

Descripción de experiencias innovadoras sobre el trabajo experimental.

# Enseñanza experimental en el bachillerato en el contexto de la Química Verde

Montagut Bosque, P.;<sup>1</sup> Nieto Calleja, E.;<sup>1</sup> Navarro León, F.;<sup>2</sup> González Muradás, R.;<sup>1</sup> Carrillo Chávez, M.<sup>1</sup> y Sansón Ortega, C.<sup>1</sup>

## Resumen

Presentamos una propuesta innovadora de enseñanza del trabajo experimental para el bachillerato, en la que se utiliza la técnica de microescala y se integra el enfoque CTS y Medio Ambiente, con la pretensión de lograr que el trabajo en el laboratorio sea una actividad cautivante y motivadora, a través de un protocolo de prácticas diferente.

## Introducción

Cuando en reuniones sociales confesamos que somos profesoras de química, siempre nos vemos en una situación embarazosa, ya que la reacción de nuestros interlocutores es muy variada: desde un “¡Debes ser muy inteligente para haber estudiado esa carrera!” —la parte buena—, hasta “¡Esa materia nunca me gustó!”, “¡Lo único que recuerdo es que tuve que aprenderme de memoria la Tabla Periódica —y nos recitan algunos elementos y sus símbolos—, y no sé para qué!”, “¡Me costó un esfuerzo enorme aprobarla, el profesor era terrible!”, “¡Nunca entendí nada!”... y sigue el rosario de quejas.

¿Por qué es tan raro encontrar a alguien que nos diga que su encuentro con la química fue fascinante, o excitante, o, al menos, interesante?; ¿Por qué la mayoría de los alumnos opinan que la química es abstracta y difícil?; ¿Por qué no entienden la química que tratamos de enseñarles?

¡Luego hay algo que está mal!

## Desarrollo

Preocupadas por esta imagen pública de la química y la deformación con que se presenta al ciudadano en general, siempre hemos procurado elaborar material didáctico dirigido a los estudiantes de secundaria, bachillerato y primer año de licenciatura, que presente situaciones comunes, “del mundo real”, para que comprendan los principios científicos básicos. Pensamos que conocer los fundamentos de la química,

la física y la biología ayudará a nuestros estudiantes, a entender lo que ocurre a su alrededor, de tal manera que sean capaces de analizar la información cotidiana y pensar de una manera crítica que coadyuve a la construcción de sus propios conocimientos.

Fue en este tenor que formamos un equipo, constituido por profesoras de bachillerato y licenciatura de química, con el fin de elaborar los manuales de actividades experimentales para la enseñanza de la química en microescala, para las asignaturas Química I, II, III y IV en el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH).

La mecánica que seguimos fue la siguiente:

- Conformar el grupo y calendarizar las reuniones;
- Profundizar en la filosofía del Colegio de Ciencias y Humanidades, y conocer los programas de las cuatro químicas que ofrece;
- Informarnos sobre el perfil del estudiante de bachillerato;
- Seleccionar y adecuar los experimentos;
- Elaborar los manuales de laboratorio, para lo cual requerimos de establecer el protocolo y hacer énfasis en el uso de la técnica de microescala;
- Presentar ante las autoridades del Plantel Sur y académicas del CCH el material;
- Ofrecer cursos (talleres experimentales) a profesores de bachillerato, y
- Presentar, en foros nacionales e internacionales, los avances del trabajo realizado.

## Conformando el equipo de trabajo

La experiencia de trabajar en equipo permite compartir ideas con los colegas y asistir a foros para comunicar nuestros avances, a la vez que favorece el acceso a las herramientas de enseñanza y brinda la oportunidad de escuchar a nuestros pares; también involucra un proceso en el que hay que negociar constantemente al aflorar las diferencias. En resumen, es una oportunidad de crecimiento profesional.

Además, un buen profesor “cooperativo” asume varios roles —de mentor, modelo, evaluador, colega, protector y, a veces, el de padre (Cheyne, 2002)—, es un docente preocupado por seleccionar y proporcionar actividades que sean significativas para el estudiante, y propicia el desarrollo de habilidades básicas de pensamiento.

