

La tecnología de lo mínimo

Txt: Ana de la Hoz

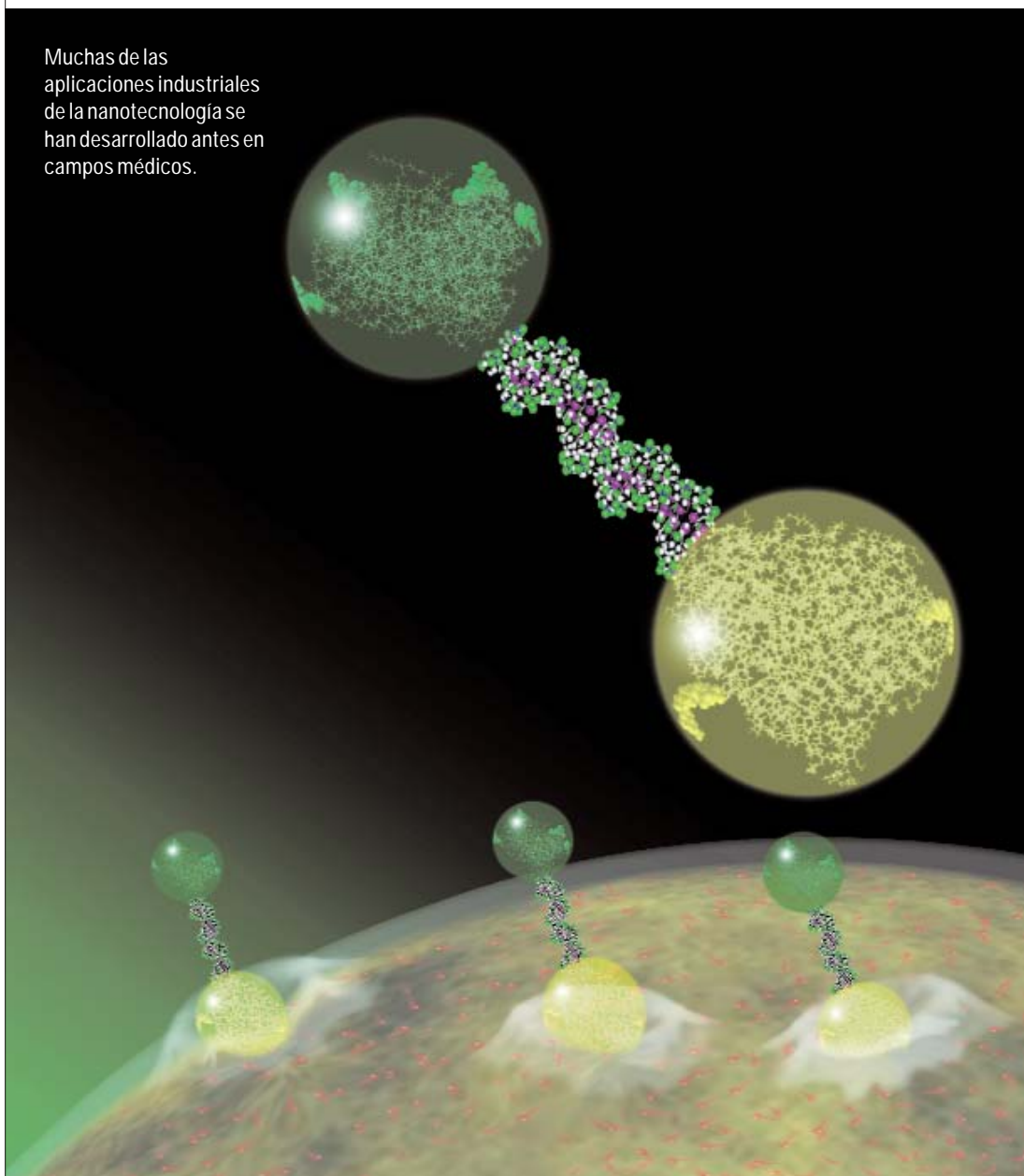
Paso a paso, la nanotecnología se impone en la industria. España, aunque sigue padeciendo una alta dependencia tecnológica, se está incorporando con fuerza a este proceso. Empresas como Nanoespacio, Nanotec Electrónica, Nanotecnología Spain o Avanzare están abriendo camino en una disciplina cada vez más imprescindible.

Se imagina un jersey que se adapta a la temperatura exterior siendo válido para el verano y el invierno?; ¿un plástico que se autorregenera cuando se rompe?; ¿un dispositivo que incrementa enormemente la densidad de almacenamiento de datos?; ¿un

sistema de filtrado de agua y aire? y ¿una computadora diminuta?

