

Nanotecnología y medio ambiente: Entrevista al Dr. Zanella*

POR PAULINA GARCÍA MATÍAS

La nanotecnología no es nuevo, surge desde hace tiempo, y, de hecho, la naturaleza realiza procesos a escala nanométrica. Antes se observaba un efecto y se le utilizaba, pero no se percibía, por ejemplo, que eran nanopartículas, porque no se tenían las bases científicas ni los instrumentos para conocer su tamaño.

Hacia finales de los años setenta empiezan a surgir las primeras descripciones de lo que pudieran ser las incidencias de la nanotecnología, y es hasta la década de los años noventa cuando comienzan a desarrollarse instrumentos sofisticados como el microscopio de fuerza atómica para lograr el aumento exponencial de sus implicaciones en la actualidad.

Muy brevemente diremos que la nanociencia estudia las propiedades de los materiales a escala nanométrica, que la nanotecnología es su manipulación a nivel atómico y que un nanómetro es la unidad que se obtiene al dividir un milímetro un millón de veces.

“Si podemos observar y medir a escala nano, podemos controlar y manipular con más eficiencia los átomos para crear los tamaños y la morfología que queramos.”

¿DR. ZANELLA, QUÉ ES LA NANOTECNOLOGÍA?

Es la manipulación a nivel atómico de los elementos para crear materia o partículas pequeñas (llamadas nanopartículas en las que hay una alta proporción de átomos de superficie) que puedan aplicarse en diversos campos. Cuando se disminuye el volumen, las partículas tienen menos átomos y en lugar de tener



IMAGEN 1. Dr. Zanella en el Laboratorio de Materiales y Nanotecnología (LMN) del CCADET de la UNAM.

más átomos de volumen hay más átomos de superficie.

Los materiales como una mesa, un librero o una taza están compuestos por miles de millones de átomos, sólo 0.0001 % o menos son átomos de superficie, los demás están propiamente en el interior del volumen. Así, si tienes una partícula muy grande, la mayoría de los átomos están formando parte del volumen no de la superficie, si tienes una partícula muy chica el grueso de ellos está en la superficie no en el volumen.

Lo que queremos, es tener muchos átomos de superficie; mientras más chica se haga una partícula las propiedades van cambiando y más átomos de superficie hay. Éstos tienen propiedades diferentes y nosotros buscamos estudiar esas propiedades.

Un compuesto como el oro en forma básica es brillante y amarillo y no ve modificadas sus

¹ Rodolfo Zanella es investigador del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET) de la UNAM. Contacto: <rodolfo.zanella@ccadet.unam.mx>.

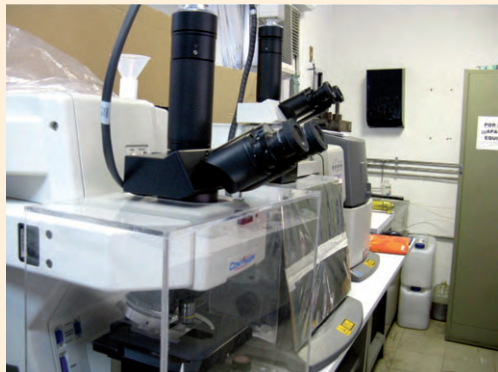


IMAGEN 2. Microscopios acoplados a equipos FTIR y Raman del LMN del CCADET, UNAM.



