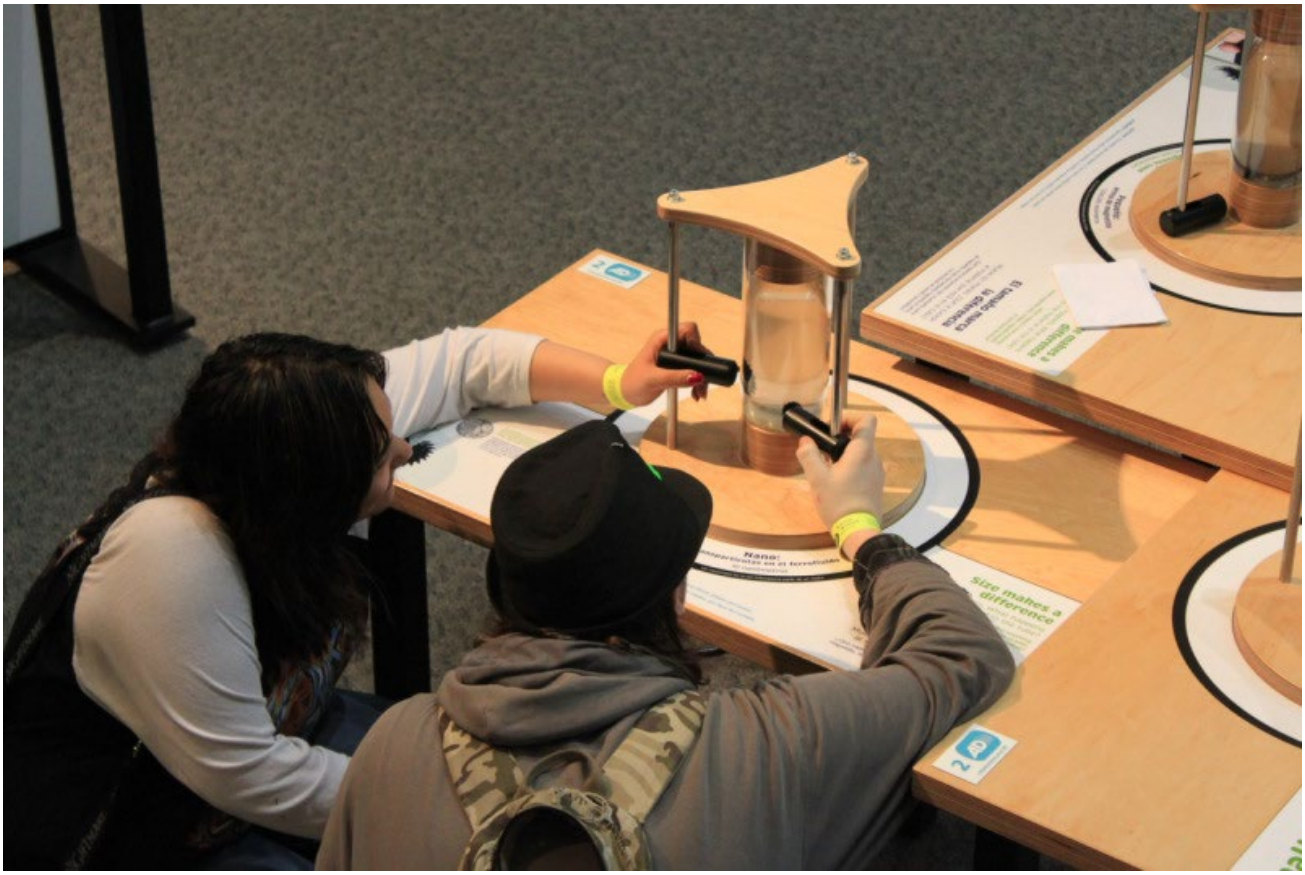
REVISTA BIOIKA

ECOVOCES

Edición 13 • octubre de 2026
ISSN: 2619-3191 (En línea)

