

EL GRAFENO, ESCONDIDO DENTRO DE UNA PUNTA DE LÁPIZ

Ricardo Rangel¹, José Luis Cervantes², Verónica Cedeño², Juan José Alvarado³

¹ División de estudios de posgrado, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Michoacana de S.N.H., Morelia, Michoacán, México.

² Estudiante del programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Química, División de estudios de posgrado, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Michoacana de S.N.H., Morelia, Michoacán, México.

³ Jefe del Departamento de Física Aplicada, CINVESTAV-Unidad Mérida, Mérida Yucatán, México.

La mayor parte del tiempo de nuestra vida diaria, nos encontramos en contacto con diferentes cosas que nos parecen tan cotidianas, que creemos que éstas no poseen algún atributo especial, tal como lo es un simple lápiz; el cual es utilizado universalmente y que nos permite escribir, dibujar o pintar. ¿Quién habría de decir que en punta cilíndrica y larga de grafito, traería consigo lo que hasta ahora se ha convertido en uno de los materiales prometedores para el futuro? Con claridad nos referimos al grafeno. El grafeno es un material que proviene del grafito, y fue descubierto por Andre Geim y Konstantin Novoselov en el 2004. El grafeno consiste en una estructura bidimensional de un átomo de espesor, con hibridación sp^2 , donde los átomos de carbono se encuentran fuertemente unidos, en una superficie uniforme, ligeramente plana, con ondulaciones, que asemejan en su estructura a un panal de abejas.



Fig. 1. Punta de lápiz de grafito.

A su configuración atómica hexagonal, se le atribuyen propiedades excepcionales, como la transparencia; la

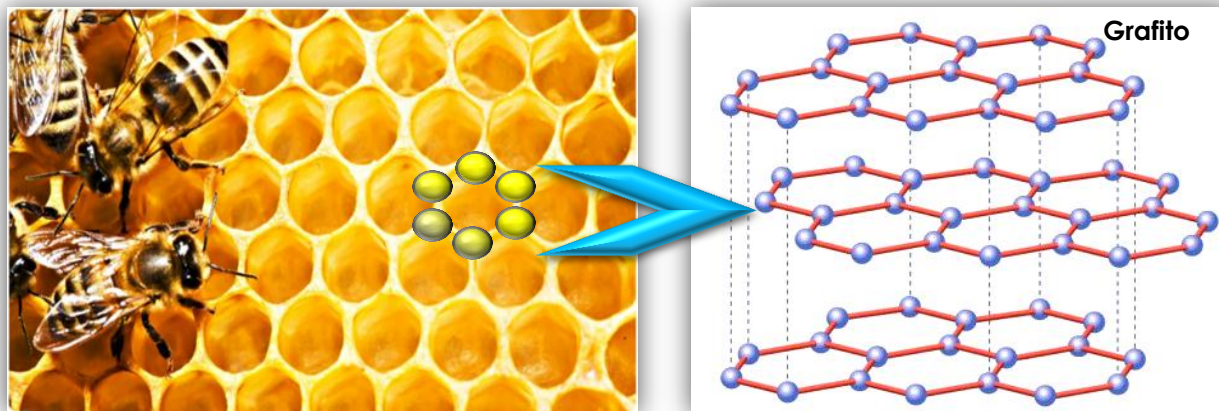


Fig. 2. Panal de abejas y comparado con el grafito.

cual es una propiedad óptica de algunos materiales que permiten dejar pasar con facilidad la luz. Es un material doscientas veces más resistente que el acero pero doscientas veces más ligero que éste. Posee alta dureza, y podemos equipararlo con el diamante, siendo el grafeno mucho más duro que éste. También tiene una gran flexibilidad, lo que significa que puede doblarse fácilmente sin romperse, inclusive puede modificarse su superficie con otros elementos o compuestos dando lugar a cambios en sus propiedades fisicoquímicas.

Adicionalmente, se sabe que el grafeno posee una elevada conductividad térmica, permitiendo con ello transmitir el calor a través del mismo. Además, posee una conductividad eléctrica considerable, lo cual significa que requiere de una menor cantidad de electricidad para transportar energía y es mejor conductor que el cobre [1,2].

