

## Nanotecnología

# Mundo en miniatura

Todo un universo a escala de moléculas y átomos. Ese es el nuevo escenario que la ciencia y la técnica se proponen conquistar en estos días. Se trata de un ámbito regido por otras leyes, que permite hacer cosas inéditas. Las grandes decisiones del futuro en materia de ciencia se jugarán en la instancia nanométrica.

/ Por María Ortiz Buchanan / Fotos: F.C.

**U**n nanómetro (nm) es la millonésima parte de un milímetro. Algunas referencias: el espesor de un pelo humano es de unos 80.000 nm; un glóbulo rojo tiene 7.000 nm de diámetro; una molécula de ADN mide aproximadamente 2,5 nm de ancho; finalmente, 10 átomos de hidrógeno alineados miden un nanómetro. La nanociencia estudia los fenómenos y la manipulación de la materia a escala atómica, molecular y supramolecular. Las nanotecnologías aplican estos conocimientos al diseño, la construcción y la aplicación de estructuras, dispositivos y sistemas en esa escala. El visionario de la nanotecnología fue el físico norteamericano Richard Feynman. En una clase magistral en el Instituto Tecnológico de California, en 1959, señaló la necesidad de la miniaturización de las computadoras. "Si queremos computadoras inteligentes -dijo-, tenemos que copiar a la biología". Y propuso como modelo de almacenamiento de

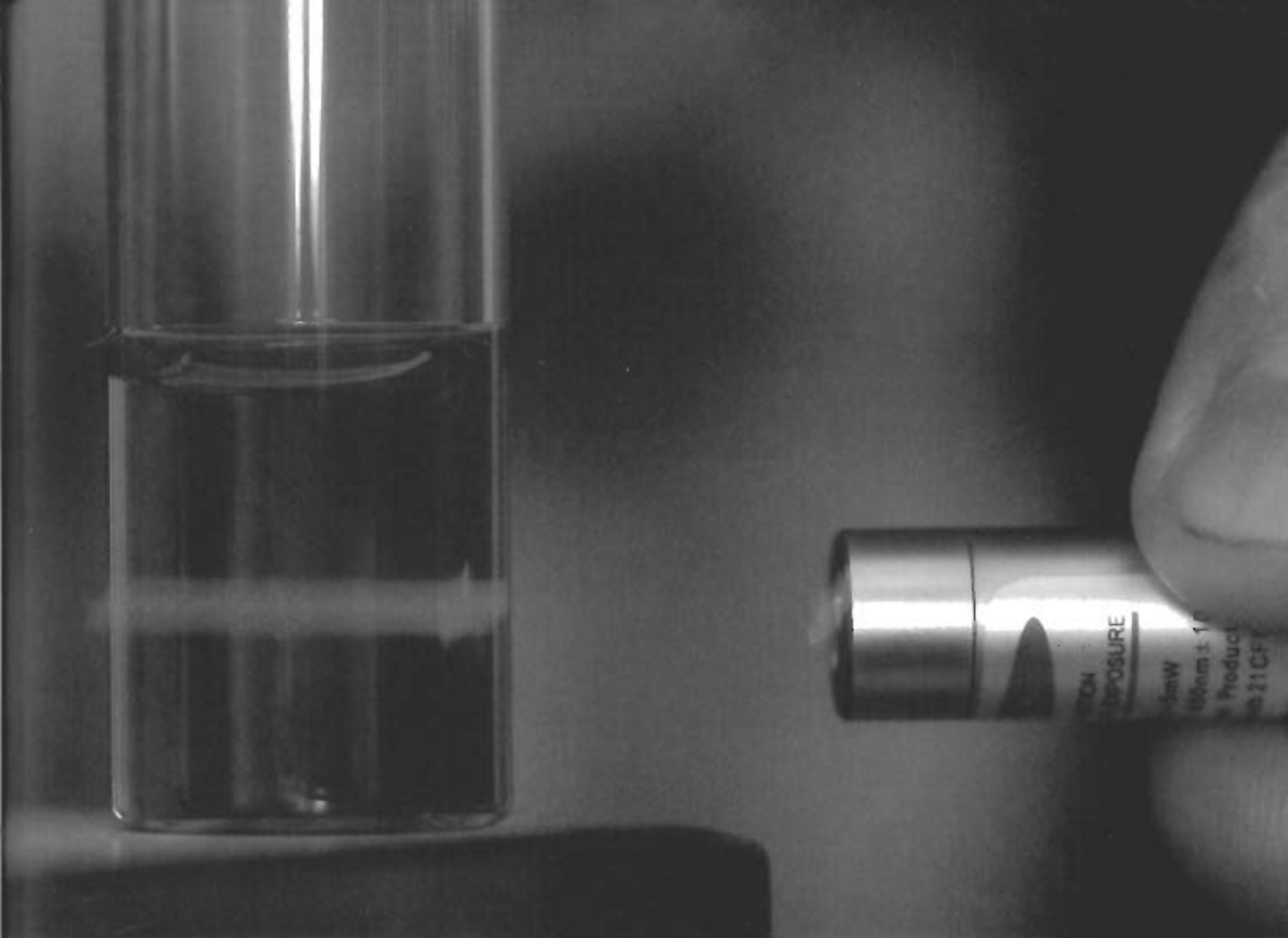
información las cadenas de ADN. "Lo primero que hay que hacer, entonces, es achicar los transistores hasta llegar a la escala molecular. Nada nos lo impide", sostuvo Feynman. "Podríamos construirlos cada vez más chiquitos o, lo más interesante, construirlos a partir de átomos y moléculas", agregó.

