

LÁPIZ, CELO E IMAGINACIÓN

El grafeno, un premio Nobel en el lapicero

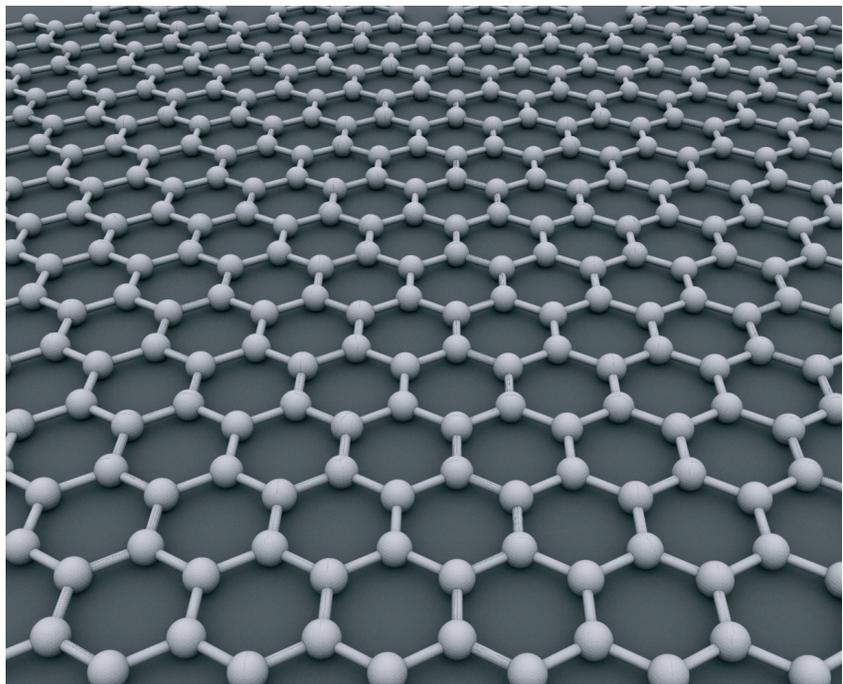
Tome un lápiz y haga una raya en un trozo de papel. El trazo que ha dibujado está formado, en parte, por el material que les ha valido el premio Nobel de Física del año 2010 a los científicos Andre Geim y Konstantin Novoselov de la universidad de Manchester: el grafeno.

Por **Luis Carlos PARDO**, doctor en Ciencias Físicas por la UPC
luis.carlos.pardo@upc.edu

Imaginemos un laboratorio de investigación puntera en nuevos materiales. Durante los últimos 30 años, muchos científicos habían intentado crear una lámina ultrafina de carbono de un grosor de un único átomo. Algunos de ellos, sin éxito, partiendo trozos de grafito una y otra vez hasta crear láminas finas, pero no tan finas como las que buscaban. Nuestros visionarios científicos lo intentan de nuevo y se disponen a realizar el experimento con materiales de última generación: un lápiz y celo.

Para conseguir una capa monoatómica de carbono, Andre Geim y Konstantin Novoselov tomaron un trozo de grafito como el que se utiliza para fabricar los lápices. Adhirieron cinta adhesiva a este bloque de manera que al arrancarla se quedaron pegadas algunas capas de grafito. Repitiendo el proceso una y otra vez consiguieron crear capas de grafito cada vez más finas. El análisis de la sustancia final demostró que se trataba, en parte, de películas de carbono del grosor de un sólo átomo: el grafeno.

De hecho, esta es la última sorpresa que nos ha dado el carbono, pero no la única. El premio Nobel del año 1996 se concedió a Kroto, Curl y Smalley por sus investigaciones sobre moléculas gigantes de carbono, algunas de ellas con forma de balón de fútbol. Esta molécula gigante de carbono fue nombrada fulereno en honor al arquitecto Buckminster Fuller. Éste utilizó las mismas estructuras para crear cúpulas altamente resistentes, antes de que fuera descu-



El grafeno está compuesto por átomos de carbono que constituyen un entramado con forma de panal de abeja. El material resultante es 200 veces más resistente que el acero.

bierta la molécula que lleva su nombre. Remontándonos aún más en el tiempo, el carbono es la base de los plásticos omnipresentes hoy en día. De hecho, incluso la naturaleza escogió este material para formar todos los seres vivos que conocemos. ¿Qué tiene de especial el carbono?

