

# PERSPECTIVAS

---

## SOBRE METODOS PARA FABRICAR DIAMANTES A PARTIR DE HOLLIN

JAVIER LUZURIAGA

Centro Atómico Bariloche. 8400 S.C. de Bariloche, Río Negro, Argentina.

---

A principios de este año se produjo un descubrimiento científico, que (cosa excepcional), llegó a la primera plana de "La Nación", aunque no en los titulares, sino en un pequeño recuadro. A pesar de que el editor del diario haya considerado que la noticia no merecía letras de cinco centímetros, el descubrimiento bien vale como para ser conocido más a fondo.

Se trata de un nuevo método para fabricar diamantes, que fue descubierto por un físico argentino, el Dr. Manuel Núñez Regueiro. Este investigador, egresado del Instituto Balseiro, tiene 40 años y está casado también con una física del Instituto Balseiro, pero realizó el descubrimiento en Grenoble, Francia. Ambos investigadores trabajan normalmente en la Argentina, en el Centro Atómico Bariloche, pero están actualmente en Francia, en uso de una licencia de la CNEA.

En realidad, el descubrimiento fue casual y lo que Manolo Núñez estaba investigando era una substancia que desde el punto de vista de la Física es mucho más interesante que el diamante, aunque sólo se trata de un polvito que parece hollín y que nunca serviría para usarse como joya (dicho sea de paso, los diamantes fabricados tampoco, y su uso probable sería industrial, donde presentan utilidad en muchas aplicaciones distintas).

La substancia "nueva", no es más que una

"nueva forma" del carbono, el elemento número 16 de la tabla periódica. Qué quiere decir "nueva forma"? No es que el átomo carbono sea diferente; si así fuera se trataría de un isótopo de los varios conocidos. En este caso se trata de una nueva estructura cristalina (o molecular), del carbono puro.

Repasemos un poco cuales son las propiedades conocidas del carbono:

Además de poder formar moléculas muy complejas ¡nosotros funcionamos biológicamente gracias a ellas!) el carbono, decían los libros de textos, adopta dos estructuras cristalinas diferentes en su estado "puro" o elemental: el grafito y el diamante.

El *diamante* es la estructura estable a altas temperaturas y presiones, y por lo tanto se ha formado en circunstancias excepcionales en la historia geológica de la tierra. Esto hace que sea caro y escaso. Cuando se detecta un yacimiento, se encontrarán tal vez algunos cientos de gramos. Es "metaestable" a presión y temperatura ambientes, pero salvo que uno le prenda fuego con un soplete, es aproximadamente cierto que *un diamante es para siempre*.

El *grafito* en cambio, es más fácil de formar. El carbón es esencialmente grafito, y en la tierra se encuentran millones de toneladas de esta variedad del carbono, tanto que podemos darnos el lujo de quemarlo

para producir calor.

La diferencia en las propiedades físicas de estas dos formas del mismo elemento, que pueden verse a simple vista, por ejemplo en su color y su dureza, vienen dadas por la *estructura cristalina*, o sea la forma en que se disponen los átomos en el espacio. Es curioso que en cada caso los átomos, que podrían ser asimilados a los "ladrillos" de la estructura, son los mismos, pero la forma de ubicarlos en la "pared" da edificios con propiedades muy distintas entre sí.

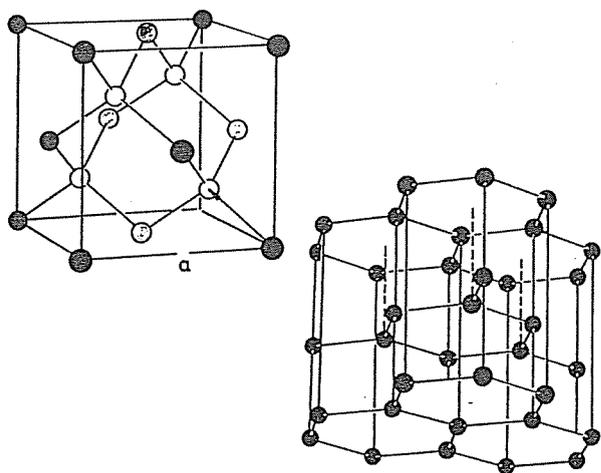


Figura 1: Estructura del diamante (arriba) y el grafito (abajo). El diamante es cúbico, pero las uniones entre átomos están dispuestas en forma tetraédrica (ver líneas de la figura). En el grafito hay planos hexagonales, con la disposición de un "panal de abejas", apilados uno arriba del otro.