IMAGEN 3. Cromatógrafo de gases acoplado a un espectrómetro de masas con los que se analizan los gases de entrada y salida de uno de los reactores químicos del LMN del CCADET.

propiedades con el tiempo porque es inerte (no reacciona fácilmente), ése es el oro en forma de millones de átomos: en un arete o en una medalla, por mencionar dos ejemplos. Y si se tienen 100 átomos para formar una nanopartícula sigue siendo oro, sólo que sus propiedades son ahora totalmente diferentes, se vuelve reactivo y tiene propiedades ópticas pues las nanopartículas de oro de un nanómetro ya no son color amarillo sino violeta, su punto de fusión *en el bulto* es de 1064°C; cuando en partículas pequeñas es de 200°C o menos. Esto es las propiedades de una nanopartícula de oro, son completamente diferentes a las propiedades que pudiera tener un lingote de oro. Sin embargo, si se aumenta el tamaño de las nanopartículas por arriba de 10 nm, el oro deja de ser reactivo. El oro sólo es reactivo y se vuelve un excelente catalizador heterogéneo cuando está depositado en forma de partículas menores de 5 nm en un óxido, como el óxido de titanio, el óxido de hierro, etc. La mayor proporción de átomos de superficie en las partículas menores de 5 nm hace que cambien las propiedades de los elementos, entre ellas su reactividad.

Los átomos que están en la superficie de una molécula, tienen propiedades diferentes a los átomos que están en el volumen; por eso es que la nanotecnología ha desatado un revuelo, porque se están encontrando propiedades diferentes a las que se conocían de todos los elementos de la tabla periódica.

La obtención de las pequeñas partículas se realiza a través de reacciones químicas o procesos físicos.

Nosotros utilizamos reacciones químicas, a partir de un precursor químico, donde está incluida una sal (puede ser un nitrato, un cloruro o un ácido), se produce una reacción química y se forman pequeños cúmulos (sitios de enucleación del precursor metálico); después, se realiza el proceso de secado donde maduran y se originan nuevas reacciones químicas; finalmente, se lleva a cabo un tratamiento térmico donde se descomponen los precursores metálicos y se obtiene el metal en forma de nanopartículas.

¿CUÁLES SON LAS APLICACIONES AMBIENTALES MÁS RELEVANTES DE LA NANOTECNOLOGÍA?

Una es el abatimiento en la contaminación atmosférica a través de catalizadores.

La atmósfera está contaminada por diferentes compuestos, los cuales podemos transformar a compuestos inertes (que no hacen daño) o menos nocivos a través de la catálisis (esto, ayuda a que una reacción química suceda más rápido y con menos consumo de energía).

Por ejemplo, un óxido de nitrógeno se puede descomponer para generar nitrógeno y oxígeno



IMAGEN 4. Sistema de Micro-reacción RIG-150 instalado en el LMN del CCADET, operado por un estudiante de la maestría en ingeniería química de la UNAM.



IMAGEN 5. Detalle de los puntos de uso de gases, instalado en el LMN del CCADET.

o bien transformarse por medio de una reacción química con hidrógeno a nitrógeno y agua.

Pero no siempre se pretende separar los contaminantes, también se pueden transformar a unos que sean menos contaminantes. Por ejemplo, del mofle catalítico de los autos emergen contaminantes que pueden tener implicaciones sobre la salud y el medio ambiente; entonces, los gases, al estar en contacto con el catalizador (generalmente formado por metales, más un óxido metálico)¹ se transforman por medio de procesos químicos a compuestos menos nocivos.

Lo importante es encontrar catalizadores eficientes para llevar a cabo todos esos procesos y pasar de compuestos contaminantes a no contaminantes; esto es parte de lo que hacemos en el Proyecto Universitario de Nanotecnología Ambiental (PUNTA), que forma parte de los proyectos IMPULSA (Proyectos de liderazgo y superación académica) promovidos por la Rectoría de la UNAM y la Coordinación de la Investigación Científica.

Hay diferentes proyectos en PUNTA, no sólo abatimiento de la contaminación del aire, también se estudia la degradación de contaminantes orgánicos en agua y el “atrapamiento” de gases.

