

La revolución de la nanotecnología

La variedad de ámbitos de aplicación de la nanotecnología confiere a esta disciplina un gran potencial para la transformación económica de los países y la modificación de los procesos productivos de sus industrias. De ahí la implicación de los organismos gubernamentales y el sector privado, que está propiciando el surgimiento de centros de investigación, el lanzamiento de programas de I+D y el establecimiento de alianzas para el desarrollo de nanomateriales de uso multidisciplinar.

A pesar de que la exploración de la nanotecnología lleva décadas estudiándose, su conocimiento a nivel empresarial y social no está tan extendido. Pero ¿en qué consiste exactamente? Cada uno de los tramos de un milímetro dividido en 1 millón de partes es un nanómetro (nm). Todos los objetos con un tamaño entre 1 y 100 nm entran dentro de la escala nano. Una vez aclarado este concepto, el Dr. Antonio Correia, fundador y presidente de la Fundación Phantoms y coordinador de la Red Española de Nanotecnología (NanoSpain) explica que “la nanociencia radica en estudiar la materia a escala nanométrica, mientras que la nanotecnología se ocupa del desarrollo de aplicaciones y dispositivos basados en las propiedades que presentan los materiales a esa escala de tamaños”.

El estudio de esos elementos a tan pequeña magnitud se justifica porque sus propiedades varían considerablemente comparadas con las cualidades a escalas superiores, por lo que se busca comprender el comportamiento de la materia en la denominada “nanoescala” y transformar esos conocimientos en nuevos productos y aplicaciones. “El poder ‘jugar’ con la materia en esas dimensiones tan pequeñas nos permite descubrir nuevas e infinitas propiedades y posibilidades que podrían llegar a ser aplicables en un futuro”, resume Correia.

La nanotecnología propone revolucionarias soluciones en múltiples sectores, mediante el rediseño de los sistemas de producción y la obtención de nuevos materiales y dispositivos

Sectores de impacto

La comunidad científica lleva años investigando con átomos, moléculas, nanotubos de carbono, nanopartículas, grafeno, nanohilos, cadenas de ácido desoxirribonucleico (ADN), proteínas, liposomas, virus, anticuerpos, etc. con el objetivo final de poder implementarlos en un gran número de industrias.

Actualmente existen múltiples aplicaciones nanotecnológicas en distintos ámbitos sectoriales, tal y como menciona el Dr. Correia:

- **Textil.** Elaboración de nanomateriales para su incorporación en el equipamiento de trabajo, como tejidos que protegen contra el fuego, repelen el agua y gestionan el control térmico.
- **Automotriz:** Desarrollo de microfibras basadas en carbono y cien veces más fuertes que el acero en la producción de motores; lunas más resistentes; agentes reforzantes en neumáticos; productos de caucho; recubrimientos anticorrosión; o uso de fibra de carbono en el desarrollo de piezas para aligerar el peso de la carrocería.
- **Construcción.** Los nanomateriales se pueden aplicar a productos como el cemento, mortero y hormigón, pinturas, revestimientos, materiales aislantes y vidrio, contribuyendo a la reducción de peso o mejorando sus funcionalidades (durabilidad, fortaleza, ligereza, resistencia al fuego, estabilidad térmica, autolimpieza y/o propiedades foto catalíticas).
- **Medicina.** Se está investigando en nanosensores que son capaces de detectar una sola célula cancerígena en sangre y marcarla con nanopartículas magnéticas, de forma que es posible saber con detectores externos en qué lugar se encuentra para aplicar una terapia focalizada. También se han desarrollado técnicas de detección de glucosa en sangre mucho más precisas y no invasivas, así como implantes, prótesis o sistemas de administración de fármacos por chip.
- **Medioambiente.** Desarrollo de materiales, energías y procesos no contaminantes, como los nanocatalizadores, que consiguen hacer de las reacciones químicas procesos más eficientes y limpios; producción de materiales más eficaces en obras de ingeniería; nanosensores para la detección de sustancias químicas dañinas o gases tóxicos; o materiales para optimizar la remediación del suelo, el agua y el aire contaminados.

En construcción, los nanomateriales se pueden aplicar a productos como el cemento, el hormigón, aislantes, pinturas o revestimientos

- **Energía.** Perfeccionamiento de los sistemas de producción (como los LED) y almacenamiento de energía (materiales nanoporosos) mediante la mejora de los materiales conductores (ahorro de energía); elaboración de células fotovoltaicas y sus componentes; nanotubos y partículas para su uso en condensadores y baterías; nanomateriales para la aplicación en el campo de la producción de energía alternativa; y materiales conductores para generar aislantes térmicos más eficientes.
- **Electrónica.** Elaboración de componentes electrónicos que aumentan considerablemente la velocidad de procesamiento en las computadoras; creación de semiconductores; nanocables cuánticos; circuitos basados en grafeno; o nanotubos de carbono.

Alianzas internacionales

El potencial de esta tecnología es tal, que los gobiernos de los países más desarrollados han fomentado las inversiones en esta disciplina durante los últimos 20 años, especialmente en

Estados Unidos, Corea del Sur y Japón, que se encuentran a la cabeza de la investigación en nanociencia por el elevado presupuesto que le dedican.

El Dr. Correia destaca el papel que está desempeñando Europa en los últimos tiempos, especialmente mediante los proyectos denominados flagship, que conllevan una inversión muy importante (en torno al billón de euros en 10 años) y cuentan con cerca de 150 instituciones involucradas tanto del mundo académico como de la industria. Estas investigaciones han llevado a la UE a encabezar el ranking en ciertos sectores punteros como el grafeno y la nanomedicina. Además, la iniciativa intergubernamental de apoyo a la I+D+i cooperativa en el ámbito europeo Eureka está fraguando un nuevo proyecto, denominado Eureka Graphene Cluster, para impulsar las empresas de dicho sector.