<sup>1</sup> Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510 México, DF.

Correo electrónico: pilarmb@servidor.unam.mx

<sup>2</sup> Colegio de Ciencias y Humanidades. Plantel Sur. Universidad Nacional Autónoma de México, 04510 México, DF.

Recibido: 25 de noviembre de 2002; aceptado: 10 de marzo de 2003.

## La filosofía educativa del Colegio de Ciencias y Humanidades

Para llevar a cabo los manuales fue necesario conocer la filosofía educativa del bachillerato del Colegio de Ciencias y Humanidades. El Plan de Estudios de la asignatura de Química menciona que el manejo de conceptos *requiere un constante fluir entre lo concreto y lo abstracto, a través de la observación de las reacciones y su expresión simbólica...*

El fundamento de su propuesta hace énfasis en:

- *Promover en todos los cursos un enfoque que permita integrar en el estudio de la materia, las relaciones Hombre-Ciencia-Naturaleza y la tecnología para arribar a una presencia significativa de la educación ambiental en el estudio de la química y una interacción de los contenidos con aspectos sociales (económicos, políticos y de la salud).*
- *Enfatizar en los cursos de Química I y II una formación de cultura básica, que a la vez motive al alumno hacia el estudio de la química.*
- *Al terminar los cursos de Química III y IV el alumno debe poseer ... los conocimientos químicos básicos para abordar estudios de carreras del Área de Ciencias Biológicas y de la Salud, y del Área de las Ingenierías...*

Por su parte, la propuesta curricular indica:

- *Estructurar los programas de tal manera que sea posible integrar contenidos actuales del campo de la química y la tecnología que de ella se deriva, facilitando su futura actualización.*
- *Privilegiar el proceso de "investigación" como estrategia de aprendizaje, dando a la experimentación su justo papel en la construcción del conocimiento químico.*

### Sobre los estudiantes

Los jóvenes de bachillerato consideran a la química como una asignatura con alto nivel de abstracción (comentan: "¡no encuentro nada relacionado con la química!"), por lo tanto muy difícil, y que guarda poca relación con la vida diaria. Que consiste de una gran cantidad de material irrelevante, sin relación y que tienen que memorizar, en lugar de entender. Como consecuencia, sus principales objetivos son pasar el curso y dedicar sus esfuerzos a actividades que consideran más interesantes y útiles.

Gillespie (1997) considera que uno de los problemas en la enseñanza de la química es que los estudiantes tienen dificultad para conectar el mundo macroscópico de las observaciones con el mundo microscópico de los átomos y las moléculas, y que éste es el aspecto de la química que la diferencia y separa de las otras ciencias. Si los estudiantes no logran hacer esta conexión, fallarán todos nuestros esfuerzos en transmitirles la importancia de la química en el mundo real. Entender esta conexión es, probablemente, lo más importante en un curso de química a nivel introductorio.

Este mismo autor agrega que otra de las causas es que los libros de texto no han cambiado. Que no importa qué tan excelentes le parezcan al docente que los escoge, si no tienen éxito ni interés para la mayoría de los estudiantes, o no les ayudan a entender la química. Y se pregunta: *—¿Es tan importante que los estudiantes sepan calcular el pH de una solución, cuando nunca más tendrán que realizar este cálculo de nuevo? Si en el futuro necesitan conocerlo, usarán un pHmetro.*

*¿Necesitan aprenderse las formas de los orbitales? Estas formas no las pueden entender los jóvenes de este nivel. ¿No es suficiente con comprender que los átomos están unidos por fuerzas electrostáticas de atracción entre el núcleo y los electrones?*

Barberá (1996) comenta que habría que distinguir entre el trabajo práctico que se realiza con el fin de preparar alumnos para ser futuros científicos, y el que se hace en aquellos currículos que pretenden proporcionar una alfabetización científica de los jóvenes que no estudiarán ciencias.

Luego, ¿cuál es la fórmula para "dar en el clavo" y estimular el tan necesario cambio?

Con esto en mente iniciamos la selección de los experimentos a realizar, el protocolo a seguir (para homogenizar el formato de las prácticas) y la adaptación de las actividades experimentales dentro del contexto de la Química Verde.

