

**ASESORES:**

JOSÉ AUGUSTO GALVIS ECHEVERRY  
OLGA YANETH VÁSQUEZ OCHOA

**AUTORES:**

KATHERINE ANDREA JUNCA DÍAZ | KAREN LORENA  
BOLÍVAR RODRÍGUEZ | JAIR ARLEY FRANCO CASTRO |  
CARLOS ANDRÉS HERRERA BARRERA



UNIVERSIDAD  
CENTRAL

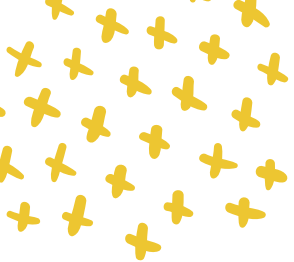


Con el apoyo de



El conocimiento  
es de todos

Minciencias



# FULLY

## La nanopartícula

**AUTORES:**

KATHERINE ANDREA JUNCA DÍAZ  
KAREN LORENA BOLÍVAR RODRÍGUEZ  
JAIR ARLEY FRANCO CASTRO  
CARLOS ANDRÉS HERRERA BARRERA

**ASESORES:**

JOSÉ AUGUSTO GALVIS ECHEVERRY  
OLGA YANETH VÁSQUEZ OCHOA



UNIVERSIDAD  
CENTRAL

Con el apoyo de



El conocimiento  
es de todos

Minciencias



### Rector

Jaime Arias Ramírez

### Vicerrector académico

Óscar Leonardo Herrera Sandoval

### Vicerrectora administrativa y financiera

Paula Andrea López López

### Vicerrector de programas

Jorge Hernán Gómez Cardona

### Director de Investigación y Transferencia del Conocimiento

José Augusto Galvis Echeverry

ISBN (impreso): 978-958-26-0502-5

ISBN (PDF): 978-958-26-0503-2

Primera edición: 2022

### Preparación editorial Editorial - CRAI

Editor: Héctor Sanabria Rivera

Gestor editorial: Nicolás Rojas Sierra

Diseño y diagramación: [lacentraldedisenio.com](http://lacentraldedisenio.com)

Corrección de textos: Angie Bernal Salazar

Ilustraciones: Jhonatan N.;  
[shutterstock.com](http://shutterstock.com)

Publicado en Colombia • *Published in Colombia*

Una publicación del Clúster de Investigación en Ciencias y Tecnologías Convergentes NBIC y la Dirección de Investigación y Transferencia de Conocimiento (DITC) de la Universidad Central, con apoyo del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación – MinCiencias.

- © Autores: Katherine Andrea Junca Díaz, Karen Lorena Bolívar Rodríguez, Jair Arley Franco Castro, Carlos Andrés Herrera Barrera  
Asesores: José Augusto Galvis Echeverry, Olga Yaneth Vásquez Ochoa
- © Ediciones Universidad Central  
Carrera 5 n.º 21-38. Ed. Lino de Pombo (1.º piso). Bogotá, D. C., Colombia  
PBX: 323 98 68, ext. 1556  
[editorial@ucentral.edu.co](mailto:editorial@ucentral.edu.co)

Esta cartilla es producto del proyecto de investigación “Desarrollo de nanocompuestos de plata: dosis mínima inhibitoria y su potencial aplicación como agente antibacteriano in-vitro”, cofinanciado por MinCiencias (Convocatoria para el fortalecimiento de proyectos en ejecución de CTel en ciencias de la salud con talento joven e impacto regional, año 2021).

#### Catalogación en la Publicación Universidad Central

Junca Díaz, Katherine Andrea, autora.

Fully la nanopartícula / autores Karen Lorena Bolívar Rodríguez, Jair Arley Franco Castro, Carlos Andrés Herrera Barrera ; asesores José Augusto Galvis Echeverry, Olga Yaneth Vásquez Ochoa -- Primera edición -- Bogotá : Ediciones Universidad Central, 2022. 1 recurso en línea (24 páginas) : ilustraciones a color.

Incluye referencias bibliográficas.

ISBN: 978-958-26-0502-5 (Impreso)

ISBN: 978-958-26-0503-2 (PDF)

1. Nanotecnología - Aplicaciones científicas 2. Nanopartículas – Clasificación 3. Propiedades de la materia - Métodos de enseñanza 4. Materiales nanoestructurados - Propiedades mecánicas - Métodos de enseñanza I. Bolívar Rodríguez, Karen Lorena, autora II. Franco Castro, Jair Arley, autor III. Herrera Barrera, Carlos Andrés, autor IV. Galvis Echeverry, José Augusto, asesor V. Vásquez Ochoa, Olga Yaneth, asesora VI. Universidad Central (Bogotá, Colombia) VII. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCiencias).

