

Lo diminuto es hermoso: Traduciendo 'Nano' En Práctica

por KENNETH CHANG

En la ciencia de la nanotecnología ultra pequeña, las posibilidades futuras fabulosas pueden ser nanorobots corriendo alocadamente y capturando la mayor parte de nuestra atención, pero de los primeros frutos en este campo han sido más mundanos: pedacitos diminutos de materiales en su mayor parte ordinarios, que se acaban de instalar allí, delante nuestro. Mas estos pedacitos - las nanopartículas - desarrollan nuevas capacidades maravillosas, simplemente por ser tan pequeños.

Las Nanopartículas de varios tipos ya se encuentran en productos como bronceadores, o papeles para ser pintados. Las variedades más exóticas ofrecen promesas en la medicina para pruebas diagnósticas sensibles y tratamientos novedosos: la detección del Alzheimer encontrando una proteína en la médula espinal, por ejemplo, o nanopartículas que calientan y matan células cancerosas.

Los artesanos medievales llegaron a ser sin saberlo nanotecnólogos cuando ellos hicieron vidrio manchado de rojo mezclando cloruro de oro en el vidrio fundido. Esas esferas de oro diminutas creadas, absorbieron y reflejaron la luz del sol, de tal manera que producían un enriquecido color rubí.

La nanotecnología, las nanopartículas y todas las otras palabras con "nano" derivan de nanómetro, un billonésimo de metro, o cerca de 25 millonésimos de una pulgada. Eso es por lejos lo más más pequeño que hay en el mundo dentro los objetos comunes regidos por las leyes del movimiento de Newton, pero son más grandes que un átomo o una molécula sencilla, partículas éstas gobernadas por la mecánica cuántica.

Una nanopartícula, un objeto con un ancho de unos pocos a escasos cientos de nanómetros, contiene decenas a millares de átomos. A nivel de estos tamaño, dijo el Dr. Chad A. Mirkin, director del Northwestern University's Institute for Nanotechnology, "todo, a pesar de lo que es, tiene propiedades nuevas." Y, él agregó, "esto es donde se centra mucho del interés científico."

Este reino intermedio da lugar a una física excepcional donde las propiedades de un cambio material depende de su tamaño.

Al nivel del quantum, un átomo de oro actúa como cualquier otro átomo de oro, y una pepita de de oro suficientemente grande debe tener las mismas propiedades químicas y eléctricas como otra pepita. Pero dos nanopartículas, ambas de puro oro, pueden exhibir conductas notablemente diferentes - fundir a diferente temperatura, tener conductividad eléctrica diferente, color diferente - si una es más grande que la otra.

"Eso crea una manera nueva para controlar las propiedades de los materiales," dijo el Dr. A. Paul Alivisatos, un profesor de química en la Universidad de California, Berkeley. "En vez de cambiar la composición, usted puede cambiar el tamaño."

El Dr. Alivisatos trabaja con nanopartículas conocidas como puntos cuánticos, hecho de semiconductores como silicio o arseniuro de galio. Los bordes de las partículas pequeñas influyen en el movimiento de los electrones en el semiconductor, y en la forma y el tamaño de los

puntos cuánticos pueden ser hechos a medida con los colores específicos fluorescentes. Las tinturas utilizadas para iluminar la proteína y el ADN destiñen rápidamente, pero los puntos cuánticos podrían permitir rastrear reacciones biológicas en células vivas por días o más tiempo.

"Ellos no son más que pequeñas piedras," dijo el Dr. Alivisatos. Él es un científico fundador del Quantum Dot Corporation, en Hayward, Calif., que trata de darle un giro comercial a la ciencia.

Otras aplicaciones de las nanopartículas, aprovechan del hecho de que más área se expone cuando el material se rompe, transformándose en tamaños más pequeños. Para las nanopartículas magnéticas, la falta de imperfecciones produce campos magnéticos notablemente fuertes dependiendo del tamaño de las partículas. Las nanopartículas son también tan pequeñas que en la mayoría de ellas, los átomos se alinean bajo forma de cristales perfectos, sin una sola imperfección.