### Con respecto al manual de laboratorio

El aprendizaje es un proceso activo en el que los estudiantes construyen y reconstruyen su propio entendimiento a la luz de sus experiencias. Los educadores encuentran que los estudiantes realizan las prácticas teniendo una ligera idea de lo que están haciendo, sin apenas comprender el objetivo del experimento o las razones que han llevado a seleccionarlo, y con escasa comprensión de los conceptos centrales del tema. Comentan que parece que "están siguiendo recetas".

A este respecto resulta interesante la opinión de Ault (2002) que pregunta: *¿Si los manuales de laboratorio son recetas de química, por qué no aprovecharlos?, ¿por qué no descubrir el laboratorio que encierra la cocina?* Menciona que las recetas son un buen punto de partida para interesar a los jóvenes y que, manejadas adecuadamente, permiten desarrollar estrategias y proveer de conocimientos profundos.

No cabe duda que, como dijo Campoamor, "todo es según el color del cristal con que se mira".

Lo que no puede cuestionarse es la importancia que el trabajo de laboratorio tiene dentro de la educación en ciencias, ya que no podemos imaginar su enseñanza sin experimentos vinculados con el entorno cotidiano del estudiante.

Hodson (1994) indica que, en una valoración crítica del trabajo práctico, lo primero que debe hacerse es formular una serie de preguntas:

1. *¿El trabajo de laboratorio motiva a los alumnos? ¿Existen otras formas alternativas o mejores de motivarlos?*

## CÓMO SE EXPERIMENTA

2. ¿Los estudiantes adquieren las técnicas de laboratorio a partir del trabajo práctico que realizan en la escuela? ¿La adquisición de estas técnicas es positiva desde un punto de vista educativo?
3. ¿La realización de experimentos ayuda a los educandos a comprender mejor los conceptos científicos? ¿Hay otros métodos más eficaces para conseguirlo?
4. ¿Cuál es la imagen que adquieren los alumnos sobre la ciencia y la actividad científica al trabajar en el laboratorio? ¿Se ajusta realmente esa imagen a la práctica científica habitual?
5. ¿Hasta qué punto el trabajo práctico que efectúan los alumnos puede favorecer las denominadas «actitudes científicas»? ¿Son éstas necesarias para practicar el correcto ejercicio de la ciencia?

Para dar respuesta a éstas y a otras preguntas proponemos darle un sentido más amplio al trabajo práctico, seleccionando actividades que no sólo sean llamativas para el alumno, sino que se orienten más a la reflexión y que favorezcan un mejor desarrollo conceptual. La metodología de trabajo que

presentamos pretende despertar el interés en los alumnos e invitarlos a realizar una serie de actividades experimentales diseñadas especialmente para que puedan expresar sus ideas, plantearse sus propias preguntas, buscar las posibles respuestas, confrontarlas con sus compañeros y con la realidad, de tal forma que cada estudiante *construya* sus propios conocimientos (Coll, 1997).

En ese mismo tenor se fomenta el trabajo cooperativo, basado en equipos de estudiantes que colaboran y comparten la responsabilidad, favoreciendo la construcción del aprendizaje.

En el cuadro 1 se presenta el protocolo utilizado en las actividades experimentales.

En el cuadro 2 se presenta, debido a la limitación del espacio, en forma resumida la primera actividad experimental del programa de Química 1, la cual se divide en cuatro experimentos sencillos denominados *los acertijos de Marcela*.