Nanomateriales: los pequeños invisibles de grandes impactos

Por Analía Ale



La nanotecnología es una disciplina amplia que incluye la fabricación y utilización de materiales cuyo tamaño es tan pequeño que solo puede verse a partir del uso de microscopios especializados. Pero justamente por su tamaño también pueden producir efectos indeseados en la salud de los ecosistemas y las personas que aún estamos estudiando. / Imagen: Ryan Somma - Flickr

La nanotecnología se define como la disciplina dedicada a la síntesis y aplicación de nanomateriales (NM), que incluyen nanopartículas (NP), nanotubos, nanocables y nanoláminas, entre otras formas, cuyas propiedades resultan de interés para aplicaciones específicas.

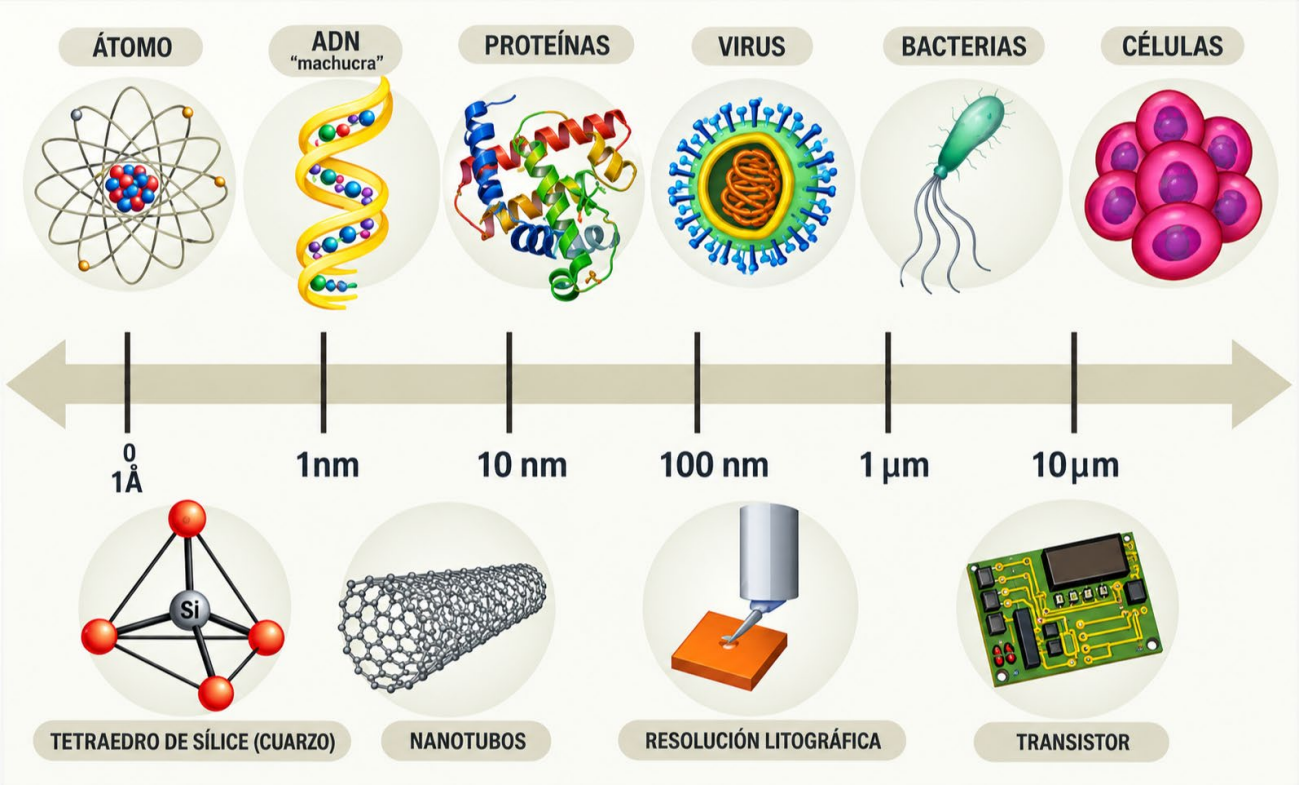
Edición 13 • octubre de 2026
ISSN: 2619-3191 (En línea)



