



HAL
open science

Nanoadsorbentes al rescate del agua

Francisco J. Cano, Odín Reyes-Vallejo, Ashok Adhikari

► **To cite this version:**

Francisco J. Cano, Odín Reyes-Vallejo, Ashok Adhikari. Nanoadsorbentes al rescate del agua. 2024, pp.47-49. <hal-05437632>

HAL Id: hal-05437632

<https://hal.science/hal-05437632v1>

Submitted on 1 Jan 2026

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons CC BY-NC-SA 4.0 - Attribution - Non-commercial use - ShareAlike - International License

Nanoadsorbentes al rescate del agua

Francisco J. Cano,^{1*} Odín Reyes-Vallejo,² Ashok Adhikari³

Introducción

¿Sabías que millones de personas en todo el mundo luchan por acceder a agua potable? El agua es esencial para la vida, pero la contaminación causada por actividades humanas amenaza su disponibilidad. La expansión de las industrias, el uso de productos químicos y el crecimiento de las ciudades han llevado a que el agua, en muchos lugares, esté cargada de contaminantes peligrosos como metales pesados, compuestos orgánicos, microorganismos patógenos, entre otros (Figura 1), los cuales representan serios riesgos para la salud humana y el medio ambiente.



Figura 1. Ejemplos de contaminantes presentes en el agua.

Por suerte hay esperanza: una nueva generación de héroes nanoscópicos ha llegado para enfrentar este reto. Se trata de los **nanomateriales adsorbentes** o **nanoadsorbentes**, partículas increíblemente pequeñas con un enorme potencial para purificar el agua y hacerla segura para todos.

Contexto histórico y evolución de la purificación del agua

Desde tiempos antiguos, la humanidad ha desarrollado métodos para obtener agua potable, desde la simple filtración con piedras y arenas hasta técnicas más avanzadas, como la cloración y el uso de filtros de carbón activado. Sin embargo, en nuestros tiempos, a medida que los contaminantes en el agua se han vuelto más complejos y variados, las tecnologías tradicionales de purificación han mostrado limitaciones. Aquí es donde la nanotecnología ha comenzado a revolucionar el campo. Los nanomateriales, debido a su tamaño extremadamente pequeño y sus propiedades únicas, han abierto nuevas

posibilidades para purificar el agua de manera más eficiente, rápida y con menos impacto ambiental.

¿Qué son los nanoadsorbentes y cómo purifican el agua?

Imagina partículas tan pequeñas que ni siquiera podrías verlas a simple vista, pero tan poderosas que pueden eliminar contaminantes peligrosos del agua. Así son los **nanoadsorbentes**. Estas son partículas con tamaños de entre 1 y 100 nanómetros; ¡eso es más delgado que un cabello humano! (ver escala de referencia en la figura 2).

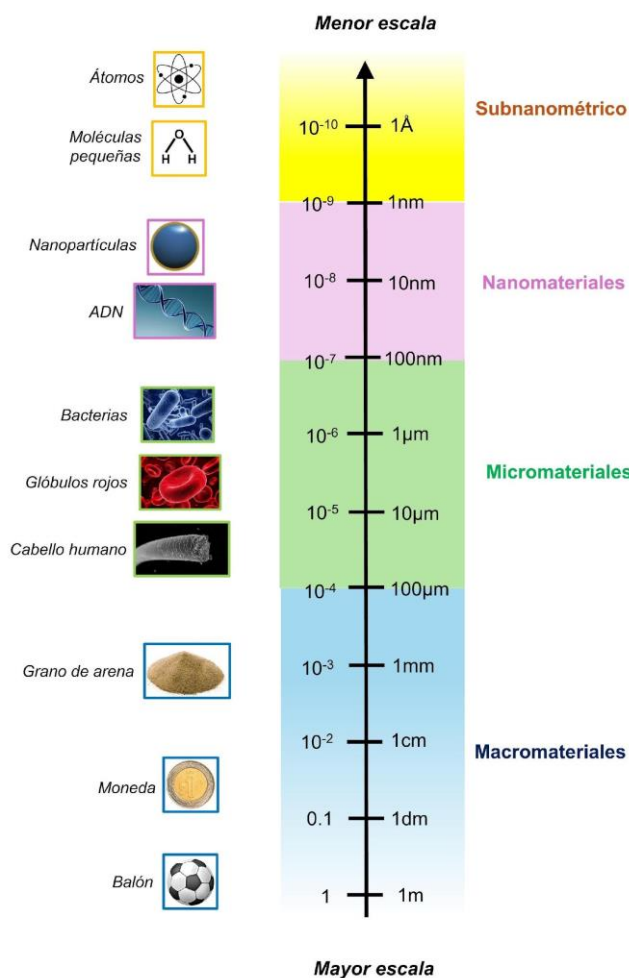
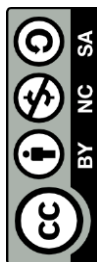


Figura 2. La escala de longitud presentada ofrece un marco de referencia para el lector.



