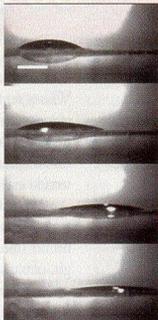


Pensar en pequeño

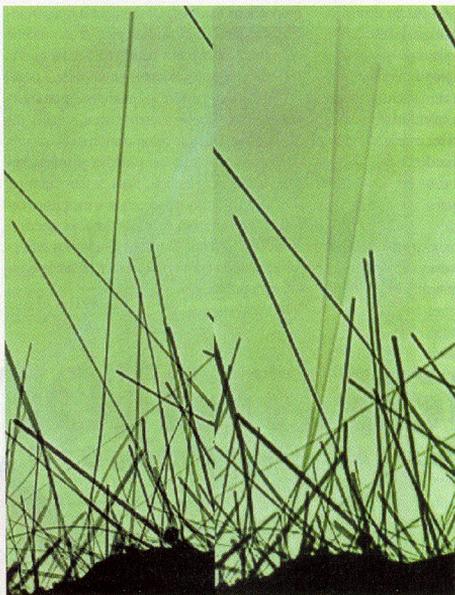
A escala nanométrica, los materiales presentan propiedades insospechadas. Los científicos pretenden aprovecharlas en el macromundo.

Hace un par de semanas, químicos escoceses dieron un paso literalmente ínfimo, pero que puede ser el primero de una revolución científica. El equipo de David Leigh, profesor de la Universidad de Edimburgo, logró sintetizar moléculas artificiales de poco más de un nanómetro (una millonésima de milímetro) bastante particulares: poseen la forma de bastoncitos rodeados por anillos en constante movimiento de un extremo a otro, pero cuando son estimuladas con luz ultravioleta, ocurre una reacción química que hace que todos los anillos se dirijan hacia un extremo. Los científicos colocaron miles de millones de estas moléculas sobre una placa de oro, en la cual depositaron una gota de agua. Luego, le dirigieron un haz de luz ultravioleta, ocurrió la reacción esperada (los anillos se acumularon en un extremo), eso hizo que la superficie se transformara de repulsiva en atractiva, modificó la tensión en la parte inferior de la gota y, como resultado, ésta avanzó un milímetro. Es más, logró trepar cuesta arriba en una pendiente de 20°. Así, por primera vez en la historia, estructuras nanométricas artificiales, invisibles al ojo humano, fueron capaces de mover un objeto visible. "Los componentes de estas máquinas sólo se mueven un nanómetro, pero son capaces de mover una gota un milímetro entero —explica a *Excilla* David Leigh—. Eso es un aumento de seis órdenes de magnitud, equivalente a que un pistón sea capaz de mover un objeto del doble de la altura que el actual edificio más alto del mundo".

Más allá de aplicaciones —ya se menciona que estas moléculas podrían servir para desplazar muestras biológicas sobre *chips* de diagnóstico de enfermedades—, el experimento demostró que es posible manipular el nanomundo para obtener resultados en el macro, algo que puede cambiar totalmente la



El escocés David Leigh creó moléculas microscópicas capaces de mover objetos macroscópicos, como esta gota. Las moléculas se activan con un haz de luz.



Los átomos de carbono sometidos a descargas eléctricas se reagrupan como tubos de escasos nanómetros de grosor, que podrían reemplazar al silicio de los computadores.