Son sólo algunos de los descubrimientos alcanzados gracias a la nanotecnología, es decir, el estudio, diseño, creación, síntesis, manipulación y aplicación de materiales, aparatos y sistemas funcionales a través del control de la materia a nano escala. Tal como explica en una entrevista Juan J. De Miguel, profesor titular en el departamento de Física de la Materia Condensada de la Universidad Autónoma de Madrid, para entender esta ciencia hay que remontarse a los años ochenta, cuando surgió la microscopía túnel de barrido o de fuerza atómica, que primero hizo posible observar los materiales a escala atómica y, después, manipular los átomos individuales.

Muchas de las aplicaciones industriales de la nanotecnología se han desarrollado antes en campos médicos.



La nanotecnología puede suponer una nueva Revolución Industrial porque abre las puertas a la creación de materiales a medida

El prefijo nano hace referencia a la milmillonésima parte de un metro. Un átomo es la quinta parte de esta medida y cinco átomos puestos en línea suman un nanómetro (nm). Explicarlo con una comparación es muy útil para hacerse a la idea de la medida con la que se trabaja en el mundo de la nanotecnología: el diámetro de un cabello humano es de 10.000 nanómetros, evidentemente, todo un gigante en este campo.

Imagen cortesía de: Michigan Center for Biological Nanotechnology.

NUEVAS PROPIEDADES

El profesor De Miguel también explica cómo a esta escala las propiedades de los materiales cambian y

asegura que, por tanto, éstas dependen del tamaño. Sin duda, lo más significativo de la nanotecnología es que puede suponer una

nueva Revolución Industrial porque abre las puertas a la creación de materiales a medida, a través de la manipulación de sus átomos,

EL NEGOCIO NANOTECNOLÓGICO ESPAÑOL

Una de las iniciativas con más historia es la de la empresa Nanotec Electrónica. En 1998, cuatro profesores de la Universidad Autónoma de Madrid la pusieron en marcha con un único recurso: un microscopio de fuerzas atómicas, una evolución del de efecto túnel, que habían fabricado ellos mismos. La venta de la primera unidad vino seguida de otras sin interrupción.



Los microscopios de Nanotec trazan un mapa topográfico de la superficie que se quiere analizar.

Hoy, la entidad comercializa sus microscopios estándar, con modificaciones a medida si el cliente lo requiere, en todo el mundo y, principalmente, en España, Europa y Japón. "Nuestra baza es que somos una empresa pequeña (la plantilla la componen 15 empleados) pero muy flexible", resalta su director general, Rafael Fernández. Aunque el éxito también proviene de "una herramienta de marketing muy novedosa: un software gratuito que además de controlar nuestros microscopios permite procesar las imágenes resultantes de los de la competencia", detalla Rafael Fernández.

De todos modos, para entender la importancia de este software hay que explicar cómo funciona un mi-

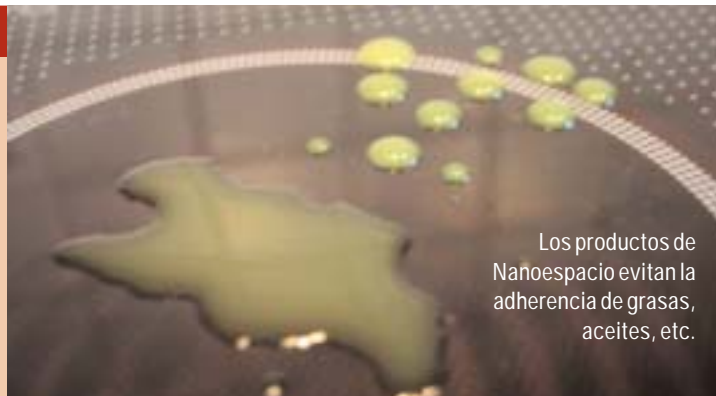
croscopio de estas características, que nada tiene que ver con el concepto tradicional, el de observar a través de una lente. En el de fuerzas atómicas una punta, controlada por dicho software, traza un mapa topográfico de la superficie del elemento analizado a escala nanométrica. El resultado es un informe de alturas y no de colores. Fernández añade que "lo más significativo no es sólo que permite distinguir objetos de la altura de un átomo sino que la punta puede hacer las funciones de sensor para modificar, mover, presionar...".

REVESTIMIENTOS NANO

El cometido de Nanotecnología Spain es aplicar la nanotecnología al tratamiento de las superficies en el ámbito industrial a través de la investigación. Sus recubrimientos, de una gran resistencia, facilitan la limpieza gracias a que las moléculas nanométricas que los componen reducen la tensión superficial e impiden que la suciedad se adhiera.



Y es que tales revestimientos pueden ser realmente útiles aplicados a las fachadas de los edificios o en el sector del transporte ya que permiten su limpieza con el agua de la lluvia y ofrecen soluciones antigraffiti. También, evitan el desgaste producido por las condiciones atmosféricas, reducen las manchas de la contaminación, el musgo y el crecimiento bacteriano y la erosión de las superficies. Además, Adam Prats, gerente de Nanotecnología Spain, señala que estos



productos son más económicos que los tradicionales. En cuanto a las ventajas de las nanopinturas, Prats indica que "son hidrófugas y repelentes al aceite; pueden convertir una superficie en conductora, anti-vaho, antihuellas, antibacterias o antihielo; presentan una excelente protección anticorrosiva con una resistencia térmica en parte hasta los 1.100° C; evitan la utilización del cromo para la protección del aluminio y los metales ligeros; e incluso, en su producción, se elimina el uso de procesos y materiales tóxicos".

