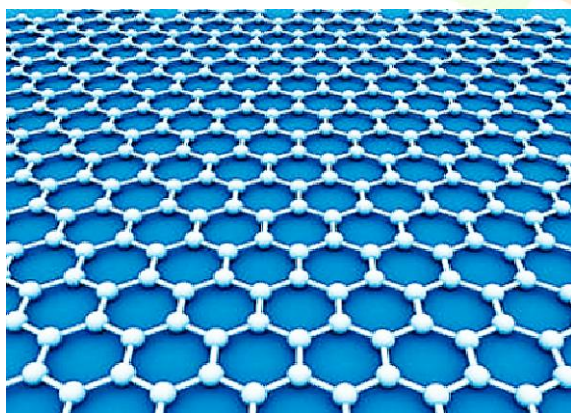


## Una mirada al grafeno desde el conocimiento de los metales

Siendo mi área de trabajo la ciencia de los materiales, en su momento me entusiasmo que el premio Nobel de Física 2010 hubiera sido otorgado a dos investigadores por haber obtenido un “nuevo” material: el *grafeno*. Claro que, mientras yo estoy acostumbrada a trabajar con las muestras macroscópicas tridimensionales de mis metales, Andre Geim y Konstantin Novoselov, nacidos y graduados en Rusia, y que realizan sus investigaciones en la Universidad de Manchester de Inglaterra, fueron galardonados por haber trabajado con un material bidimensional (2D), presente sólo a escala nanométrica<sup>1</sup>, formado por una monocapa de átomos de carbono densamente empaquetados en una configuración hexagonal plana como la mostrada en *Fig. 1*.



*Fig. 1 Representación de grafeno perfecto - Espesor del tamaño de un átomo (Fuente: Wikipedia).*

El enlace químico del grafeno y su estructura se describieron durante la década de 1930 y su estructura de bandas electrónicas fue calculada por primera vez en 1949, mientras que la designación *grafeno* fue oficialmente adoptada en 1994, después de haber sido usada indistintamente con la de *monocapa de grafito*. A pesar de que otras formas del carbono son los conocidos *grafito* y *diamante*<sup>2</sup>, los *fullerenos* (que pueden describirse como moléculas de carbono de forma aproximadamente esférica) obtenidos en 1985, y los *nanotubos* de carbono (descritos como hojas de grafeno enrolladas formando cilindros de diámetro del orden de los nanómetros) obtenidos recién en 1991, fuertes conceptos teóricos hacían presupo-



Autor:

**Alicia Sarce**

Doctora en Ciencias Físicas (UBA)

Ex Coordinadora y Ex Docente en Materiales del Instituto Sabato (UNSAM-CNEA)

Investigador Consulto (CNEA)

Miembro del Consejo Académico del Instituto Sabato

ner que el carbono bidimensional no podía existir en estado libre a la temperatura ambiente. Los premiados pudieron en 2004, sin embargo, preparar láminas estables formadas por unas pocas capas de grafeno (incluso algunas monocapas) por exfoliación de pequeños trozos de grafito (*Fig. 2*) y realizar con ellas experimentos que abrieron enormes posibilidades en el campo de la electrónica y lo han convertido “en el material ideal para la investigación en el siglo XXI”.

### Sus propiedades más destacadas

Por ahora se conoce su alta conductividad eléctrica y térmica (es diez veces mejor conductor que el cobre). Es prácticamente transparente, posee alta densidad (ni siquiera átomos tan pequeños como los de helio pueden atravesarlo), evidencia también gran resistencia a ácidos y hasta soporta la radiación ionizante. A pesar de que es flexible, es muy resistente (100 veces más fuerte que el acero). Actualmente también se están investigando sus propiedades antibacterianas.

### Posibles usos

Sus propiedades hacen al grafeno potencialmente apto para ser usado en la fabricación de pantallas táctiles, celdas fotoeléctricas orgánicas, paneles luminosos, diodos eléctricos emisores de luz, sistemas para sensores biológicos, físicos y químicos, membranas para desalinizar agua y para depurar aguas contaminadas y especialmente para ser usados en transistores. Hasta el presente, este es el mayor uso que se le ha dado al grafeno. Ya en febrero de 2010, IBM anunció la creación de

un transistor con este material que podría ser el componente clave para la creación de nuevos dispositivos ultraveloces que revolucionarían el campo de la electrónica y las comunicaciones. Más recientemente, Samsung ha desarrollado junto con la Universidad Sungkyunkwan de Corea del Sur, un método para sintetizar grafeno a grandes escalas por medio de procesos similares a los de la fabricación del silicio, lo que permitiría, a mediano plazo, que la empresa pueda empezar a usar el grafeno como sustituto en la fabricación de chips.