## La actualidad de una ciencia

¿Por qué entonces la palabra nanotecnología sólo se puso de moda 40 años después? Pues porque llevó tiempo resolver el problema de la observación y la manipulación de la materia a escala atómica y molecular. El paso decisivo se dio en 1981 con la invención del microscopio de efecto túnel. En 1986 vendría el microscopio de fuerza atómica. Sin embargo, independientemente de la imperiosa necesidad de miniaturización de los circuitos para la industria electrónica -que fue el principal motor de la investigación y desarrollo en el campo-

el enorme interés que tiene el dominio del nanomundo hoy es que la materia a esa escala tiene propiedades distintas de las que presenta cuando se la toma en una porción mayor.

"La nanotecnología tiene que ver con las tecnologías que surjan a partir de los fenómenos de nanociencia, entendiendo por éstos todos los objetos comprendidos entre 1 y 100 nanómetros. La característica fundamental de la nanociencia es que en esos objetos -que pueden ser moléculas, nanopartículas o nanotubos- las propiedades físicas, químicas, termodinámicas, ópticas, eléctricas, magnéticas y catalíticas están determinadas por su tamaño", explica Ernesto Calvo, especialista en electroquímica molecular e investigador principal del Conicet en el Instituto de Química Física de los Materiales Medio Ambiente y Energía (INQUIMAE) de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (UBA). "Como las propiedades magnéti-



> **Experimento** Las nanopartículas, en el agua, dispersan la luz del láser

cas son distintas, uno puede hacer memorias magnéticas utilizando esas propiedades. Como las propiedades catalíticas son distintas, se pueden hacer nanopartículas de catalizadores para destruir PCBs y remediar el medio ambiente. O un recubrimiento que pueda aplicarse fácilmente sobre una superficie y mate bacterias. Y eso se hace con nanopartículas de plata, por ejemplo. También se usan nanopartículas como reactivos de diagnóstico en biosensores para detectar enfermedades, en forma más económica y más práctica que la convencional”.

¿Por qué las propiedades de la materia a esta escala son distintas? Primero, porque a medida que el tamaño de una partícula disminuye, aumenta la cantidad de átomos en la superficie con respecto a los del interior y como la mayor parte de las reacciones sucede en la superficie, hay una mayor masa relativa en condiciones de reaccionar. Paralelamente, actúan los fenómenos propios de la mecánica cuántica

que rigen a esta escala. Por ejemplo, si tomamos una manzana similar a la que le inspiró a Newton la ley de la gravedad y la arrojamos contra un muro, previsiblemente la manzana se estrellará contra el muro. En el nanomundo, en cambio, si un electrón se lanza contra una barrera física equiparable al muro del ejemplo, lo traspasa. Es el efecto túnel, el fenómeno del que se sirve el microscopio para leer una superficie a nivel de moléculas y átomos.

## Redes e intercambios

“En Argentina -explica Ernesto Calvo- existen cuatro redes de nanotecnología, que se formaron a partir de una iniciativa de la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, a través de la agencia que coordina Lino Barañao, los Proyectos de Área de Vacancia (PAV). Son coordinadas por los doctores Carlos Balseiro, Roberto Salvarezza, Bruno Maggio y Alberto Lamagna y reúnen a

unos 300 investigadores”.

