

Esta serie rescata algunos temas didácticos para ayudarse en la exposición de cada uno de los elementos químicos en un curso de química general o de química inorgánica.

Carbono. Diamantes sintéticos

Laura Gasque Silva

El carbono, en su forma común, como lo empleamos en un asador de carne, es posiblemente la primera sustancia compuesta por un elemento puro que el hombre aprendió a identificar y reconocer desde la prehistoria; encabezaba la primera lista de *elementos químicos*, elaborada por Lavoisier a finales del siglo XVIII. Fue en esta misma época que se comprobó, mediante pruebas de combustión, que el grafito y el diamante están formados por átomos idénticos a los que constituyen el carbón común y corriente.

Actualmente sabemos que las enormes diferencias en las propiedades físicas del grafito y el diamante pueden explicarse al comparar los distintos arreglos espaciales de los átomos de carbono en uno y otro material (figura 1). Mientras el diamante es la sustancia más dura que se conoce, de notable transparencia, el grafito es notablemente negro, opaco y blando. Y, mientras que una tonelada de grafito cuesta alrededor de \$1,000 dólares por tonelada, con esa cantidad de dinero difícilmente podríamos comprar unos 100 mg de diamante (aproximadamente 0.5 quilates).

Los fabricantes de diamantes

Si el grafito que es tan barato y el diamante que es tan caro están ambos hechos únicamente de átomos de carbono, y lo único en lo que difieren es en el arreglo espacial de sus átomos, ¿será posible fabricar diamantes a partir de grafito?...

Esta pregunta se le hicieron seriamente por primera vez los científicos de General Electric (GE) en los años cincuenta. Inicialmente pensaron que era sólo cuestión de reproducir las tremendas presiones y temperaturas a las que se producen los diamantes bajo la tierra, a profundidades cercanas a los 400 kilómetros.

En el grafito, los enlaces entre átomos en planos paralelos, son muy, muy débiles, pero los enlaces químicos entre los átomos de carbono que forman la red bidimensional de hexágonos son extremadamente fuertes. El primer paso para lograr el reacomodo necesario en los átomos para generar la red tridimensional del diamante es romper los enlaces que conforman la estructura del grafito. Sabiendo

esto, en GE se lanzaron a construir reactores capaces de alcanzar 60,000 atmósferas de presión y temperaturas de 3,000°C. Sin embargo, después de varios intentos fallidos, el proyecto estuvo a punto de ser cancelado por la falta de éxito. ¿Qué estaba faltando?

Fue entonces que a los científicos de GE, amenazados con perder su empleo, les llegó una idea "brillante". Se sabía ya entonces que algunos meteoritos contenían pequeños diamantes en su interior, dentro del seno del material metálico del que están hechos. Esto indicaba que los diamantes meteoríticos podían efectivamente haberse formado gracias a la enorme presión y temperatura de la explosión provocada por su choque con la tierra, pero *dentro* de metal *fundido* (en estado líquido). Un químico está muy familiarizado con esta idea, la de obtener cristales a partir de una disolución, sólo que en este caso particular, el "disolvente", sería el metal fundido, mientras que el grafito sería el soluto, que cristalizaría una vez que la "disolución" estuviera saturada de soluto.

Los científicos de GE utilizaron como disolvente un mineral conocido como *trioilita*, compuesto de hierro y azufre, del que se sabe están constituidos en

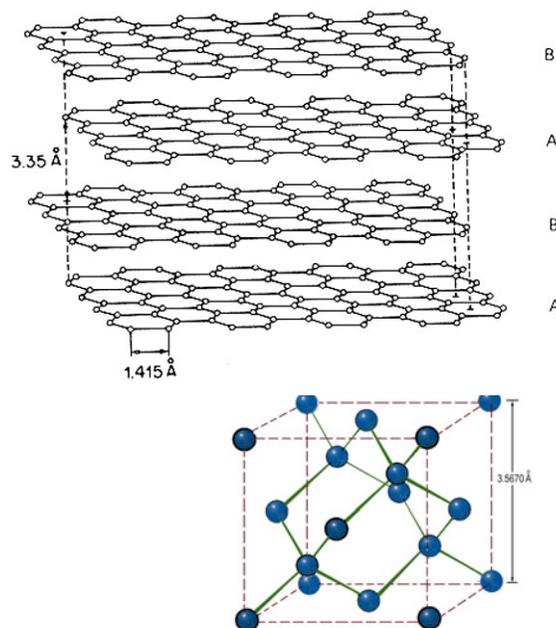


Figura 1. Arreglo espacial de los átomos de carbono en el grafito (arriba) y diamante (abajo).

