

Premio Nobel 2010. Grafeno: un mundo bidimensional en la punta de un lápiz

Alvaro Núñez

Profesor Asistente, Departamento de Física, FCFM, Universidad de Chile

<http://www.dfi.uchile.cl/index.php/academicos/perfil/24.html>

El grafeno, un material intrínsecamente bidimensional y compuesto de millares de átomos de carbono ordenados en un patrón específico, podría comenzar a cambiar la forma de hacer Física. Al menos así lo han demostrado los científicos rusos Kostia Novoselov y Andre Geim, quienes se acaban de adjudicar el Premio Nobel de Física 2010 gracias a sus inéditos experimentos en torno a este material bidimensional.

Esta semana la Academia Sueca de Ciencias ha otorgado el premio Nobel de Física a los científicos rusos Kostia Novoselov y Andre Geim “por sus revolucionarios experimentos relativos al material bidimensional Grafeno”.

Es interesante destacar que los trabajos a los que hace mención la Academia, publicados el año 2004, han abierto un área de investigación que ha explotado y marcado profundamente el desarrollo de la Física durante toda la década. Es que el material que han estudiado, posee propiedades tan extrañas y novedosas que han generado interés desde todas las áreas de la física y de la industria electrónica.

El grafeno es un cristal hecho de carbono puro. Es decir, está compuesto de millares de átomos de carbono ordenados en un patrón específico. Lo que hace al grafeno esencialmente distinto a todos los demás materiales conocidos es precisamente este patrón.

La composición química del grafeno (es decir los átomos que lo conforman) es la misma que la del diamante (conformado por átomos de carbono organizados en un enmarañado tridimensional) o el grafito (los mismo átomos de carbono pero dispuestos en forma de capas, como una torta de milhojas, figura 1). El grafeno es sencillamente una capa de grafito aislada. Es un material intrínsecamente bidimensional con sólo una capa atómica.

Curiosamente, las distintas formas de carbono, como el grafito, el grafeno, los nanotubos y los fullerenos (ver figura 1) pueden ser creados en forma sencilla y abundan en nuestras actividades diarias, como ocurre al escribir con un lápiz o encender un fósforo. El gran mérito del equipo de científicos rusos de la Universidad de Manchester (Reino Unido) para ser merecedores del Premio Nobel es haber descubierto la forma de encontrar la aguja en el pajar.