En el caso de los fotocatalizadores, se utiliza luz para crear sitios y de este modo provocar una reacción entre el sitio activo, el contaminante del agua y la luz y así ayudar a descomponer los compuestos contaminantes de las aguas. Como ejemplo, la industria textil utiliza azul de metileno para teñir las telas, después genera agua contaminada por compuestos orgánicos, pasa igual cuando los fármacos son desechados a la basura y pueden terminar en el agua, se desprenden compuestos peligrosos para el ecosistema y los seres vivos, por eso hay que degradarlos.

Esa es otra de las líneas de investigación de PUNTA: degradar compuestos orgánicos presentes en aguas contaminadas.

Por último, se encuentra el almacenamiento en sólido de contaminantes o de combustibles. Éste es un proceso en donde se buscan soluciones para poder atrapar los contaminantes que causan el cambio climático, una vez atrapados se liberan en un sitio seguro (calentándolos o disolviéndolos) y pueden ser utilizados. También hay compuestos sólidos capaces de absorber grandes cantidades de contaminantes como el CO₂ (dióxido de carbono) u otros, entonces se bus-

¹ Los tradicionales son platino, paladio y rodio, aunque también se pudieran utilizar oro, plata, cobre y níquel en forma de partículas pequeñas depositadas sobre otra partícula un poco más grande compuesta de óxido de aluminio, óxido de cerio, óxido de zirconio. El catalizador creará sitios donde los contaminantes se pueden absorber y así disociarse para que se lleve a cabo fácilmente una reacción química

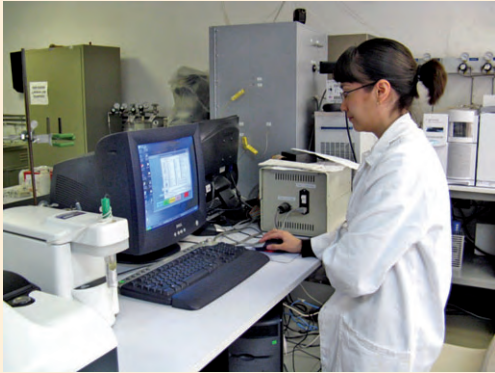


IMAGEN 6. Estudiante de la maestría en ingeniería química (Elena Alarcón) controlando uno de los reactores químicos instalados en el LMN del CCADEF.

can procesos en los que se puedan almacenar dichos contaminantes.

Algo similar se logra con compuestos de potencial energético. Por ejemplo, almacenar hidrógeno, el cual puede ser un combustible, un vector energético, que sustituya las gasolinas considerándolo como energía limpia, tendríamos el problema de su explosividad, en este caso habría que almacenarlo en una fuente segura.

¿CUÁLES SON LOS RESULTADOS DE PUNTA?

El programa fue creado hace cinco años, desde entonces se ha publicado una gran cantidad de artículos científicos. También han protegido la propiedad intelectual a través de la solicitud de patentes y estamos en proceso de transferir las tecnologías a empresas públicas o privadas que estén interesadas en aplicar los conocimientos generados. Ello con el objeto de que esta tecnología y estos conocimientos sean útiles a la sociedad.

Se han creado nuevas formulaciones de catalizadores para el abatimiento de la contaminación atmosférica y se están buscando socios para llevarlos a una mayor escala.

Como consecuencia de PUNTA, se tienen al menos tres patentes otorgadas o solicitadas, una

relacionada con la estabilización de nanopartículas de oro, para su uso potencial en mofles catalíticos o en producción o purificación de hidrógeno, otra relacionada con catalizadores de paladio también con aplicaciones potenciales en mofles catalíticos y una más relacionada con materiales para el almacenamiento de gases.

¿CUÁLES SON LAS IMPLICACIONES POSITIVAS DE LA NANOTECNOLOGÍA EN SOLUCIONES MEDIOAMBIENTALES?

Abatir la contaminación atmosférica en el aire o en el agua, almacenar contaminantes para liberarlos en formas seguras y almacenar combustibles más limpios.