¿Qué es la nanociencia y para qué la utilizamos? / Video: Canal ScienceTruck – https://www.youtube.com/watch?v=TU1PaBBIuLc

De acuerdo con las definiciones normativas de la Unión Europea, se considera **nanomaterial** a todo material que presente una **dimensión entre 1 y 100 nanómetros** (un solo cabello humano tiene un grosor promedio de unos 80.000 a 100.000 nanómetros), o que el 50 % o más de sus constituyentes se encuentren dentro de ese rango de tamaño, abarcando así distintas formas estructurales como partículas, fibras, tubos o discos.

Edición 13 • octubre de 2026
ISSN: 2619-3191 (En línea)



Escala de dimensiones para identificar la nanométrica y el rango de tamaños donde podemos ubicar a los nanomateriales en comparación con elementos de origen natural. / Imagen: https://quimicasthai.wordpress.com/

El camino de la nanotecnología empezó aproximadamente por los años '90, diseñándose estos materiales invisibles que resultaron ser muy útiles, eficientes y que incluso han economizado numerosos procesos de síntesis industriales como la síntesis de polímeros, el mezclado de hormigón, el desarrollo de pinturas para autos o el embalaje de baterías; reduciendo costos operativos y velocidad de producción.

En este artículo, haremos la distinción entre NM sintetizados por procesos de ingeniería, de aquellos de ocurrencia natural en el ambiente. Nuestro planeta lleva millones de años produciendo nanomateriales a través de procesos geológicos, atmosféricos y biológicos. Tales el caso de los aerosoles de sal marina, el polvo de

Edición 13 • octubre de 2026
ISSN: 2619-3191 (En línea)

los desiertos, o los óxidos metálicos liberados al ambiente producto de la erosión del agua y la meteorización de las rocas.