**Cuadro 1.** Protocolo utilizado en las actividades experimentales.

Contenido	Descripción
Título	Escrito de dos maneras: el primero en forma coloquial y el segundo relacionado al tema del programa
Introducción	Pretende motivar al alumno con ejemplos que lo acerquen y lo sitúen en su entorno de acuerdo al tema principal y despierte su curiosidad por realizar las actividades experimentales
Objetivos	Se plantean los conceptos, habilidades, actitudes y destrezas que pretendemos que el alumno desarrolle durante el trabajo experimental (el porqué y para qué de la práctica)
Problema a resolver	Se plantea al alumno un reto o desafío a realizar, por medio de una pregunta que lo lleva a tomar conciencia del concepto que se desarrollará.
Actividades previas	Con el propósito de planear y organizar el trabajo experimental, se sugieren una serie de actividades previas al experimento, como por ejemplo: la construcción de un diagrama de flujo, revisión de la toxicidad de las sustancias que utilizará, justificar métodos de trabajo seleccionados, etc.
Diseño experimental	Se enlistan las actividades principales a realizar intercalando preguntas para que el alumno reflexione ¿qué hizo?, ¿por qué lo hizo?, justo en el momento mismo en que se lleva a cabo la práctica. También se intercalan llamadas de atención en cuadros llamados ¡Precaución!, para que el estudiante tenga cuidado con el manejo de reactivos en los momentos clave de la experimentación.
Registro de observaciones, datos, resultados y evidencias experimentales	Este espacio se dedica al desarrollo de actividades de registro, manejo de datos y construcción de gráficas
Guía de discusión	Actividad de recapitulación y síntesis donde se plantean preguntas sobre los aspectos que se quiere reforzar o destacar de la actividad experimental, y relacionar los conceptos involucrados en el trabajo grupal.
El Mundo de la Química y Tú. Relación Ciencia, Tecnología, Sociedad y Medio Ambiente	Actividad que refuerza el desarrollo de actitudes y valores, a través de un texto o un artículo relacionado a un tema actual, que lo lleve a reflexionar y tomar conciencia del impacto de la química con el entorno cotidiano. Pueden incluirse actividades de investigación extraclase.
Construcción de un mapa conceptual	Con el propósito de evaluar si el alumno puede relacionar y jerarquizar los conceptos más importantes trabajados en el experimento, se le proporciona una lista de términos para que construya un mapa conceptual y lo discuta con sus compañeros.
Manejo y disposición de residuos generados	Se dan las indicaciones sobre la recolección de productos para su posterior tratamiento. Se refuerza la formación de actitudes responsables ante la contaminación ambiental.
Acordeón	Son resúmenes con una información adicional pertinente al estudiante, con el propósito de apoyarlo en diferentes momentos del trabajo experimental.
Bibliografía	Se indican las fuentes de información primarias y secundarias consultadas, que se consideraron para fundamentar cada práctica.

Cuadro 2. Acertijo No. 1.