Precisamente, es la protección contra la corrosión en metales donde hoy día el departamento de I+D de la compañía está centrando sus esfuerzos. "El mercado pide pinturas más económicas y eficientes. Nuestro reto: ofrecérselas innovando y respetando el medio ambiente", dice Prats.

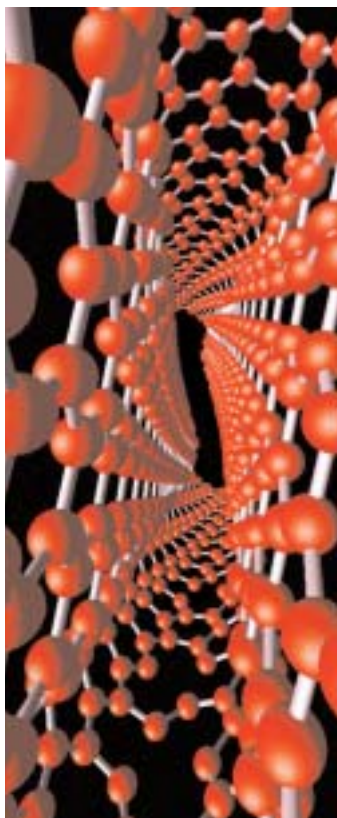
ANTIESTÁTICOS

Por otra parte, Nanoespacio, mayorista exclusivo de Percenta Europe en España, también distribuye productos nanotecnológicos que, principalmente, permiten limpiar y revestir una gran variedad de superficies. "Nuestros revestimientos evitan de una forma duradera la adherencia de grasas, aceites, agua y repelen otras manchas sin afectar ni a la transpiración, ni a la apariencia de los materiales", detalla David Vivancos, director general de Nanoespacio. La compañía además comercializa artículos para el antiempañamiento, antiestáticos o antipolvo y antifuego.

Avanzare Innovación Tecnológica es otra firma cuya actividad se concentra en la nanotecnología. Además de investigar por encargo de otras empresas, diseña y produce dispositivos basados en el empleo de nanomateriales, como sensores para la industria agroalimentaria, medioambiental o del vino.

Una de sus últimas aportaciones al mercado, desarrollada junto a la compañía Dolmar –que comercializa productos enológicos, de filtración y de limpieza, equipamientos para bodegas, etc.–, ha sido un sensor para la detección de pesticidas en la uva o directamente en el vino, de modo que pueda controlarse si las cantidades empleadas han sobrepasado las marcadas por la ley.

Otra de las propuestas desarrolladas por Avanzare es un nanomaterial que se ocupa de la destrucción y la eliminación del olor y de la humedad así como del control de la temperatura del calzado. "Este proyecto, llevado a cabo junto a Arne Plant, un fabricante de plantillas, deja a un lado la inmovilización de los olores por absorción a través de carbono activo (las plantillas de este material una vez "cargadas" de bacterias dejan de ser útiles)", asegura Javier Pérez, responsable de proyectos. El nuevo nanomaterial con el que se producen dichas plantillas elimina tales bacterias quemando el olor e incluso aprovecha esta materia olorosa para producir otros olores más agradables.



El prefijo nano hace referencia a la millonésima parte de un metro, lo que da una idea del tamaño de esta tecnología.



Algunos detergentes ya incorporan soluciones nanotecnológicas en su composición.

que además no tienen por qué existir en la naturaleza. A partir de aquí, los posibles desarrollos son inmensos. Es difícil equivocarse: van a afectar significativamente a cualquier cosa que nos rodee y a la calidad de nuestra vida. Edificios, ropa, transporte, maquinaria... todo fabricado con nuevos materiales, aparatos y sistemas poco costosos y con propiedades únicas.

Tal como avanza Pedro A. Serena, investigador científico del Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (ICMM), dependiente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), "cuando la nanotecnología comience a implantarse en los procedimientos de fabricación, la repercusión que tendrá en la industria será equivalente o superior al impacto que ha supuesto la incorporación de las tecnologías de comunicación e información en el ámbito empresarial". A lo que Serena añade para puntualizar: "Las industrias que están basadas en la generación y uso de nuevos conocimientos serán las que más rápidamente investiguen y adopten nuevas metodologías de producción centradas en paradigmas nanotecnológicos como la fabricación *bottom-up* (de abajo hacia arriba), que incluirá estrategias a partir del autoensamblado, la nanomanipulación, etc."