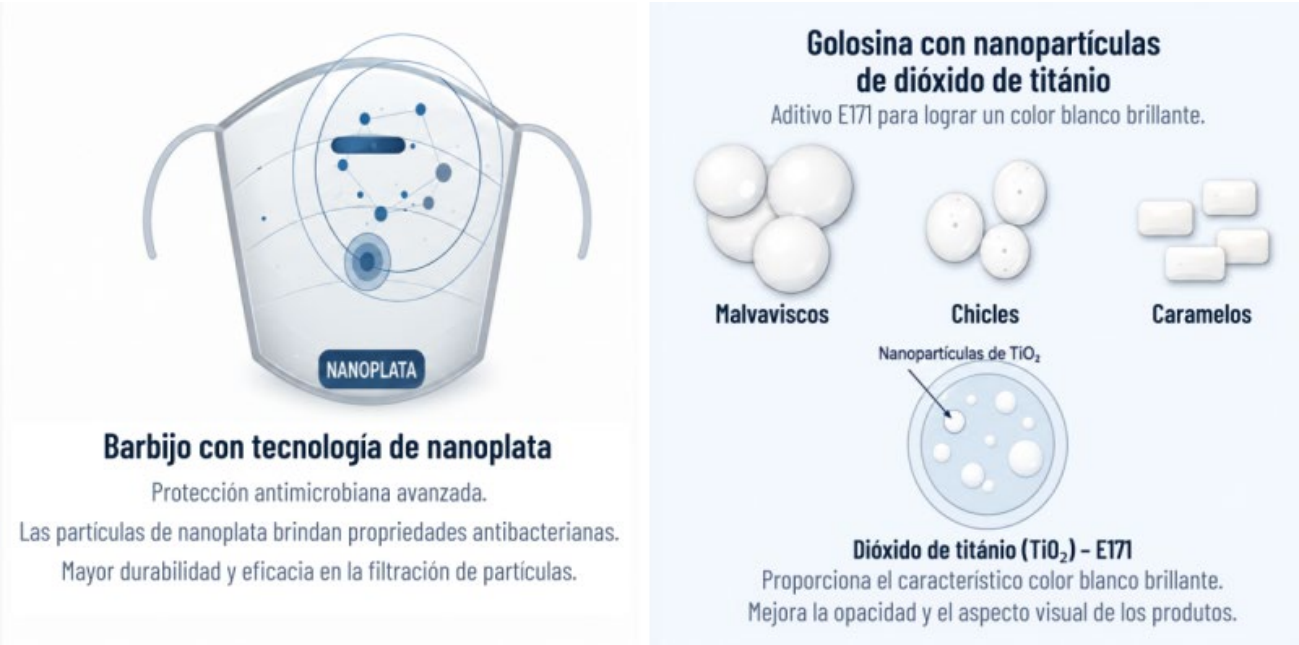
Por su parte, las NP sintetizadas a través de procedimientos ingenieriles tienen una variedad mucho más amplia. Dentro de los más conocidas, las NP magnéticas son utilizadas en vacunas y en fármacos, y las NP a base de metales incluyen la formulación de ciertos alimentos para otorgarle alguna característica, como un color más brillantes, o también adicionarle algún elemento deseable en la dieta como el zinc. Asimismo, las NP son utilizadas para el desarrollo de productos de uso diario como dentífricos, protectores solares, cremas humectantes y maquillaje), se usan en filtros de agua, de aire, embalaje de alimentos, y prácticamente ¡en todo nuestro alrededor! Particularmente importantes son los NM a base de carbono (como los grafenos), aplicados en productos como pinturas, cemento, zapatillas deportivas o neumáticos ya que otorgan resistencia y elasticidad al mismo tiempo.

Menos, es más, pero ¿cuánto más?

Como explicamos antes, una de las promesas más importantes de los NM es la eficiencia y reducción de costos implicados en su síntesis en comparación con las contrapartes macrométricas. Por ejemplo, uno de los NM más populares (y estudiados), es la nanoplata (o nanopartículas de plata). La nanoplata resulta de gran interés por sus actividades antimicrobianas únicas y el hecho de que su síntesis es relativamente sencilla y económica. En otras palabras, para llegar a un efecto bactericida en cuestión, por ejemplo, en los productos de limpieza, se necesita menor cantidad del elemento plata si partimos de la nanoplata, que si lo haríamos a partir de una sal de plata como el nitrato de plata. La nanoplata se popularizó, sobre todo, durante la época de pandemia a causa del COVID-19,

Edición 13 • octubre de 2026
ISSN: 2619-3191 (En línea)

donde la encontrábamos fácilmente en productos de limpieza «nanotecnológicos», hasta en barbijos de uso diario.



Imágenes representativas de barbijos con agregado de nanopartículas de plata (izquierda) y golosinas con agregado de nanopartículas de dióxido de titanio (derecha). / Imagem: ChatGPT

Pero ¿qué pasa cuando inhalamos la nanoplata a través de los barbijos que la contienen? ¿Qué pasa cuando ingerimos grandes de cantidades de nanopartículas de dióxido de titanio (o nanotitanio) cuando comemos caramelos? Este tipo de preguntas también son importantes, y han despertado un gran interés entre los toxicólogos y ecotoxicólogos con el fin de investigar si estos materiales son realmente invisibles para nuestro sistema inmunológico y para entender su destino ambiental cuando llegan a los ambientes a través de diversas fuentes y entran en contacto con la biota asociada.