620.5 – dc23

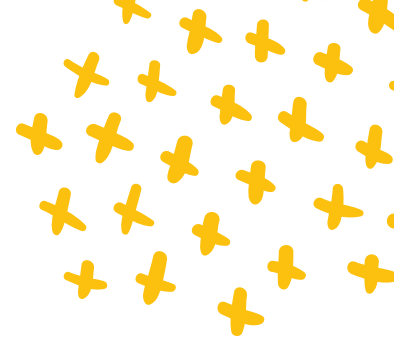
PTBUC/27-05-2022



Este texto es publicado de acuerdo con los términos de la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinDerivadas (CC BY-NC-ND). Usted es libre de copiar o redistribuir el material en cualquier medio o formato, siempre y cuando dé los créditos apropiadamente, no lo haga con fines comerciales y no realice obras derivadas.

**\***

# **CONTENIDO**



**5**

Presentación

**6**

¿Qué es la nanotecnología?

**8**

Clasificación de nanopartículas

**10**

Propiedades de nanopartículas

**14**

Síntesis de nanopartículas

**17**

Aplicaciones

**21**

¿Hay razones para preocuparnos por el uso de las nanopartículas?

**22**

Bibliografía

La ciencia y la vida cotidiana no  
pueden y no deben ser separadas.

ROSALIND FRANKLIN

Enamórate de alguna actividad y ¡hazlo! Nunca nadie  
realmente se da cuenta de lo que se trata la vida en realidad,  
y eso no importa. Explora el mundo. Prácticamente todo a  
nuestro alrededor es realmente interesante, si lo observas  
profundamente. Trabaja duro y cuanto puedas en las cosas que  
más te gusta hacer. No pienses en lo que quieres ser, sino en lo  
que tú quieres hacer.

RICHARD FEYNMAN

# PRESENTACIÓN

Querido lector:

En esta cartilla aprenderás sobre los conceptos básicos de la nanotecnología y sus aplicaciones en la vida actual. También hablaremos un poco sobre las nanopartículas, su clasificación, sus propiedades y aplicaciones. Para obtener esta información consultamos diversas fuentes en la web, como artículos científicos y videos, que te iremos recomendando a lo largo de la cartilla.

¡Acompáñanos en esta aventura del saber y disfruta de las distintas actividades que planeamos para ti!

¿ALGUNA VEZ HAS OÍDO HABLAR DE LA NANOTECNOLOGÍA? ¿HAS OÍDO HABLAR DE LA ESCALA NANOMÉTRICA?

# ¿QUÉ ES LA NANOTECNOLOGÍA?

6



## ¿Sabías que...?

Un cabello humano tiene un diámetro de aproximadamente 75 000 nm.

La nanotecnología es el estudio y manipulación de materiales a una escala muy pequeña, tan pequeña que no logras verla a simple vista. Esta escala se llama **nanométrica** y se mide en nanómetros.

## ¿Qué es un nanómetro?

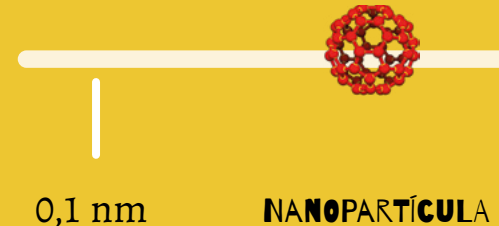
El sufijo **nano** indica la cantidad de números (nueve) que hay después de la coma, lo que denota una cifra muy pequeña. Pero para no escribir todos esos ceros, usamos la notación científica “por diez a la menos nueve”.

En 1986 Gerd Binnig y Heinrich Rohrer ganaron el Premio Nobel de Física por diseñar el microscopio de efecto túnel (STM), con el que se pueden ver los átomos que conforman las nanopartículas. Aprende más con el siguiente video:

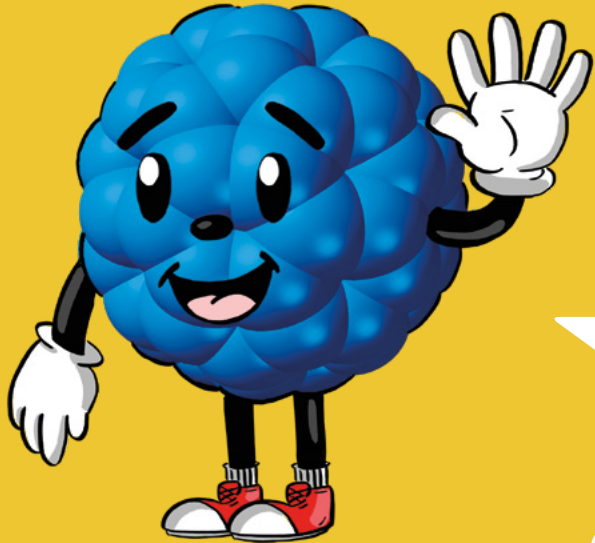


$$1 \text{ nm} = 0,000000001 \text{ m}$$

$$1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$$



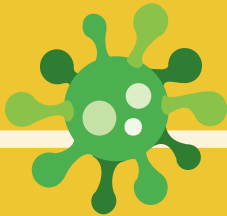
# FULLY



¡Hola, mucho gusto! Me llamo Fully y soy un fullereno. Aunque no lo creas, soy una nanopartícula de tan solo ocho nanómetros (8 nm).

Soy muy pequeño, puedo ser hasta 20 mil veces más pequeño que una célula humana y 100 millones de veces más pequeño que un balón de fútbol.

Cuando hablamos de una nanopartícula, nos referimos a una partícula con un tamaño en la escala nanométrica, compuesta por átomos elementales. Por ejemplo, yo estoy compuesta por átomos de carbón.



10 nm

VIRUS

1000 nm

CÉLULA ANIMAL

100 000 nm

INICIO



# CLASIFICACIÓN DE NANOPARTÍCULAS

8

Las nanopartículas se pueden clasificar por su dimensión, su forma y su composición. En esta cartilla abordaremos la clasificación más conocida, a partir de los materiales que las componen:

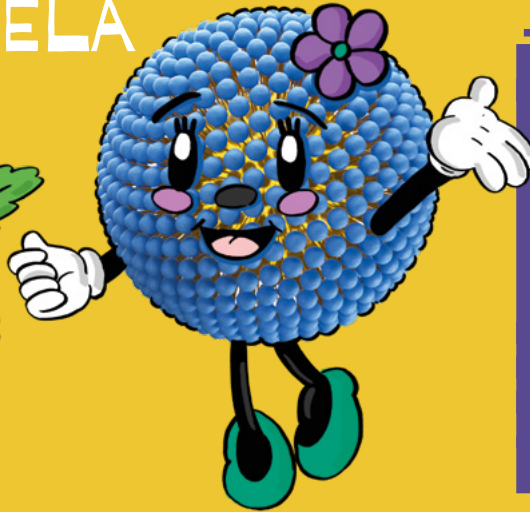
- ▶ **Basadas en carbón:** están compuestas completamente por átomos de carbón. Son elásticas, resistentes y duras.
- ▶ **Inorgánicas o de base metálica:** están compuestas por metales u óxidos metálicos de aluminio, oro, plata, cobalto, zinc, cadmio y cobre. Son muy buenas conductoras de electricidad, resistentes y reactivas.
- ▶ **Orgánicas:** están formadas por compuestos orgánicos como lípidos, carbohidratos, proteínas o ácidos nucleicos. Son flexibles, pueden tomar diferentes formas y estar en los organismos vivos.

Mi familia y yo somos distintos. Por ejemplo, yo soy a base de carbón, pero mi prima Micela es orgánica y mi tío Mc. Plato es inorgánico. Ahora, se van a presentar.



# MICELA

¿Creías que Fully era la única nanopartícula? Pues no, mi cielo. **Mi nombre es Micela** y soy una nanopartícula orgánica. Te acompaño en algunas vacunas contra la covid-19.



¿Sabías que...?

El agua micelar está compuesta por nanopartículas orgánicas llamadas micelas; una parte de estas se une a la grasa y la otra al agua.



¡Hola!, mi nombre es **Mc. Plato**, soy una nanopartícula de plata y un experimentado cazador de bacterias.

# MC. PLATO

¿Te gustaría ver el cortometraje que hizo IBM en el que se manipulan átomos de monóxido de carbono?, se titula *Un niño y su átomo: la película más pequeña del mundo*:



# PROPIEDADES DE LAS NANOPARTÍCULAS

10

La “estructura cristalina” define muchas de las propiedades de las nanopartículas. Para entender qué significa “estructura cristalina” te recomiendo ver el siguiente video:



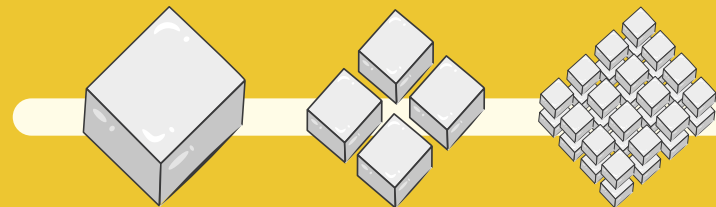
Nota cómo, entre más dividimos el cubo, la suma de sus áreas nos da una mayor superficie.