En la figura 1 mostramos la disposición de los carbonos en ambas estructuras. Los átomos en la estructura del diamante forman una red cúbica, donde cada carbono tiene cuatro *vecinos próximos* (en una disposición tetraédrica), muy fuertemente unidos por uniones covalentes, que son las que le dan al *diamante* su dureza proverbial. En el *grafito* en cambio, hay "planos" de átomos dispuestos en forma hexagonal y unidos dentro del plano por uniones covalentes fuertes, pero las uniones entre planos son débiles y por eso los planos se separan con facilidad. Tan fácil que el borrador de

este trabajo fue escrito utilizando esta propiedad (¡con lápiz, bah!).

El *carbono 60* es en cambio, una cosa distinta y no había sido observado hasta el año 1985. Su estructura es la que muestra la figura 2.

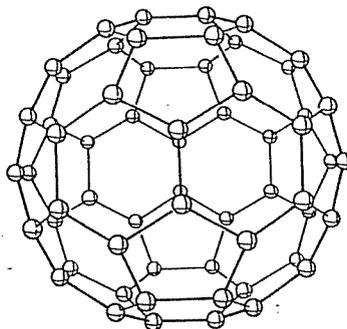


Figura 2: Estructura del carbono 60. Las líneas representan los enlaces entre los átomos. Notar la alternancia de "caras" pentagonales y hexagonales.

Parece una pelota de fútbol, y realmente es igual a la que formarían las costuras de una pelota del tipo de la "oficial" del Mundial '78, por ejemplo, con un átomo de carbono en cada esquina en las que se juntan tres costuras. La uniones entre los átomos son fuertes solamente a lo largo de las "costuras" imaginarias, y si se apilan muchas de estas minúsculas pelotitas se puede formar un sólido donde cada esferita está muy débilmente unida a sus vecinas. Cada esfera puede ser considerada una "molécula" bastante grande (con 60 átomos, como puede comprobarse contando las "esquinas" de una pelota de fútbol). El nombre de *carbono 60* simplemente indica el número de átomos de la molécula.

Esta estructura fue observada e identificada por primera vez en 1985, pero debido al método empleado para producir las moléculas, sólo se podían fabricar muy pocas (cantidades de pocos microgramos a

lo sumo) con lo cual era difícil hacer experimentos en el nuevo material. En 1990, sin embargo, un grupo alemán-norteamericano descubrió un método relativamente sencillo y relativamente barato de producir cantidades de algunas décimas de gramo de la sustancia. Este incremento, que parecería no ser gran cosa en términos de la vida diaria, hace una gran diferencia en términos de laboratorio, y muchos grupos se lanzaron a estudiar el nuevo material.

El interés es múltiple, ya que es raro, por ejemplo, tener una molécula de 60 átomos iguales. Además, la estructura del *carbono 60* es extremadamente simétrica, ya que cada uno de los carbonos está en una posición exactamente igual, en un rincón exactamente equivalente al de cualquiera de sus compañeros. Una igualdad de este tipo no es frecuente, y ésta es una de las muchas razones por las que el sistema es interesante para los físicos y los químicos. Además, al hacer experimentos sobre él, el *carbono 60* ha dado muchas sorpresas:

Si se combina con **potasio, rubidio o cesio** (todos ellos elementos de la primera columna de la tabla periódica) resulta un material superconductor, a temperaturas relativamente altas (19 grados Kelvin para el  $C_{60}K_3$  y 30 grados Kelvin para el  $C_{60}Rb_3$ ).

