

NANOMATERIALES DE CARBONO

M. Kierkowicz, M. Martincic, G. Tobias-Rossell*

Instituto de Ciencia de Materiales de Barcelona (ICMAB)

Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

Campus de la Universidad Autónoma de Barcelona

08193 Bellaterra, Barcelona, España

*Correo electrónico autor de contacto: gerard.tobias@icmab.es

FICHA I.4

RESUMEN DE LA ACTIVIDAD

En esta actividad el estudiante se familiarizará con los nanomateriales de carbono. Se empezará hablando de materiales que ellos conocen, como son el diamante y el grafito. A partir del grafito se presentará al grafeno, los nanotubos de carbono y los fullerenos. Se hará una parte práctica utilizando un juego de cartas (grafito), una piedra (diamante), una pelota de fútbol (fullereno) y papel en el que se imprimirá una red hexagonal (grafeno y nanotubos).

OBJETIVOS DIDÁCTICOS

- Valorar la riqueza que presenta la tabla periódica, al darse cuenta que con únicamente uno de los elementos presentes ya se pueden formar una gran variedad de materiales
- Los alumnos se darán cuenta de la relación que existe entre estructura y propiedades, al hablar del diamante y del grafito
- Familiarizarse con los nanomateriales de carbono
- Darse cuenta que quizás tienen nanomateriales en casa sin saberlo

EDADES DE LOS ALUMNOS: 14-18

NIVEL DE DIFICULTAD DE LA REALIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD: MEDIO

TIEMPO ESTIMADO PARA EL DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD: 55 minutos

ASIGNATURAS EN LAS QUE SE PUEDE INSERTAR ESTA ACTIVIDAD

- Ciencias de la Naturaleza (Ed. Secundaria)
- Física y Química (Ed. Secundaria)
- Física (Bachillerato)
- Química (Bachillerato)
- Biología (Bachillerato)
- Matemáticas
- Tecnología

CONOCIMIENTOS PREVIOS QUE DEBEN POSEER LOS ALUMNOS

Para que los alumnos se beneficien de esta actividad, es necesario que estén familiarizados con la nanoescala. Este punto se puede haber trabajado utilizando otras fichas que se incluyen en esta Guía Didáctica, tal y como se detalla en el siguiente apartado. Los alumnos deben estar familiarizados con el concepto de enlace químico entre átomos. Conocimiento de la Tabla Periódica no es imprescindible pero puede facilitar al profesor la presentación de este tipo de materiales.

OTRAS ACTIVIDADES DE ESTA GUÍA QUE ES RECOMENDABLE LLEVAR A CABO CON ANTELACIÓN

Es necesario haber trabajado con anterioridad las Fichas I.2 y III.2. Es recomendable haber trabajado la ficha V.5.

MATERIALES

- Una piedra
- Juego de cartas
- Pelota de fútbol
- Cinta adhesiva
- 2 hojas de papel con la impresión de la red hexagonal que se adjunta como material complementario
- PC con PowerPoint y proyector (no es imprescindible pero permitirá mostrar las diapositivas del material complementario)

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

En esta actividad se pretende que los alumnos entiendan que existe una gran variedad de materiales que están compuestos únicamente por carbono y que relacionen los nanomateriales de carbono con aquellos que ellos ya conocen: el grafito y el diamante.

El grafito y el diamante. Relación estructura y propiedades.

La actividad empezará preguntando a los alumnos qué materiales compuestos únicamente de carbono conocen. Para empezar la discusión se puede hacer referencia a la Tabla Periódica e indicarles dónde se encuentra el carbono. Posiblemente los estudiantes harán referencia a materiales que contengan carbono como elemento constituyente junto con otros elementos como pueden ser el oxígeno, el hidrógeno, etc. Este es un buen momento para comentar que hay una gran variedad de compuestos que contienen carbono pero que estamos interesados en los que únicamente contengan carbono que son el diamante y el grafito. Al hacer referencia al grafito es recomendable comentar que se encuentra en las minas de los lápices. En este punto se les debe hacer reflexionar porque si tanto el diamante con el grafito están compuestos únicamente de carbono, su aspecto, propiedades y precio son tan diferentes. La razón reside en cómo se unen los átomos de carbono entre sí. En este punto se cogerá el juego de cartas, para ilustrar la estructura laminar del grafito, en el que los átomos de carbono se enlazan dentro de planos, y se mostrará una piedra para ilustrar que en el caso del diamante los átomos de carbono forman una estructura tridimensional.