Recibido: 7 de enero de 2001; Aceptado: 12 de febrero de 2001.

gran parte muchos meteoritos. Y así, preparando una “disolución” de grafito en el mineral de hierro fundido a 1500°C bajo una presión de 68,000 atmósferas, lograron obtener por primera vez, unos pequeños diamantes, semejantes a pequeños granos de arena. Estos pequeños diamantes tenían la dureza del diamante, y eran semejantes a los que se utilizan industrialmente, pero estaban muy lejos de tener el brillo y la calidad de gemas que han fascinado a los hombres por siglos.

Mientras tanto, tras la cortina de hierro, los científicos soviéticos también hacían pruebas intentando obtener diamantes sintéticos. En 1993, un químico ruso, de nombre Boris Feigelson, buscaba la manera de hacer crecer cristales de diamante de mejor calidad, utilizando la técnica, también común en los laboratorios de química, de “sembrar” una pequeña “semilla”, (un pequeño cristal del material que se pretende cristalizar) alrededor de la cual crecieran los diamantes. Por esos tiempos, el principal monopolio de diamantes en el mundo, la empresa sudafricana de DeBeers, también empezó a desarrollar la tecnología necesaria para obtener diamantes sintéticos, con el objetivo fundamental de encontrar la manera de detectar las diferencias entre los naturales y los fabricados por el hombre.

Feigelson encontró que la principal causa de la falta de brillo y transparencia en los diamantes que fabricaba, era que parte del disolvente metálico que se utilizaba en el proceso, se introducía en la red cristalina del diamante. Variando cuidadosamente las condiciones en las que se aumentaba la presión y la temperatura, el ruso logró, en 1995, obtener diamantes sin contaminantes metálicos, pero conservaban aún un color amarillento, que les seguía restando la belleza buscada. Esta coloración, presente también en muchos diamantes naturales, se debe a la presencia de átomos de nitrógeno, el principal constituyente del aire, que llegan a sustituir a algunos de los átomos de carbono en la red cristalina. Feigel-



Figura 2. Diamantes sintéticos.

son encontró la solución a este problema en la química inorgánica. Él sabía bien que el nitrógeno del aire puede reaccionar con aluminio elemental, formando un compuesto muy estable, llamado nitruro de aluminio, AlN. De esta manera, ofreciéndole al nitrógeno la posibilidad de combinarse con otro elemento, es decir, añadiendo algo de aluminio metálico en la mezcla de reacción, logró finalmente obtener diamantes con la transparencia necesaria para tener calidad de gemas.

Así, con tecnología rusa apoyada por capital estadounidense, se originó la empresa Gemesis, que en la actualidad ya tiene capacidad para producir un quilate al día, lo que pone a temblar al gran negocio internacional de los diamantes naturales, liderado por DeBeers.

Los científicos de DeBeers, en su intención de desarrollar algún método que permita diferenciar a los diamantes naturales de los sintéticos, descubrieron que efectivamente existen diferencias entre las propiedades ópticas de unos y otros. Encontraron que si irradiaban ambos tipos de diamantes con luz ultravioleta de alta intensidad, al retirar la fuente de luz, las gemas sintéticas emitían luz por unos cuantos segundos, cosa que no hacían las naturales. Este fenómeno, conocido como fluorescencia, se presenta en los diamantes sintéticos debido a que a nivel microscópico, partes de la red cristalina se desarrollan en un sistema octaédrico, mientras que en otras se desarrolla un sistema cúbico. En los diamantes naturales, esta clase de defectos no se presenta, ya que en éstos la estructura es uniformemente octaédrica. DeBeers considera esto un gran logro, pues están seguros de que mientras exista la manera de distinguir a un diamante hecho por el hombre de uno hecho por la madre Tierra, el consumidor seguirá prefiriendo a este último, razonamiento profundamente cuestionado por los fabricantes de Gemesis. ¿Realmente, un amante de las joyas preferirá para siempre un diamante más pequeño y más caro a uno más grande y menos costoso, si la diferencia sólo es perceptible con un sofisticado equipo de detección? La pregunta está en el aire, y mientras tanto, los científicos rusos aseguran tener ya en desarrollo, en absoluto secreto desde luego, un método de obtener diamantes indistinguibles de los naturales. ■

Referencias:

<http://www.bbc.co.uk/science/horizon/diamonds.html>.