Existe además una específica colaboración científica con Brasil. “Hace tres años propusimos a las autoridades de los dos países copiar la estructura del Centro Argentino-Brasileño de Biotecnología, que tiene 20 años, en nuestra área. Así se creó el Centro Argentino-Brasileño de Nanotecnología (CABN), que ya realizó dos actividades importantes: la reunión Nanotecnología y Empresas, en noviembre de 2005, en la Bolsa de Comercio de Buenos Aires, y la Escuela de Nanopartículas en el INQUIMAE en mayo de este año, de la que participaron 30 científicos de Brasil, Chile, Uruguay y del interior del país y otros 30 de Capital y Gran Buenos Aires”, señala Calvo, que es el coordinador argentino del Centro, que recuerda que la próxima reunión del Centro será en Puerto Alegre en octubre próximo.

“Las redes y el Centro tienen una particularidad: con no demasiados recursos pueden mover a la gente. Así una persona



> **Investigador** El doctor Ernesto Calvo, en su laboratorio del INQUIMAE

puede ir a entrenarse al Instituto Balseiro en una técnica que no hay en Buenos Aires y un investigador de Bariloche, a su vez, puede ir al INIFTA (Instituto de Investigaciones Físicoquímicas Teóricas y Aplicadas), en La Plata, a hacer mediciones en un proyecto conjunto. La idea es fomentar la movilidad de recursos humanos, que haya intercambio en el sentido en que la gente conozca qué es lo que hace el otro y cómo puede colaborar. Es lo que se hace en Europa con los programas Erasmus”, ilustra Calvo.

Al ser interdisciplinarias, es central la colaboración entre la nanociencia y las nanotecnologías. Este experto analiza la situación: “Los desarrollos no pueden lograrlos los físicos, químicos, biólogos o ingenieros por separado. Tienen que trabajar en conjunto. Y lo mismo sucede con Brasil, que tiene características complementarias a las nuestras. Nosotros tenemos una gran tradición científica pero ellos han hecho una enorme inversión en los últimos 40 años. Tienen el sincrotrón de luz, que costó 100 millones de dólares y es una facilidad única en Sudamérica para hacer cierto tipo de experimentos y espectroscopías”. Consultado sobre la situación de la nano-

ciencia en nuestro país, Calvo evalúa: “En Argentina falta inversión. A diferencia de Brasil, que tiene un presupuesto real de ciencia y tecnología, nuestro país financia estas áreas con un crédito del BID. Se necesitan de 10 a 15 millones de dólares para equipar microscopios electrónicos. La Argentina ha desinvertido en equipamiento. Hay muy buenos microscopios electrónicos en Bariloche, pero se requiere que haya más en Córdoba, en Santa Fe y en Buenos Aires. Y además hay que contar con operadores entrenados”.

Entre los activos con que contamos hoy en día, enumera la colaboración entre las redes, “que ha producido publicaciones internacionales de excelente nivel e impacto”; los desarrollos obtenidos y patentados -en lubricación molecular, en métodos para generación de superficies nanoestructuradas y para estudios ópticos de estas superficies-; investigaciones como la que Motorola de Arizona le encargó al INQUIMAE sobre bioelectrónica molecular para desarrollar transistores moleculares que funcionen como biosensores; y las becas mixtas financiadas por el Conicet y las empresas. Según Calvo, hay unas cuatro o cinco empresas

en el país que tienen realmente a la nanotecnología bien identificada en sus negocios. “Contamos con científicos reconocidos internacionalmente como actores de la nanociencia en el mundo, pero no tenemos suficientes recursos humanos que manejen la interfase entre física y química. En Brasil evalúan abrir un doctorado en nanotecnología para solucionar ese problema”, concluye.

## Nanobalas contra el cáncer

A pocos metros del escritorio de Calvo, en el primer piso del Pabellón II de Ciudad Universitaria, está el laboratorio del INQUIMAE. Probeta y puntero láser en mano, nos recibe Pablo Scodeller, un joven bioingeniero de la Universidad Nacional de Mendoza y becario del Conicet. “Son nanopartículas de oro de 20 nanómetros en agua”, responde al ser consultado sobre el líquido del tubo, que parece agua con colorante rosado. Lo ilumina con el láser y se forma un ancho haz luminoso en el fluido. “Son las nanopartículas, que dispersan la luz del láser, explica. Si sólo hubiera agua, no se vería”.

Scodeller trabaja en su tesis doctoral sobre fabricación, caracterización y derivatización de nanopartículas. "Es decir, cómo pegarle moléculas a las partículas para aplicaciones biomédicas", aclara.