A continuación se ilustrará cómo esta organización de los átomos de carbono afecta a las propiedades del grafito y el diamante. Para ello ejerceremos una pequeña presión sobre el juego de cartas de forma que se vea que las capas que forman el grafito se van separando, mientras que en el caso de la piedra se desplaza todo el bloque (Figura 1).

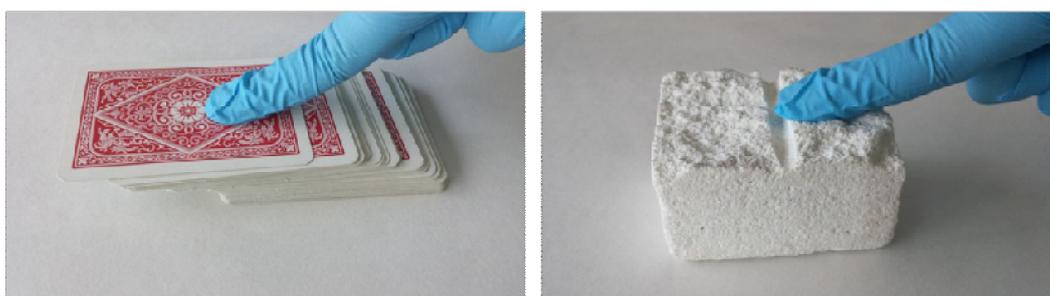


Figura 1. Modelos de grafito (juego de cartas) y diamante (piedra) que permiten ilustrar la relación estructura-propiedades.

Los nanomateriales de carbono.

Para introducir a los nanomateriales de carbono, es necesario que los alumnos estén familiarizados con el concepto de la nanoescala. Se presentarán al grafeno, los nanotubos de carbono y los fullerenos (Figura 2).

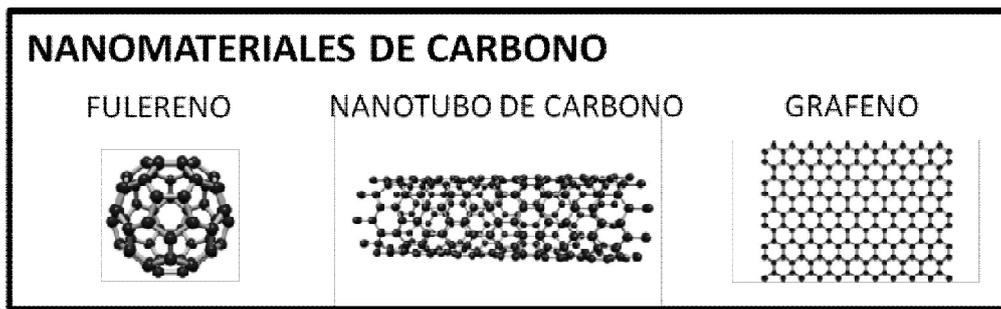


Figura 2. Nanomateriales de carbono.

