

MAPAS CONCEPTUALES Y APRENDIZAJE DE LA QUIMICA: UNA EXPERIENCIA CON ESTUDIANTES REPITIENTES

Ana Rocío Madrigal Gutiérrez

Introducción

El Departamento de Química de la Universidad Nacional, desde 1978, se ha caracterizado por su preocupación por el mejoramiento de la labor realizada en los cursos iniciales o introductorios, específicamente en los cursos pertenecientes a la Cátedra de Química General (Ruiz, R. M., 1984). Como producto de esta preocupación, en el Área de Docencia, se propuso una metodología de enseñanza-aprendizaje centrada en el estudiante, y se organizó a partir de 1979, en el Área de Extensión, el Programa de Mejoramiento de la Enseñanza de la Química, del cual posteriormente emana el Programa de Enseñanza de las Ciencias y la Matemática, en el que se involucra a las diferentes unidades académicas que conforman la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional. A partir de estas primeras experiencias se han generado otras, que han permitido enriquecer el quehacer académico en lo que al mejoramiento del aprendizaje de la Química se refiere, entre ellas puede citarse el Plan Piloto para el Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias y la Matemática, programa que integra acciones en investigación, extensión y docencia, del cual deriva un aprendizaje que permite desarrollar el trabajo planteado en este artículo.

En procura de encontrar nuevas formas para mejorar la labor en la parte teórica de los cursos de Química General, y preocupados por los altos porcentajes de repitencia en dichos cursos (Calvo, M., 1993), se generó como una experiencia piloto la puesta en práctica, durante el segundo semestre de 1995, de una metodología diferente de aprendizaje, lo que trae consigo la redefinición de parte del profesor y del estudiante de su papel dentro del aula y su responsabilidad fuera de ella.

En este curso se negoció con los estudiantes, el primer día de clases, la posibilidad de que ellos participaran de una metodología de aprendizaje diferente, en la cual la base del trabajo diario estaría definida por el uso de «*Mapas conceptuales*». Para estos efectos Novak (1988) define «*el mapa conceptual como la representación de relaciones significativas entre conceptos en forma de proposiciones*». El mismo Novak (1988), señala una cualidad que permite considerar los mapas conceptuales como herramientas óptimas para la enseñanza-aprendizaje de las diversas disciplinas. «*Los mapas conceptuales constituyen una representación explícita y manifiesta de los conceptos y proposiciones que posee una persona, permiten a profesores y alumnos intercambiar sus puntos de vista sobre la validez de un vínculo proporcional determinado, o darse cuenta de las conexiones que faltan entre los conceptos y que sugieren la necesidad de un nuevo aprendizaje*».

Ballesteros y otros (1995), haciendo mención de Pozzo, indican que «*los mapas conceptuales aparecen como una técnica o habilidad dentro del aprendizaje por reestructuración, perteneciente a la estrategia de aprendizaje de organización jerárquica. El aprendizaje por reestructuración consiste en la conexión de los materiales nuevos con los conocimientos anteriores*».

Al consultar literatura relativa a la utilización de los mapas conceptuales en el salón de clase, se pueden citar experiencias en las cuales estos han sido utilizados, entre otras: a. como herramienta que colabora en la construcción del conocimiento (Wolff-Michael, R. y Roychoudhury, A., 1993), b. como herramienta para investigación y evaluación (Marham, K. y Gail Jones, M., 1994), c. como herramienta para el desarrollo de currícula, específicamente en medicina (Edmondson, K., 1995), solo por citar algunos ejemplos.

Considerando las experiencias planteadas en el párrafo anterior, se considera la elaboración de mapas conceptuales como la técnica apropiada para desarrollar el curso de Química General 1, para estudiantes repitientes. Dado que esta permite a los estudiantes reflexionar sobre su conocimiento respecto de un tema en particular, también le ayuda a reflexionar sobre el cambio en la organización del conocimiento durante el proceso de aprendizaje.

