.7 Métodos de separación de mezclas: filtración, cristalización, destilación, cromatografía.		
2. CLASIFICACIÓN PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS		
2.1 Estructura del átomo. 2.2 Partículas subatómicas: electrones, protones, neutrones. 2.3 Antecedentes históricos de la clasificación periódica: aportaciones de Döbereiner, Newlands, Men deleiev, Meyer y Moseley. 2.4 Ley periódica en función de masas atómicas, números atómicos y configuraciones electrónicas. 2.5 La periodicidad en la tabla larga. Familias y períodos. Puntos de fusión y ebullición, volúmenes atómicos, electronegatividades. Tipos de óxidos y tipos de halogenuros. Valencia y estados de oxidación.		
3. NOCIONES SOBRE EL ENLACE QUÍMICO		
3.1 Nociones de termoquímica (energía de enlace) y evolución del concepto de enlace químico. 3.2 Fórmulas desarrolladas de barras y de Lewis de los compuestos químicos. 3.3 Interacciones fuertes (enlaces iónico, covalente polar, no polar y metálico). 3.4 Interacciones débiles. 3.5 Explicación de las propiedades y los estados de agregación en los compuestos químicos en función de los tipos de enlace.		
4. NOMENCLATURA DE LOS COMPUESTOS INORGÁNICOS		
4.1 Nombre y símbolo de los elementos. 4.2 Número de oxidación y valencia. 4.3 Nomenclatura trivial y sistemática (IUPAC). Aniones y cationes monoatómicos. Compuestos binarios, oxianiones, oxiácidos, oxisales. 4.4 Nociones de nomenclatura de compuestos orgánicos.		
5. FUNDAMENTOS DE ESTEQUIOMETRÍA		
5.1 Leyes ponderales y volumétricas. Leyes de la conservación de la masa, de las proporciones definidas, de las proporciones múltiples, de los volúmenes de combinación. 5.2 Conceptos de masa molar y volumen molar. 5.3 Principio de Avogadro. 5.4 Unidad de cantidad de sustancia, MOL. 5.5 Composición porcentual. Fórmulas mínima y molecular. 5.6 Leyes de los gases ideales.		
6. REACCIÓN QUÍMICA		
6.1 Representación de las reacciones químicas. Simbología. 6.2 Tipos de ecuaciones químicas: iónicas y moleculares. Operaciones con las ecuaciones químicas. 6.3 Criterios de clasificación de reacciones: clasificaciones analítica, termodinámica, por naturaleza de la reacción (síntesis, descomposición, sustitución simple y doble). 6.4 Balanceo de ecuaciones. Balanceo por inspección. Concepto de oxidación, reducción, oxidante y reductor. Balanceo por el método de ion electrón.		