A pesar de nuestras diferencias en composición, todas tenemos superpoderes especiales. Quienes nos estudian los llaman propiedades.

Nuestras propiedades se deben a la amplia área de superficie del material, pero ¿qué significa esto?

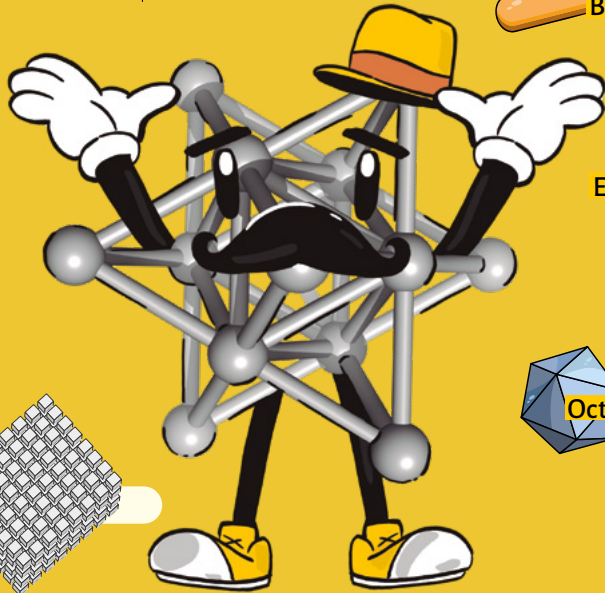
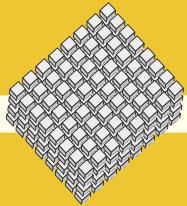
Significa que, entre más pequeña sea una partícula de cualquier material, mayor es su superficie en relación con su volumen.



SISTEMA MACRO

Aumento del área superficial

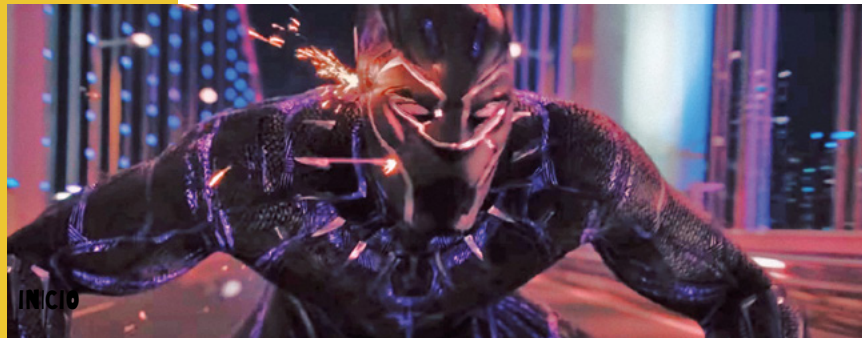
Nuestra familia puede tener diferentes formas y superficies, esta es una propiedad estructural.



### ¿Sabías que...?

En 1990, IBM usó el STM para manipular 35 átomos individuales de xenón en una superficie de níquel y a partir del resultado se creó el logo de la compañía.

En la película *Pantera negra*, las balas rebotan en el traje del protagonista. Esto se debe a las propiedades mecánicas que dan al traje mayor resistencia y flexibilidad que otros textiles comunes.





### ¿Sabías que...?

Algunos protectores solares contienen nanopartículas de óxido de titanio y óxido de zinc, que les permiten tener mayor estabilidad a largo plazo y una mejor propiedad de protección UV.

Las propiedades de los materiales a escala nanométrica son diferentes a las que tienen en escala normal, por esto son tan importantes al momento de elegir un material en distintas aplicaciones.

Si pones nanopartículas de oro en un líquido (suspensión), este líquido tendrá diferentes colores según el tamaño de las

nanopartículas suspendidas. Esta es una **propiedad óptica** y depende de la forma en que las nanopartículas reflejan la luz.

•

•

•



5 nm

18 nm

24 nm

60 nm

90 nm



Rojo claro

Rosado

Violetinto

Violeta

Lila

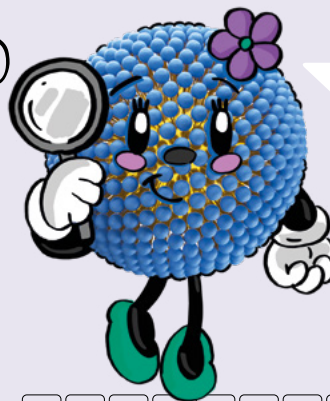
Aprende sobre el uso de la nanotecnología en los alimentos en este video:



### ¿Sabías que...?

Las nanopartículas son útiles para reparación ósea, dental, de herida (tejidos) y como aditivo en materiales dentales.

# ACTIVIDAD



Vamos a buscar algunas palabras relacionadas con nuestras propiedades.

Pon a prueba tus habilidades cognitivas y busca los siguientes términos de propiedades:

- ▶ Calor
- ▶ Catalizador
- ▶ Estabilidad
- ▶ Mecánicas
- ▶ Color
- ▶ Elasticidad
- ▶ Químicas
- ▶ Humedad
- ▶ Luz



# SÍNTESIS DE NANOPARTÍCULAS

14

En los siguientes videos conocerás las distintas técnicas de fabricación de nanopartículas, conocidas como métodos de síntesis:

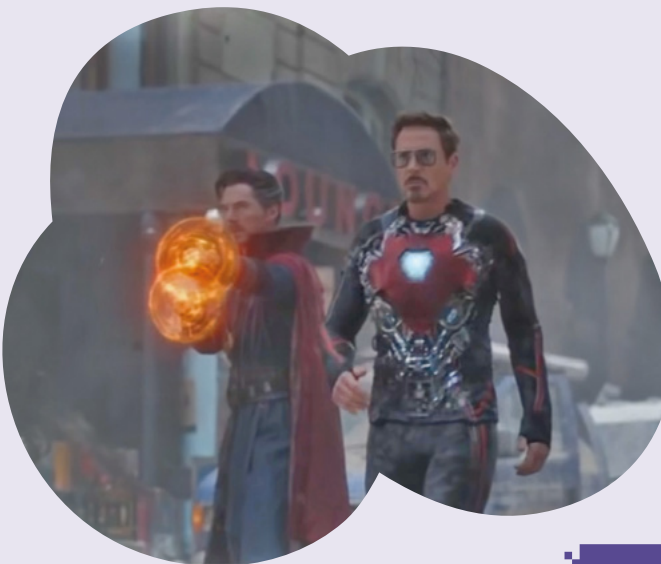


Las nanopartículas podemos ser desarrolladas siguiendo dos métodos de síntesis.



## Top-down

En la película *Ralph, el demoledor*, el protagonista (Ralph) destruye un caramelo en trozos muy pequeños. En la nanotecnología este método es conocido como método destructivo o “*top-down*”. Es un método físico que requiere mucha energía para obtener una distribución uniforme del tamaño de las nanopartículas y una alta pureza.



## Bottom-up

En la película *Avengers: Infinity War*, se observa cómo Tony Stark activa su traje de Ironman basado en nanotecnología. Los nanobots que guarda en el pecho se van ensamblando hasta formar el traje completo. Este es el método constructivo o *bottom-up*, que utilizan las células para crear los nanomateriales o nanobiomáquinas que llevan a cabo las tareas metabólicas.

### ¿Sabías que...?

Dentro del método *bottom-up* existe la “síntesis verde”, donde se usan extractos de plantas, microorganismos como bacterias y hongos para sintetizar nanopartículas.







**¿Sabías que...?**

La nanotecnología ha permitido el desarrollo de nanolípidos que se utilizan en las vacunas contra la covid-19.



Aprende más sobre las aplicaciones biomédicas de las nanopartículas con el siguiente video:



Ayúdame a completar las palabras con las letras que se encuentran alrededor.

# ACTIVIDAD

- ▶ \_ \_ T \_ \_ O C \_ \_ \_ T \_ \_ C \_ \_ V \_
- ▶ \_ \_ \_ M \_ S
- ▶ M \_ \_ O \_ \_ \_ \_ \_ M \_ C \_ \_
- ▶ \_ U \_ S T \_ A \_ O
- ▶ \_ E \_ \_ D \_ \_ E S \_ \_ \_ C T \_ V O
- ▶ I \_ \_ I Z \_ \_ I O \_
- ▶ T \_ \_ N \_ \_ \_ R \_ A C \_ \_ N
- ▶ \_ O \_ \_ C \_ L \_ S
- ▶ \_ \_ N \_ \_ \_ R \_ \_ C \_ L \_
- ▶ \_ \_ \_ L E \_ \_ \_ O N
- ▶ S \_ N \_ \_ S \_ S \_ \_ R D \_

O E	O N	I S
M D	S R	O S
	U T	
	I O	D T
	R T	O O
A T		T E
O O		D O
	I T	S N
	R U	R A
	S I	C O
	Q U	N A
A U		N I
A N		U A
	T O	C U
	P A	C A
I F		E O
O M		M L
	E I	E I
	I T	V E

Gracias a mi tamaño nano soy bueno para eliminar bacterias.

# APLICACIONES

## ¿Sabías que...?

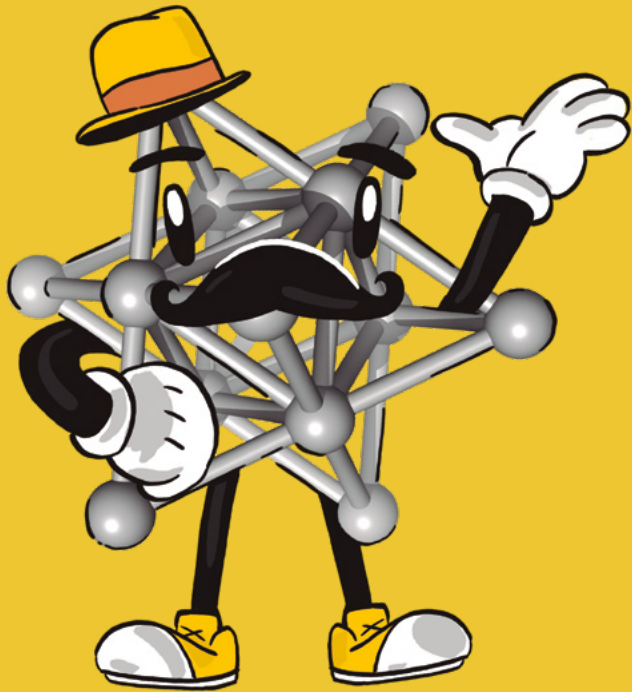
Hidrogeles de nanopartículas pueden ayudar a detectar niveles altos de glucosa en la sangre.

## Salud y dispositivos médicos

Actualmente se están desarrollando muchas investigaciones para que las nanopartículas puedan ser usadas en:

- ▶ Destruir células cancerígenas y evitar el crecimiento de células tumorales.
- ▶ Crear hidrogeles para ayudar en la liberación controlada de fármacos.
- ▶ Acelerar el proceso de cicatrización de heridas.
- ▶ Destruir microorganismos patógenos como bacterias, virus y hongos resistentes a antibióticos.

En Colombia existen empresas que se dedican a aplicar la nanotecnología en el agro. Conoce una de ellas en el siguiente video:



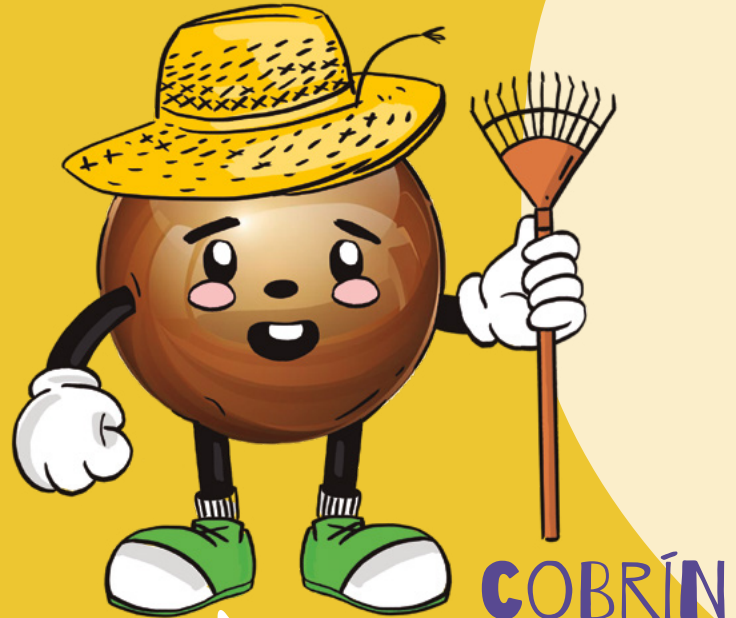
## Agricultura y medio ambiente

En el campo de la agricultura y el medio ambiente, las nanopartículas se pueden utilizar para:

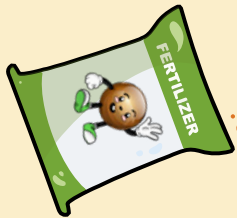
- ▶ Tratamiento de vertimientos de la industria textil y minera con nanopartículas de hierro cero valente (nZVI). Este proceso es económico, eficiente y no es tóxico.
- ▶ Desarrollo de fertilizantes y herbicidas que permitirán mejorar el rendimiento del cultivo y la calidad de las cosechas, pues son completamente biodegradables.

### Recordatorio:

Los estomas son células especializadas que se encuentran en las plantas. Estas se ubican generalmente en las hojas y funcionan como una puerta que permite el ingreso de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) para realizar la fotosíntesis y obtener energía.



**Hola, soy Cobrín**, una nanopartícula de cobre. Me estoy preparando para trabajar como fertilizante, ya que puedo ingresar fácilmente a los estomas de las plantas y ayudar en su nutrición.



Para aprender  
más de las  
aplicaciones de la  
nanotecnología,  
mira este video:



**¿Sabías que...?**

La nanotecnología es usada para elaborar raquetas de tenis más livianas y resistentes.



Para profundizar en el uso de las nanopartículas en la agricultura, consulta el siguiente video:

**Energía y electrónica**

En generadores de energía, como los paneles solares, se usan nanopartículas de dióxido de titanio, para darles flexibilidad y estabilidad. En la electrónica se encuentra nanotecnología en las placas separadoras de las baterías de teléfonos móviles y portátiles, lo que les permite ser compactas, ligeras y de gran capacidad. Su forma de espuma (aerogel) facilita almacenar más energía en comparación con las baterías tradicionales.

En la película *Ironman* observamos pantallas y hologramas brillantes en el laboratorio de Tony Stark. Esta tecnología podría ser posible mediante el uso de nanotecnología, pues permitiría que las pantallas de televisores o computadores tuvieran gran tamaño, alcanzaran un alto brillo y fueran flexibles.

**¿Sabías que...?**

Las nanopartículas metálicas se pueden usar para remediar contaminantes ambientales como residuos industriales, productos químicos agrícolas provenientes de pesticidas y residuos herbicidas convencionales.

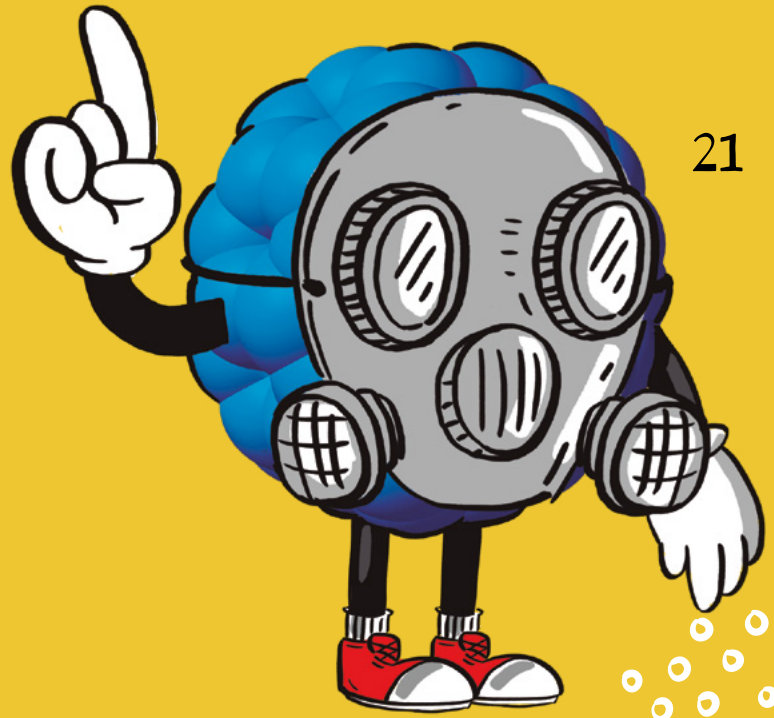
# ¿HAY RAZONES PARA PRE-OCUPARNOS POR EL USO DE LAS NANOPARTÍCULAS?

**Recuerda:** ¡un gran poder conlleva una gran responsabilidad! Si nos dan un mal manejo podemos llegar a ser tóxicas.

A pesar de que los avances en nanotecnología permiten mejorar nuestra calidad de vida, también pueden traer muchos problemas que deben ser atendidos y prevenidos antes de que su uso (e impacto) sea masivo.

De acuerdo con el Gobierno de los Estados Unidos, la información crítica para el estudio nanotoxicológico de las nanopartículas se relaciona con:

- ▶ Pruebas toxicológicas reproducibles.
- ▶ Nanopartículas afines a sustancias tóxicas.
- ▶ Detección por macrófagos del sistema inmune.
- ▶ Cambios en las propiedades por aglomeración.
- ▶ Reactividad química asociada a su superficie.
- ▶ Interacción con biomoléculas como el ADN.



21

# BIBLIOGRAFÍA

22

Baig, N., Kammakakam, I., & Falath, W. (2021). Nanomaterials: a review of synthesis methods, properties, recent progress, and challenges. *Materials Advances*, 2(6), 1821-1871. <https://doi.org/10.1039/DoMA00807A>

Bayda, S., Adeel, M., Tuccinardi, T., Cordani, M., & Rizzolio, F. (2020). The History of Nanoscience and Nanotechnology: From Chemical-Physical Applications to Nanomedicine. *Molecules*, 25(1), 112. <https://doi.org/10.3390/MOLECULES25010112>

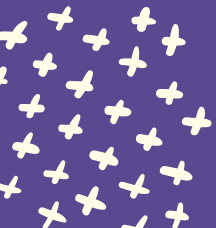
Chibueze Azubuike, C., Blaise Chikere, C., & Chijioke Okpokwasili, G. (2016). Bioremediation techniques-classification based on site of application: principles, advantages, limitations and prospects. *World Journal of Microbiology &*

*Biotechnology*, 32(11). <https://doi.org/10.1007/S11274-016-2137-X>

Ealias, A. Ma., & Saravanakumar, M. P. (2017). A review on the classification, characterisation, synthesis of nanoparticles and their application. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 263(3). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/263/3/032019>

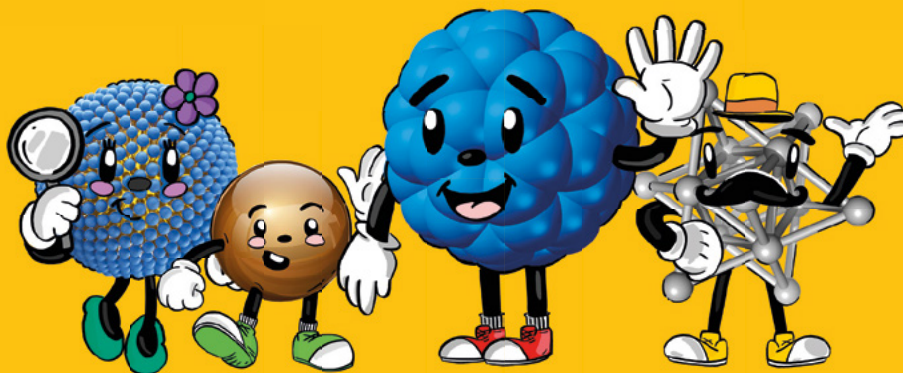
Galdames, A., Ruiz-Rubio, L., Orueta, M., Sánchez-Arzalluz, M., & Vilas-Vilela, J. L. (2020). Zero-Valent Iron Nanoparticles for Soil and Groundwater Remediation. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(16), 1-23. <https://doi.org/10.3390/IJERPH17165817>

Hou, X., Zaks, T., Langer, R., & Dong, Y. (2021). Lipid nanoparticles for mRNA



- delivery. *Nature Reviews. Materials*, 17. <https://doi.org/10.1038/S41578-021-00358-0>
- Ijaz, I., Gilani, E., Nazir, A., & Bukhari, A. (2020). Detail review on chemical, physical and Green synthesis, classification, characterizations and applications of nanoparticles. *Green Chemistry Letters and Reviews*, 13(3), 59-81. <https://doi.org/10.1080/17518253.2020.1802517>
- Kapoor, R. T., Salvadori, M. R., Rafatullah, M., Siddiqui, M. R., Khan, M. A., & Alshareef, S. A. (2021). Exploration of Microbial Factories for Synthesis of Nanoparticles - A Sustainable Approach for Bioremediation of Environmental Contaminants. *Frontiers in Microbiology*, 12, 658294. <https://doi.org/10.3389/FMICB.2021.658294>
- Lira-Saldivar, R. H., Argüello, B. M., Villarreal, G. D. los S., & Reyes, I. V. (2018). Potencial de la nanotecnología en la agricultura. *Acta Universitaria*, 28(2), 9-24. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7075462>
- Terna, A. D., Elemike, E. E., Mbonu, J. I., Osafile, O. E., & Ezeani, R. O. (2021). The future of semiconductors nanoparticles: Synthesis, properties and applications. *Materials Science and Engineering*, 272. <https://doi.org/10.1016/J.MSEB.2021.115363>





¿Alguna vez has oído hablar de la nanotecnología o de la escala nanométrica?

En esta cartilla, en compañía de las nanopartículas Fully, Mc. Plato, Micela y Cobrín, aprenderás sobre la nanotecnología y sus aplicaciones, cada vez más importantes y sorprendentes en la actualidad. La nanotecnología es el estudio y manipulación de materiales en partículas muy pequeñas, ¡tan pequeñas que cientos de millones de ellas caben en un balón de fútbol!

Aunque parezca un tema de ciencia ficción, verás sus propiedades, sus aplicaciones y sus poderosas consecuencias en la vida cotidiana.