El grafeno ha cobrado interés en diferentes campos y tiene una amplia gama de aplicaciones, por ejemplo, en la fabricación de transistores, propiciando que los procesadores sean mucho más rápidos y evitando la pérdida de energía en forma de calor; esto se debe a que el grafeno presenta un menor calentamiento al conducir los electrones. Se proyecta que con el grafeno pudieran fabricarse pantallas flexibles y transparentes, reemplazando materiales actualmente utilizados en la manufactura de dispositivos electrónicos. Su aprovechamiento energético se verá reflejado en baterías duraderas y mucho más rápidas de cargar. Por otro lado, el grafeno tiene un gran potencial para el uso en energías renovables. Tal es el caso de las celdas solares las cuales pueden llegar a tener una mayor eficiencia convirtiendo esta energía solar en electricidad. Por otro lado, el grafeno podría ser utilizado en pinturas de exterior con la misma funcionalidad que un panel solar [3-5].



El grafeno posee propiedades antibacteriales, que bien pueden usarse en la fabricación de muebles con recubrimiento de grafeno que inhiban el crecimiento de las bacterias. También se sugiere su uso en la medicina participando en la mejora de tratamientos contra el cáncer. Por si esto fuera poco, un grupo de la Universidad de Manchester dirigido por K. Novoselov, descubrió que el grafeno puede autorepararse [6]. Sin embargo, a pesar de todas estas maravillosas propiedades, la producción de grafeno hoy en día sigue siendo materia de investigación constante, debido a que no es tan simple su obtención monolaminar, la cual posee todos los atributos descritos.

Fig.3. Aplicaciones del grafeno.

Existen diferentes métodos para su obtención. Uno de esos procesos es la exfoliación mecánica, utilizada por los descubridores del grafeno, este proceso es muy simple y consiste en la descamación del grafito pirolítico de alta orientación. En este caso, empleando una cinta adhesiva, esta se adhiere sobre el grafito y posteriormente se retira, quedando adheridas sobre su superficie hojuelas delgadas, las cuales posteriormente son extraídas mediante un lavado con acetona y colocadas sobre una oblea de silicio [7].

Una alternativa es utilizar la exfoliación química, en la cual se emplea una solución de nitrato de sodio, permanganato de potasio y ácido sulfúrico concentrado, (conocido como método de Hummers) [8]; la cual en contacto con el grafito da lugar a la formación del óxido de grafito.

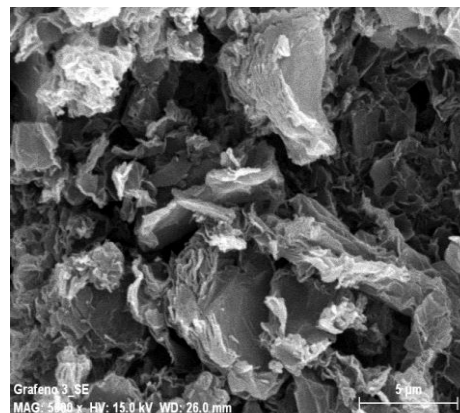


Fig. 4. Grafeno, imagen de microscopía electrónica de barrido

Después de la oxidación a la que se somete el grafito, se continúa con la exfoliación por medio de un baño de ultrasonido, con lo cual se da lugar al óxido de grafeno y el cual posteriormente al reducirse, se obtiene el grafeno. Éste método nos permite obtener el grafeno en polvo. En la Fig.4.se puede observar el grafeno obtenido a partir de exfoliación química en nuestro laboratorio

Ésta es una de las técnicas más utilizadas hoy en día, sin embargo, el método de depósito químico en fase vapor o mucho más conocido por sus siglas en inglés como CVD (chemical vapor deposition) también es muy empleado, ya que permite producir de forma masiva y con calidad películas de grafeno. Es una propuesta muy prometedora debido a que es relativamente barata y pueden llegar a producirse películas de áreas grandes constituidas por una sola lámina. El proceso se desarrolla en un horno tubular en el que crea una atmósfera de gases argón-hidrógeno, en una proporción adecuada, y mediante la elevación de la temperatura a 1000°C en presencia de un gas precursor de carbono, (por ejemplo, el metano). Este se descompondrá sobre un sustrato (usualmente cobre) para dar lugar a la formación del grafeno.

