

## QUÍMICA ANALÍTICA

## NANOMETROLOGÍA

## &gt;ANALIZAR NANOPARTÍCULAS DE UNA EN UNA

Cuando se analiza algo que mide entre 1 y 100 nanómetros, hay que hilar muy fino, de ahí la necesidad de desarrollar nuevos métodos de análisis de nanopartículas como el optimizado por los investigadores del IUCA. La nueva técnica es capaz de caracterizar nanopartículas de una en una



**CUESTIÓN DE TALLA** Nuevos nanomateriales se desarrollan en este momento en laboratorios de todo el mundo y numerosos productos industriales y de consumo los incorporan. Para disponer de información relacionada con el uso, las transformaciones que pueden experimentar o los posibles efectos tóxicos de los nanomateriales, las técnicas analíticas habituales se quedan 'grandes'. Lo mismo que un átomo no se puede medir con una regla, hacen falta nuevas herramientas a medida de la pequeñísima escala de la nanociencia. Entra en escena la nanometrología analítica.

Científicos del Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón han puesto a punto una nueva metodología capaz de analizar nanopartículas de una en una. Utilizando técnicas de espectrometría de masas con plasmas de acoplamiento inductivo como fuentes de ionización, puede conocerse el número de átomos y la masa de los elementos que contiene cada nanopartícula individual (lo que permite identificarla), así como su tamaño. Una información muy demandada para realizar estudios de nanoecotoxicología y nanotoxicología, pues las nanopartículas incorporadas a productos de consumo –como las nanopartículas de óxido de titanio de las cremas de protección solar– podrían ser liberadas a lo largo del ciclo de vida de dicho producto.

El artículo que resume el estado actual de la metodología, firmado por Francisco Laborda, Eduardo Bolea y Javier Jiménez Lamana, del Grupo de Espectroscopía Analítica y Sensores (GEAS) de la Universidad de Zaragoza, ha sido portada de la revista americana 'Analytical Chemistry'.

**HILANDO FINO** La química analítica se dedica a obtener información sobre la composición química de la materia: ya sea el contenido de glucosa en sangre o la presencia de arsénico en un alimento. Pero al analizar nanomateriales, la cosa se complica. «No nos interesa solo conocer el contenido en plata o titanio de un nanomaterial, sino si esa plata o ese titanio están formando parte de nanopartículas, cuál es el tamaño de las mismas, así como otras propiedades –explica Francisco Laborda–. A esto hay que añadir que la concentración de nanopartículas en muchas de las muestras objeto de análisis es realmente baja, en el rango de las partes por billón o inferior».

Aunque en la actualidad «se dispone de técnicas muy potentes para caracterizar nanopartículas sintetizadas en el laboratorio, tienen ciertas limitaciones a la hora de detectar, caracterizar y cuantificar nanopartículas en entornos tanto medioambientales (aguas, suelos, aire...) como biológicos (fluidos, tejidos, células...)», indica Eduardo Bolea. Incluso la caracterización de los propios nanomateriales originales resulta complicada.

Hay que hilar muy fino –las dimensiones externas de una nanopartícula se encuentran entre 1 y 100 nm (1 nm=1 milmillonésima de

metro)–, de ahí la necesidad de desarrollar nuevos métodos de análisis como el optimizado por los investigadores del IUCA. Esta metodología «ha sido aplicada satisfactoriamente a distintos nanomateriales comerciales, como suspensiones de nanopartículas de plata y tintas conductoras a base de nanopartículas de plata», señala. Otras técnicas de caracterización de nanopartículas no alcanzan los niveles de concentración en número que ofrece esta metodología: hasta 1.000 nanopartículas por mililitro.

MARÍA PILAR PERLA MATEO

## ¿EXISTE RELACIÓN ENTRE TAMAÑO Y RIESGO?

¿El riesgo de un material es distinto en función del tamaño de sus partículas? «En primer lugar, el riesgo es distinto si el elemento, por ejemplo la plata, está en forma de nanopartículas o en forma disuelta (como una sal de plata); si las nanopartículas de plata pasan a disolución, pueden oxidarse fácilmente y producir efectos distintos a los que causan las nanopartículas», explica Francisco Laborda, investigador del IUCA. La técnica que ha desarrollado su grupo diferencia ambas formas.

En cuanto a las nanopartículas, «en un principio se considera que la toxicidad es mayor cuanto más pequeñas son». Los motivos pueden ser muy variados, dependiendo de la naturaleza de la nanopartícula. En el caso de la plata, «las nanopartículas más pequeñas se oxidan más fácilmente», señala. Aunque hablar de toxicidad puede ser relativo cuando, como ocurre con la plata, «lo que se busca es un efecto biocida».

## ¿CÓMO SE ANALIZA UNA SOLA NANOPARTÍCULA?

Los investigadores del IUCA han desarrollado una serie de métodos especialmente orientados al análisis de nanopartículas aprovechando una técnica –la espectrometría de masas con fuentes de ionización de plasma de acoplamiento inductivo (ICP-MS)– que permite medir casi todos los elementos de la tabla periódica hasta niveles de nanogramos por litro (partes por trillón).