Para Rafael Fernández, director general de la compañía Nanotec Electrónica, que fabrica y comercializa microscopios para el área de nanotecnología, "hoy, en los albores del siglo XXI, estamos en los preliminares. Aunque, en comparación con 20 años atrás, el avance ha sido espectacular". Esta ciencia, comenta, Rafael Fernández, "ya está presente en la fabricación de los circuitos integrados de cualquier producto electrónico, en la medicina e incluso en algunos detergentes al incorporar nanopartículas". Pero todavía queda mucho tiempo hasta ver hecha realidad esta Tercera Revolución Industrial.

Además, David Vivancos, director general de la empresa Nanoespacio, distribuidora de productos nanotecnológicos, incide en que existe un desconocimiento generalizado por parte de la sociedad de lo que es la nanotecnología. "Es absolutamente fundamental in-

del denominado Primer Mundo". Cada uno de estos gobiernos ha ido incrementando sus inversiones años tras año, pese a que también ha sido relevante "la inversión privada (sobre todo en Japón y Estados Unidos), lo que constituye un indicador nítido de las expecta-

La Comisión Europea quiere impulsar la nanotecnología "para mantener la competitividad de las empresas del Primer Mundo"

vertir en la educación general para que se entienda su significado y su importancia en el progreso de la sociedad"; precisa Vivancos.

INVERSIÓN PRIVADA

En el editorial del número 34 de la revista *mi+d*, dedicado por completo a la nanociencia y a la nanotecnología, sus autores (Antonio Correia, Juan José Sáenz y Pedro A. Serena, de la Universidad Autónoma de Madrid) detallan cómo los gobiernos de los Estados Unidos, Japón, Reino Unido, Alemania y Francia, entre otros, además de la Comisión Europea, han impulsado la nanotecnología "como elemento clave que permitirá mantener a medio y largo plazo la competitividad de las empresas e industrias

tivas puestas en la nanotecnología como creadora de riqueza". También es destacable, añade el editorial, "el esfuerzo al que se ha sumado China, de manera notable, en los últimos tres años, mostrando al mundo que su baza competitiva no se sustentará exclusivamente en la mano de obra barata".

Casi las mismas afirmaciones refleja la publicación *Nanotecnología en España*, elaborada conjuntamente por el Círculo de Innovación en Microsistemas y Nanotecnología

La compañía Nanoespacio distribuye en España los productos nanotecnológicos de Percenta Europe.



Foto: cortesía de Nanoespacio.

(Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial) y la Fundación para el Conocimiento Madri+d.

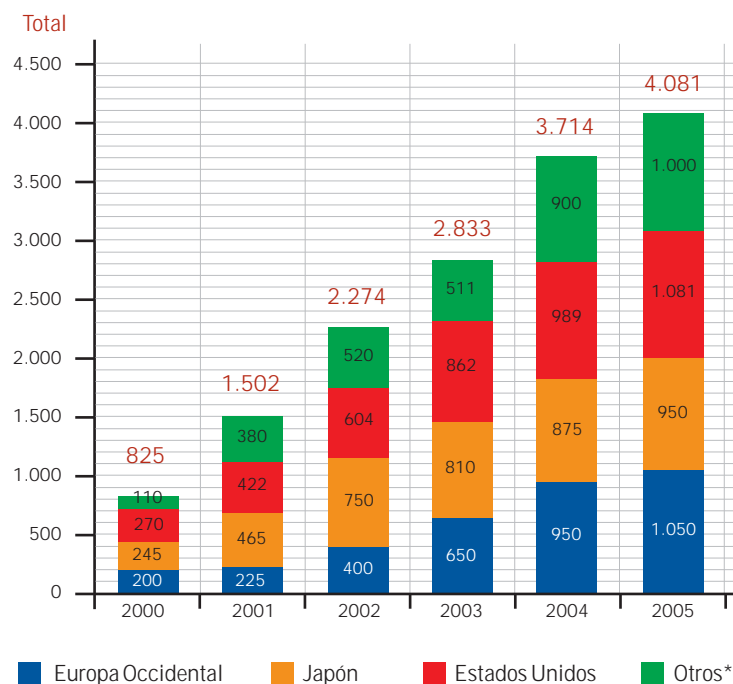
En el texto se afirma que Estados Unidos, Japón y Alemania, además de ser las primeras potencias mundiales en ciencia en general, dominan el campo de la nanotecnología. Incluso subraya que China, centrada en los nanotubos de carbono, e India son los países más productivos en este campo. La publicación constata que, actualmente, se elaboran al año más de 30.000 trabajos sobre nanotecnología en el mundo, centrados principalmente en la obtención de nuevos materiales, la fabricación de dispositivos, el estudio práctico de nuevos fenómenos, la comprobación y aprovechamiento de las predicciones teóricas y el desarrollo de aplicaciones.

EUROPA DESPUNTA

En diciembre pasado el Consejo de la UE aprobó el texto legislativo re-

Presupuesto dedicado a nanotecnología

(en millones de dólares al año)



* Australia, Corea, Canadá, Taiwán, China, Rusia, Singapur y Europa del Este.