El *carbono 60*, sometido a muy alta presión, se transforma en diamante. Este ha sido el descubrimiento de Manolo Núñez y colaboradores (el trabajo, como casi todos, es en conjunto con otros), que estaban interesados en el compuesto, principalmente por las propiedades mencionadas más arriba, o sea las superconductoras.

La razón tentativa dada por los descubridores, para la transformación de una estructura en otra, es que la estructura del *carbono 60* es "intermedia" (muy groseramente hablando), entre la del *grafito* (ver las caras hexagonales de la pelota de fútbol), y la del *diamante*, debido a la presencia de los pentágonos, que son los responsables de la "curvatura" de la superficie. También las

ligaduras atómicas parecen ser intermedias entre las de las dos estructuras anteriormente conocidas. Parecería entonces que la presión favorece la deformación de la estructura de *carbono 60* a la más compacta del *diamante*.

Es de destacar que la fabricación del *diamante* a partir de un polvito parecido al hollín, se hizo en forma "casual" (*"El azar favorece a las mentes preparadas"*, decía Pasteur). La razón del interés de Nuñez Regueiro y el grupo de Grenoble por el  $C_{60}$ , era debido en parte a la Superconductividad, ya que Manolo Núñez trabaja en un grupo que hace superconductividad en Bariloche. Otra parte del interés era debido a predicciones teóricas, que postulaban la existencia de otra estructura, aún no observada por nadie, que aparecería a altas presiones.

La fabricación de *diamante* a partir de *carbono 60* podrá resultar económicamente atractiva, o no. De todos modos fue desarrollada por un grupo que trabaja en Ciencia Básica, es decir trabajando "sólo para saber". Por si acaso, han patentado el proceso, lo cual hace pensar que al descubrimiento se le ve, por lo menos una sospecha de utilidad. Sea como sea, ésta no sería la primera vez (ni va a ser la última), en que se descubre algo útil buscando el conocimiento puro. La interacción mutua entre Ciencia Básica y Aplicada es enriquecedora para ambas. Como ejemplo inverso, tenemos el efecto de la revolución informática en toda la forma de trabajar en un laboratorio. Desde la adquisición de datos a la publicación, en todas partes está metida la computadora, cambiando a veces sólo la velocidad con que se hacen las cosas, pero en muchos casos, cambiando también *cualitativamente* lo que es posible medir, lo cual tiene un impacto más profundo y más a largo plazo.

En nuestro país, la tradición científica casi no existe y falta sobre todo el nexo entre la Ciencia y la Industria. Hay razones históricas para que exista este estado

de cosas, que sería imposible analizar aquí, y que demandará tiempo y esfuerzo corregir. Lo que sería deseable es que reflexionar sobre un descubrimiento de este tipo, nos ayude a comprender mejor que la Ciencia se construye todo el tiempo, y que sea con grandes, o con pequeños hallazgos, se está avanzando para construir algo útil (o algo interesante, lo cual muchas veces resulta ser la misma cosa...).

# SAN RAFAEL

*La nueva opción turística  
del país*

LOS INVITA A CONOCER EL  
MARAVILLOSO SUR MENDOCINO

VALLE GRANDE  
CAÑÓN DEL ATUEL  
EL NIHUIL  
VILLA 25 DE MAYO  
LOS REYUNOS  
EL SOSNEADO

- √ Trekking
- √ Buceo
- √ Rafting
- √ Pesca
- √ Excursiones
- √ Mountain bike
- √ Wind surf
- √ Safaris fotográficos
- √ Cabalgatas
- √ Motocross
- √ Areneros
- √ Andinismo
- √ Kayac
- √ Aventura
- √ Canotaje
- √ Enduro
- √ Motonáutica
- √ Esquí acuático
- √ Campamentos
- √ Travesías

Municipalidad de San Rafael  
Secretaría de Hacienda