El Dr. David F. Kelley, un profesor de la Universidad de California, en Merced, hace discos diminutos exactamente del grosor de cuatro átomos para semiconductores exóticos, que él espera acoplar juntos para que sean células solares. La forma del disco reduce el espacio entre las partículas, lo que permite a los electrones saltar más fácilmente entre ellos. Debido a que las nanopartículas casi siempre mantienen la estructura perfecta de cristal, el Dr. Kelley espera que su nano célula solar será más eficiente en capturar la luz y transformarlo en electricidad.

El planea trabajar más en las propiedades básicas de los discos antes tratar de conectarlos todos juntos. "Será una idea muy buena si podemos hacer esto dentro del año próximo o dentro de dos años," dijo. Para el vidrio medieval manchado, las nanopartículas de oro son esferas sencillas de cerca de 25 nanómetros de diámetro.

En esos tamaños pequeños, el oro no brilla más como oro. Los electrones en la superficie de las nanopartículas saltan de un lado a otro al unísono, absorbiendo luz azul y amarilla. Pero, por más tiempo, las longitudes de onda de la luz roja se reflejan sobre las partículas y pasan por la ventana. Similarmente, las nanopartículas de plata sobre el vidrio manchado da un matiz amarillo brillante.

Con instrumentos mucho más sofisticados, los científicos pueden hacer hoy nanopartículas de muchas formas y tamaños diferentes. Las esferas de oro más grandes aparecen de color verde o anaranjadas; las más pequeñas, de plata son azules.

El Dr. Mirkin ha hecho también pedazos triangulares de plata de 100 nanómetros a través de lo que se parece a pequeños Doritos; éstos son rojos. "Usted puede obtener cada color del espectro," dijo.

Dr. Yi Lu, profesor de química en la Universidad de Illinois, se aprovecha del color de las nanopartículas para realizar una prueba para discernir sobre los niveles peligrosos del plomo. Él conecta las moléculas de ADN en las nanopartículas de oro, que se vinculan con otros tramos especialmente diseñados del ADN en los grupos que aparecen azules.

La presencia de plomo ocasiona que el enlace con el ADN se rompa. En consecuencia, la ruptura ocasiona que las nanopartículas de oro individual se liberen y cambian el color de azul a rojo.

El Dr. Mirkin utiliza también nanopartículas de oro como un punto de conexión, para construir sensores de tipo diferente, para enfermedades. Una técnica común para una prueba diagnóstica consiste en un anticuerpo conectado a una molécula fluorescente. Cuando el anticuerpo se conecta a una proteína asociada con la enfermedad, la molécula fluorescente se ilumina bajo la luz ultravioleta.

En vez de una molécula fluorescente, el Dr. Mirkin conecta una nanopartícula de oro al anticuerpo. A la nanopartícula, le agrega otras moléculas, típicamente recortes del ADN que actúa como códigos de barras. Porque muchas copias de los anticuerpos y el ADN pueden ser conectadas a una sola nanopartícula, este enfoque es mucho más sensible y exacto que la prueba de la molécula fluorescente utilizada hoy, manifestó.

Dr. Mirkin y sus colegas informaron este mes en *The Proceedings of the National Academy of Science*, que este enfoque había dado lugar al desarrollo de un ensayo para detectar el comienzo de la enfermedad de Alzheimer midiendo las cantidades minúsculas de una proteína en el líquido espinal asociado con la enfermedad.

"Para mí, esto es apenas un hermoso ejemplo del poder de este enfoque en particular," dijo el Dr. Mirkin. Ha fundado una compañía, *Nanosphere Inc.*, para introducir sus técnicas en el mercado. Las nanopartículas también pueden ayudar a curar una enfermedad así como ayudar a su detección.

