



Por **Sonia Inés Mancini**

Licenciada en Biotecnología - Matrícula: 1-1789-7

# NUEVOS MATERIALES: NANOPARTÍCULAS METÁLICAS

## Introducción

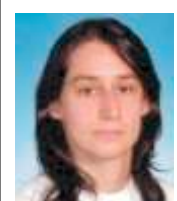
Los nanomateriales, pese a que actualmente se los conoce por éste nombre, siempre estuvieron presentes en los componentes de la naturaleza, como ser en los minerales. Se han encontrado materiales utilizados por antiguas civilizaciones que contenían nanopartículas. Como ejemplo se han encontrado cristales que contenían nanopartículas de oro, o antiguos sables y espadas de acero de Damasco conteniendo nanotubos de carbono.

Gracias al avance de la tecnología, sobretudo de la microscopía

electrónica, todos estos materiales pudieron ser analizados, y se pueden actualmente descubrir y estudiar las interesantes propiedades que posee la materia en una escala nanométrica.

## Objetivos

En éste artículo se pretende describir tres tipos de nanopartículas, hierro, plata y óxido de zinc, sus métodos de síntesis y caracterización, así como también las aplicaciones más importantes de las mismas. Las mismas fueron sintetizadas bajo el marco de una tesis doctoral.



## Nanotecnología y Nanopartículas

La nanotecnología está emergiendo como un campo de creci-

miento rápido fundamentalmente sobre la base de las aplicaciones tecnológicas de la nanociencia con el propósito de fabricar nuevos materiales a escala nanométrica. El pre-

fijo “nano” es un término griego que significa “extremadamente pequeño”. La palabra “nanómetro” es utilizada para indicar la billonésima parte de un metro ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ). (figura 1)

El término “nanotecnología” fue introducido por el profesor Norio Taniguchi de la Universidad de Ciencias de Tokio en el año 1974 para describir la manufactura precisa de materiales a nivel nanométrico, aunque fue el físico Richard Feynman el que desarrolló el concepto de nanotecnología en su trabajo *There's plenty of room at the bottom*.

Las nanopartículas son clusters de átomos en el rango de tamaños entre 1 y 100 nm. El uso de nanopartículas está cobrando importancia actualmente debido a sus propiedades químicas, ópticas y mecánicas definidas y diferentes respecto de las del mismo material a una escala mayor.

Al manipular la materia a escala de átomos y moléculas aparecen propiedades totalmente nuevas. En el caso de los materiales nanométricos hay dos fenómenos principales y que los hacen interesantes desde el punto de vista químico y físico: **1)** hay un aumento relativo de la superficie, lo cual produce un aumento de la reactividad química, (figura 2); **2)** existe una dominancia de los efectos cuánticos, que cambian las propiedades ópticas, magnéticas y eléctricas del material (figura 3).

El término “nanotecnología” fue introducido por el profesor Norio Taniguchi de la Universidad de Ciencias de Tokio en el año 1974 para describir la manufactura precisa de materiales a nivel nanométrico, aunque fue el físico Richard Feynman el que desarrolló el concepto de nanotecnología en su trabajo *There's plenty of room at the bottom*.

Las nanopartículas pueden ser de distintos materiales, metálicas, poliméricas, tipos core Shell, funcionalizadas, o de componentes biológicos.