Para empezar nos centraremos en el grafito, y les diremos que una de las capas que lo constituyen es el grafeno, y les mostraremos una sola carta. En este punto se coge el papel en el que se ha impreso la red hexagonal (incluida como material complementario) y se les indica que es la estructura que presenta el grafeno. Enrollamos la hoja de papel y ya tenemos al nanotubo de carbono. Según como se enrolle la hoja formaremos nanotubos con distintas quiralidades, que a su vez confieren distintas propiedades a los nanotubos (ver imagen en material complementario). Si se quiere hacer un paso más se puede comentar que existen distintos tipos de nanotubos de carbono dependiendo del número de capas que tengan. De forma que tendríamos nanotubos monocapa (con una sola capa de grafeno enrollada) y nanotubos multicapa (varias capas de grafeno). En el caso de los nanotubos multicapa las capas de grafeno enrolladas se van colocando una dentro de la otra como una muñeca rusa. Se pueden tener dos hojas de papel con la red hexagonal impresa, enrollarlas de forma que queden de distinto diámetro y ilustrar como se pone uno dentro de la otra.

Para terminar con los nanomateriales de carbono se comentará que existen también nanopelotas de carbono que son los fullerenos. La estructura del fullereno es la misma que presenta una pelota de fútbol (cosido tradicional) por lo que puede ser útil tener una para mostrar la estructura de hexágonos y pentágonos que presenta.

El profesor tiene que tener presente que en realidad existen otro tipo de nanomateriales de carbono, con variedad de formas, como son las nanocéboas, nanocuernos, nanoanillos, etc. Este tipo de materiales se pueden trabajar como actividad a desarrollar por los alumnos en casa. Se adjunta una imagen en el material complementario que amplía la familia de nanomateriales de carbono.

Aislamiento de una capa de grafeno.

Para que los estudiantes se den cuenta de la importancia que están adquiriendo los nanomateriales de carbono a nivel científico y en el fondo en nuestra sociedad, vale la pena mencionar que los descubridores de los fullerenos recibieron el Premio Nobel de

Química en 1996 (H. Kroto, R. Curl, R. Smalley) y en 2010 se concedió el Premio Nobel de Física por los estudios realizados sobre grafeno (A. Geim, K. Novoselov).

Esto permite comentar la tecnología que emplearon Geim y Novoselov para aislar una capa de grafeno, que fue mediante la exfoliación del grafito con cinta adhesiva. Para ello cogemos el juego de cartas, que nos representa al grafito, y con cinta adhesiva levantaremos una de las cartas (grafeno) como se ilustra en la Figura 3. El profesor debe saber que en realidad es necesario repetir este proceso de forma repetida para llegar a tener monocapas de grafeno.

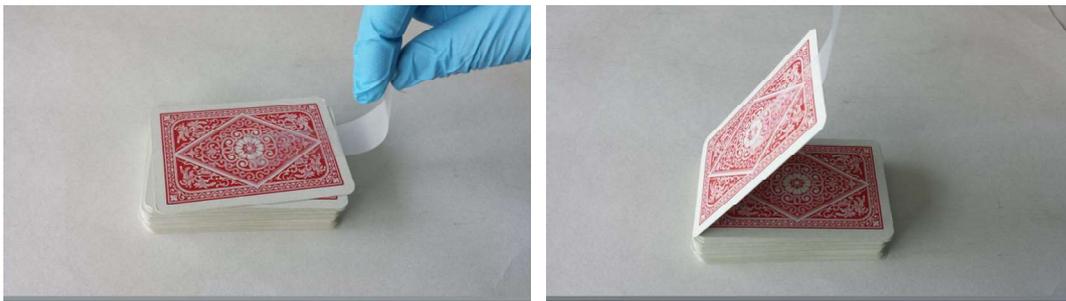


Figura 3. Proceso de exfoliación del grafito (juego de cartas) a grafeno (una de las cartas).

¿Qué aspecto tienen los nanomateriales de carbono?