Contenido	Descripción
Título	¿Y dónde está la Química? Separación de mezclas, determinación de densidades y la reacción química en nuestro entorno cotidiano
Introducción	La química por su intervención permanente en la vida contemporánea, ha adquirido una gran importancia. Nuestra alimentación, nuestra forma de vestir, nuestra salud, nuestra higiene, los medios de transporte, los medios de comunicación, el empleo y la economía, en todo ello tiene que ver la química, por lo que ha pasado a ser tema de todos los días. El ozono, los antioxidantes, la lluvia ácida, los hidrocarburos, el efecto invernadero, el pH, han pasado a formar parte del vocabulario del ciudadano, muchas veces para inquietarlo y no para convencerlo de que si vive mejor es, sobretodo, gracias a la química. A continuación trabajaremos un conjunto de experimentos, cortos y sencillos, que pretenden relacionar los contenidos de química con nuestra vida diaria, se abordan temas como: los estados de la materia, la reacción química, mezclas y soluciones, métodos de separación y determinación de densidades, que conllevan a la realización de cálculos sencillos. Cada problema o acertijo va acompañado del experimento correspondiente, en los que se emplean materiales de fácil manipulación, con riesgos mínimos y en los que se utilizan pequeñas cantidades de reactivos.
Objetivos	Hacer consciente al estudiante de que la Química está presente en nuestra vida diaria.
Problema a resolver	Marcela estaba limpiando la cocina cuando se encontró con varios hechos interesantes: Debajo del fregadero, donde guarda los artículos de limpieza, una botella con producto para limpiar vidrios estaba junto al líquido usado para asear los baños, cuya tapa no estaba bien cerrada. Observó que la parte exterior de los recipientes vecinos estaba cubierta parcialmente con un polvo blanco. Al no saber los riesgos que implicaría tocar los frascos, se puso unos guantes y tiró los frascos a la basura.
Actividades previas	En el cuaderno de laboratorio realiza un diagrama de flujo para cada uno de los problemas planteados
Diseño experimental	Materiales: algodón, tubo de vidrio, dos tapones para el tubo Sustancias: amoníaco concentrado, ácido clorhídrico concentrado Procedimiento experimental: 1. Coloca una torunda de algodón en cada uno de los extremos del tubo de vidrio 2. Con cuidado y bajo la campana humedece con amoníaco el algodón de un extremo y con ácido clorhídrico el algodón en el otro extremo. Para ello ayúdate con unas pinzas para evitar tocar directamente el algodón húmedo 3. Tapa los extremos del tubo con los tapones de hule. Coloca el tubo de manera horizontal para que los algodones permanezcan suficientemente separados 4. Espera algunos minutos para apreciar los cambios. Mide la distancia que hay entre cada uno de los extremos hasta el punto donde se forma el anillo blanco Precaución: el amoníaco y el ácido clorhídrico son sustancias peligrosas, manéjalos con cuidado
Registro de observaciones, datos, resultados y evidencias experimentales	Anota en el cuaderno de laboratorio tus observaciones y datos que consideres necesarios
Guía de discusión	¿Tienes la respuesta para Marcela? ¿Qué sustancia podría ser el polvo blanco? ¿Debía tirar los frascos? ¿Qué productos caseros contienen amoníaco y cuáles ácido clorhídrico? ¿Qué sustancias contienen los productos que se utilizan para limpiar vidrios y los que se utilizan para asear los baños? ¿Qué reactivo se difunde más rápidamente?
El Mundo de la Química y Tú. Relación Ciencia, Tecnología, Sociedad y Medio Ambiente	La química es más que fórmulas y símbolos, más que átomos y moléculas, compuestos y mezclas. Los productos químicos son importantes para la producción de antibióticos, vacunas y medicamentos. La conquista de las terribles enfermedades como la tuberculosis, la poliomielitis, la fiebre escarlatina, la tos ferina y la viruela se deben al descubrimiento de las vacunas. La quimioterapia, utilizada en el tratamiento del cáncer, es otro de los grandes avances en el campo de la química. La calidad de nuestras vidas ha sido enriquecida, en gran parte, por los avances que ha aportado la química. Sin embargo, el abuso de ciertos medicamentos ha traído desgracias. Tal es el caso de los barbitúricos, las anfetaminas.
Construcción de un mapa conceptual	Con las palabras enlistadas a continuación, traza un mapa conceptual. Agrega otras más que consideres necesarias. Propiedades físicas, propiedades químicas, reactivos, compuestos, masa, volumen, mezcla, densidad, cromatografía, ácido, base, sal, sólido, líquido, gas, métodos de separación de mezclas, reacción química, difusión.
Manejo y disposición de residuos generados	Los desechos que se producen en la práctica no contaminan, por lo que pueden eliminarse por la tarja directamente, dejando correr el agua de la llave por dos minutos

## CÓMO SE EXPERIMENTA

**Cuadro 2.** Acertijo No. 1 (continuación...)

Contenido	Descripción
Acordeón	<p>Cuando se difunden los gases de cloruro de hidrógeno y amoníaco se forma el cloruro de amonio sólido, con apariencia de un anillo blanco. Este compuesto queda situado más cerca del tapón empapado con ácido clorhídrico, debido a que la velocidad de difusión del amoniaco es mayor que la del ácido.</p> $\text{HCl (g)} + \text{NH}_3(\text{g}) \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl (s)}$ <p>El cloruro de amonio cristaliza en forma de plumas, que son agregados formados por pequeños octaedros.</p>
Bibliografía	La Rhee, Henderson, Mirafzal. A First Class-Meeting Exercise for General Chemistry. Introduction to Chemistry Through an Experimental Tour. <i>J. Chem. Ed.</i> , 76[9]1999.