Las técnicas de producción involucran métodos químicos o fisi

Figura 1

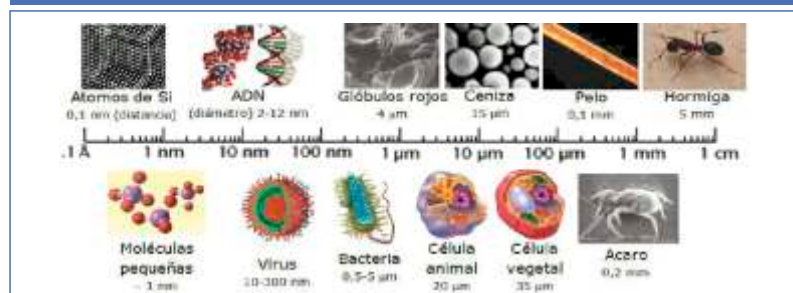


Figura 2

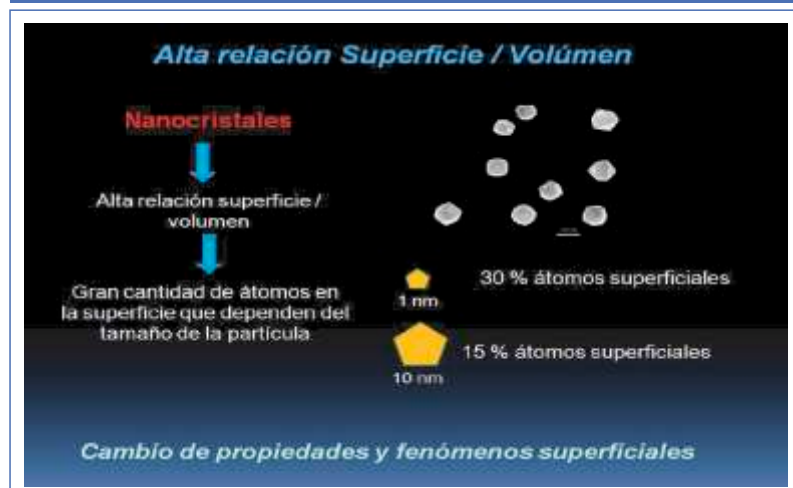


Figura 2



cos. En el caso de nanopartículas metálicas la gran mayoría se producen por síntesis química a partir de sales del metal con reacciones del tipo óxido-reducción o por precipitación, utilizando temperatura y agitación rápida o ultrasonido.

Los métodos de caracterización de nanopartículas tienen el objetivo de determinar su morfología, sus propiedades eléctricas y ópticas. Se utilizan microscopías electrónicas (de barrido, transmisión, fuerza atómica) para observar su morfología; y espectrofotómetros y equipos de dispersión de luz, para conocer sus propiedades ópticas y eléctricas; entre otras técnicas más sofisticadas.

La morfología de las nanopartículas puede variar desde esferas, varillas o ser polimórficas, que dependen directamente del método de síntesis y del metal utilizado, como así también su tamaño.

Los usos de las nanopartículas son muy amplios. Se utilizan en distintas áreas como la industria aeroespacial, automotriz, química, medio ambiente, médica y farmacéutica, de comunicaciones, electrónica, de defensa, materiales, entre muchas otras. Generalmente son utilizadas incorporándolas a otro material para otorgarle una propiedad

en particular.

La siguiente tabla muestra las propiedades y aplicaciones de algunas nanopartículas y nanomateriales. (tabla 1)

Las **nanopartículas de hierro** tienen una amplia variedad de aplicaciones, y se pueden sintetizar con diversas técnicas. En nuestro trabajo fueron producidas mediante la reducción de una sal conteniendo Fe (II) o Fe(III) que por acción de hidracina y temperatura se produce una reacción de óxido-reducción formándose nanopartículas de FeO (metálico).

Las nanopartículas de hierro han sido utilizadas para diversos tratamientos de suelos contaminados con PCBs, y otros compuestos orgánicos activos (1), donde se produce un proceso de óxido reducción que convierte los compuestos tóxicos en compuestos inocuos para la salud humana y animal. También están siendo utilizadas en el tratamiento a aguas contaminadas con arsénico (2), para su remoción, con una gran eficiencia debido a su pequeño tamaño y en consecuencia su gran superficie activa.

Estas partículas tienen un tamaño promedio de 10 nm, como se puede observar en la figura 4.