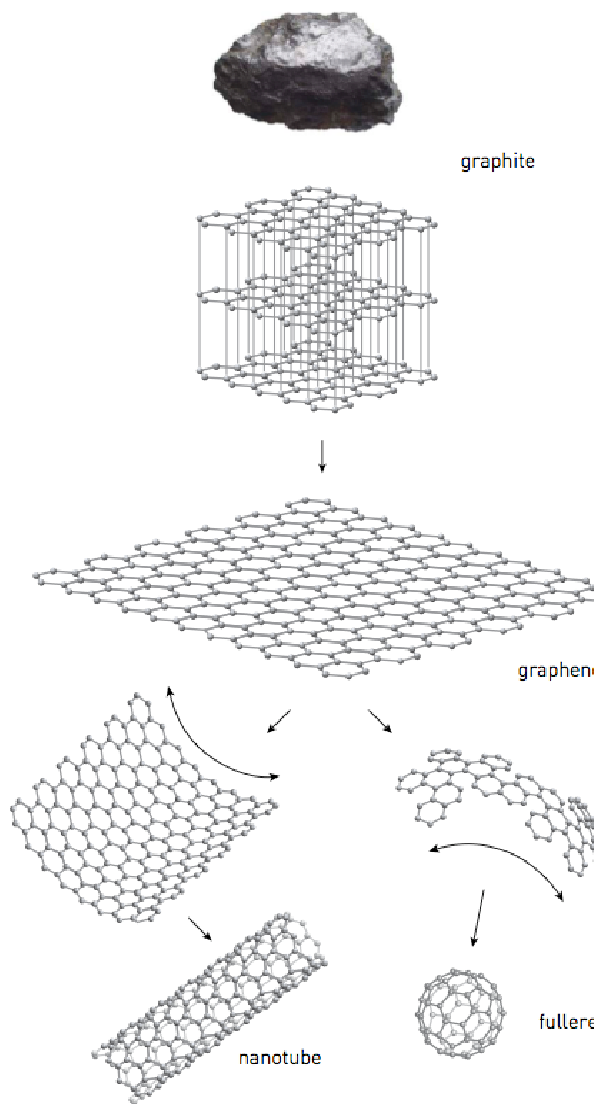


Imagen: nobelprize.org

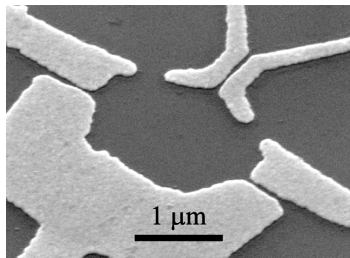
Luego de años en que la búsqueda sistemática de grafeno en una superficie de un tamaño de milímetros parecía una tarea condenada al fracaso debido a la

extensión del área implicada, los galardonados concibieron la idea de depositar delgadas capas de grafito sobre óxido de silicio (material básico en la formación de los transistores que componen los computadores) desde donde podían distinguirse las capas de grafeno mediante un simple contraste óptico perceptible al ojo humano. De esta forma, Kostia Novoselov y Andre Geim descubrieron que era posible encontrar zonas con una capa atómica de carbono y actuar sobre ellas conectando cables y estudiando sus propiedades.

El hecho de que las propiedades encontradas fueran maravillosamente extravagantes no fue una completa sorpresa. El material grafeno había sido objeto de extensos análisis teóricos durante el siglo XX y en todos ellos se le habían atribuido diversas propiedades, por lo que se intuía que el compuesto escondía un universo de fenómenos sin parangón en comparación con los demás materiales y que esta característica se mantendría vigente hasta hoy, especialmente al momento de analizar sus propiedades electrónicas.

La principal de estas propiedades apunta al hecho de que el grafeno aparece como un material que no es ni metal ni aislante (semiconductor), en un sentido clásico. Una particularidad que ha motivado incluso la reescritura de textos clásicos de física electrónica. Los electrones en grafeno se mueven de una manera especial —que sólo tiene una analogía en el estudio de partículas de altas energías— y similar a los neutrinos, partículas subatómicas que se mueven a la velocidad de la luz, sin importar su energía debido a que no tienen masa. Estas propiedades están condensadas en la llamada ecuación de Dirac, formulada por Paul Dirac en 1928 y que describe la dinámica de partículas reconciliando la mecánica cuántica con la teoría de Einstein de relatividad especial. Esto quiere decir que, en grafeno, los electrones se mueven obedeciendo a

SABIAS QUE:



El grafeno no es la primera observación de comportamientos bidimensionales. En realidad física de sistemas bidimensionales ha sido objeto de estudios teóricos y experimentales por muchos años, debido a su presencia en sistemas semiconductores. Estos sistemas constituyen la base de todos los computadores modernos. En la superficie de intersección entre silicio y óxido de silicio los electrones quedan atrapados en lagunas congelando completamente el movimiento hacia la tercera dimensión. El movimiento de los electrones en estas lagunas determina el comportamiento de los circuitos.

la misma ecuación de Dirac, sin masa, pero con dos distinciones no menores: su velocidad constante pero unas 300 veces menor que la de la luz y, por supuesto, su capacidad para moverse en sólo dos dimensiones. Esta analogía ha permitido observar diversos efectos sólo reservados para sistemas muy energéticos en grafeno.

Las curiosas propiedades del grafeno prometen, por lo tanto, un gran potencial tecnológico. Algunos avances ya se han registrado a través de la creación del primer nanotransistor construido con grafeno y el desarrollo de óxido de grafeno. Sin embargo, para lograr que el potencial de este particular material se concrete será necesario dominar la técnica de crecimiento del grafeno a niveles que permitan su uso industrial. Por esta razón, los esfuerzos de investigación actual en el tema continúan enfocándose en problemas como el crecimiento, la estructura y la dinámica de las capas de grafeno.

Más información:

http://static.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2010/sciback_phy_10.pdf

Del autor

ALVARO NUÑEZ



Profesor asistente del DFI.

Licenciado en Física de la Universidad de Chile y Doctor en Física de la Universidad de Texas, USA.

Su áreas de especialidad son la física del sólido, magnetismo y spintrónica.

COLECCION DE ARTICULOS DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA