

Nanotecnologías

Fuente:
CCRSERI (2006)

Resumen & Detalles:
GreenFacts

Contexto - Las nanotecnologías sacan partido a las propiedades únicas de partículas diminutas que se miden en la escala del nanómetro (millonésimas de milímetro).

Son un mercado floreciente y en la actualidad se emplean en multitud de tecnologías y productos de consumo. (Haga clic aquí [véase <http://www.nanotechproject.org/inventories/consumer/>] para una lista de tales productos)

Sin embargo, los materiales que utilizan nanopartículas pueden tener repercusiones para la salud del hombre y el medio ambiente. Es necesario, por lo tanto, evaluar los riesgos de estos nuevos materiales.

¿Son adecuadas las metodologías actuales para evaluar dichos riesgos?


Informe de evaluación del Comité científico de los riesgos sanitarios emergentes y recientemente identificados (CCRSERI)

1. ¿Qué es la nanotecnología?.....3
2. ¿Cuál es la situación actual de la nanociencia y la nanotecnología?.....3
3. ¿Qué propiedades físicas y químicas tienen las nanopartículas?.....4
4. ¿Cómo se forman las nanopartículas?.....4
5. ¿Qué aplicaciones tienen las nanopartículas en los productos de consumo?.....4
6. ¿Qué efectos perjudiciales podrían tener las nanotecnologías?.....5
7. ¿Cómo puede medirse la exposición a las nanopartículas?.....5
8. ¿Son adecuadas las metodologías actuales para evaluar el riesgo de las nanopartículas?.....6
9. Conclusión - ¿Son adecuadas las metodologías actuales?.....7

Las respuestas a estas preguntas constituyen un resumen fiel del dictamen emitido en 2006 por el Comité científico de los riesgos sanitarios emergentes y recientemente identificados (CCRSERI):

"modified Opinion (after public consultation) on the appropriateness of existing methodologies to assess the potential risks associated with engineered and adventitious products of nanotechnologies"

La publicación completa se encuentra disponible en: <https://copublications.greenfacts.org/es/nanotecnologias/>
y en: <http://ec.europa.eu/health/opinions2/es/nanotecnologias/>

 Este documento pdf corresponde al Nivel 1 de una Co-publicación de GreenFacts. Las Co-publicaciones de GreenFacts, articuladas en torno a preguntas y respuestas, se publican en varios idiomas y en un formato exclusivo de fácil lectura con tres niveles de complejidad creciente.

- El Nivel 1 responde a las preguntas de forma concisa.
- El Nivel 2 profundiza un poco más en las respuestas.
- El Nivel 3 reproduce la fuente original, el dictamen científico internacional resumido por GreenFacts en los niveles 1 y 2.

*Todas las Co-publicaciones de GreenFacts en español están disponibles en: <https://copublications.greenfacts.org/es/>
y en: http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/policy/opinions_plain_language/index_es.htm*

1. ¿Qué es la nanotecnología?

1.1 La nanotecnología es la ciencia que interviene en el diseño, la producción y el empleo de estructuras y objetos que cuentan con al menos una de sus dimensiones en la escala de 0.1 milésimas de milímetro (100 nanómetros) o menos.

La nanotecnología podría tener repercusiones de gran alcance para la sociedad. En la actualidad ya se utiliza en sectores como el de la información y las comunicaciones. También se emplea en cosméticos, protectores solares, textiles, revestimientos, algunas tecnologías alimentarias y energéticas o en determinados productos sanitarios y fármacos. Además, la nanotecnología podría ayudar a reducir la contaminación ambiental.



Aproximadamente, un cabello humano tiene una anchura de 80 000 nm
Fuente: eSpin Technologies, Inc.

Sin embargo, las nanopartículas manufacturadas tienen propiedades y efectos muy diferentes a los de los mismos materiales en tamaños convencionales, lo que puede plantear nuevos riesgos para la salud del hombre y de otras especies. De hecho, es posible que los mecanismos de defensa del hombre no consigan reaccionar adecuadamente ante la presencia de dichas partículas manufacturadas, que poseen características completamente desconocidas para estos mecanismos de defensa.

Las nanopartículas podrían además propagarse y persistir en el entorno, con el consiguiente impacto para el medio ambiente.

2. ¿Cuál es la situación actual de la nanociencia y la nanotecnología?

Los conocimientos actuales sobre la nanociencia provienen de avances en los campos de la química, física, ciencias de la vida, medicina e ingeniería. Existen diversas áreas en las que la nanotecnología está en proceso de desarrollo o incluso en fase de aplicación práctica.

En la **ciencia de los materiales**, las nanopartículas permiten la fabricación de productos con propiedades mecánicas nuevas, incluso en términos de superficie de rozamiento, de resistencia al desgaste y de adherencia.

En **biología y medicina**, los nanomateriales se emplean en la mejora del diseño de fármacos y su administración dirigida. También se trabaja en el desarrollo de nanomateriales para instrumental y equipos analíticos.

Productos de consumo tales como cosméticos, protectores solares, fibras, textiles, tintes y pinturas ya incorporan nanopartículas.



Los componentes más pequeños del chip de un ordenador se miden a nanoescala
Fuente: NanoPrism Technologies, Inc.

En el campo de la **ingeniería electrónica**, las nanotecnologías se emplean, por ejemplo, en el diseño de dispositivos de almacenamiento de datos de menor tamaño, más rápidos y con un menor consumo de energía.

Los **instrumentos ópticos**, tales como los microscopios, también se han beneficiado de los avances de la nanotecnología.

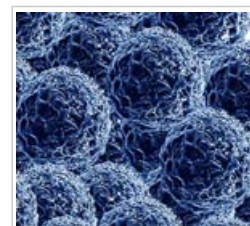
3. ¿Qué propiedades físicas y químicas tienen las nanopartículas?

Con frecuencia, las nanopartículas cuentan con propiedades físicas y químicas muy diferentes a las de los mismos materiales a escala convencional.

Las propiedades de las nanopartículas dependen de su forma, tamaño, características de superficie y estructura interna. La presencia de determinadas sustancias químicas también puede alterar dichas propiedades.

La composición de las nanopartículas y los procesos químicos que tienen lugar en su superficie pueden alcanzar una gran complejidad.

Las nanopartículas pueden agruparse o permanecer en estado libre, en función de las fuerzas de atracción o repulsión que intervengan entre ellas.



Las nanopartículas pueden agruparse
Fuente: NanoPrism Technologies, Inc.

4. ¿Cómo se forman las nanopartículas?

Las nanopartículas libres pueden aparecer de forma natural, liberarse involuntariamente en procesos industriales o domésticos como la cocina, la fabricación y el transporte, o diseñarse específicamente para productos de consumo y tecnologías punta.

4.1 En **estado líquido**, las nanopartículas manufacturadas se forman principalmente a partir de reacciones químicas controladas, mientras que las que se forman de manera natural aparecen por la erosión y degradación química de plantas, arcillas, etc.

4.2 En **estado gaseoso**, tanto las nanopartículas de origen natural como las manufacturadas se forman mediante reacciones químicas que transforman los gases en gotas minúsculas que más tarde se condensan y se expanden. Muy pocas veces se forman mediante la descomposición de partículas de mayor tamaño.

4.3 Tanto en las zonas rurales como en las urbanas, un litro de aire puede contener millones de nanopartículas. En las zonas urbanas, las nanopartículas provienen en su mayor parte de motores diésel o automóviles con catalizadores estropeados o funcionando en frío. En algunos lugares de trabajo, la exposición a las nanopartículas presentes en el aire puede plantear un riesgo potencial para la salud.



En las zonas urbanas, las nanopartículas provienen en su mayor parte de motores diésel o automóviles con catalizadores estropeados o funcionando en frío

5. ¿Qué aplicaciones tienen las nanopartículas en los productos de consumo?

Las nanopartículas permiten la creación de **superficies y sistemas** más fuertes, ligeros, limpios e "inteligentes". En la actualidad se utilizan en la producción de lentes irrayables, pinturas antigrietas, revestimientos antigrafiti para muros, protectores solares transparentes, etc.

Las nanopartículas pueden servir para aumentar la seguridad de los **automóviles**, por ejemplo mejorando la adherencia de los



Las nanopartículas pueden mejorar la adherencia de los neumáticos

neumáticos, la rigidez del chasis o eliminando los deslumbramientos y empañamientos en los cristales y cuadros de mandos.

También pueden mejorar la **seguridad de los alimentos** y su embalaje.

Por último, tienen un amplio abanico de aplicaciones prácticas en **biología y medicina**; sirven por ejemplo para dirigir fármacos hacia los órganos o células deseadas.

6. ¿Qué efectos perjudiciales podrían tener las nanotecnologías?

6.1 Algunas nanopartículas tienen las mismas dimensiones que determinadas moléculas biológicas y pueden interactuar con ellas. Pueden moverse dentro del **cuerpo humano** y de otros organismos, pasar a la sangre y entrar en órganos como el hígado o el corazón, y podrían también atravesar membranas celulares. Preocupan especialmente las nanopartículas insolubles, ya que pueden permanecer en el cuerpo durante largos periodos de tiempo.

6.2 Los parámetros que influyen sobre los efectos de las nanopartículas para la salud son su tamaño (las partículas de menor tamaño pueden comportar un peligro mayor), la composición química, las características de su superficie y su forma.

6.3 Cuando se inhalan, las nanopartículas pueden depositarse en los pulmones y desplazarse hasta otros órganos como el cerebro, el hígado y el bazo; es posible que puedan llegar al feto en el caso de mujeres embarazadas. Algunos materiales podrían volverse tóxicos si se inhalan en forma de nanopartículas. Además, las nanopartículas inhaladas podrían provocar inflamaciones pulmonares y problemas cardíacos.

6.4 Las nanopartículas se emplean como vehículo para que los fármacos lleguen en mayor cantidad a las células deseadas, para disminuir los efectos secundarios del fármaco en otros órganos o para ambas cosas. Sin embargo, en ocasiones no es fácil diferenciar la toxicidad del fármaco de la toxicidad de la nanopartícula.

6.5 Existe muy poca información sobre el comportamiento de las nanopartículas en el cuerpo, con la salvedad de las partículas en suspensión que llegan a los pulmones. A la hora de evaluar los efectos de las nanopartículas sobre la salud debería tenerse en cuenta que la edad, los problemas respiratorios y la confluencia de otros contaminantes pueden influir en algunos de los efectos sobre la salud.

6.6 Se sabe muy poco de los efectos de las nanopartículas sobre **el medio ambiente**. Sin embargo, es probable que muchas de las conclusiones de los estudios con seres humanos puedan extrapolarse a otras especies. En cualquier caso, es necesario seguir investigando.

7. ¿Cómo puede medirse la exposición a las nanopartículas?

7.1 La detección de nanopartículas es una tarea difícil, tanto en gases como en líquidos. Las nanopartículas tienen un tamaño tan reducido que sólo los microscopios electrónicos pueden detectarlas. Hasta hace poco tiempo, no se contaba con instrumentos capaces de detectar y analizar partículas de apenas unos nanómetros.

7.2 La mayoría de las personas se exponen cotidianamente a las nanopartículas presentes en el aire ambiente, que proceden en gran parte del humo de los motores diésel. Se trata de una



Un científico trabajando con un microscopio electrónico
Fuente: Thames-Rawlins
Polymer Research

exposición baja en términos de masa, pero considerable si tenemos en cuenta el número de partículas. De hecho, el número de partículas, su tamaño y las características de su superficie determinan su forma de interactuar con los organismos vivos.

No existe consenso sobre cuáles son los parámetros más adecuados para medir y evaluar la exposición. Tampoco existe instrumental portátil para medir la exposición a las nanopartículas. Es necesario, además, desarrollar nuevas técnicas de muestreo y estrategias para evaluar la exposición en el lugar de trabajo y en el entorno.

7.3 En la actualidad, la inhalación es la principal vía de exposición humana a las nanopartículas, mientras que las emisiones de los vehículos a motor constituyen la principal fuente de nanopartículas en las zonas urbanas. Además, es posible que en determinados lugares de trabajo se produzca una exposición a las nanopartículas en suspensión, aunque existe poca información al respecto. Tampoco se sabe mucho de otras vías de exposición, en particular de la dérmica (que interviene principalmente en las preparaciones farmacéuticas para la piel que incorporan nanopartículas) y de la digestiva.

8. ¿Son adecuadas las metodologías actuales para evaluar el riesgo de las nanopartículas?

Cuando las sustancias químicas toman la forma de nanopartículas adquieren propiedades que pueden ser muy diferentes a las que tienen en su tamaño convencional. Por lo tanto, podrían propagarse e interactuar de forma diferente en los sistemas biológicos. De aquí la necesidad de evaluar los riesgos que se derivan de las nanopartículas que pueden entrar en contacto con el hombre, con otras especies o con el medio ambiente, incluso si se conoce a la perfección los efectos perjudiciales de las sustancias químicas que forman la nanopartícula.

8.1 Cualquier metodología de evaluación de riesgos debería tener en cuenta varios aspectos relacionados con la exposición y los efectos sobre la salud como pueden ser las diferentes vías de exposición posibles, la capacidad de las nanopartículas para desplazarse dentro del cuerpo, su capacidad de bioacumulación, los problemas que puedan derivarse de su persistencia en el medio ambiente o la especial sensibilidad de determinadas personas a sus efectos perjudiciales.

8.2 A la hora de evaluar los riesgos derivados de las nanopartículas o de los productos que las incorporan, es necesario determinar con claridad sus propiedades físicas y químicas, el uso que se pretende dar, la cantidad que se fabricará, los escenarios probables de exposición y la capacidad de acumulación en el cuerpo y en el medio ambiente.

8.3 Para determinar el riesgo de las nanopartículas de sustancias químicas conocidas se necesita un método de detección que pueda determinar si dichas nanopartículas pueden provocar efectos perjudiciales diferentes a los de la misma sustancia química en su tamaño convencional.

No es posible por el momento establecer conclusiones generales sobre el riesgo que puedan aplicarse a todos los productos que incorporan nanopartículas. Por lo tanto, cada producto y proceso deberá examinarse por separado. En casos en los que no se dispone de información suficiente sobre el riesgo, se deberá prestar especial atención a las nanopartículas con mayor probabilidad de permanecer en el cuerpo humano o de otras especies.

8.4 Antes de elaborar directrices sobre la evaluación de riesgo de las nanopartículas, es imprescindible subsanar determinadas lagunas de conocimiento, por ejemplo en lo relativo al comportamiento de las nanopartículas en el cuerpo y en el medio ambiente, así como la

exposición a dichas nanopartículas. La identificación y resolución de estas lagunas de conocimiento requerirá cooperación internacional y colaboración con la industria.

9. Conclusión - ¿Son adecuadas las metodologías actuales para evaluar los riesgos potenciales de los productos nanotecnológicos para la salud del hombre y el medio ambiente?

A modo de conclusión, el Comité científico de los riesgos sanitarios emergentes y recientemente identificados (CCRSERI) de la Comisión Europea dictaminó lo siguiente:

- Los **métodos** actuales son adecuados para evaluar muchos de los riesgos derivados de los productos y procesos que incorporan nanopartículas. Sin embargo, **es posible que no sean suficientes** para cubrir todos los riesgos. Además, los métodos empleados en la actualidad para evaluar la exposición medioambiental no son necesariamente los más adecuados. Por lo tanto, es necesario cambiar los procedimientos actuales de evaluación de riesgo en el caso de las nanopartículas.
- **Deberían crearse nuevas metodologías o adaptar las actuales** para que consigan determinar las propiedades físicas y químicas de las nanopartículas, medir la exposición a éstas, evaluar el riesgo potencial y detectar sus desplazamientos dentro de sistemas vivos, tanto en tejidos humanos como en el medio ambiente.
- Por lo general, y a pesar de la rápida proliferación de publicaciones científicas que tratan sobre nanociencia y nanotecnología, todavía **se necesitan más datos y conocimiento** sobre las características de las nanopartículas, su detección y medición, su comportamiento en sistemas vivos y todo tipo de cuestiones relacionadas con sus potenciales efectos perjudiciales sobre el hombre y el medio ambiente, y estas lagunas impiden que se pueda llevar a cabo una adecuada evaluación del riesgo para el hombre y los ecosistemas.

Cogeneris sprl [véase <https://www.greenfacts.org>] posee los derechos de autor de la Estructura de Tres Niveles utilizada para la divulgación de esta opinión del CCRSERI.