Las nanopartículas de plata (figura 5) tienen propiedades ópticas, eléctricas y térmicas únicas que hacen que estén siendo incorporadas en un amplio rango de productos, como sensores fotovoltaicos, biológicos y químicos.(3) Se utilizan en tintas y pastas debido a su gran conductividad eléctrica, estabilidad, y bajas temperaturas de sinterización.

Una de las aplicaciones más comunes es su uso como antimicrobiano, incorporándolas en cubiertas, textiles, gasas y dispositivos biomédicos. Las nanopartículas de plata cero (Ag<sup>0</sup>), van liberando los cationes de la plata (Ag<sup>+</sup>), los que tienen la verdadera acción antimicrobiana, actuando con las paredes celulares de las bacterias y desnaturalizando sus proteínas.(4)

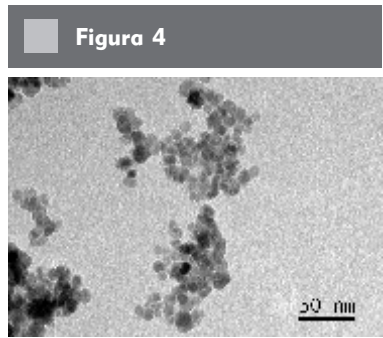


Figura 4

Tabla 1	
NANOMATERIAL	PROPIEDADES/APLICACIONES
Nanofibras y Nanopartículas de Carbono	Resistencia mecánica - Resistencia química Conductividad eléctrica - Resistencia a la abrasión
Nanotubos de Carbono	100 veces más resistente que el acero Conductividad eléctrica - Conductividad térmica
Nanopartículas metálicas (Ag, Au)	Efecto antimicrobiano Celdas solares - Sensores
Nanopartículas de óxidos metálicos (TiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , ZnO, MgO)	Efecto fotocatalítico - Conductividad eléctrica Protección UV - Antimicrobiano
Nanopartículas de óxidos de hierro (magnéticas)	Medicina, transporte de fármacos, diagnósticos Tratamiento y descontaminación de agua y suelos - Consolidado de caminos
Nanoarcillas	Protección UV - Resistencia a la corrosión Efecto ignífugo

El método utilizado para su síntesis es a partir de una sal de plata catiónica ( $\text{Ag}^+$ ) con nitrato, que es reducida con borohidruro de sodio o citrato de sodio entre otros, para generar las partículas de  $\text{Ag}^0$  metálicas.

El **óxido de zinc** es uno de los semiconductores de mayor interés tecnológico debido a sus numerosas aplicaciones y actualmente las nanopartículas han cobrado una gran importancia. (5)

Según la metodología de síntesis se pueden obtener distintas estructuras como nanopartículas esféricas, varillas, flores, etc. Esto hace que el óxido de zinc adquiera gran interés para ser utilizado en diversos sistemas como son los dispositivos optoelectrónicos, biosensores, como pigmento en la producción de pinturas, así como su uso en la industria farmacéutica (en especial en el campo de la cosmética, donde se utiliza como filtro de radiación ultravioleta en la producción de cremas solares). Su principal propiedad además de ser un gran semiconductor, es que protege de la radiación ultravioleta. (6)

La forma de síntesis que se utilizó fue química, donde se partió de acetato de zinc utilizando hidróxido de sodio con temperatura para formar el óxido de zinc nanoestructurado. La morfología de las nanopartículas logradas mediante éste método se puede observar en la fig. 6.

**Nota:** todas las imágenes de nanopartículas fueron obtenidas en un microscopio electrónico de transmisión (TEM, JEOL JEM 1010) en el

centro de microscopía de la Universidad de Vigo, España.

### Conclusiones

La nanotecnología es una tecnología emergente y multidisciplinar, que está siendo aplicada en todos los ámbitos de la ciencia, inclusive en la vida cotidiana. Las nano-

partículas metálicas tienen un gran potencial de uso como componente para dar valor agregado y mejorar productos que ya están en el mercado y para nuevos desarrollos. Por este motivo resulta interesante poner la mirada y esfuerzo en más investigaciones de éste tipo de materiales, ya que obtener una mayor efectividad se podría traducir en una reducción de costos de producción.