Se asume que durante todo el ciclo de vida de los NM éstos llegan al ambiente en cantidades desconocidas. Esto se debe, en parte, a que hoy en día no existe una regulación establecida acerca de cuánto son las cantidades permitidas de emisión al ambiente. Inclusive,

Edición 13 • octubre de 2026
ISSN: 2619-3191 (En línea)

tampoco existe reglamentación alguna que obligue a las empresas declarar (e incluir en el etiquetado correspondiente) si utilizan NM en el formulado de sus productos.



Esquema que muestra las rutas potenciales de liberación de nanomateriales a los ambientes durante su ciclo de vida que actualmente no cuentan con regulaciones nacionales o internacionales que controlen las vías de exposición, transporte o almacenamiento de estos nanomateriales. / Imagen: Ale y Andrade (2023)

Esta incertidumbre ha generado una preocupación creciente que dio lugar a una disciplina científica que hoy conocemos como **Nanotoxicología**. En esta disciplina estudiamos qué posibles efectos tóxicos podrían ocurrir cuando cantidades crecientes de NM entran en contacto con nuestras células (y las de todos los organismos del planeta), y resulta de gran importancia para obtener información que aporte a futuras medidas de regulación y prevención por parte de las autoridades competentes. Podríamos asumir que la nanotoxicología ha ganado importancia en las últimas décadas; sin

Edición 13 • octubre de 2026
ISSN: 2619-3191 (En línea)

embargo, no avanza al ritmo con el que se expande la nanotecnología.

Lo que sabemos hasta ahora, es que los NM pueden sufrir diversas modificaciones en su estructura cuando ingresan a los ambientes naturales e interaccionan con sus componentes. En los sistemas acuáticos, por ejemplo, una vez que ingresan tienden a aglomerase y sedimentar. Cuando esto ocurre, estos NM interaccionan con los organismos que viven en el fondo como son pequeños invertebrados, algunos peces o moluscos. Existen estimaciones, aunque un tanto variables, que informan los valores predichos de muchos tipos de NM en las matrices ambientales (agua, aire y sedimento). Si bien en su mayoría se tratan de concentraciones muy bajas, hay NM que requieren especial atención como las nanopartículas de dióxido de titanio o nanotitanio.

Nanotoxicología y una mirada ambiental

El estudio acerca de cómo impactan los NM sobre la salud de los humanos y del ambiente merece especial atención para traer conciencia en caso de exposición. Al respecto, los NM se han estudiado ampliamente (a través de experimentos controlados) en organismos acuáticos como ser peces, invertebrados (microcrustáceos y bivalvos), y en menor proporción, en organismos terrestres. Al respecto, se encuentra muy documentado que muchos NM activan en las células con las que entran en contacto, un mecanismo de toxicidad conocido como **estrés oxidativo**, el cual está relacionado con el envejecimiento prematuro celular y diferentes respuestas ante el estrés con el fin de atenuarlo. Por ejemplo, diversos estudios han demostrado que algunos NM, como la nanoplata, la nanosílica y el nanotitanio, pueden interferir con los mecanismos naturales de defensa de los organismos. En

Edición 13 • octubre de 2026
ISSN: 2619-3191 (En línea)

particular, alteran la actividad de enzimas antioxidantes, cuya función es neutralizar sustancias dañinas conocidas como **especies reactivas de oxígeno**, que resultan tóxicas para las células cuando se acumulan en exceso. También afectan a enzimas encargadas de transformar compuestos tóxicos en otros más fáciles de eliminar del organismo. Además, ensayos realizados en condiciones controladas de laboratorio indican que estos NM pueden provocar otros efectos negativos, como cambios en las reservas de energía, alteraciones en el crecimiento y la reproducción, daños en los tejidos y problemas en el funcionamiento de las membranas celulares. En peces expuestos a estos nanomateriales, por ejemplo, se han observado lesiones en las branquias, un tejido clave para la respiración bajo el agua.