## CONTENIDOS DE LOS MANUALES DE QUÍMICA

QUÍMICA I	QUÍMICA II	QUÍMICA III	QUÍMICA IV
<p><b>AGUA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ <b>¿Se puede limpiar el agua?</b> Métodos de separación de mezclas. - Decantación. Filtración con arena y grava. Adsorción con carbón activado Destilación y determinación de la temperatura de ebullición.</li> <li>♦ <b>¿Y dónde está la Química?</b> Separación de mezclas, determinación de densidades y la reacción química en nuestro entorno cotidiano. - Separación de mezclas: cromatografía. - Determinación de densidades en refrescos. - Reacción química: formación de un compuesto.</li> <li>♦ <b>Todo cabe en un jarrito.</b> Clasificación de los elementos y nomenclatura química. - Taller No. 1 Tabla periódica. - Taller No. 2 Nomenclatura química. - Taller No. 3 Propiedades de algunos óxidos en familias y periodos.</li> <li>♦ <b>Agua que no has de beber</b> Determinación de la dureza del agua y cómo ablandarla. - Análisis cualitativo de los iones <math>\text{Ca}^{2+}</math>, <math>\text{Mg}^{2+}</math> y <math>\text{Fe}^{3+}</math> de varias muestras de agua. - Determinación cualitativa de la dureza en varias muestras de agua. - Ablandamiento de agua por varios métodos.</li> </ul> <p><b>AIRE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ <b>Una mezcla misteriosa.</b> Preparación de algunos gases. componentes del aire y sus propiedades: hidrógeno, oxígeno y dióxido de carbono.</li> <li>♦ <b>Llorando bajo la lluvia</b> La lluvia ácida. - Cambios de pH. - Formación de dióxido de azufre. - Efecto "amortiguador" del dióxido de carbono disuelto en el agua.</li> </ul> <p><b>El mundo de la Química y tú</b> Lluvia artificial.</p>	<p><b>SUELO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ <b>¿Sobre qué estás parado?</b> Determinación del pH e identificación de algunos iones.</li> </ul> <p><b>ALIMENTOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ <b>Los dos fastidiosos, el azúcar y la sal.</b> Determinación de edulcorantes en bebidas refrescantes y de cloruro de sodio en salmueras.</li> <li>♦ <b>Proteínas. Las defensoras de la salud.</b> Identificación de proteínas en alimentos.</li> <li>♦ <b>Lípidos y grasas: fuente de energía.</b> Identificación de lípidos y grasas.</li> <li>♦ <b>Sin olvidar las vitaminas.</b> Identificación de vitamina C en alimentos.</li> </ul> <p>♦ <b>¿Cuánto por una nuez?</b> Determinación del número de calorías.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ <b>¿A qué debe su fuerza Popeye?</b> Determinación de hierro en algunos vegetales.</li> <li>♦ <b>Entre jamones y salchichas te veas.</b> Determinación de nitritos en embutidos.</li> </ul> <p><b>El mundo de la Química y tú.</b> Descubren el código genético del arroz.</p> <p><b>MEDICAMENTOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ <b>Aspirina ¿La panacea del siglo XX?</b> Síntesis e identificación del ácido acético salicílico.</li> <li>♦ <b>Vitamina C. ¿Remedio mágico?</b> Determinar la cantidad del principio activo en un producto comercial.</li> </ul> <p>♦ <b>¿Aguras?</b> Determinación del <math>\text{Mg(OH)}_2</math> en un antiácido.</p> <p><b>El mundo de la Química y tú.</b> ¿Qué es un genérico intercambiable?</p>	<p><b>METALURGIA</b></p> <p>♦ <b>En las entrañas de la Tierra</b> Taller de metales y minerales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ <b>No todo lo que brilla es oro.</b> Propiedades físicas de los metales: brillo, densidad, conductividad eléctrica y conductividad térmica.</li> <li>♦ <b>¿En verdad son tan fuertes?</b> Reactividad de algunos metales en agua y en medio ácido. - Formación de hidróxidos - Desprendimiento de hidrógeno. - Reacción de metales con ácido clorhídrico y ácido acético.</li> <li>♦ <b>¡Quitate que ya llegué!</b> Algunas reacciones de desplazamiento de los metales. - Reactividad química de algunos metales: cobre, cinc y plomo. - Aplicación de la serie electromotriz (serie de actividades) a la predicción de reacciones.</li> <li>♦ <b>¡Tanto tienes, tanto vales!</b> Determinación de hierro en una muestra de acero.</li> </ul> <p><b>El mundo de la Química y tú</b> Reducción y lentes fotocromáticas.</p> <p><b>FERTILIZANTES</b></p> <p>♦ <b>Ayudando a la naturaleza</b> Obtención y propiedades de los fertilizantes. <b>La fuente de la vida.</b> - Obtención y propiedades del amoniaco. <b>El gas esquivo.</b> - Obtención de nitrógeno y determinación de algunas de sus propiedades. - Determinación de fosfatos en un fertilizante.</p> <p>♦ <b>De ida y vuelta.</b> Equilibrio químico. - Observación del equilibrio en el sistema amoniaco acuoso-amoniaco gaseoso.</p> <p><b>El mundo de la Química y tú</b> Un fertilizante casero: la composta.</p>	<p><b>PETROQUÍMICA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ <b>El mito del oro negro.</b> Identificación de propiedades físicas del petróleo.</li> <li>♦ <b>Separando combustibles.</b> Destilación de una mezcla de hidrocarburos.</li> <li>♦ <b>¿Es sencilla, doble o triple?</b> Identificación de hidrocarburos. - Obtención de dos hidrocarburos importantes: el metano y el acetileno. - Determinación de algunas de sus propiedades físicas y químicas.</li> <li>♦ <b>El primer eslabón de la cadena.</b> Síntesis del etileno. <b>El mundo de la Química y tú.</b> Energía natural.</li> </ul> <p><b>POLÍMEROS</b></p> <p>♦ <b>La unión hace maravillas.</b> Identificación y propiedades de plásticos. - Densidad y solubilidad de los plásticos.</p> <p>♦ <b>Pegando con leche.</b> Un polímero natural.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ <b>¿Y dónde quedó la humedad?</b> Un polímero sintético. Pañal desechable. - Comportamiento del poliacrilato de sodio frente al agua, solución de cloruro de sodio, vinagre, alcohol, agua fría y agua caliente.</li> </ul> <p>♦ <b>Protegiendo al gusano de seda.</b> Síntesis de rayón.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ <b>La sartén por el mango.</b> Síntesis de baquelita.</li> </ul> <p><b>El mundo de la Química y tú.</b> ¿Tirarlo o conservarlo? He ahí el dilema.</p> <p><b>BIOTECNOLOGÍA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ <b>Yogurt ¿Mejor que la leche?</b> Fermentación láctica.</li> <li>♦ <b>Ni una más.</b> Fermentación alcohólica.</li> </ul> <p><b>El mundo de la Química y tú.</b> La Era Genómica.</p>