Figura 5

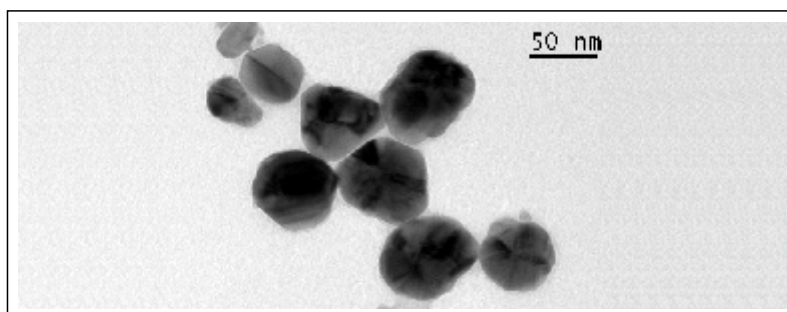
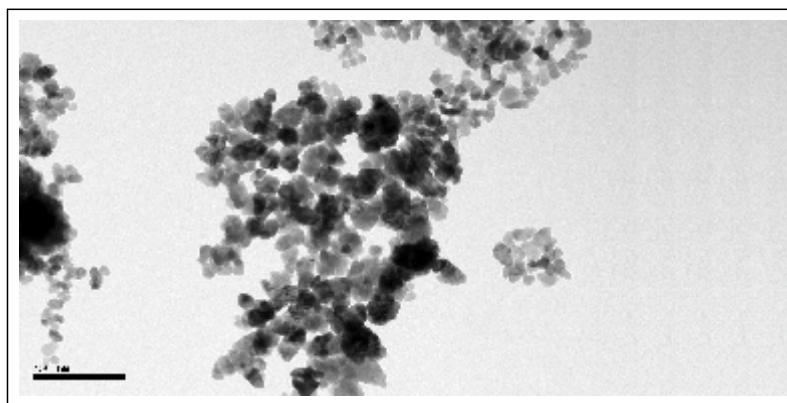


Figura 6



### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- (1) Wei-xian Zhang, *Nanoscale Iron Particles for Environmental Remediation: An Overview*, *Journal of Nanoparticle Research*, Volume 5, Issue 3, pp 323–332, 2003.
- (2) Morgada M. E. et al, *Arsenic (V) removal with zerovalent iron nanoparticles: Effect of UV light and humic acid*, *Arsenic in Geosphere and Human Diseases* Editorial: J.-J. Shuh Jean, J. Bundschuh, P. Bhattacharya, Taylor and Francis Group; p. 535–537, 2010.
- (3) Wang Chien, Luconi Marta, Masi Adriana, Fernandez Liliana, *Silver Nanoparticles as Optical Sensors*, *Silver Nanoparticles*, David Pozo Perez (Ed.), ISBN: 978-953-307-028-5, InTech, 2010. <http://www.intechopen.com/books/silver-nanoparticles/silver-nanoparticles-as-optical-sensors>.
- (4) Mancini Sonia, López Gerardo, Calvo Ernesto, Filliel Néstor, *In Situ Silver Nanoparticles Production in a Polyelectrolyte Net Recovering Polyester*, *Procedia Materials Science*, Volume 1, Pages 608–613, 2012; 11th International Congress on Metallurgy & Materials SAM/CONAMET 2011. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211812812000831>
- (5) Beek W.J.E., Wienk M.M, Janssen R.A.J., *Efficient hybrid solar cells from zinc oxide nanoparticles and a conjugated polymer*, *Advanced Materials - Wiley Online Library*, 2004.
- (6) Becheri Alessio, Dürr Maximilian, Lo Nostro Pierandrea, Baglioni Piero, *Synthesis and characterization of zinc oxide nanoparticles: application to textiles as UV-absorbers*, *Journal of Nanoparticles Research* 10:679-689, 2008.