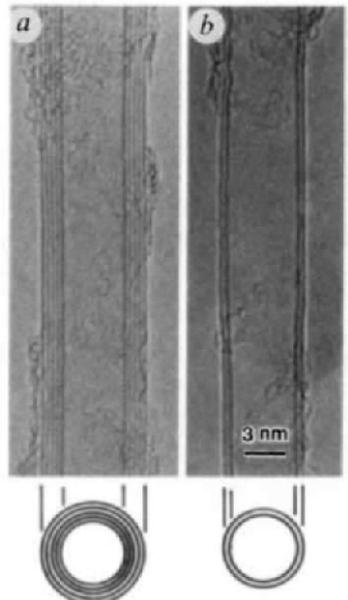
Una de las curiosidades que suelen tener los estudiantes al hablarles de nanomateriales, es el aspecto que tienen. En la Figura 4 se presenta una fotografía de distintos nanomateriales de carbono (nanotubos, grafeno, fullerenos) junto al grafito, que se mostrará a los alumnos. A esta escala no se aprecia la diferencia entre los distintos materiales, por lo que es imposible distinguir a simple vista si lo que tenemos delante se trata de un nanomaterial o no. Incluso si aumentamos y miramos la microestructura (se adjuntan imágenes en el material complementario) sigue siendo imposible “ver” a los nanomateriales.



Figura 4. Nanomateriales de carbono y grafito.

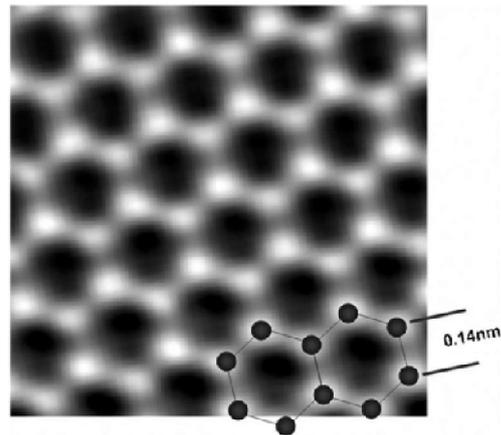
Para poder “ver” a los nanomateriales es necesario utilizar microscopios electrónicos o de punta (Figura 5). Se puede trabajar el tema de las microscopías a través de la Ficha III.2. Este apartado es útil para que los estudiantes se den cuenta que quizás tienen nanomateriales en casa sin saberlo.

NANOTUBOS DE CARBONO



Nature 56, 354, 1991

GRAFENO



Chem. Commun. 6095, 2009

Figura 5. Imagen de microscopía electrónica de transmisión de nanotubos de carbono y grafeno.

PROPUESTAS DE ACTIVIDADES PARA DESARROLLAR POR LOS ALUMNOS EN EL AULA O EN SU CASA TRAS LA ACTIVIDAD

Ahora que los estudiantes son conscientes que tanto los nanotubos de carbono como el grafeno presentan un patrón hexagonal, se les puede pedir que encuentren este patrón en productos y materiales de la vida cotidiana. La red hexagonal se encuentra por ejemplo en un panel de abejas, alambres para gallineros, redes de potencia de fútbol, e incluso en algunos adoquines, botellas de perfume, etc. Otra actividad que se les puede proponer es encontrar otros tipos de nanomateriales de carbono a parte de los trabajados en esta ficha (se adjunta imagen en el material complementario).

PRECAUCIONES Y SEGURIDAD

El desarrollo de esta actividad no conlleva riesgos.

REFERENCIAS DE APOYO Y DOCUMENTACIÓN

- F. Díaz del Castillo-Rodríguez, “Introducción a los Nanomateriales”, Lecturas de Ingeniería 20, 2012. Capítulo 2. Accesible en http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_me_c/m6/Introduccion%20a%20los%20nanomateriales.pdf
- G. Tobías-Rossell, “Grafeno: un mar de nuevas posibilidades”, Moldes y Matrices, 2013. Accesible en [http://www.moldesymatrices.com/GRAFENO-nuevo material de alta tecnologia.html](http://www.moldesymatrices.com/GRAFENO-nuevo_material_de_alta_tecnologia.html)

MATERIALES COMPLEMENTARIOS

Se proporciona un material complementario consistente en un conjunto de diapositivas que permitirán al profesor desarrollar las actividades propuestas. El fichero que contiene este material complementario se encuentra en los Anexos de esta Guía Didáctica y se denomina “Anexos - Ficha Didáctica – I.4 – MC.ppt”.