

# EL AZÚCAR NO SÓLO ENDULZA EL CAFÉ

Ana Martínez Vázquez\*

Una experiencia para enseñar la química en forma más atractiva, mediante el uso de "experiencias de cátedra". Recuerde el lector que estamos en espera de sus propias experiencias.

Asombro, emoción, alerta, espectacularidad, duda, crítica, desconcierto y sorpresa. Todo esto podemos encontrar en los estudiantes cuando la primera clase la presentamos ayudándonos con una experiencia de cátedra; pero a pesar de que la actitud de los alumnos hacia el curso y hacia el profesor es mucho más positiva, esto no es suficiente como para hacer que el aprendizaje sea más sencillo, claro, emocionante e interesante. Tampoco es lo único que podemos lograr con las experiencias de cátedra.

Las ideas acerca de estos experimentos son de muy diversa índole. Uno puede sorprender mucho explicando poco, o maravillarse enseñando lo más posible, y las dos cosas son válidas y convenientes en su momento, porque si tratamos de simular en el proceso enseñanza-aprendizaje lo que ocurre en la vida de un investigador, nos daremos cuenta de que los dos escenarios son reales. Durante una investigación uno se emociona admirando aun sin entender, y se exalta cuando encuentra una explicación, lo cual es, sin duda, la labor más gratificante y sensacional del trabajo en la ciencia.

Con las experiencias de cátedra quizá podamos lograr que el estudiante pruebe el placentero sabor de la investigación, empezando con un experimento básico que proporcione toda la información necesaria para alcanzar el conocimiento. Ésta es la misma idea que soporta al hecho de que la educación científica tiene que salir de un laboratorio teórico o experimental y la sapiencia surge por la irresistible necesidad de obtener una respuesta, provocando que el alumno no pueda sobrellevar la exigencia propia de buscar una explicación a lo que está observando o haciendo. Lo que así aprenda difícilmente se le olvidará, porque lo estudia por curiosidad natural y no por la imposición del profesor o la presión de un examen. Como finalmente lo que todos queremos es que el conocimiento permanezca en nuestros estudiantes sobreviviendo al curso y a nosotros mismos, nada perdemos si intentamos lograrlo a través de este proceso. Esto puede resultar muy difícil porque una cosa es tener el experimento sorprendente, corto y no peligroso, y otra muy distinta explicar

todo lo que en él está ocurriendo. Por todas estas razones, en esta ocasión se presentan dos experimentos de fisicoquímica con una explicación más completa. Es claro que el buen éxito de este procedimiento depende en gran medida de la planeación que el profesor realice, porque él debe conocer muy bien lo que quiere que sus estudiantes obtengan. Aquí se intentará detallar lo más posible la experiencia de cátedra y su explicación, pero seguramente cada cual le encontrará una nueva visión en el momento en que lo realice, por lo cual reiteramos la importancia de la retroalimentación que desde el inicio de esta sección de EXPERIENCIAS Y CÁTEDRA hemos solicitado con insistencia.

## PRIMERA EXPERIENCIA

Mezclamos 6 gramos de clorato de potasio ( $KClO_3$ ) con 2 gramos de azúcar granulada. Pongamos la mezcla sobre una tela de asbesto que a su vez está sostenida sobre un anillo metálico. Agreguémosle una gota de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) concentrado (8 M). Observaremos que aparece un humo blanco que sube simulando el que produce la explosión de la bomba atómica. Es decir, aparece el escalofriante hongo que todos hemos visto en las películas de la Tercera Guerra Mundial, pero en pequeño. El montoncito blanco formado por el clorato de potasio y el azúcar ¡puff!, se incendian. El humo finalmente se acomoda por todo el techo del cuarto.

En este caso la estequiometría de la reacción



es desconocida porque al ser explosiva no se pueden caracterizar con certeza los productos ni los pasos de la misma. Sin embargo, sí se sabe que el clorato de potasio a temperatura ambiente reacciona como un agente reductor para formar un gas potencialmente explosivo que podría ser  $ClO_2$  según la siguiente ecuación:



Bajo este esquema, el  $ClO_2$  es el que provoca la violenta reacción y el azúcar es el agente reductor.

Otra posibilidad sería que el  $KClO_3$  y el  $H_2SO_4$

\*División de Ciencias Básicas e Ingeniería  
Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa  
A.P. 55-534,  
México, D.F. 09340

Recibido:  
11 de junio de 1993

Aceptado:  
2 de agosto de 1993

juntos formaran el ácido clórico  $\text{HClO}_3$ , a través de la conocida reacción que se presenta con la siguiente ecuación:



El  $\text{HClO}_3$  es capaz de descomponer rápidamente sustancias orgánicas como el azúcar, inflamándola.

Los dos caminos proceden a través de reacciones exotérmicas, con lo cual se ilustra que no tienes que tener el  $\Delta H$  de la reacción para poder saber la naturaleza de un proceso.

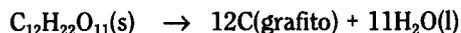
**Precauciones:**

El  $\text{KClO}_3$  es un agente oxidante muy poderoso. Mezclas de  $\text{KClO}_3$  con material combustible pueden ser inflamables o explosivas. Jamás guardes la mezcla de  $\text{KClO}_3$  con el azúcar.

