

INDICE

Editorial	1
¿Cómo fabrico un material "nano"?	3
Nanomateriales (de carbono) que curan	9
Nanomateriales eléctricos y energéticos.....	12
Nanomateriales (de carbono) que limpian.....	21
Nanomateriales que interaccionan con la luz.....	25
Nanomateriales reactivos (nanocatalizadores).....	28

Editorial

Nanomateriales de Carbono en el siglo XXI

La nanotecnología permite diseñar materiales a escala nanométrica y sus aplicaciones. El desarrollo de dichas tecnologías está revolucionando diversos campos, como es la medicina, la electrónica, la ingeniería ambiental, los procesos de producción... y un largo etcétera. Es en la segunda mitad del siglo XX cuando se comienza a experimentar y teorizar sobre estos nanomateriales, pero en los últimos 25 años se ha producido un notable incremento de la actividad de investigación debido al desarrollo de potentes técnicas instrumentales de síntesis y caracterización. Sin embargo, la inmensa mayoría de la población está siendo ajena a esta revolución. Es por ello que desde el año 2016 se viene organizando el festival de Nanociencia y Nanotecnología *10alamos9*, en el que miles de personas interaccionan con las diferentes actividades que se realizan en torno a la nanociencia y la nanotecnología. El festival pretende, de una forma amena y emocionante, acercar a todos los públicos la escala nanométrica, sus efectos y cómo este conocimiento va a cambiar nuestras vidas a través de innumerables aplicaciones y productos. Es un evento de *divulgación científica* que llega cada año a un número mayor de personas, desde estudiantes a público en general. Se cumple así el objetivo de informar a la ciudadanía sobre los avances científicos que se están desarrollando, para comprender el papel fundamental que el conocimiento científico supone a nuestro modo y calidad de vida.

Dado que los materiales de carbono son fundamentales en la nanotecnología, en 2019 el Grupo Español de Carbón (GEC) se unió al festival, organizando una serie de conferencias dirigidas al público en general en Málaga. Para ello, se contó con la participación del Área de Cultura del Ayuntamiento de Málaga y se organizaron ocho conferencias a lo largo del mes de mayo en el MUPAM (Museo del

Patrimonio Municipal). Esta actividad complementa otras actividades realizadas por los socios del GEC en torno a la divulgación científica. En este sentido, el GEC realiza desde el año 2017 diversos eventos de divulgación científica en Zaragoza, a través de los investigadores del Instituto de Carboquímica, organizando diversos talleres, seminarios, y la actividad *"Pregunta a un futuro científico"*.

En la edición de este año del festival *10alamos9* 2020, el festival cuenta con alrededor de 50 sedes y, por primera vez, se han unido institutos de otros países, como Portugal, México y Guatemala. Además, este año, debido a la situación en la que nos encontramos, se ha incluido una actividad on-line, denominada *"Vermut de nanociencia"*, consistente en una serie de seminarios en streaming realizados durante la crisis del coronavirus acerca de la nanociencia, la nanotecnología y sus aplicaciones, en la que han participado varios miembros del GEC y que está teniendo un gran éxito. Todas estas actividades confirman la dedicación de los investigadores del GEC, no sólo para desarrollar conocimiento científico, sino para divulgarlo a la población general. De esta manera, el GEC entiende que la divulgación Científica es cada vez más importante y, por ello, anima a los socios a transmitir el conocimiento a la Sociedad.

En el Festival organizado en Málaga se contó con la participación de los siguientes miembros del GEC: Manuel J. Pérez Mendoza, de la UGR, que impartió la conferencia introductoria *"¿Cómo fabrico un material nano?"*; M. Olga Guerrero-Pérez, de la UMA, con *"Nanomateriales que curan"*; María Pérez Cadenas, de la UNED, con *"Nanomateriales que separan"*; Raúl Berenguer Betrián, de la UA, con *"Nanomateriales eléctricos y energéticos"*; Covadonga Pevida García de INCAR-CSIC, con *"Nanomateriales que limpian"*; M. Ángeles Lillo Rodenas, de la UA, con

Editoras Jefe:

M^a Ángeles Lillo Ródenas
Universidad de Alicante

Covadonga Pevida García
Instituto de Ciencia y Tecnología del Carbono CSIC

Editores:

Carolina Belver Coldeira
Universidad Autónoma de Madrid

Raúl Berenguer Betrián
Universidad de Alicante

Tomás García Martínez
Instituto de Carboquímica (CSIC)

Manuel J. Pérez Mendoza
Universidad de Granada

Fabián Suárez García
Instituto de Ciencia y Tecnología del Carbono CSIC

que interacciones con la luz”; y Tomás García Martínez, del ICB-CSIC, con “Nanomateriales reactivos”. La última charla fue impartida por M. Jesús Lázaro, del ICB-CSIC, sobre “Nanomateriales de Carbono: Pasado, Presente y Futuro”. Con ello, se brindó a los asistentes una idea general sobre cuáles son los nanomateriales de carbono y sus aplicaciones en diversos campos. El público que asistió mostró su satisfacción, y el interés quedó patente por la gran cantidad de preguntas y discusiones que surgieron al final de cada conferencia.

La **nanociencia** consiste en el estudio de los procesos fundamentales que ocurren en estructuras de 1 a 100 nm y la **nanotecnología** se basa en la fabricación de materiales, estructuras, dispositivos y sistemas funcionales a través del control y ensamblado de la materia a la escala del nanómetro (0.1-100 nm), así como la aplicación de nuevos conceptos y propiedades que surgen como consecuencia de esta escala tan reducida. Centrándonos en nanomateriales de carbono, se va a hacer un repaso de los grandes descubrimientos. El primero a mencionar es la síntesis del fullereno C_{60} por Curl, Kroto y Smalley en 1985, aunque su estructura icosaédrica había sido descrita teóricamente por Osawa en 1970. Este descubrimiento les condujo al **Premio Nobel de Química en 1996** y supuso el impulso definitivo para el estudio de nanoestructuras derivadas del carbono. En 1991 Iijima obtuvo por primera vez unas estructuras microscópicas con forma de aguja, que hoy conocemos como **nanotubos de carbono**, que también habían sido descritos con anterioridad, concretamente en 1952, por los investigadores rusos Radushkevich y Lukyanovich. El premio Príncipe de Asturias en Investigación Científica y Técnica en 2008 fue otorgado a Iijima. En 2004 se obtuvo por primera vez una lámina de grafeno aislada, y en 2010 el Premio Nobel de Física fue concedido a los científicos Gueim y Novoselov por sus innovadores estudios sobre este material.

Es imposible hablar del desarrollo de los nanomateriales de carbono en los últimos 25 años sin resaltar el trabajo de Mildred Dresselhaus, Millie, conocida como la reina del carbono por sus investigaciones sobre las propiedades fundamentales de este elemento, uno de los grandes ignorados en su época y gran protagonista a día de hoy por materiales como el grafeno. La Dra. Dresselhaus realizó influyentes trabajos en nanomateriales como el grafeno, fue la primera persona en sacar partido del efecto termoeléctrico a nanoescala, estudió el grafito e hizo grandes aportaciones al conocimiento del fullereno.

Vemos, por tanto, que los nanomateriales de carbono se han desarrollado en los comienzos de este siglo XXI y apenas estamos comenzando a ver las primeras grandes aplicaciones de los mismos. Sin duda en las próximas décadas seremos testigos del desarrollo de muchas tecnologías que mejorarán nuestras vidas gracias a ellos. El presente volumen contiene un resumen de los principales avances científicos que se están realizando en torno a este

interesantísimo y apasionante campo. Lejos de ser tediosos y meticulosos artículos científicos, están redactados de manera clara y sencilla con el objetivo de que cualquier persona pueda comprenderlos y para que sirvan también como material docente, con el ánimo de acercar la nanotecnología a todos los ciudadanos, tarea sin duda primordial para los miembros del GEC.

M. Olga Guerrero-Pérez
Departamento de Ingeniería Química.
Universidad de Málaga, E29071, Málaga (Spain)

María Jesús Lázaro Elorri
Instituto de Carboquímica, CSIC
C/ Miguel Luesma Castán, Zaragoza (Spain)