Fuente: elaboración propia y revista *mi+d*.

La Unión Europea investiga

Séptimo Programa Marco de la Comunidad Europea de Acciones de Investigación, Desarrollo Tecnológico y Demostración (2007-2013)

	Millones de euros
Cooperación	32.413
Investigación colaborativa en las siguientes áreas temáticas:	
1. Salud	6.100
2. Alimentos, agricultura y biotecnología	1.935
3. Tecnologías de la información y la comunicación	9.050
4. Nanociencias, nanotecnologías, materiales y nuevas tecnologías de producción	3.475
5. Energía	2.350
6. Medio ambiente (incluido cambio climático)	1.890
7. Transporte (incluido el aeronáutico)	4.160
8. Ciencias socioeconómicas y humanidades	623
9. Espacio	1.430
10. Seguridad	1.400
Ideas	7.510
Consejo Europeo de Investigación (CEI) - Investigación fundamental	
Personas	4.750
Acciones Marie Curie para la formación y la movilidad de investigadores	
Capacidades	4.097
1. Infraestructuras de investigación	1.750
2. Medidas a favor de las pymes	1.336
3. Regiones del conocimiento	126
4. Potencial de investigación	340
5. Ciencia y sociedad	330
6. Desarrollo coherente de las políticas de investigación	70
7. Cooperación internacional	180
Acciones no nucleares del centro común de investigación	1.751
TOTAL	50.521

Fuente: Oficina de la Comunidad de Madrid en Bruselas y revista *mi+d*.

lativo al Séptimo Programa Marco IDT (2007-2013), así como las reglas de participación en el Programa, en vigor desde el 1 de enero de

tración. Esta vez, el presupuesto total para investigación es de 50.521 millones de euros, que se distribuyen en cuatro programas especifi-

La producción nanotecnológica de la Unión Europea en su conjunto es ligeramente superior a la de Estados Unidos

2007. Los Programas Marco plurianuales son el principal instrumento de la Unión Europea para financiar actividades de investigación, desarrollo tecnológico y demos-

cos: cooperación, ideas, personas y capacidades. En el primero de estos programas, el cuarto lugar ha sido asignado a nanociencia, nanotecnologías, materiales y nue-

vas tecnologías de producción con 3.475 millones de euros. En el Sexto Programa Marco se dedicaron a nanotecnologías, materiales multifuncionales y nuevos procedimientos de producción 1.300 millones aproximadamente.

La publicación *Nanotecnología en España* matiza que la producción nanotecnológica de la Unión Europea en su conjunto es ligeramente superior a la de Estados Unidos, con un 29% y un 26,83%, respectivamente. Así, en este aspecto, la UE se sitúa como la primera potencia mundial. Países como Alemania, Gran Bretaña, Francia, Italia e Irlanda son los protagonistas de este impulso en el Viejo Continente.

ESPAÑA INVESTIGA POCO

En España la nanociencia y la nanotecnología también se han incorporado al Plan Nacional I+D+i y a los distintos planes de las comunidades autónomas. A través de la Acción Estratégica de Nanotecnología del Ministerio de Educación y Ciencia ya se han concedido ayudas monetarias a cerca de una treintena de proyectos.

Pero, tal como aseguran los expertos, las cifras asignadas continúan siendo insuficientes. El texto *Nanotecnología en España* refleja cómo nuestro país se encuentra entre los que menos financiación pública per cápita dedican a la I+D en nanotecnología, con niveles similares a Portugal y Grecia, e inferiores a 0,05 euros por habitante.

“La inversión actual en nanotecnología en España es pequeñísima”, afirma David Vivancos, director general de Nanoespacio

Además, las empresas todavía no han tomado esta bandera. Los directivos y los emprendedores deben concienciarse de que la nanotecnología puede ser la precursora



Foto: cortesía de IBM Microelectronics Division.

de una nueva Revolución Industrial y no nos podemos quedar atrás. En este sentido, Pedro A. Serena constata que “el tejido industrial español se beneficiará seguramente de la llegada de la nanotecnología. Sin embargo, si se confirma lo que históricamente viene ocurriendo con las olas tecnológicas que han ido emergiendo, esa llegada será en forma de productos y metodologías adquiridas al exterior y no desarrolladas por los propios sectores productivos, por lo que seguiremos padeciendo una alta dependencia tecnológica”

DÉFICIT DE INVERSIÓN

David Vivancos, de Nanoespacio, también es tajante al respecto: “Por desgracia, somos un país acostumbrado a licenciar la tecnología en

vez de a desarrollarla, y el precio de esto a largo plazo es inmensamente mayor, además de crear una dependencia tecnológica”. Y apunta que “la inversión actual en nanotecnología en España es pequeñísima comparada incluso con países con un PIB mucho menor”. Según sus palabras, lo mismo ocurre con la publicación de resultados científicos y más aún con las patentes. “Para poder estar en primera línea en cuanto a investigación nanotecnológica se debería invertir mil veces más de la cifra actual”, manifiesta Vivancos. De este modo, se atraería a científicos, se dispondría de capacidad para formar a otros nuevos, y existiría la posibilidad de adquirir los medios materiales necesarios para su desarrollo.

