



Desarrollan “nanotornillos” metálicos con aplicaciones biomédicas



Un equipo de investigación liderado por el CIC biomaGUNE y en el que participa la Universidad Complutense de Madrid ha logrado depositar átomos de oro sobre nanocilindros de oro en una estructura casi helicoidal. El método, publicado en *Science*, es simple y reproducible para otros metales y abre infinidad de posibles aplicaciones ópticas, catalíticas, de detección biológica o de imagen biomédica, entre otras.



Visualizaciones 3D (obtenidas por tomografía electrónica y microscopía electrónica) de nanopartículas de oro con propiedades cuasi-helicoidales (quirales) obtenidas químicamente, que les confieren una capacidad peculiar para interactuar con la luz polarizada circularmente (Adrián Pedraza Tardajos, Universidad de Amberes).

Donostia- Madrid, 26 de junio de 2020. Investigadores del Centro de Investigación Cooperativa en Biomateriales CIC biomaGUNE, en colaboración con la Universidad Complutense de Madrid, han desarrollado un mecanismo mediante el cual se depositan átomos de oro por reducción química sobre nanocilindros de oro formados previamente, de forma que se obtiene una estructura cuasihelicoidal (las partículas adquieren quiralidad).

Esta geometría permite a estos “nanotornillos” interactuar con luz con una polarización circular de una manera mucho más eficiente que la que se consigue con cualquier otro objeto conocido. Estas propiedades podrían llevar a detectar biomoléculas de una forma muy selectiva y muy sensible. Se trata de un mecanismo versátil, reproducible y escalable para la fabricación de nanopartículas con gran actividad óptica quiral. La prestigiosa revista científica *Science* se ha hecho eco de este trabajo de investigación.



Son muchos los campos en los que se utiliza la interacción entre la luz y la materia para la detección de sustancias. Básicamente, la luz incide en la materia, y es absorbida o reflejada de una forma intensa y muy selectiva en función del tamaño y de la geometría de la partícula y del tipo de luz incidente.

El grupo de investigación dirigido por Luis Liz Marzán, que trabaja en el campo conocido como nanoplasmónica, utiliza nanopartículas de metales nobles como el oro y la plata, “porque la luz interacciona de una forma especial con este tipo de partículas en estas dimensiones —explica Liz Marzán, director científico de CIC biomaGUNE—. En este caso, hemos estudiado la interacción de estas nanopartículas de oro quirales con luz que tiene polarización circular”.

Normalmente la luz no está polarizada, es decir, las ondas se expanden prácticamente en cualquier orientación dentro del haz de luz. “Cuando va polarizada, la onda solamente va en una dirección; cuando está polarizada circularmente la onda rota, bien en el sentido de las agujas del reloj o bien en sentido contrario —añade el investigador—. Las sustancias quirales pueden absorber preferentemente luz de una polarización circular determinada, respecto de la opuesta”.

La quiralidad es un fenómeno que ocurre en todas las escalas: un objeto quiral y su imagen especular no se pueden superponer; por ejemplo, una mano es la imagen especular de la otra, son idénticas, pero si se superpone una con la otra, la posición de los dedos no coincide. Esto mismo ocurre “en algunas biomoléculas; y el hecho de que una molécula no se pueda superponer con su imagen especular es el origen de muchos procesos biológicos. Por ejemplo, algunas enfermedades se originan debido a la pérdida de reconocimiento de una de las dos formas de la sustancia quiral que se encarga de una acción específica”, detalla Liz Marzán.

Fabricación tridimensional por encima de un objeto nanométrico

Según explica el profesor Ikerbasque, “lo que hemos hecho es buscar un mecanismo que dirija la deposición de átomos de oro sobre nanopartículas previamente fabricadas en forma de cilindro, para que estos átomos se depositen siguiendo una estructura prácticamente helicoidal, una especie de “nanotornillo”. De esta forma, la partícula en sí misma adquiere una geometría quiral.

Esta nueva estrategia se basa en un mecanismo de química supramolecular, es decir, en estructuras obtenidas por asociación de moléculas entre sí, sin formar enlaces químicos”. Liz Marzán afirma que “esto realmente significa llegar a controlar la estructura de la materia en escala nanométrica, pero dentro de una misma nanopartícula; es decir, se trata de fabricación tridimensional por encima de un objeto nanométrico. Realmente es casi decidir átomo a átomo dónde se han de colocar, para obtener una estructura que es realmente complicada”.



Para hacer crecer dichas nanopartículas, “las partículas cilíndricas están rodeadas de moléculas de jabón, de surfactante. En medio de las moléculas de jabón habituales hemos colocado aditivos con quiralidad molecular, de forma que la interacción supramolecular provoca su organización sobre la superficie del cilindro metálico con una estructura aproximadamente helicoidal, dirigiendo a su vez el crecimiento del metal con esa misma estructura, que le confiere la quiralidad que buscamos. Como resultado, obtenemos prácticamente las mayores eficiencias de detección espectrométrica con luz de polarización circular conseguidas hasta ahora”.

“Desde la UCM hemos contribuido al desarrollo y modelado de los medios coloidales en los cuales se ha elaborado la síntesis de las nanopartículas quirales de oro. La contribución ha sido fundamental para el entendimiento químico-físico de los procesos de transferencia de quiralidad que gobiernan dicha síntesis coloidal a nivel molecular”, explican Andrés Guerrero y Luis González MacDowell, profesores del Departamento de Química Física, quienes además destacan el papel en el estudio de los jóvenes investigadores Guillermo González-Rubio y Pablo Llombart”.

Liz Marzán afirma que el proceso puede generalizarse a otros tipos de materiales: “Hemos observado que aplicando la misma estrategia se pueden depositar átomos de platino sobre nanocilindros de oro con la misma estructura helicoidal. Se abren así muchas posibilidades tanto de aplicaciones de sus propiedades ópticas como otras en el campo de la catálisis (el platino es un catalizador muy eficiente). Asimismo, puede dar lugar a mejorar enormemente la síntesis de moléculas quirales que puedan tener relevancia biológica y terapéutica”. Asimismo, este mecanismo se podría aplicar para nuevas técnicas de imagen biomédica, para fabricación de sensores, etc. “Estamos convencidos de que este trabajo va a abrir muchos caminos para otros investigadores, debido precisamente a la generalización del mecanismo que puede utilizarse con muchas moléculas diferentes. Tenemos mucho trabajo por delante”, afirma.

La investigación ha sido desarrollada y coordinada por CIC biomaGUNE y además de la UCM también han participado la Universidad de Vigo y la Universidad de Extremadura (cálculos teóricos de las propiedades ópticas de las partículas) y de la Universidad de Amberes (obtención de imágenes de microscopía electrónica tridimensional y reconstrucción animada de las partículas fabricadas).



Referencia bibliográfica: Guillermo González-Rubio, Jesús Mosquera, Vished Kumar, Adrián Pedraza-Tardajos, Pablo Llombart, Diego M. Solís, Ivan Lobato, Eva G. Noya, Andrés Guerrero-Martínez, José M. Taboada, Fernando Obelleiro, Luis G. MacDowell, Sara Bals, Luis M. Liz-Marzán. “Micelle-directed chiral seeded-growth on anisotropic gold nanocrystals”. *Science*. DOI: 10.1126/science.aba0980

Más información: <https://youtu.be/IRUyhZXHpVE>.