La Unión Europea encabeza el ranking en ciertos sectores punteros como el grafeno y la nanomedicina

Asimismo, la nanotecnología es una de las seis tecnologías facilitadoras esenciales de la Unión Europea, clave en la política industrial. Tanto es así, que el Programa Marco de Investigación e Innovación (Horizonte 2020) prevé que en el próximo año “las nanotecnologías estén completamente integradas en nuestra vida diaria, proporcionando beneficios para los consumidores en diversas áreas, como la alimentación y la salud, y generando nuevas soluciones industriales. Por ello, significarán una mejora en la productividad, una mayor eficiencia del uso de los recursos, así como vías de desarrollo sostenible”.

Pero los organismos públicos no son los únicos que muestran interés por esta disciplina. “La actividad de las empresas en el campo de la nanotecnología pone de manifiesto la proximidad al mercado de algunos de los descubrimientos que se gestaron en los laboratorios hace algunos años”, relata el presidente de la Fundación Phantoms. De modo que, en los países punteros en la materia, en torno a tres cuartas partes del gasto nacional en investigación y desarrollo procede del ámbito privado, muy proclive a establecer alianzas entre compañías de distintos ramos científicos para reforzar la combinación de sus avances y descubrimientos. No obstante, se estima que la nanotecnología generará un negocio global superior a los dos billones de euros en 2020 y entre 2 y 6 millones de puestos de trabajo desde 2015.

Por todo ello, los países que lideran la investigación tecnológica a escala mundial (EE.UU., Australia, Japón, Corea del Sur, la India, China e Israel) se han volcado en la creación de centros de investigación y en el lanzamiento de iniciativas de I+D internacionales. Entre ellas, dos en las que la participación de España es notoria: el Foro Estratégico Europeo sobre Infraestructura de Investigación (ESFRI), con un papel clave en la formulación de políticas sobre infraestructuras de investigación; y el International Iberian Nanotechnology Laboratory (INL), que pretende crear comunidades científicas sólidas entre España y Portugal con especial atención al espacio europeo, Latinoamérica y Mediterráneo. Correia también pone en valor el papel importante del

ICEX con el Plan Español de Internacionalización de la Nanotecnología, que coordinó a través de su fundación durante más de 10 años.

Incorporación industrial

Para el Dr. Correia “es evidente que la nanotecnología abre la puerta a nuevas aplicaciones procedentes del intercambio de ideas propio de los espacios multidisciplinares y a las poderosas técnicas de fabricación y síntesis que se están desarrollando”. Con todo, considera que la llegada de esta disciplina a las fábricas para su comercialización masiva requiere “una etapa de maduración que permita superar muchos de los problemas que tiene su transferencia a una escala industrial”. Por eso recuerda que, aunque actualmente ya se están desarrollando muchas aplicaciones, aún deben evolucionar tecnologías capaces de manipular y ensamblar miles de millones de nano-objetos para obtener materiales o dispositivos capaces de llevar a cabo funciones complejas.

APLICACIONES INDUSTRIALES

Fuente: Fundación Phantoms

Además, todo el proceso conlleva una serie de retos que hay que superar. Por un lado, trabajar con tecnología más avanzada trae consigo un gran coste que la ciencia debe subsanar encontrando financiación a través de las diferentes agencias estatales nacionales. Por otro, existen aspectos legales y éticos del uso de las nanotecnologías en diferentes aplicaciones que hay que abordar desde los entes especializados a fin de normar su uso, lo que “puede retrasar algunos desarrollos, pero es indispensable hacerlo pues se trata de una nueva tecnología”. En este sentido, la Unión Europea, como los países líderes en I+D+i, lleva años invirtiendo en procesos de protocolización dentro de la investigación y el desarrollo de instrumentos de medición y pruebas para garantizar la seguridad de estos materiales sin imponer barreras innecesarias a su avance.

A la vez que se trabaja en la superación de estos desafíos, la nanotecnología se irá incorporando a las industrias, para lo que, según Antonio Correia, se usarán dos tipos de procesos:

- **Descendentes o top-down**, en los que se parte de sistemas de gran tamaño para conseguir sistemas con partes nanométricas mediante técnicas de molienda, ataque, corte, pulido, litografía, pirólisis, etc.
- **Ascendentes o bottom-up**, en los que a partir de pequeñas unidades -átomos, moléculas o diversas nanoestructuras- se ensamblan sistemas enrevesados capaces de realizar diversas funciones de una complejidad creciente. Esta última estrategia es propia de la biología, que es una gran fuente de inspiración para la nanotecnología.

En cualquier caso, su evolución industrial es notable, ya que la nanotecnología propone soluciones revolucionarias en múltiples sectores mediante el rediseño de los sistemas de producción y la obtención de nuevos materiales y dispositivos mientras “se postula como una de

las bases de la próxima revolución industrial”.

Ha colaborado en la elaboración de este artículo...

Antonio Correia es Doctor en Ciencia de Materiales por la Universidad de París, gracias a su trabajo de investigación realizado en el Centro Nacional para la Investigación Científica de Francia (CNRS).

Ha trabajado en Francia en el CNRS y en España en el CSIC, ambos institutos nacionales de investigación. Es autor o coautor de más de 60 artículos científicos en revistas internacionales y editor invitado de varios libros. Ha participado en 10 proyectos europeos desde el año 2004 como coordinador o miembro del comité de coordinación.

En la actualidad, es fundador y presidente de la Fundación Phantoms, organización sin ánimo de lucro creada en noviembre 2002 en Madrid, que es miembro de la red NanoSpain, que aglutina a 380 grupos de investigación y empresas (más de 4.000 investigadores) en nanociencia a nivel nacional.