Pedro A. Serena sigue compartiendo la opinión de este empresario: “Nuestro país no tiene un papel de liderazgo nanotecnológico porque a pesar de los esfuerzos que se están haciendo desde la Administración, tanto el grado de finan-

IBM Microelectronics Division aplica la nanotecnología en la fabricación de circuitos de microchips.

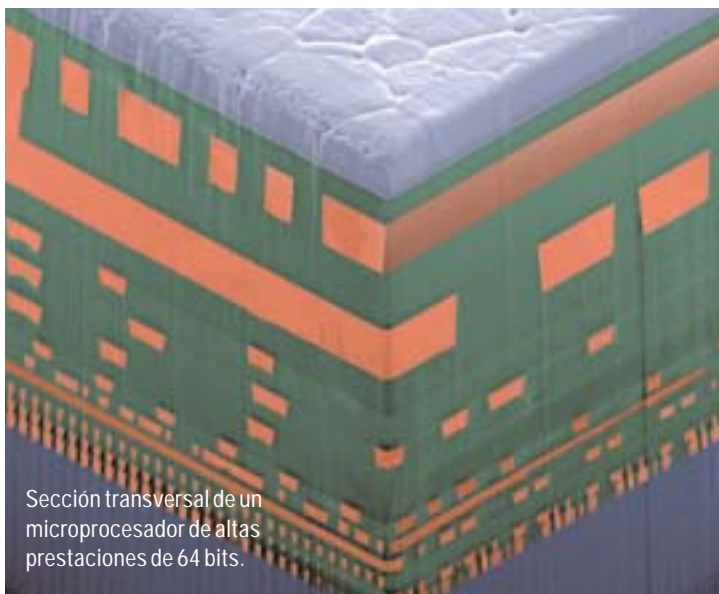


Foto: cortesía de IBM Microelectronics Division.

Sección transversal de un microprocesador de altas prestaciones de 64 bits.

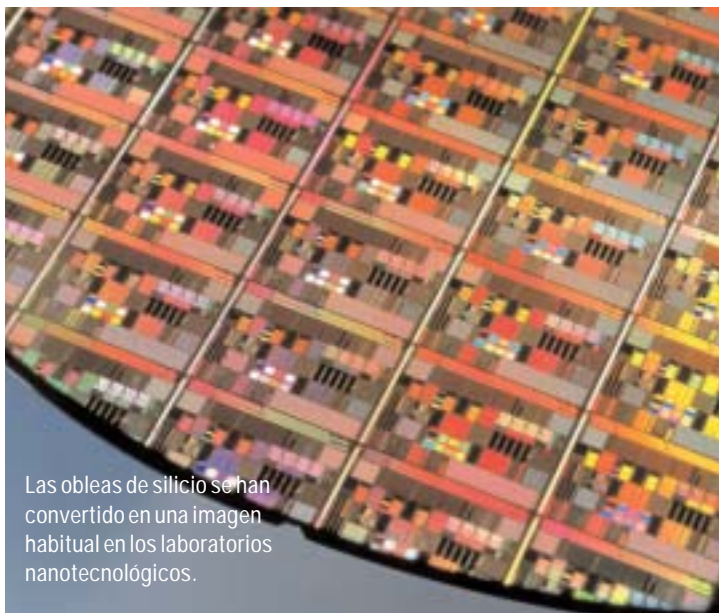


Foto: cortesía de IBM Microelectronics Division.

Las obleas de silicio se han convertido en una imagen habitual en los laboratorios nanotecnológicos.

ciación de I+D como el número de investigadores continúa siendo relativamente bajo:

RED NANOSPAIN

En lo concerniente al ámbito científico español, la cosa cambia. La red, coordinada por la Fundación Phantoms y el CSIC, NanoSpain (www.nanospain.org) es el punto de encuentro de la nanotecnología nacional que reúne a unos 1.200 investigadores y algo más de 200 grupos de investigación, con un objetivo común: acercar el nanomundo a la sociedad. Además, en nuestro país se celebran anualmente, y desde hace seis años, las

conferencias "Trends in Nanotechnology", un escaparate de la investigación española que además congrega a lo más granado del área internacional. El mismo texto *Nanotecnología en España* indica que nuestro país se ha colocado en la quinta posición en Europa en cuanto al número de trabajos científicos publicados relacionados con este campo y entre los 12 que más publican en el mundo.