### La Química Verde

El proyecto educativo de la Química Verde, desarrollado por la ACS/EPA, que se centra en los problemas del "mundo real" enfocados a la industria química, menciona la importancia de introducir a los estudiantes para que apliquen esta orientación.

Al incorporar los principios de la Química Verde en el currículo, los educadores envían un mensaje positivo sobre

la labor que están realizando los químicos en el cuidado del medio ambiente.

Dentro de la propuesta de la Química Verde se enmarca la microescala, una técnica alternativa de trabajo experimental que pretende:

- Propiciar la utilización racional de recursos
- Hacer conciencia sobre la contaminación y conservación del medio ambiente

- Desarrollar habilidades para trabajar en el laboratorio con mayor precisión
- Reducir el nivel de riesgo en el uso de sustancias tóxicas
- Minimizar el número de accidentes
- Reducir la cantidad de desechos
- Fomentar la creatividad e inventiva en el diseño de materiales de laboratorio con mayor precisión
- Tomar conciencia de la importancia del escalamiento de los experimentos, en macro y microescala

### Resultados

Las actividades experimentales propuestas han sido realizadas por profesores del Colegio de Ciencias y Humanidades de tres planteles y de una escuela primaria, durante cursos-taller (matutinos y vespertinos) que se llevaron a cabo durante los intersemestres del 2002.