La Dra. Naomi J. Halas, profesora de ingeniería eléctrica y computación en la *Rice University*, inventó un tipo de partícula que ella llama *nanoshells* - esferas huecas de oro o plata que se envuelven alrededor de un relleno de sílice.

La forma hueca hace que los electrones rebotan sobre el oro en forma más frecuente y es por lo tanto más eficiente en absorber energía de la luz, y al cambiar el espesor del esqueleto cambia la frecuencia de la luz absorbida. Eso lo transforma en un tratamiento prometedor para tratar los tumores cancerígenos. Al inyectar *nanoshells* en un tumor, brilla la luz infrarroja en ellos, se eleva su temperatura, y exterminan el tumor.

La Dra. Halas y su colega, el Dr. Jennifer West, un profesor de Bioingeniería de *Rice*, han fundado *Nanospectra Biosciences Inc.*

Disminuir algunos medicamentos al tamaño de nanopartícula podrían mejorar la eficacia del mismo.

Como una droga posible para pacientes del riñón, las *Altair Nanotechnologies* de Reno, Nev., han desarrollado nanopartículas de dioxycarbonato de lantano. La sustancia química - el nombre de marca pensado es *RenaZorb* - se une a un fosfato, desecho que surge porque al fallar riñones no lo elimina más. La unión prevé el ingreso a los tejidos, en primer lugar.

Aquí, la ventaja de ser pequeño es el área superficial. Para la misma cantidad de material, pequeñas partículas tienen más superficie, permitiendo que una cantidad pequeña de la droga pueda absorber cantidades grandes de fosfato. Los pacientes sólo necesitarían de una tableta de *RenaZorb* un día, comparado con dos o tres requeridas con drogas de la competencia, dijeron el Dr. Alan J. Gotcher, ejecutivo de *Altair*.

El área superficial mayor hace también que las nanopartículas sean más convenientes para ciertos tipos de limpieza general ambiental. El Dr. Weixian Zhang, un profesor de ingeniería civil y ambiental en la *Lehigh University*, ha estado trabajando con nanopartículas de hierro por casi una década. El hierro es efectivo en el tratamiento de restos de contaminantes como el tricloroetileno, (TCE). Cuando el hierro se oxida a óxido de hierro, permite que se libere un electrón. Si el electrón salta a una molécula de TCE, empieza una reacción química que transforma al TCE en productos inocuos.

El método actual es cavar una zanja y descargar una tonelada o más de polvo de hierro. Pero en pruebas a pequeña escala de la técnica nueva en sitios contaminados en Trenton y Carolina del norte, los niveles de TCE fueron reducidos en más del 90 por ciento en el agua. El Dr. Zhang dijo que una libra de nanopartículas podrían limpiar de 10.000 a 30.000 libras de agua contaminada. Pero las nanopartículas podrían tener peligros potenciales que todavía no se han entendido bien. El temor es que por ser tan pequeñas, podrían resbalar pasado los sistemas inmunes del cuerpo e ingresar a las células. Un estudio informó el año pasado de que moléculas con forma de pelota exótica de carbón conocidas como buckyballs, en el agua causaron lesiones cerebrales en un pez.

Pero no todas las nanopartículas podrían tener efectos perjudiciales. El óxido del zinc fue durante mucho tiempo un ingrediente en productos cosméticos, y es así que partículas más pequeñas de óxido de zinc serán utilizadas ahora para eliminar la apariencia pastosa blanca en los bronceadores, lo que se piensa que esté fuera de peligro.

El Dr. Zhang dice que las nanopartículas de hierro se oxidarán eventualmente en nanopartículas de óxido de hierro, que ocurre naturalmente. "Estoy bastante seguro que no tendrá impacto," dijo. "La mayor parte de las partículas irán hacia la tierra, donde se oxidarán lentamente." Todavía, dijo que mayores experimentos se necesitarán para documentar esa suposición antes que fueran empleadas dichas nanopartículas de hierro. Las nanopartículas será también componentes de estructuras complejas como nanocables y dispositivos electrónicos moleculares.