MONTANDO EL PUZZLE

Una gran parte de la materia está constituida por átomos que se enlazan unos con otros gracias a lo que se conoce como "enlaces covalentes". Son los responsables de las uniones más fuertes

entre átomos de la naturaleza y están presentes, por ejemplo, en todos los derivados del carbono. Para entender cómo funciona este pegamento hay que fijarse en la nube de electrones que se mueve alrededor de cada átomo.

Para unir dos átomos por medio de un enlace covalente, éstos comparten algunos electrones exteriores de su nube. Si la nube de electrones resultante de esta unión es más estable que la de los átomos aislados se forma una molécula, quedando entonces fuertemente unidos. Además este pegamento es *direccional*, de manera que podemos imaginar un

átomo como una pieza de puzzle tridimensional. En el caso del carbono, esta pieza puede adoptar tres formas diferentes. En compuestos como el CO₂ los átomos de oxígeno se alinean dejando al carbono en medio. En el diamante, en cambio, la pieza tiene forma de pirámide tetrahédrica, de manera que se puede unir con cuatro átomos de carbono formando una compleja estructura tridimensional. En el caso del grafeno, un átomo de carbono está en el centro de un triángulo, en los vértices del cual hay otros tres átomos de carbono. Al repetir este triángulo se forma una estructura en forma de panal de abeja, creando un material 200 veces más resistente que el

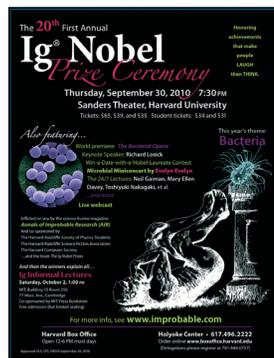
“ Se ha demostrado que la conductividad del grafeno es más alta que la de cualquier metal conocido

acero. Pero lo que hace interesante este material son sus propiedades eléctricas, y para entenderlas tenemos que volver de nuevo a los electrones responsables de los enlaces.



Ya se han creado los primeros led orgánicos (OLED) que utilizan ánodos de grafeno, lo que permite construir pantallas plegables.

EL PREMIO IG NOBEL



Ig Nobel, sacando una conclusión de él: no te tomes tu investigación científica demasiado seriamente.

La revista *Annals of Improbable Research* (*Anales de investigación improbable*) ha creado los premios Ig Nobel, una sátira de los premios Nobel que se da a investigaciones científicas, cuando menos, curiosas. Andre Geim ha tenido el honor de ser el primer ganador de este galardón y del premio Nobel dado por la Real Academia de las Ciencias de Suecia. El premio Ig Nobel se lo concedieron por sus experimentos de levitación de ranas con imanes. De hecho, en la ceremonia de concesión del premio Nobel mencionó su premio

El carbono dispone de cuatro electrones para formar uniones, por lo tanto, si forma enlaces dobles como en el caso del CO₂, comparte dos electrones con cada átomo de oxígeno. Si forma una estructura tetrahédrica como en el caso del diamante, comparte entonces un electrón con cada átomo de carbono vecino. El caso más interesante sucede cuando forma una estructura con tres vecinos, como en el grafeno. Entonces sólo se utilizan tres de los cuatro electrones, quedando el cuarto libre para poder conducir la electricidad. De he-

cho, se ha demostrado que la conductividad del grafeno es más alta que la de cualquier metal conocido.

PANTALLAS PLEGABLES

El grafeno está formado, por lo tanto, por una capa de átomos de carbono unidos de tres en tres de manera cada uno cede un electrón que le sobra al enlazarse con sus vecinos. La conductividad eléctrica excepcional que le confiere esta estructura hace que al pasar la corriente el material se caliente muy poco. Por si fuera poco, las monocapas de grafeno se pueden deformar, son resistentes y son transparentes. Esto ha permitido crear los primeros leds orgánicos (OLED) que utilizan como ánodos grafeno, de manera que ya es posible construir pantallas plegables. El grafeno también se ha propuesto como una alternativa al silicio, que es altamente contaminante. Según algunos, la posibilidad de crear transistores más rápidos y más pequeños con este material amenaza incluso con cambiar el nombre de *silicon valley* por el de *graphene valley*.

La vida está basada en el carbono, pero parece que en los próximos años también la electrónica estará basada en este material. Y todo gracias al trabajo de dos visionarios que jugaron con mina de lápiz y celo. Y es que, como decía Einstein, "la imaginación es más importante que la sabiduría". ■