Según adelanta Serena del Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (ICMM), "desde los muchos centros dispersos por la geografía española del CSIC se están liderando diversos proyectos de carácter básico o aplicado relacionados

con la nanotecnología. En particular, en el ICMM el peso de tal actividad supone, por ejemplo, un 30% de las publicaciones científicas o las tesis doctorales desarrolladas". También comenta que los campos de investigación demuestran el impacto que hoy por hoy puede tener esta rama del saber en muchos sectores industriales.

Algunas de las áreas de investigación del ICMM son: el desarrollo de nanocomposites de carbono para disminuir la fricción; los materiales magnéticos de lámina delgada orientados al desarrollo de dispositivos espintrónicos; las láminas ultrafinas ferroeléctricas para su aplicación en sistemas electrome-

Tres aplicaciones industriales innovadoras

1º Tejido termorregulador

Los fabricantes de tejidos Avelana y Roudière han lanzado un nuevo termorregulador denominado Kii-meo. Se trata de lana de oveja merina australiana en cuyas fibras se han injertado microcápsulas, desarrolladas mediante nanotecnología, que contienen un material que se vuelve sólido ante el frío y líquido frente al calor, proporcionando una regulación térmica. Además, el tratamiento aplicado al tejido es invisible sin cambiar su textura ni apariencia. Es lavable y se puede limpiar en seco.

dustriales y, en concreto, en la producción de petróleo para separarlo fácilmente de la emulsión que forma con el agua en la superficie. Además, se puede cambiar la viscosidad del combustible, incrementando la cantidad extraída de cada reserva subterránea.

3º Desalinización por nanotubos

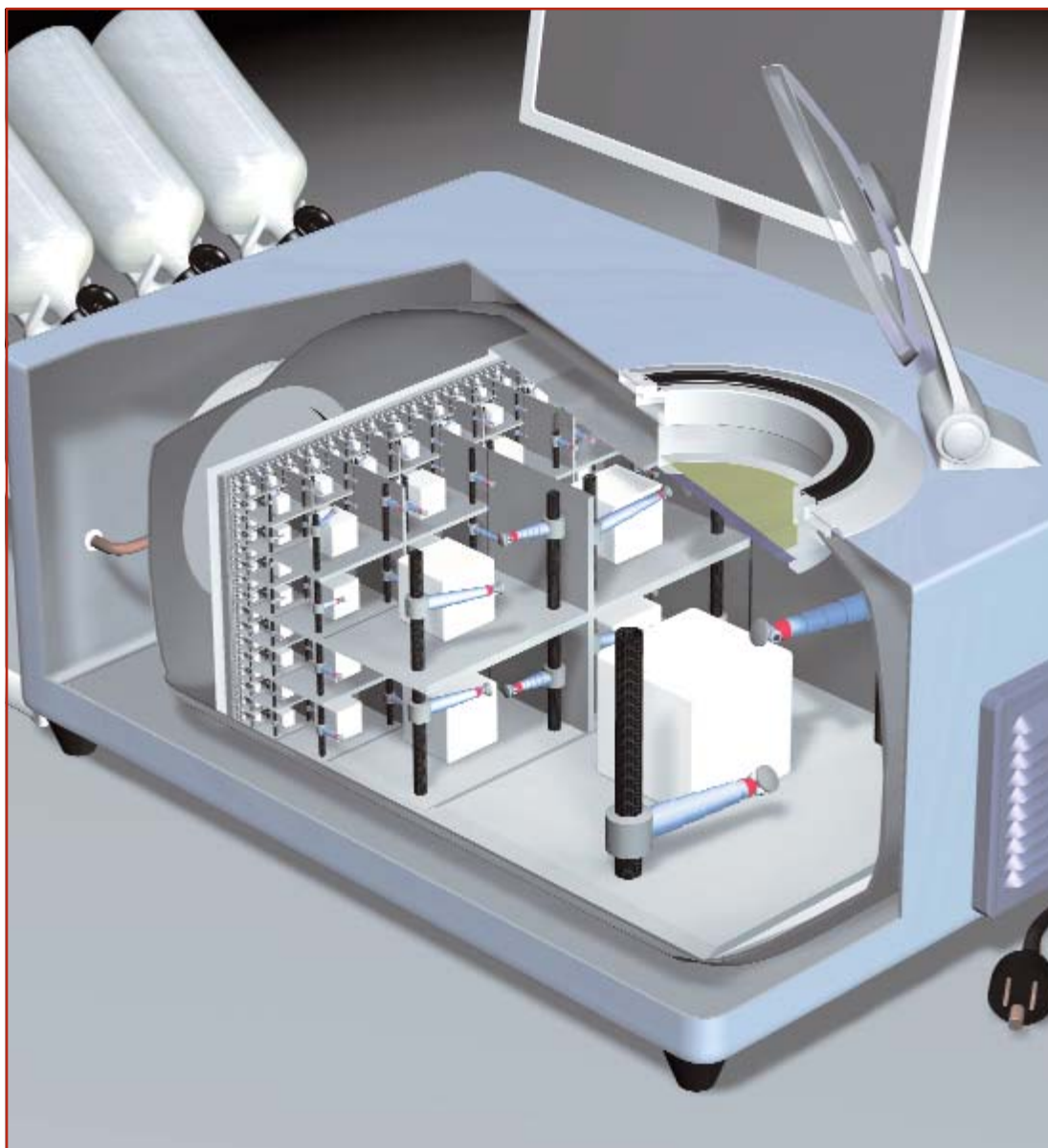
Investigadores del Lawrence Livermore National Laboratory (LLNL), según revela la revista *Technology Review*, han creado un sistema de desalinización del agua que utiliza membranas de nanotubos de carbono. Con este método se podría reducir significativamente, en un 75%, el coste de purificación del agua del océano, en comparación con los sistemas de ósmosis inversa utilizados hoy en día. Tal tecnología se convertiría además en una posible solución al acuciante problema de la falta de agua.