Científicos de la Universidad de Toronto la definen así: "El estudio, diseño, creación, síntesis, manipulación y aplicación de materiales funcionales, aparatos y sistemas a través del control de la materia a una escala nanométrica; esto es, a un nivel atómico y molecular, y la explotación de los nuevos fenómenos y propiedades de la materia a esa escala". O como explica Alejandro Cabrera, físico dedicado a este tema en la Universidad Católica: "La nanotecnología tiene que ver con aprovechar propiedades especiales de

materiales que sólo se dan cuando las dimensiones son nanométricas". Si fuéramos lo suficientemente pequeños, no necesitaríamos abrir puertas para atravesar paredes, porque en ese mundo no tiene sentido hablar de trayectoria, sino más bien de "probabilidades" de que una partícula se encuentre en determinada posición... Y esa es sólo una muestra. Como explica Patricio Häberle, físico de la Universidad Federico Santa María que pretende crear el primer instituto de nanotecnología del país, "el nanomundo es tan interesante, porque se rige por reglas distintas de las del macromundo, y de esa manera uno puede modificar ciertas propiedades de materiales al cambiarle el tamaño a los objetos".

LAS LEYES DE LO PEQUEÑO

Con "nanotecnología" a uno se le vienen a la mente diminutos robots micrométricos trabajando y multiplicándose. Error: esto es aún más chico.

Un cristal de cobalto de unos cuantos nanómetros de espesor puede atrapar gases como el hidrógeno o el monóxido de carbono, habilidad que un trozo "normal" del mismo metal no tiene, como han logrado demostrar en los laboratorios de la Católica. Ahora, para que esa propiedad se manifieste en nuestro macromundo y pueda utilizarse, por ejemplo, en

sensores de gases, es necesario fabricar miles de millones de cristales nanométricos de cobalto y reunirlos. Lo mismo que hicieron los escoceses con sus máquinas moleculares.

El tamaño no es lo único que importa, sino también la forma en que se ordenan los átomos. El carbono es un buen ejemplo de eso: los mismos átomos pueden dar origen a un trozo de grafito o a un diamante. Hace poco más de una década, se descubrió que, cuando eran sometidos a descargas eléctricas, daban origen a una molécula de C60, una especie de pelota de fútbol de 60 esquinas, cada una con una molécula de carbono. "Se las observó con mayor detenimiento y se vio que también se formaban unos pelitos muy pequeños, de escasos nanómetros de grosor, huecos", cuenta Häberle. Eran los nanotubos, que están probando poseer propiedades muy prometedoras. Por ejemplo, como su estructura casi no tiene defectos y no se deforman, es posible obtener un material mucho más resistente que el acero, pero bastante más liviano. Ya hay raquetas de tenis y palos de golf de nanotubos.

También han probado repeler el agua, así que se está diseñando ropa que no se mancha con nada. Pero la utilidad más importante podría estar dada por su capacidad de conducir electricidad sin disipar energía. "Su gran gracia es que conducen electricidad sin resistencia, por lo que disipan muy poco calor. Eso uno lo puede usar para conducir corriente", continúa Häberle. Hasta podrían reemplazar al silicio con el que se hacen los *chips*, que mientras más pequeños son, más calor disipan. Para ello, hay que lograr que los nanotubos se comporten como transistores; es decir, que puedan dejar y no dejar pasar electricidad, y ello quizás también sea posible: cuando el extremo del nanotubo es completamente redondo y perfecto, se comporta como superconductor; pero cuando es irregular, como una hoja de cuaderno do-



Yamira Tania

El físico Patricio Häberle trabaja en la cámara de ultravacío donde las estructuras nanométricas son caracterizadas. Para ello, se las bombardea con electrones.

blada cuyas puntas no calzan, se transforma en un semiconductor. "Un computador que sortear varios escollos. Lo primero es fabricar estas estructuras ínfimas, de pocos átomos. Con microscopios de fuerza atómica, premunidos de una punta nanométrica, es posible "pinchar" átomos y ordenarlos como uno quiera, pero ese método es lentísimo y sería impracticable para generar los millones de pequeños ladrillos que se necesitan, advierte David Leigh. "Los químicos ensamblamos moléculas de igual forma como un niño usa un Lego o mecano para construir algo—dice—. La diferencia es que nosotros ensamblamos miles de millones de moléculas idénticas simultáneamente, usando reacciones químicas cuidadosamente diseñadas. Sería demasiado lento e ineficiente si tratáramos de ensamblar molécula tras molécula o átomo a átomo".