La parte negativa pudiera ser que hasta ahora los nanomateriales pueden tener propiedades diferentes que afecten a los seres vivos y a las plantas. Es una parte de ecotoxicidad² que hay que estudiar.

Existen otros esfuerzos con nanomateriales donde hay una exposición directa a los mismos; se plantea que las nanopartículas sean ingeridas por personas o animales (por ejemplo, para la detección o curación de cáncer y otras enfermedades) pero nosotros no estamos trabajando en ese tipo de sistemas. En nuestro caso, las partículas estarían presentes en un mofle catalítico; las partículas se encuentran en filtros, no se dan directamente a personas o animales.

Sí pudiera ser que de los mofles catalíticos se estuvieran desprendiendo nanopartículas y a la larga esto generara diversas complicaciones; por eso hay que trabajar con sustancias que sean lo más biocompatibles posibles y hacer estudios sobre la incidencia que esto pudiera tener sobre la salud. Éste es un trabajo para las personas que hacen bioquímica, fisiología, biología, agronomía, medicina; sería muy importante que especialistas de esas disciplinas se involucraran en el estudio de las implicaciones que pudieran tener los nanomateriales en la salud y en el medio ambiente, incluidos el aire, el agua y los suelos, entre ellos.

² En el campo de la ecotoxicidad de los materiales se estudian todas las implicaciones que puedan tener sobre la salud, los ecosistemas y los seres vivos.

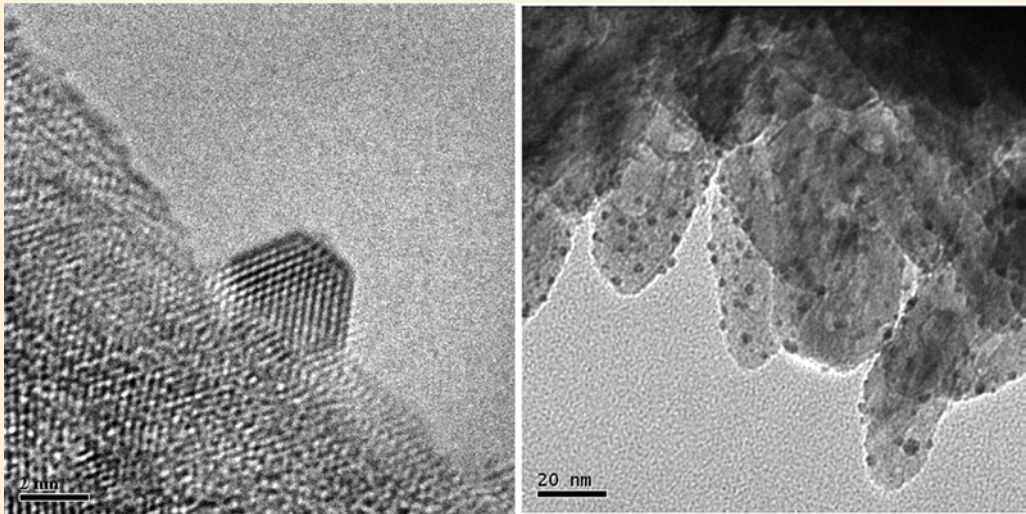


IMAGEN 7. Imágenes de microscopía electrónica de transmisión una en alta resolución (izquierda) y en baja resolución (derecha) de nanopartículas de oro soportadas en óxido de titanio, sintetizadas en el Grupo de Materiales y Nanotecnología del CCADET por el Dr. Zanella.

¿PUNTA REALIZÓ ESTUDIOS DE TOXICIDAD DE LOS MATERIALES QUE UTILIZÓ PARA LAS APLICACIONES MENCIONADAS? ¿ESTÁ HACIENDO USTED ESTUDIOS DE ESA NATURALEZA?

No.

¿EXISTE ALGUNA PROPUESTA PARA REGULAR EL USO INDUSTRIAL DE MATERIALES NANOESTRUCTURADOS?

No de nuestra parte.