Se les aplicó un cuestionario al finalizar las actividades con el fin de conocer su opinión en cuanto a esta forma de trabajo en el laboratorio y hacer las modificaciones y adecuaciones sugeridas.

Las respuestas fueron entusiastas y, aunque algunos profesores ya habían realizado experimentos parecidos, este enfoque les pareció motivante y enriquecedor, además de aplicar, por primera vez, la microescala.

A su vez, estos docentes realizaron este trabajo experimental con sus grupos de alumnos y nos retroalimentaron con sus experiencias.

En resumen, se llevaron a cabo:

- siete talleres experimentales, con la participación de 105 profesores en total
- las prácticas por 650 alumnos
- presentaciones de los manuales en dos congresos internacionales y una convención nacional

### Conclusiones

El propósito de este trabajo es ofrecer una alternativa para la enseñanza experimental que contribuya a mejorar nuestro quehacer educativo y lograr una mejor comprensión de la ciencia, en la que el estudiante se involucre activamente y asuma la responsabilidad de su aprendizaje, presentando un material diseñado para alumnos de bachillerato que:

1. *Continuamente haga énfasis en la relación entre el mundo macroscópico de las observaciones y el mundo microscópico de las moléculas y átomos.* Es esencial la demostración de las propiedades de las sustancias y la referencia al rol de estas sustancias en el mundo real, seguida de la explicación de las observaciones en términos de los átomos y moléculas de las cuales las sustancias están compuestas.
2. *Elimine los detalles innecesarios y trabajo extra.* Hay que

concentrarse en qué es necesario entender de la química. Hay que seleccionar dónde se requiere nombrar y escribir las fórmulas de las sustancias que se vayan a discutir, no pedir que memoricen una serie de compuestos a los que el alumno difícilmente tendrá acceso en su entorno cotidiano.

3. *El contenido debe ser corto,* de manera que el material pueda cubrirse en el tiempo suficiente para comprenderlo. La mayoría de los estudiantes se abruman con la cantidad de material y detalles que tratan los textos.

Otro punto importante a resaltar es el papel tan importante que juega el profesor para que un modelo de enseñanza se haga realidad. Si las concepciones que el profesorado sostiene acerca de la disciplina que enseña, de cómo se produce el aprendizaje en el alumno y se desarrolla la enseñanza, no son coherentes con el modelo didáctico adoptado en el aula, los resultados nunca serán los esperados (Gerking, 2002).

Sigamos el consejo de Gillespie (1997) mostrando a nuestros jóvenes el gran abanico de la Química. Que esta ciencia es, en realidad, la ciencia central, que es básica para entender todos los materiales orgánicos e inorgánicos, sintéticos o naturales; que es importante tanto para el geólogo, como para el biólogo, el ingeniero, el astrónomo, el médico, el odontólogo, el veterinario, el ambientalista. *Hagamos que la Química General sea verdaderamente general, en lugar de la física química elemental que estamos enseñando.* ■

### Referencias bibliográficas

- Ault A., What's Wrong with Cookbooks?, *J. Chem. Ed.*, **79**(10), 177, 2002.
- Barberá O., Valdés P. El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*, **14**(3), 365-379, 1996.
- Coll, C., *¿Qué es el constructivismo?*, Ed. Magisterio del Río de la Plata, Buenos Aires, 1997, p. 30-49.
- Cheyne, M., Why We Accept the Challenge?, *The Science Teacher*, **69**(7), 10, 2002.
- Francisco J., Nakhleh M., Nurrenbern S., Miller M., Assessing Student Understanding of General Chemistry with Concept Mapping, *J. Chem. Ed.*, **72**(2), 248-257, 2002.
- Gerking, J., Training Grounds for the Future, *The Science Teacher*, **69**(7), 8, 2002.
- Gillespie, R. J., Reforming the General Chemistry Textbook, *J. Chem. Ed.*, **74**(5), 484-485, 1997.
- Hodson, D., Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio, *Enseñanza de las Ciencias*, **12**(3), 299-213, 1994.
- JCE Editorial Staff, An interview with Theresa Corley, 2002 Award Winner, *J. Chem. Ed.*, **79**(9), 1046-1052, 2002.