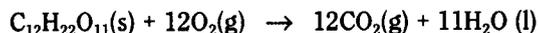
**SEGUNDA EXPERIENCIA**

Tomemos azúcar granulada y pongámosla dentro de un vaso de precipitados hasta llenar la mitad. Agreguemos 70 mililitros de ácido sulfúrico concentrado ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) y agitemos cuidadosamente con una varilla de vidrio. Veremos que empieza a salir una columna negra de carbón que alcanza una altura del doble de la del vaso.

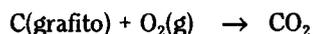
Aquí el responsable de todo es el ácido sulfúrico, que tiene una extraordinaria habilidad para deshidratar materiales. Esta propiedad está relacionada termodinámicamente con el gran cambio de energía que ocurre cuando el ácido sulfúrico se hidrata. La deshidratación de la sacarosa ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ), que es parte de lo que contiene el azúcar, se lleva a cabo por la siguiente reacción



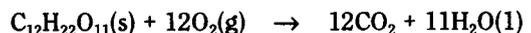
que es sumamente exotérmica (se ha supuesto que el carbón que se forma es grafito). El calor de deshidratación de la sacarosa se obtiene a partir del calor de combustión de la sacarosa y del calor de formación del  $\text{CO}_2$



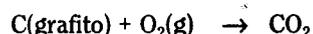
El calor de combustión estándar de la sacarosa es  $-5,640.90 \text{ kJ/mol}$ .



con un calor de formación estándar igual a  $-393.5 \text{ kJ/mol}$ . Tenemos dos reacciones

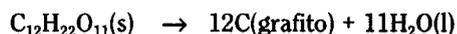


$$\Delta H^\circ = -5,640.90 \text{ kJ/mol}$$



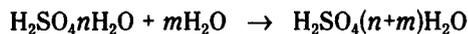
$$\Delta H^\circ = -393.5 \text{ kJ/mol}$$

Multiplicando la segunda reacción por 12 y restándole la primera, obtenemos



cuyo  $\Delta H^\circ$  es igual a  $-918.9 \text{ kJ/mol}$ .

En esta experiencia se utilizan como 70 gramos o 0.20 moles de sacarosa. El calor desarrollado para esta cantidad de azúcar es  $180 \text{ kJ/mol}$ . El agua formada por la deshidratación del azúcar diluye al ácido sulfúrico y libera calor, según la siguiente ecuación



El valor de  $n$  calculado a partir de la densidad del ácido sulfúrico concentrado al 98% es 0.11. Esto quiere decir que tenemos 0.11 moles de agua por cada mol de ácido. La reacción de deshidratación del ácido forma 11 moles de agua por cada mol de ácido, por lo tanto, se forman 11 veces 0.11, es decir, 2.2 moles de agua, y el número de agua que contiene el ácido sulfúrico al final es 2.3.

Interpolando de una tabla de valores de  $\Delta H^\circ$  para la dilución del ácido sulfúrico, obtenemos

$$\text{H}_2\text{SO}_4 n \text{H}_2\text{O} \quad \Delta H^\circ = -814.78 \text{ kJ/mol} \quad (n = 0.11)$$

$$\text{H}_2\text{SO}_4 n \text{H}_2\text{O} \quad \Delta H^\circ = -855.36 \text{ kJ/mol} \quad (n = 2.30)$$

El calor de dilución para estas reacciones es

$$(-855.36) - (-814.78) = -40.58 \text{ kJ/mol}$$

Ya que se utilizan 1.28 moles de  $\text{H}_2\text{SO}_4 n \text{H}_2\text{O}$  en esta demostración, la dilución del ácido contribuye con

$$(-40.58 \text{ kJ/mol})(1.28 \text{ moles}) = -51.9 \text{ kJ/mol}$$

El calor total involucrado es

$$-180 - 52 = -232 \text{ kJ/mol}$$

Igual que el azúcar no sólo endulza el café y también puede utilizarse como un reactivo en una reacción, las experiencias de cátedra no sólo le dan calor a una clase.

**EPÍLOGO**

Hay ocasiones en que los profesores sentimos que la clase que hemos dado estuvo cerca de ser maravillosa. Clara, divertida, ordenada. Terminando una clase de éstas, y sobrándome 20 minutos decidí que sería bueno hacer un examen sorpresa sólo de lo que se había enseñado ese día. Mi intención era ayudar a los alumnos y demostrarme a mí que la clase había estado bien. Empiezo entusiasmada a preguntar. Los temas habían sido sólo conceptuales, no había ni una ecuación matemática. Terminan, reviso, y me doy cuenta de que ni siquiera los ejemplos de la vida cotidiana estaban claros. ¡No puede ser! Parecía como si hubiéramos estado en lugares diferentes. Preocupante, porque me di cuenta

de que uno difícilmente sabe lo que los estudiantes están pasando cuando está delante de ellos exponiéndoles una clase; y entonces me agobió la gran duda: ¿pasará lo mismo con los experimentos que llevo al salón? He de reconocer que todavía no me atrevo a probarlo para conocer la respuesta, pero como dicen por ahí que el profesor debe preparar su clase para satisfacerse a sí mismo y esperar que por el hecho de que uno lo goza los estudiantes también lo disfrutan y

se contagian del entusiasmo, vale la pena seguir las haciendo y no arrebatarnos la alegría que nos provocan.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

- Selected Values of Chemical Thermodynamics Properties.* Natl. Bur. Stand (U.S.) 1952, Circ 500;p.41.
- Chemical Demonstrations. A Handbook for Teachers and Chemistry.* Bassan Z. Shakhshiri, Volumen 1, Wisconsin Press, 1983.
-