2º Aprovechamiento del petróleo

UQ News Online publicó en junio pasado un artículo explicando cómo investigadores del Australian Institute for Bioengineering and Nanotechnology de la Universidad de Queensland han desarrollado un sistema nanotecnológico que permite extraer más petróleo de los campos petrolíferos. Las compañías petroleras pierden dos barriles de producto por cada uno que extraen. Con esta nueva tecnología llamada Pepfactants® se aprovecharía más el preciado líquido y se podría reducir el coste de abastecer al mercado. Consiste en controlar las emulsiones y espumas empleadas en numerosos procesos in-

Los nanotubos de carbono utilizados son láminas de átomos de carbono enrolladas de forma tan ceñida que sólo caben siete moléculas de agua en su diámetro. Los nanoporos permiten que el agua fluya a la misma velocidad que por poros mucho más grandes, reduciendo la cantidad de presión necesaria para que pase a través de ellos.

Viaje al interior de una nanofactoría



Este ingenio, desarrollado por la compañía Nanorex, es un ejemplo claro de lo que puede ser el futuro nanotecnológico. Una nanofactoría, como la de la imagen, puede ayudar, aseguran sus responsables, a resolver enfermedades como el cáncer o las lesiones de médula espinal. Una vez que sus aplicaciones biomédicas estén desarrolladas, el siguiente paso puede ser su implantación en la industria.

Fuente: Lizard Fire Studios.

cánicos; las pilas de combustible bioinspiradas; los materiales compuestos cerámica-nanometal; las nanopartículas de óxidos mixtos para su uso en pigmentos y tintas; las síntesis de nanopartículas magnéticas de empleo en biomedicina; los materiales nanoestructurados de aplicación en comunicaciones ópticas; los nanosensores destinados a satélites; y los llamados

materiales nanoporosos para catalisis, entre otros.

PRIMEROS FRUTOS

Así pues, la nanotecnología está en sus inicios. No obstante, algunas empresas en España, si bien podrían contarse con los dedos, ya se han aventurado a comercializar diversos productos y a prestar servicios, principalmente, de investigación y

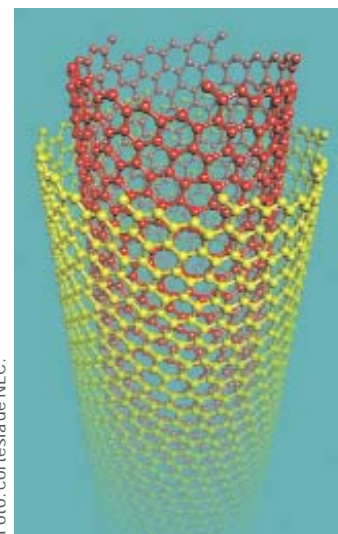


Foto: cortesía de NEC.

Estructura de un nanotubo de carbono.

consultoría. Evidentemente, como en cualquier área de negocio casi sin explorar, se trata de iniciativas emprendedoras pero que ya están empezando a cosechar éxitos.

No obstante, para Serena, "la propia empresa española es responsable de la falta de liderazgo nanotecnológico", que se debe "a que carece de una visión a medio plazo (como requiere la actividad en I+D) para ser capaz de irse adaptando a las nuevas condiciones que se suceden en un mundo de economía globalizada". Y continúa: "Los indicadores son tozudos. Basta con acudir a las fuentes de datos e intentar responder a preguntas como: ¿cuántas patentes se registran y licencian en España basadas en I+D hecha por empresas españolas? o ¿cuántos doctores desempeñan actividades de I+D en compañías españolas?". Por lo tanto, a su juicio, "con los datos en la mano, y comparándolos con los obtenidos en otros países, es fácil entender algunos de los problemas que tenemos (y que seguiremos teniendo en los próximos años). Todo esto refleja una cierta inconsciencia en la empresa española ante el tema de la I+D en general. Y en nanotecnología, la situación de ceguera es más acusada", concluye Pedro A. Serena. *