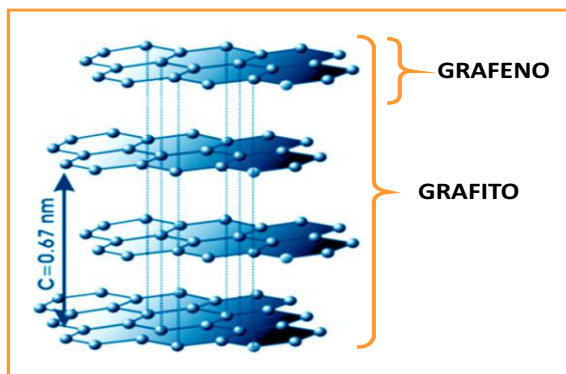


Fig. 2 Comparación entre la monocapa del GRAFENO y las múltiples capas del GRAFITO.

**Interés científico**

Para no perder la carrera por su control, la Unión Europea anunció en 2013 el lanzamiento de la iniciativa Graphene Flagship, proyecto que pretende unificar los esfuerzos de los principales equipos humanos del continente, desde los investigadores más básicos hasta las grandes compañías.

En Argentina, según señalan los conocedores del tema, este campo de investigación tiene un desarrollo aún incipiente. Sólo por señalar aquí algunos trabajos, mencionaré que en el Instituto de Investigaciones Físicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA, CONICET-UNLP), se encuentra uno de los pocos grupos del país que se dedica, entre otros estudios, a su obtención. En el Instituto de Física "Enrique Gaviola" (IFEG, CONICET- Universidad Nacional de Córdoba) otro grupo está enfocado al estudio de las propiedades eléctricas y de transporte. En el Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable de la CNEA y el Instituto Balseiro se estudian propiedades electrónicas y de transporte de los electrones en el grafeno, como así también los efectos que sobre él tienen los campos electromagnéticos. En la

Facultad de Matemática, Astronomía y Física de la Universidad Nacional de Córdoba, investigadores concluyeron mediante cálculos que el haz de un láser de luz infrarroja interrumpiría la conductividad eléctrica del material, que podría, entonces, volverse aislante. De comprobarse experimentalmente, el descubrimiento tendría un gran impacto tecnológico ya que hasta el presente su increíble conductividad también constituyó su principal debilidad, por la imposibilidad de "detenerla" o interrumpirla. Esto permitiría "prender y apagar" su conducción. El Centro de Física y Metrología del INTI está trabajando en colaboración con el Instituto Nacional de Metrología de Estados Unidos (NIST), con el objetivo de tomar experiencia para la fabricación de las muestras de grafeno, que serán luego caracterizadas en Argentina para determinar su posible aplicación en metrología.

Y si se busca en páginas serias de INTERNET se encuentran más y más laboratorios involucrados, dedicados al estudio del grafeno y más y más posibles aplicaciones. ¿Por qué no cristalizaron esas aplicaciones desde 2004 hasta 2017? Viendo desde lejos el tema me animo a decir (cosa que podrían refutar los estudiosos del material) que reside en la dificultad de obtener muestras de calidad de un tamaño adecuado para esas aplicaciones. Aquellas en las que el material que se necesita puede tener defectos, parecen menos lejanas.

**Conclusión**

Con estos pocos ejemplos, es claro que el grafeno es, por la potencialidad de sus propiedades, uno de los materiales más promisorios en el campo de la innovación tecnológica. En una conversación telefónica organizada por la Academia Nobel, Geim ya señaló: "Aún no conocemos todas las aplicaciones posibles del grafeno", y añadió que espera "que pueda cambiar nuestras vidas como lo hizo el plástico".

**ABREVIATURAS**

CNEA: Comisión Nacional de Energía Atómica.  
 UBA: Universidad de Buenos Aires.  
 UNLP: Universidad Nacional de La Plata.  
 UNSAM: Universidad Nacional de San Martín.

**REFERENCIAS**

1 Siendo 1 nanómetro =  $10^{-9}$  m.  
 2 Ver Hojita de Conocimiento "Una mirada al interior de los materiales" Páginas 119,120.

Publicación a cargo del Dr. Daniel Pasquevich y la Lic. Stella Maris Spurio.  
 Comité Asesor: Ing. Hugo Luis Corso - Ing. José Luis Aprea.  
 Responsable Científico: Dr. Gustavo Durfo.  
 Versión digital en [www.cab.cnea.gov.ar/ieds](http://www.cab.cnea.gov.ar/ieds)  
 Los contenidos de este fascículo son de responsabilidad exclusiva del autor.



**Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable**  
**Comisión Nacional de Energía Atómica**

Tel: 011-4704-1485 [www.cnea.gov.ar/ieds](http://www.cnea.gov.ar/ieds)  
 Av. del Libertador 8250 (C1429BNP) C. A. de Buenos Aires - República Argentina  
 Año de edición: 2017 ISBN: 978-987-1323-12-8