Es una actividad compatible con la teoría constructivista del aprendizaje. Desde esta perspectiva, «*aprender cosas nuevas significa buscar formas de fijar elementos conceptuales dentro de patrones que están circunscritos por criterios o limitaciones específicos*» (Von Glasersfeld, E., 1988). En otras palabras, en el modelo constructivista el aprendizaje se concibe como un proceso en el cual el que aprende construye los conceptos de acuerdo con la experiencia propia y la de los otros con quien comparte, y es un hecho que los estudiantes de este grupo poseen una experiencia previa del mismo, ya que en ocasiones anteriores habían tomado el curso, y esta experiencia anterior, en la mayoría de los casos, resultó negativa para ellos.

Desde el punto de vista metodológico, y considerando, como se ha planteado anteriormente, que los estudiantes son repitientes, el mapa conceptual se constituye en una herramienta importante en tanto que permite explicitar la estructura del conocimiento en Química que ellos han construido desde los cursos anteriores. El mapa conceptual durante el desarrollo de esta experiencia fue utilizado como herramienta para organizar el desarrollo de cada una de las clases, para valorar el aprendizaje de los estudiantes de manera formativa, y para dar informes escritos sobre el estudio de temas específicos solicitados como «*tareas*».

Participantes

En el grupo en el cual se realiza esta experiencia hubo una matrícula inicial de 60 muchachos, 21 mujeres y 39 hombres. Sin embargo, desde la primera sesión se presentaron únicamente 54 estudiantes; de estos el 71% tenían edades entre 19 y 21 años, el restante 29%

tenían más de 22 años, de lo que puede concluirse que se trata de un grupo de estudiantes que ingresó a la Universidad en los últimos tres años o menos.

Al inicio del curso se aplicó una encuesta, con el fin de caracterizar al grupo de estudiantes. A continuación se presentan los elementos más sobresalientes.

1. Lugar de nacimiento: 61% San José, 30% otras provincias, 9% fuera del país.
2. Lugar de residencia: 49% San José, 22% Heredia, 15% Alajuela, 15% otras provincias.
3. Residencia en tiempo lectivo: 76% con su familia.
4. Colegio de procedencia: 19% institución privada, 44% académicos, 37% nocturnos o técnicos.
5. Forma de estudio: 90% individual, 10% parejas o grupos.
6. Lugar de estudio: 81% en su casa, 19% otros lugares.
7. Nº de veces anteriores que ha matriculado el curso: Una vez el 80%, dos o más veces el 20%.
8. Recursos para estudiar: 76% libro de texto, 85% prácticas, 93% apuntes de clase.

En esta misma encuesta se les solicita a los estudiantes que indiquen algunas de las razones por las cuales consideran que no aprobaron el curso en la o las ocasiones anteriores, ante esto sus respuestas son: falta de estudio e interés, exámenes confusos, mucha materia para tan poco tiempo, los profesores no explican, no traen bases adecuadas y problemas familiares. Por otra parte, expresan que el interés principal por el curso es ganarlo, porque es un requisito para continuar en su carrera.

Teniendo como primera expectativa de los estudiantes con respecto al curso, *el aprobarlo*, y

sabiéndose un tanto fracasados y descorazonados, con su autoestima un poco baja, por la forma en la cual se expresan de ellos mismos, pues son repitientes, se inicia el semestre.

El curso de Química General 1

El curso de teoría de Química General 1, forma parte de la Cátedra de Química General, y es impartido como curso de servicio para otras unidades académicas, entre las que se encuentran Ciencias Agrarias, Veterinarias, Forestales, Ciencias Biológicas. Se le asigna un total de 3 créditos, correspondiente a 4 horas lectivas por semana.

Aun cuando este curso debe llevarse paralelamente al curso de laboratorio, en todos los casos los estudiantes de este grupo en particular, ya habían aprobado este último en semestres anteriores.

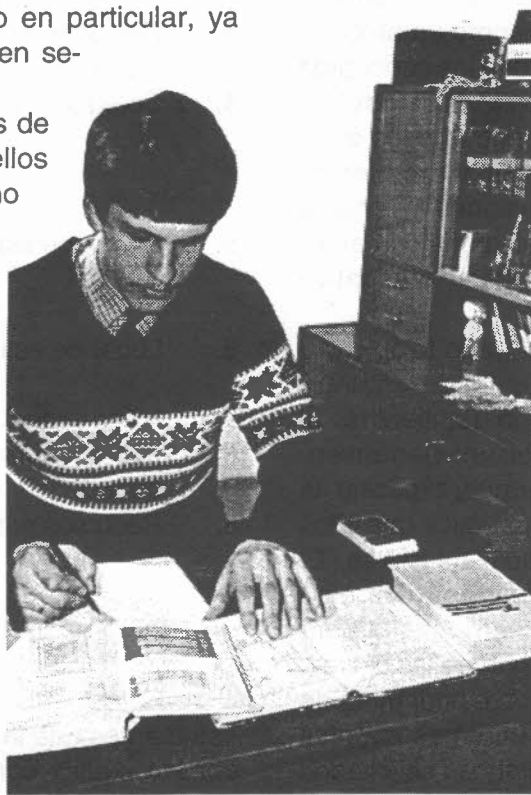
La asistencia a las horas de teoría es libre, por lo que aquellos estudiantes que consideren no necesitar de las lecciones no están obligados a asistir, en este caso, sólo una estudiante decidió por esta opción, ya que su horario de trabajo chocaba con el horario del curso, el resto de los estudiantes prefirieron asistir a clases según horario, y un alto porcentaje de ellos además asistieron a los repases grupales programados en forma de extrahorario.

Históricamente, en el Departamento de Química la promoción de los estudiantes en las diferentes asignaturas que se imparten ha sido baja, ya sea porque reprobaban o hacen abandono del curso. Estudios estadísticos del primer semestre de 1995 indican que de los 420 estudiantes matriculados en Química General 1, el 53% aprobó el curso, por lo que el 47% restante debe repetirlo, ya sea porque reprobaban, desertaban o lo hayan retirado. Si el estudio de aprobación de los cursos se remonta al año 1992, se comprueba que el

problema existe, ya que Calvo (1993) reporta para ese año únicamente un 25,5% de aprobación del curso; resultados que son por demás alarmantes e inducen a buscar formas para mejorar estos índices de promoción.

En la cátedra se da relativa libertad a los docentes para organizar sus clases, y desarrollar las desde el punto metodológico según considere más conveniente, siempre y cuando cumpla el programa definido para el curso, y sus estudiantes se sometan a las pruebas parciales y finales denominadas Pruebas de Cátedra, elaboradas en forma conjunta por todos los docentes del curso.

Los estudiantes del grupo 05 (ese era el número de grupo correspondiente a los repitientes) también fueron valorados con las pruebas de cátedra.



El mapa conceptual una alternativa metodológica

Por sugerencia de la directora del departamento, se conforma un grupo de estudiantes que tenía como característica común el ser repitientes, como ya se ha dicho en reiteradas ocasiones, con la intención de generar una forma de trabajo en la cual los estudiantes pudieran reconstruir los conceptos aprendidos los semestres anteriores, lo que implica un compromiso con el curso, consigo mismos y con la responsabilidad ante su propio aprendizaje.

Esta nueva visión hará del conjunto de estudiantes un grupo más participativo, con una asistencia sumamente regular, pues la experiencia indica que en los grupos constituidos aleatoriamente, los estudiantes repitientes tienen un alto grado de ausentismo, con un alto interés por realizar las tareas o pequeños trabajos que se les asigne, aun cuando los mismos no tenían un porcentaje asignado a su ponderación final; pero formó parte de la negociación inicial su compromiso

por cumplir con ellas, compromiso que se les reiteraba frecuentemente.

En la primera sesión, se realizó con los estudiantes la etapa de la negociación, se discutió respecto de la necesidad de promover modificaciones en la metodología de trabajo, con el fin de mejorar el aprendizaje y, por supuesto, aprobar el curso. Se hizo énfasis en la importancia de utilizar los *mapas conceptuales* como organizadores de los conocimientos, para lo que se utiliza la metáfora del *mapa de las carreteras de un país X*, país desconocido por ellos y en el cual debían ubicarse y trasladarse. Después de una rápida explicación teórica respecto de los principios de elaboración del mapa conceptual, se les invita a dibujar individualmente el primero a partir del concepto «*MATERIA*». Posteriormente a la etapa individual, se procede al análisis en grupos pequeños, con el propósito de determinar las diferencias y semejanzas. Superada esta etapa, se les invita a estudiar en su casa el primer capítulo del libro de texto y luego a reconstruir el mapa conceptual sobre el mismo tema (materia). Hubo una acogida total por parte de los estudiantes ante la propuesta y el trabajo realizado, ya que la elaboración del mapa y la posterior negociación del mismo en grupos pequeños, les había permitido compartir con sus compañeros y aprender más. Afirma uno de ellos:

«Este curso de Química me parece un poco diferente a los demás, creo que va a ser un poco dinámico, no monótono como otros».

Trabajo en clase

Como se planteó anteriormente, en este curso se pretendía trabajar de forma más participativa, de modo que los estudiantes a partir de los conceptos elaborados en semestres anteriores tuvieran la oportunidad de reconstruirlos e identificar aquellos aspectos que los invalidaban, y encontrar entonces mejores explicaciones o soluciones a situaciones dadas. Para generar en ellos el proceso de análisis y discusión de los diferentes temas, se propuso la siguiente estrategia metodológica:

- Elaboración de un mapa conceptual con los conocimientos construidos previamente.
- Discusión en pequeños grupos sobre el mapa

construido, determinación de diferencias y semejanzas, negociación de significados y elaboración de un nuevo mapa de consenso.

- Discusión sobre los conceptos incluidos en el tema a nivel general, aclaración de dudas, nuevas explicaciones, y elaboración del grupo total, en la pizarra, de un nuevo mapa conceptual.
- Se asigna trabajo individual para la casa, generalmente estudio de algún capítulo del libro de texto que enriquezca el tema tratado.
- Se solicita elaborar un nuevo mapa sobre lo estudiado en el libro de texto.

Se insistió en la importancia de que cada uno de los participantes realizara su trabajo tal y como estaba siendo propuesto, es decir, todas las cinco etapas descritas anteriormente, además de la importancia de asistir a la clase para compartir con sus compañeros y la profesora.

Al inicio del curso fue necesario pasar revista entre los estudiantes para que sintieran obligación de realizar las tareas asignadas, debido fundamentalmente a la cultura que se ha generado, en el sentido de que en la Universidad las pequeñas tareas, e incluso las grandes, a las cuales no se les asigne un puntaje dentro de la ponderación final del curso, no son elaboradas por los estudiantes, pues estos consideran que es una pérdida de tiempo y no un momento de aprendizaje que debe ser aprovechado al máximo, pero conforme el curso avanzó esto no fue necesario, cada cual traía en su cuaderno el mapa construido, los problemas que debían resolver, etc. Conforme avanzaba el semestre también mejoró el nivel de participación de los estudiantes, pues al inicio sus intervenciones eran muy tímidas y escasas. El aumento de la participación de los estudiantes permitió clarificar conceptos que ellos daban por ciertos y no eran tales, o que eran explicaciones parciales, lo que, por supuesto, repercutía en su rendimiento en las pruebas.

Además de las cuatro horas de clase designadas en el horario, se incluyeron dos horas más los días miércoles para atención grupal, la idea de estas sesiones era que los estudiantes pudieran solicitar aclaraciones de los temas tratados durante la semana. Desde el inicio se negoció que la profesora no planearía prácticas extra a las de la clase

ordinaria, sino que el trabajo que se realizara dependería directamente de los cuestionamientos formulados por ellos, por lo que el aprovechamiento máximo de este tiempo sería su responsabilidad. En casi todas las sesiones el tiempo fue insuficiente, lo que permitía entrever el estudio de los alumnos y, por supuesto, su interés por aprobar el curso, lo que implicaba un aprendizaje.

A medio semestre se realiza la primera evaluación del curso, de la profesora, de la metodología empleada, etc., con el fin de conocer cómo se sienten los estudiantes. Como ilustración de esta primera recolección de impresiones, se transcriben algunas de las opiniones expresadas por ellos.

«El curso y la profesora me parecen excelentes, porque me explica lo que yo tengo enredado de la materia».

«Es un curso donde la profesora se da cuenta de los obstáculos de sus alumnos y expone la falta de tiempo de los alumnos, pero eso no es ningún obstáculo para Rocío, toma en cuenta las tareas y una hora extra para explicar dudas».