MINIFABRICAS

Para que esta joven ciencia se convierta en tecnología pujante tiene que sortear varios escollos. Lo primero es fabricar estas estructuras ínfimas, de pocos átomos. Con microscopios de fuerza atómica, premunidos de una punta nanométrica, es posible "pinchar" átomos y ordenarlos como uno quiera, pero ese método es lentísimo y sería impracticable para generar los millones de pequeños ladrillos que se necesitan, advierte David Leigh. "Los químicos ensamblamos moléculas de igual forma como un niño usa un Lego o mecano para construir algo—dice—. La diferencia es que nosotros ensamblamos miles de millones de moléculas idénticas simultáneamente, usando reacciones químicas cuidadosamente diseñadas. Sería demasiado lento e ineficiente si tratáramos de ensamblar molécula tras molécula o átomo a átomo".

Los físicos hacen algo parecido. "Se está pensando que la manera tecnológica de emplear estructuras a esta escala es dejar que ellas se autoordenen, lo que se llama el autoensamblaje—explica Häberle—. Uno les pone las condiciones para que se ordenen de cierta manera. Lo que hay que saber es cómo modificar esas condiciones".

Una de las técnicas es la

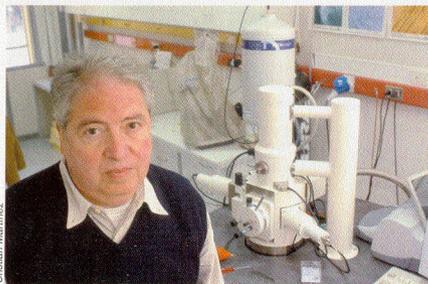
litografía. Según explica Cabrera, una máscara de polímero es bombardeada con un haz de electrones, que le produce agujeros nanométricos con la forma que el científico desee. Luego, esta máscara agujereada se coloca sobre una plaquita de silicio y se introduce en una cámara en la que se evapora metal. Este vapor se mete en los hoyos, donde sólo caben unos pocos átomos. Se saca la máscara y listo: una placa de silicio con diminutas islas de metal. "Después pruebo si las estructuras resultantes tienen alguna propiedad especial de conductividad eléctrica, magnetismo u otra", dice el profesor de la Católica.

Esa tarea también es todo un desafío. "Hay muy buenas herramientas teóricas para hacer simulación de estructuras de pocos átomos. Pero cuando se trata de hacer experimentos, es más complicado—añade Cabrera—. Es muy difícil medir, por ejemplo, cuánta resistencia de conductividad eléctrica posee un nanotubo individual. Son demasiado pequeños. Para muchas de las propiedades que queremos medir aún no existe la instrumentación".

Son tan chicos que hasta a veces es imposible saber qué forma adquieren. Lo que se suele hacer es colocar las muestras en cámaras de ultravacío y dispararle electrones. Eso estimula a la materia a que emita unos electrones secundarios especiales, especies de huella digital que dan información acerca de la estructura.

Resuelto estos dos primeros problemas, queda el de la seguridad. "Es necesario investigar los efectos toxicológicos—reconoce Häberle—. Estamos hablando de estructuras artificiales, que antes no estaban en el ambiente, y que vas a producir por billones. ¿Cómo manejo los desechos? Son tan pequeños que son muy difíciles de filtrar. Con sólo tocarlos, pueden entrar al torrente sanguíneo. Al menos los nanotubos son, en general, muy inertes y biocompatibles, porque están hechos del mismo material del que nosotros estamos compuestos, de carbono".

Christian Stüdemann H.



Cristian Martínez

Propiedades útiles en pequeños grupos de átomos busca el físico Alejandro Cabrera. Ya encontró que trozos nanométricos de cobalto pueden convertirse en sensores de gases tóxicos.