

proyecto anglo-americano SISCON (Science in a Social Context) a un nivel de últimos cursos de enseñanza media. Para ello ha empezado traduciendo, revisando y adaptando el texto de Clive S. Morphet: *Galileo and Copernican astronomy*, London 1977, uno de

los primeros materiales de trabajo del proyecto SISCON. Entre los objetivos de este proyecto está el introducir en la enseñanza media un mayor énfasis en los aspectos sociales de la ciencia, estudiando los efectos sociológicos, económicos, tecnológicos y ecológicos de

la ciencias en nuestro medio ambiente y también, a la inversa, los efectos e influencias que la sociedad ejerce sobre la ciencia. El grupo tiene solicitada una ayuda al ICE de la Universidad Autónoma de Barcelona para llevar a cabo esta adaptación y experimentación.

## PRESENTACION DE LINEAS DE TRABAJO

### TRABAJOS EXPERIMENTALES INDIVIDUALES DE QUIMICA PARA ALUMNOS DEL BACHILLERATO

Este grupo considera la motivación del alumno como el objetivo prioritario de la enseñanza de la Química en el bachillerato.

Con el propósito de evaluar el potencial motivador de diversas actividades, trabajamos durante cuatro semestres con grupos de aproximadamente 20 alumnos provenientes de los tres liceos de Rio Grande. Dichos trabajos fueron evaluados por los propios alumnos en sendos cuestionarios de fin de curso en los cuales ellos señalaban que el grado de motivación de las clases prácticas sería mucho mayor si ellos mismos hicieran los experimentos. Consideramos la sugerencia completamente válida pero enseguida comprendimos que llevarla a cabo presentaba varias dificultades. El análisis de éstas mostró que los experimentos deberían satisfacer por lo menos las siguientes exigencias:

1) seguros; 2) muy baratos; 3) conceptuales y 4) didácticos.

1) Los riesgos físicos deberían ser prácticamente nulos dada la inexperiencia absoluta del alumno. Para conseguirlo tomamos las siguientes providencias: a) minimizar el uso de reactivos agresivos; b) substituir la pipeta, peligrosa y cara, por la jeringa de plástico o en el caso de las reacciones a la gota por el ansa de cromo-níquel. La jeringa puede ser utilizada también como bureta para líquidos o gases, microreactor, filtro rápido, etc.

2) El bajo costo, necesario para el trabajo individual, inclusive en liceos del interior, fue asegurado utilizando casi exclusivamente productos y materiales, no convencionales. Los productos fueron comprados en farmacias, ferreterías, supermercados, estaciones de gasolina, etc. De esta manera también quedaba asegurado el stock.

No menos importante fue el uso de utensilios baratos como por ej. una balanza de plástico pesa-semillas cuyo precio es inferior a 2 dólares, o un crisol construido con un tubo de medicamentos.

3) Para el contenido fueron elegidos aquellos conceptos de uso más frecuente en el trabajo del químico como estequiometría, equilibrio químico, velocidad de reacción, catálisis, etc.

4) Como principio didáctico riguroso fue establecido el de no enunciar las conclusiones al comienzo de la clase. Es el alumno quien, a través de la observación y la interpretación, deberá, adecuadamente orientado por el profesor, alcanzar las conclusiones correctas.

Veamos como ejemplo la clase sobre Estequiometría.

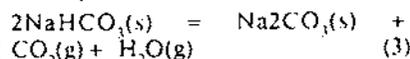
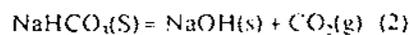
En el «crisol» metálico, el alumno coloca un par de gramos de bicarbonato de sodio de la farmacia y lo calienta con un mechero de alcohol. Él interpreta el desprendimiento de vapores como el resultado de una reacción química. Esta hipótesis es reforzada por el hecho de que dicho desprendimiento cesa a pesar de continuarse el calentamiento (diferencia con un cambio de fase).

Como interpretación de lo observado

escribimos la reacción:

bicarbonato de sodio = sólido + vapores (1)

y proponemos dos reacciones que justifican la (1) o sea,



ya que ambas dan un residuo sólido y un gas.

Invitamos a los alumnos a buscar algún criterio experimental que permita distinguir (2) de (3), que difieren tanto en residuo como en los vapores. Ellos notan que  $\text{H}_2\text{O}$  no está presente en la (2) de modo que si probasen  $\text{H}_2\text{O}$  en los vapores la (2) quedaria excluida.

Algunos alumnos sugieren probar la presencia de agua colocando una lata sobre el crisol. De haber  $\text{H}_2\text{O}$  esta condensaría en la lata lo que realmente se verifica.

La prueba de la existencia de  $\text{H}_2\text{O}$  sin embargo no asegura la validez de la (3) aunque es una prueba a su favor. Convidamos a los alumnos a «leer» lo que dice la ecuación (3); según esta ecuación, dos moles de bicarbonato ( $2 \times 84$  g) deben dar al descomponerse, 1 mol de carbonato de sodio (106 g), 1 mol de  $\text{CO}_2$  (44 g) y 1 mol de  $\text{H}_2\text{O}$  (18 g). Los alumnos enseguida concluyen que pesando cualquiera de los productos sería posible controlar rigurosamente la validez de la (3). Sin embargo, de los tres productos formados el más conveniente para pesar es el carbonato sódico ya que los otros deben ser retenidos en dispositivos auxiliares.

Según la (3) partiendo de 5 g de bicarbonato, deberíamos obtener un residuo de 2,99 g o una pérdida de peso de 2,01 g.

Pesamos 5 g de bicarbonato de sodio en el crisol, lo calentamos hasta peso constante y así obtenemos una pérdida de peso muy próxima a 2,0 g lo que no deja lugar a dudas, el bicarbonato se descompone según la (3). Hacemos notar que este resultado confirma indirectamente que el vapor condensado en la lata es  $H_2O$ .

La clase termina con una discusión sobre cómo podríamos medir las cantidades de  $CO_2$  y  $H_2O$  formados lo que, entre otras cosas, nos lleva a más cálculos estequiométricos.

Una docena de experimentos cumpliendo con los requisitos establecidos fueron puestos a prueba en el primer semestre del 83 con un grupo de 20 alumnos. Los resultados fueron los siguientes:

- a) no ocurrió ningún accidente.
- b) los alumnos dispusieron de material suficiente como para trabajar individualmente.
- c) el sentirse capaces de «descubrir» conceptos fundamentales a través del análisis experimental les resultó muy estimulante.
- d) ellos comenzaron a entender que el origen de las leyes químicas es el experimento y no el libro.

En resumen usando las palabras de un alumno, la Química ya no les resultaba una materia «chata e difícil».

De acuerdo con los resultados obtenidos estamos convencidos de que el sistema propuesto, o sea la elaboración de conceptos fundamentales de Química a través de experimentos realizados por los mismos alumnos, puede contribuir apreciablemente a:

- a) interesar al alumno en el estudio de la Química.

- b) iniciarlo en el uso del método científico.
- c) iniciarlo en el trabajo experimental con recursos modestos.
- d) ayudarlo en la elección correcta de la carrera.

Todo esto debería redundar en un mejor aprovechamiento del potencial humano hoy tan desperdiciado en los países en vías de desarrollo.

Informaciones complementarias sobre experimentos no descritos aquí, podrán ser solicitadas a los autores.

JUAN A. COCH,  
MARILENE ZAPKA y  
AIVARO ROCHA FIGUEIRA

Departamento de Química. Fundação Universidade do Rio Grande. (Brasil).