Un elemento importante que se debió trabajar, en las clases extrahorario, fue el afectivo, vinculado con autoestima, seguridad en ellos mismos. Los estudiantes sentían temor de enfrentar las pruebas parciales, principalmente la primera, por temor a un nuevo fracaso, por ello se realizó como actividad de reforzamiento positivo un análisis de dichas pruebas, tanto desde el punto de vista químico, como desde su construcción.

Otro aspecto que se utilizó como estrategia, para clarificar los conceptos, fue el enseñar a los estudiantes a prestar atención ante las explicaciones dadas, y no agobiarse por tomar todos los apuntes posibles, sacrificando la comprensión del tema. Esta fue una estructura difícil de vencer, pues su tendencia tradicional es escribir aun cuando no sepan qué escriben. Después de una explicación o la solución de un problema, se les daba tiempo para que hicieran sus notas, dado que esto les infunde seguridad, y en este momento también se les ampliaba si así lo requerían, pero ya todos habían participado de una explicación básica; además se les afirmaba que todos los temas tratados estaban en el texto, por lo que no necesitaban tomar todo lo planteado en clase, que era suficiente con el mapa conceptual construido, el cual les serviría de guía al estudiar en el libro.

Aportes de la elaboración del Mapa Conceptual en la enseñanza- aprendizaje de la Química

Como se ha discutido en los puntos anteriores, la elaboración de mapas conceptuales permite al docente evidenciar qué piensan los estudiantes, qué saben y cómo lo saben en relación con un tema en particular. Permitiendo a partir de estas observaciones redefinir el trabajo de clase, la metodología empleada, entre otras cosas. No debemos perder de vista que este tipo de experiencias permite aprender sobre el aprendizaje en sí, pero principalmente sobre nuevas formas para mejorar nuestro quehacer docente.

Por otra parte, el mapa conceptual permite a los estudiantes repensar sobre los conceptos con los cuales está interactuando y hacer evidente ese nivel de conocimiento, las relaciones que establece entre ellos, las diferencias, los órdenes jerárquicos, los errores construidos anteriormente; elementos a partir de los cuales se inicia un proceso de reconstrucción individual y negociación de significados a nivel grupal, proceso con el que se promueve el aprendizaje tomando como base las estructuras preestablecidas para cada uno de ellos.

Se presenta a modo de ejemplo, uno de los mapas construido por uno de los estudiantes del grupo el primer día de clase, con la intención de que el lector a partir de su análisis pueda obtener sus propias conclusiones. Note que en el mismo se presentan algunos errores conceptuales, los cuales deben ser abordados posteriormente en la clase.

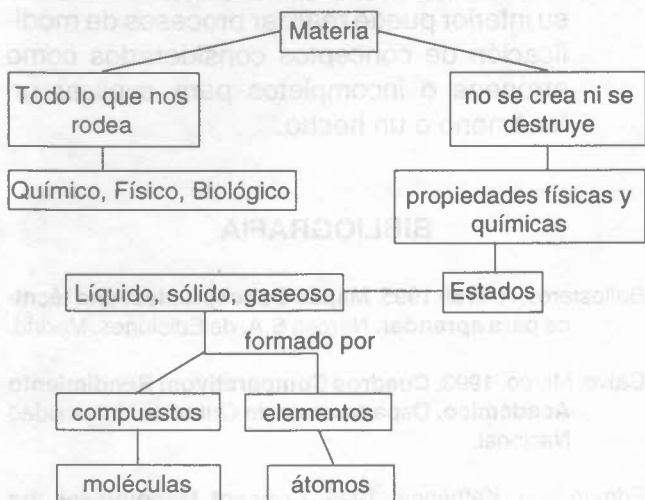
Cuadro

Al finalizar el curso se realizó una encuesta con la intención de conocer, entre otras cosas, las impresiones de los estudiantes, al respecto se transcriben algunas de las opiniones expresadas por ellos.