La Fig.5 muestra la imagen de microscopía electrónica de barrido de una película de grafeno en monocapa, la cual aparenta ser una sábana ondulante, cubriendo la superficie del sustrato. Es difícil concebir que éste material que observamos en las Figs. 4 y 5, el cual se aprecia en una forma modesta y simple; pueda tener todas estas cualidades y las potencialidades de aplicación descritas anteriormente; las cuales son la base del desarrollo en muchos ámbitos de la tecnología actual. Desde el ámbito biológico con la inhibición del crecimiento de bacterias hasta el poder elevar la eficiencia de las celdas solares, para un mejor aprovechamiento de fuentes de energía renovables, tal como lo es el caso de la radiación solar. Sin duda el grafeno es un material innovador, no únicamente por sus propiedades fascinantes y diversas, sino también por todas las posibles aplicaciones que se vislumbran. Como aprendizaje, reflexionemos que no hay que subestimar las cosas pequeñas que nos rodean, porque éstas pueden llevar consigo una gran sorpresa; nuestro trabajo consistirá en descubrirlas.

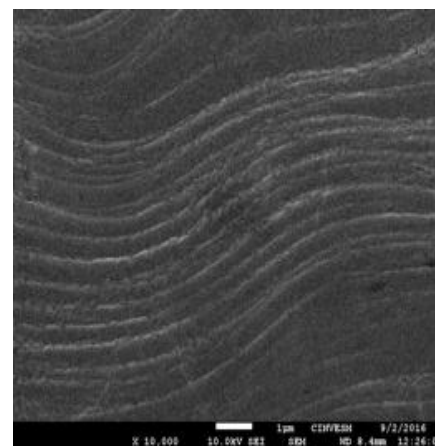


Fig.5 película de grafeno, imagen de microscopía electrónica de barrido.

Agradecimientos.

Los autores agradecen el apoyo de la Red de Energía Solar. Por su apoyo y colaboración a los técnicos académicos Wilian Cahuich, Dora Huerta, José Bante, Daniel Macías y Beatriz Heredia, adscritos al CINVESTAV-Unidad Mérida.

Referencias

- [1] Basu S. y Bhattacharyya P. 2012. Recent developments on graphene and graphene oxide based solid state gas sensors. *Sensors and Actuators B*, 173, 1-21.
- [2] Wang H., Yuan X., Wu Y., Huang H., Peng X., Zheng G., Zhong H., Liang J. y Ren M. 2013. Graphene based materials: Fabrication, characterization and application for decontamination of wastewater and waste gas and hydrogen storage /generation. *Advance in Colloid and interface science*.
- [3] Kim S.R., Parvez M.K. y Chhowalla M. 2009. UV-reduction of graphene oxide and its application as an interfacial layer to reduce the back-transport reactions in dye-sensitized solar cells. *Chem Phys Lett* 2009; 124.
- [4] Novoselov K.S., Geim A.K., Morozov S.V., Jiang D., Zhang Y. y Dubonos S.V. 2004. Electric field effect in atomically thin carbon films. *Science*, 306,666.
- [5] Grande L., Teja C.V., Wei D., Bower C., Andrew P. y Ryhänen T. 2012. Graphene for energy harvesting/storage devices and printed electronics. *Particuology*, 10, 1-8.
- [6] Zan R., Rammase Q.M., Bangert U. y Novoselov S. 2012. Graphene re-knits its holes. *Nano letters*, 12, 3936-3940.
- [7] Yin M.H., Hao L.Y., Dan L.J., Zhong S., Shen W. A.T., Chen W. 2013. Manipulating the electrical and chemical properties of graphene via molecular functionalization. *Progress in Surface Sciences* 88, 132-159.
- [8] Hummers W.S. y Offeman R.E. 1958. Preparation of graphitic oxide. *Journal American Chemical Society*. 80,339.