¿Cómo consigue caracterizar nanopartículas individuales? Las suspensiones de nanopartículas se diluyen hasta que el flujo de nanopartículas en el instrumento sea lo suficientemente bajo como para que seamos capaces de detectar una sola nanopartícula en cada una de las medidas (una medida cada 5-10 milisegundos). Cada nanopartícula genera un pulso; el número de pulsos se relaciona con la concentración de nanopartículas en la muestra, mientras que la intensidad de los pulsos se relaciona con el número de átomos presentes en la nanopartícula o, lo que es equivalente, con la masa del elemento en la nanopartícula. Si conocemos la forma, composición y densidad de la nanopartícula, podemos relacionar esta masa con su tamaño.

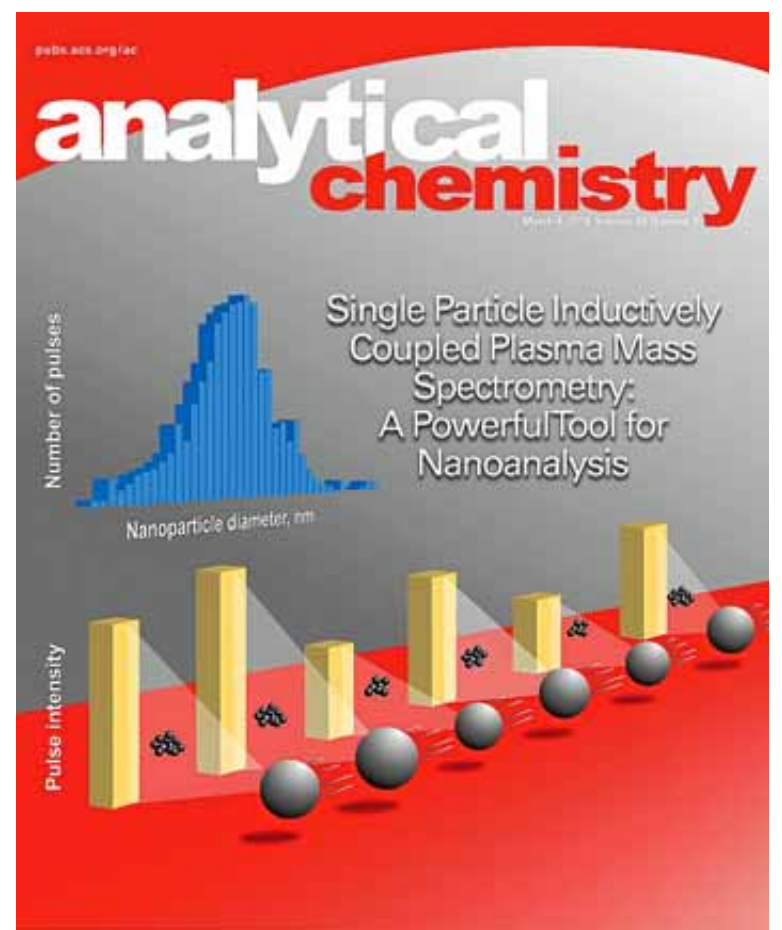
Para estimar el número de nanopartículas en una muestra, se utiliza como patrón una suspensión de nanopartículas de oro de concentración conocida.

## ¿QUÉ ES LA NANOTOXICIDAD?

El desarrollo de la nanociencia y la nanotecnología en las dos últimas décadas está dando lugar a la producción de una gran variedad de nanomateriales que se van incorporando a un cada vez mayor número de productos industriales y de consumo. Esta situación está dando lugar inevitablemente a la liberación de nanopartículas en el medio ambiente, junto con una exposición creciente de la población humana a estos nanomateriales sintéticos. Desde comienzos de este siglo, se vienen proponiendo desde distintos foros estrategias para el desarrollo sostenible y seguro de la nanotecnología. El número de estudios y trabajos sobre el impacto en el medio ambiente y en la salud humana de los nanomateriales sintéticos ha aumentado significativamente, aunque todavía no han permitido establecer conclusiones ni soluciones definitivas. La nanotoxicología y la nanoecotoxicología son áreas en plena actividad, centradas en evaluar los riesgos asociados a los distintos nanomateriales, con el fin de proporcionar la información necesaria para el establecimiento de normativas que regulen su producción y uso, así como para contribuir a que el sector de la nanotecnología evolucione de una forma segura y sostenible.

La nanocontaminación hace referencia a residuos que contienen nanomateriales, considerados como potenciales contaminantes emergentes, y que pueden dar lugar a distintos tipos de impacto medioambiental. La nanotoxicología estudia la toxicidad de los nanomateriales en seres humanos. La nanoecotoxicología estudia los efectos tóxicos de los nanomateriales sobre los distintos componentes de los ecosistemas (animales, vegetales y microorganismos) en un contexto integral.

FRANCISCO LABORDA INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AMBIENTALES



ACS Publications  
ADVANCING THE FRONTIERS OF KNOWLEDGE

www.acs.org

Este tema de investigación 'made in Aragón' protagoniza la portada del mes de marzo de la prestigiosa revista 'Analytical Chemistry'.