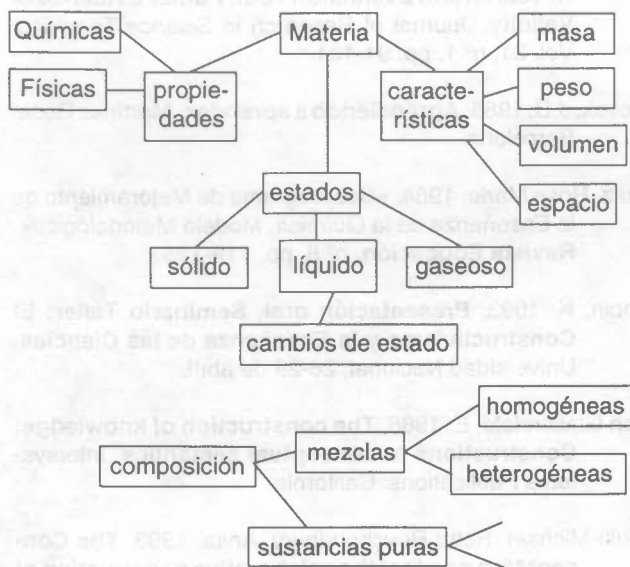
«Este semestre me eximí del examen final, porque la profe me ayudó con lo que no entendía, para mí fue muy importante demostrarme que yo no era tonta, que era capaz cuando uno se lo propone».

«Pienso que los cursos siempre deben ser así, por lo menos para los que quieren pasar, fue

**Primer mapa conceptual.
Elaborado sin previo aviso.
Alumna: Gabriela**

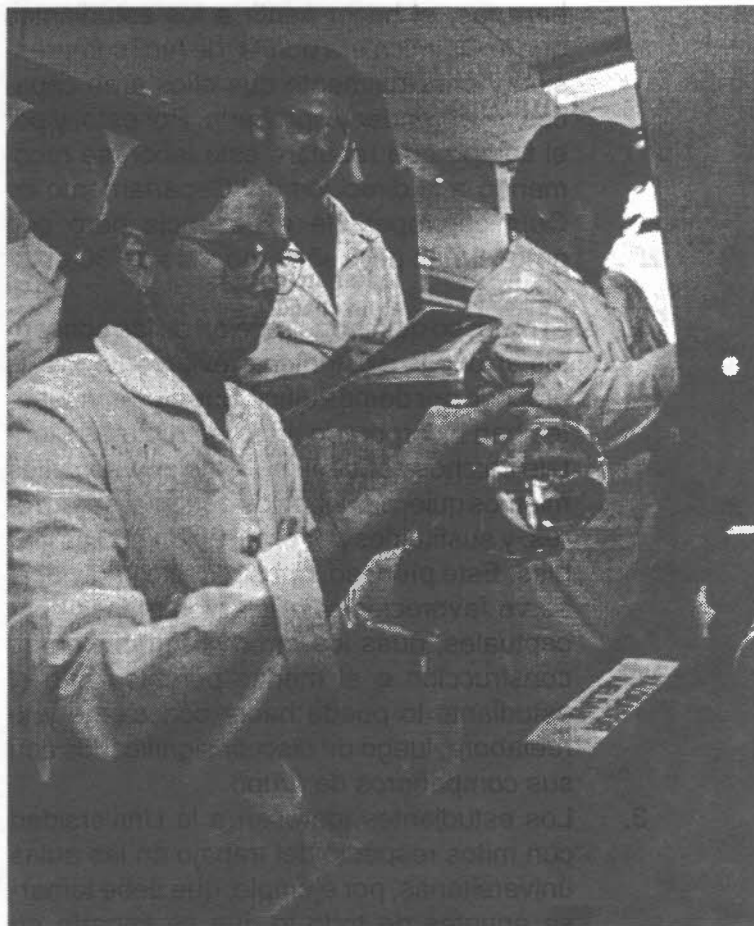


**Segundo mapa conceptual.
Elaborado después de estudiar.
Alumna: Gabriela**



bueno compartir una metodología diferente, me hacía falta una profesora estricta en el buen sentido de la palabra».

«El curso fue provechoso y no lo sentí tan difícil como el semestre pasado, la profesora comprende y ayuda a los alumnos».



«Creo que este curso es uno de los mejores que he recibido, hasta me agradó ser repitente, pienso que la profesora dio todo lo que podía dar y nosotros también».

«Me gustó mucho la manera de trabajar, a la vez la relación profesor-alumno. Desearía que ella misma nos diera Química II».