Algo que resulta interesante, es que los efectos tóxicos dependen también del medio en donde se liberan los NM. Por ejemplo, en los ambientes marinos, los materiales se aglomeran y sedimentan más rápidamente que en los ambientes dulceacuícolas. Por su parte, que un NM sea tóxico o no, dependerá no sólo de la concentración que se esté analizando, sino el tipo de organismo (los filtradores como los bivalvos son especialmente susceptibles), el tipo de medio (terrestre, aéreo, agua dulce o salada) y las propiedades específicas de los nanomateriales en cuestión.

En nuestro laboratorio de **Ecotoxicología de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, (Universidad Nacional del Litoral, Argentina)** desde hace años investigamos acerca de los efectos tóxicos de concentraciones ambientalmente relevantes de NM (principalmente nanopartículas metálicas) en organismos acuáticos como peces, bivalvos y microcrustáceos. Así mismo, colaboramos activamente con otras instituciones a nivel nacional como son el **Instituto Nacional de Limnología (INALI, CONICET-UNL)**, o la **Universidad de Buenos Aires** e internacionales como la

Edición 13 • octubre de 2026
ISSN: 2619-3191 (En línea)

Universidad Federal do Rio Grande (Brasil) o la **Universitá degli Studi di Siena (Italia)**. En numerosos estudios que hemos estado realizado, hemos hallado respuestas significativas con relación a cómo los NM afectan diferentes parámetros de vida de los organismos, alteran su balance antioxidante, e incluso generando lesiones en los tejidos.

Hacia la nanoseguridad

Por todo esto, es que se ha puesto mayor atención en generar nanotecnologías amigables con el ambiente. Al respecto, nuevas metodologías de síntesis conocidas como «síntesis verde» o «química verde» incluyen el uso de estabilizantes no tóxicos a base plantas y sus extractos, como frutos, hojas, tallos y raíces. También se utilizan microrganismos como bacterias y hongos para estabilizar los materiales y así evitar que pierdan su tamaño «nano»; hasta curiosamente, ¡extractos de moscas! Si bien los estudios sobre la potencial toxicidad de estos «NM verdes» aún debe esclarecerse, es un camino promisorio hacia un futuro más sustentable.

Asimismo, y en términos de regular los potenciales cambios negativos que pueden producir los nanomateriales en el ambiente, es la incorporación de la premisa «seguro por diseño». En este sentido, muchas iniciativas por parte de la academia científica internacional han impulsado un movimiento que recomienda no sólo utilizar sustancias no tóxicas desde los inicios de la síntesis de un NM, sino también controlar todo el proceso de producción, uso y descarte para corroborar que no tendrían efectos tóxicos en caso de exposición a organismos (incluidos nosotros, los humanos). Es por esto por lo que la nanotecnología y la nanotoxicología pueden encontrar un área en común para que podamos seguir disfrutando

Edición 13 • octubre de 2026
ISSN: 2619-3191 (En línea)

de los infinitos beneficios de los NM y a su vez garantizar un futuro sustentable para todos nosotros.

Más información:

1. Rauscher H, Kestens V, Rasmussen K, Linsinger T, Stefaniak E (2023). 1092 Guidance on the Implementation of the Commission 1093 Recommendation 2022/C 229/01 on the Definition of Nanomaterial.; 1094. doi:10.2760/143118.

2. Ale A, Andrade VS (2024). Nano-ecotoxicología: una mirada ambiental. En: NANOTECNOLOGÍA y Sociedad en Argentina. Vol. 2. Regiones del Conocimiento Tecnocientífico, 471-498.

Edición: Diego Frau

Colaboración: Ángela Gutiérrez C., Mitha Angulo, David F. González T.

Cítese como: Ale, A. 2026. *Nanomateriales: los pequeños invisibles de grandes impactos*. Revista Bioika, edición 13. Disponible em: https://revistabioika.org/es/ecovoces/post?id=186