El joven investigador explica los alcances de sus pesquisas: "Las nanopartículas se usan en medicina tanto en diagnóstico como en tratamiento. En particular, se está estudiando el uso de nanopartículas para tratar el cáncer. Se inyecta a la persona con nanopartículas que llevan pegada una molécula, un anticuerpo. La nanopartícula viaja en la sangre y cuando llega a una célula cancerosa, el anticuerpo que lleva adherido acopla con el antígeno de la célula enferma. Esto permite llegar puntualmente a la célula cancerosa y, eventualmente, irradiando la nanopartícula, quemarla. El método ya ha dado resultado en ratones".

Un estudio científico reciente da cuenta del éxito de las nanobalas para tratar el cáncer de ovario en ratones. ¿En qué consiste? Son nanocápsulas de un polímero biodegradable sensible a la acidez, que sólo se disuelven y liberan la droga ante el pH bajo característico de las células de un tumor. Al mes de recibir inyecciones con estos nanodardos, los ratones presentaban tumores de la mitad del tamaño de los del grupo de control, a los que se les había administrado la droga en forma convencional. Y no presentaban efectos colaterales.

La inversión global en nanotecnología estimada para este año es de casi 10.000 millones de dólares. El Gobierno de

## Como en el MIT, pero en Campana

Federico Williams es un joven doctor en Química, especialista en Físicoquímica de las Superficies, que volvió a la Argentina en julio de 2005 después de haber trabajado nueve años como investigador en la Universidad de Cambridge



y de haber enseñado en el King's College. Por un novedoso acuerdo entre el Conicet y la siderúrgica TenarisSiderca firmado en diciembre de 2005, hoy es investigador independiente del Conicet con puesto de trabajo en el Centro de Investigaciones Industriales de TenarisSiderca (CINI), ubicado en Campana. Allí dirige el Departamento de Química de Superficies.

"En el CINI trabajan más de 100 personas, entre ellos, 20 doctores y 40 graduados en Ingeniería, Física, Química y Matemática de las universidades más prestigiosas del mundo, los que se dedican tanto a brindar soluciones a los problemas productivos de la industria de hoy como a desarrollar las tecnologías del futuro para que la empresa siga siendo líder en el mercado", cuenta. En apenas un año, Williams montó tres laboratorios -que, según comenta, en cuanto a equipamiento no tienen nada que envidiarle a los del MIT-, y conformó su propio equipo.

Nos da detalles de sus investigaciones: "Estamos trabajando en cuatro líneas. Una de ellas es la síntesis de nanopartículas fluorescentes o *quantum dots*. De hecho, María Joselevich, doctora en Química Orgánica de la UBA y miembro del equipo, desarrolló lo que bien podría llamarse CINI dot o María Dot, que es una variante menos tóxica y más económica del *quantum dot*. También hacemos superficies superhidrofóbicas, que no se mojan con el agua y tienen un ángulo de contacto muy grande a partir de materiales nanoestructurados. Este diseño está inspirado en el relieve molecular y atómico de la superficie de una hoja de nenúfar. Una tercera línea, en colaboración con el MIT, es el desarrollo de recubrimientos nanoestructurados para darle mayor dureza a superficies a alta temperatura. Y la cuarta son los recubrimientos inteligentes capaces de detectar la corrosión y liberar inhibidores de la misma".

EEUU destina anualmente más de 1.000 millones de dólares a la investigación y desarrollo en el área. Esta inversión en ciencia y técnica es sólo comparable a la que hizo para poner al hombre en la Luna. La Unión Europea invierte

una cifra similar y Japón también aparece liderando los rankings en esta disciplina. La salida de los laboratorios de estos nuevos materiales y dispositivos, algo que en parte ya viene sucediendo, cambiará el mundo.

## Las "nano-aplicaciones"

### > Biomedicina:

biosensores para diagnóstico de enfermedades, métodos de administración inteligente de drogas con precisión celular.

### > Energía:

nanocatalizadores para mejorar la combustión en motores diésel, células de combustible (hidrógeno) y fuentes fotovoltaicas (energía solar).

### > Medio ambiente:

pinturas que descomponen moléculas tóxicas, nanopartículas para remediación ambiental (catalizadores que destruyen el PCB).

### > Siderurgia:

recubrimientos nanoestructurados con propiedades antibacterianas, autolimpiantes, anticorrosivas y hasta regenerativas.

### > Industria militar:

sensores, nuevos materiales.

### > Electrónica:

computación cuántica, semiconductores, nuevos chips.

### > Industria Farmacéutica:

nanopartículas de dióxido de titanio para filtrar rayos UV en pantallas solares, nanopartículas de plata en vendas para quemaduras.

### > Cosméticos:

nanopartículas que funcionan como pigmentos.