Qué he aprendido

1 Como puede leerse en los comentarios de los estudiantes, el elemento afectivo jugó un papel importante. Eran muchas las barreras y los estereotipos que tenían los estudiantes, respecto del curso, sus contenidos y, por supuesto, los profesores. Posiblemente este era un factor importante que fungía como barrera para que se diera en forma fluida el proceso de aprendizaje. Una de las labores más difíciles y que requirió atención casi individualizada fue la ruptura de estas

barreras, el hacer sentir a los estudiantes que la Química era bonita, de fácil comprensión y principalmente que ellos eran capaces de aprender y aprobarla. Por esto, y por el tiempo que requiere esta labor, se recomendó a la dirección del Departamento de Química, repetir la experiencia pero con grupos más pequeños, no más de 30 estudiantes.

2. El proceso de reconstrucción de los conceptos erróneos existentes previamente, es un proceso por demás difícil, pues los estudiantes han incorporado a sus estructuras mentales dichos conceptos, por lo que son ellos mismos quienes deben evidenciar esos errores, y sustituirlos por explicaciones más viables. Este proceso, por supuesto, individual se ve favorecido al utilizar los mapas conceptuales, pues los errores entorpecen su construcción o al menos permiten que el estudiante lo pueda hacer consciente y lo reelabore, luego de discutir significados con sus compañeros de grupo.
3. Los estudiantes ingresan a la Universidad con mitos respecto del trabajo en las aulas universitarias, por ejemplo, que debe tomarse apuntes de todo lo que se imparte en clases, pero que no es necesario asistir a clases, pues la asistencia es libre; otro es que la responsabilidad del aprendizaje es del profesor, el cual debe dar charlas claras sobre los temas tratados, por supuesto, para que ellos tomen apuntes. Presentan deficiencias en cuanto a hábitos de estudio, y no se diga sobre la capacidad de relacionar conceptos discutidos en las diferentes disciplinas (por ejemplo, Matemática y Física).
4. Esta experiencia me permite concluir que es necesario implementar en la Universidad o al menos en el Departamento de Química una metodología de trabajo tal que, el estudiante sea el responsable de su propio aprendizaje, pero a la vez esta metodología debe permitirle hacer un análisis entre sus conoci-

mientos previos y los nuevos conceptos. Lo anterior por dos razones, primero porque se siente motivado al ver que ha aprendido cosas nuevas, y segundo porque sólo él en su interior puede realizar procesos de modificación de conceptos considerados como erróneos o incompletos para explicar un fenómeno o un hecho.

BIBLIOGRAFIA

- Ballesteros, A. et al. 1995. **Mapas Conceptuales: una técnica para aprender**. Narcea S.A. de Ediciones. Madrid.
- Calvo, Marco. 1993. **Cuadros Comparativos: Rendimiento Académico**. Departamento de Química, Universidad Nacional.
- Edmondson, Katherine. 1995. **Concept Mapping for the Development of Medical Curricula**. Journal of Research in Science Teaching. Vol. 32, nº 7, pp. 777-793.
- Guba, E.; Lincoln, Y. 1989. **Fourth Generation Evaluation**. Sage Publication, Inc. California, USA.
- Marham, K.; Gail Jones, M. 1994. **The Concept Map as a Research and Evaluation Tool: Further Evidence of Validity**. Journal of Research in Science Teaching. Vol. 31, nº 1, pp. 91-101.
- Novak, J.D. 1988. **Aprendiendo a aprender**. Martínez Roca. Barcelona.
- Ruiz, Rose Marie. 1984. «Subprograma de Mejoramiento de la Enseñanza de la Química. Modelo Metodológico». **Revista Educación**, nº 8, pp. 119-125.
- Tobin, K. 1993. **Presentación oral, Seminario Taller: El Constructivismo y la Enseñanza de las Ciencias**. Universidad Nacional, 26-29 de abril.
- Von Glasersfeld, E. 1988. **The construction of knowledge: Constructions to conceptual semantics**. Intersystems Publications. California.
- Wolff-Michael, Roth; Roychoudhury, Anita. 1993. **The Concept Map as a tool the collaborative construction of knowledge: A Microanalysis of High School Physics Students**. Journal of Research in Science Teaching. Vol. 30, nº 5, pp. 503-534.