Debido a su pequeño tamaño, un gran número de nanopartículas juntas representa una extensa área superficial, lo que las hace altamente efectivas para atrapar contaminantes en el agua.

El concepto de **adsorción** es clave aquí. No es lo mismo que **absorción**, donde las partículas se meten dentro del material, como el agua que empapa una esponja (Figura 3). En la adsorción, las partículas (como contaminantes) se quedan pegadas a la superficie de un material, como si fueran atraídas por imanes. Esto es lo que hacen los nanoadsorbentes: atrapan contaminantes en su superficie. Además, una de las grandes ventajas es que pueden ser modificados para atacar contaminantes específicos. Por ejemplo, si el agua tiene mucho plomo o mercurio, los nanomateriales se pueden diseñar para capturar solo esos metales, haciendo el proceso más eficiente y personalizado.

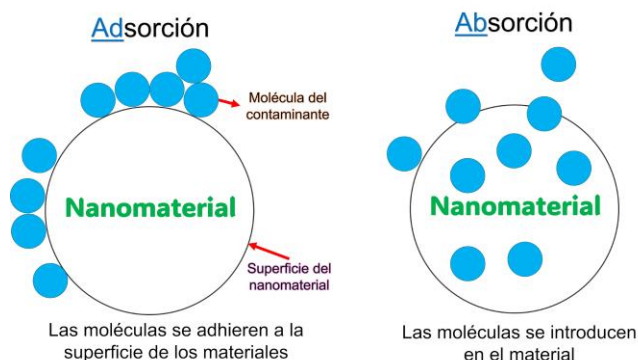


Figura 3. Esquema del proceso de adsorción y absorción de una superficie.

¿Qué contaminantes pueden eliminar?

Los nanoadsorbentes son como un ejército preparado para enfrentarse a diferentes enemigos. Aquí presentamos algunos de los principales contaminantes que pueden capturar, y los riesgos que estos representan:

- **Metales pesados**, como el plomo, el mercurio y el arsénico, son altamente tóxicos incluso en pequeñas concentraciones. El plomo puede provocar problemas neurológicos, especialmente en los niños. Por su parte, el mercurio afecta tanto el sistema nervioso como los riñones, mientras que el arsénico se ha relacionado con el desarrollo de cáncer de piel, pulmón y vejiga.
- **Compuestos orgánicos**, como pesticidas, productos farmacéuticos y químicos industriales, pueden causar efectos adversos graves, como cáncer, trastornos hormonales y malformaciones congénitas, como el

labio leporino. Además, afectan la fertilidad y el desarrollo fetal.

- **Microorganismos patógenos.** Bacterias como *Escherichia coli* y virus como el de la hepatitis, que, presentes en aguas contaminadas, pueden causar infecciones gastrointestinales graves, como diarrea y cólera. Los nanomateriales, especialmente los basados en plata, han demostrado ser altamente eficaces en la eliminación de estos patógenos, ayudando a prevenir dichas enfermedades.

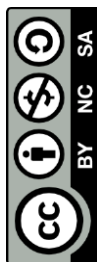
¿Por qué son mejores que las tecnologías tradicionales?

Los métodos tradicionales de purificación, como los filtros de carbón activado o la cloración, han sido usados durante mucho tiempo, pero tienen ciertas limitaciones. No siempre son efectivos para eliminar contaminantes difíciles, como metales pesados o algunos productos químicos. Y en algunos casos, generan subproductos no deseados, como residuos químicos tóxicos. Aquí es donde los nanoadsorbentes brillan. Algunas de sus ventajas clave son:

- **Mayor eficiencia:** Su tamaño diminuto les otorga una *gran área superficial* en comparación con su volumen. Esto significa que, aunque sean pequeños, pueden ofrecer más espacio para atrapar contaminantes en menos tiempo.
- **Versatilidad:** Pueden ser modificados para adaptarse a diferentes necesidades, como la eliminación de un contaminante específico o la combinación de varios tipos de contaminantes.
- **Capacidad de descomposición de contaminantes:** Algunos nanomateriales, como el dióxido de titanio (TiO_2), óxidos de zinc (ZnO), óxido de calcio (CaO), vanadato de bismuto ($BiVO_4$), entre otros, no solo atrapan contaminantes, sino que, cuando se exponen a la luz solar, los transforman en sustancias no tóxicas e inofensivas: ¡un verdadero poder "superlimpiador" que otros métodos no pueden igualar!

Retos y el futuro de los nanomateriales

Aunque los nanoadsorbentes tienen gran potencial, enfrentan desafíos para su adopción masiva, como el alto costo de producción debido a la complejidad de su fabricación. No obstante, la investigación en nanotecnología avanza, y nuevas técnicas podrían reducir estos costos. Otro reto es evitar su liberación



involuntaria al medio ambiente. Para ello, se trabaja en nanomateriales que se descomponen de forma segura o se encapsulan para prevenir su dispersión. Con estos avances, los nanomateriales podrían desempeñar un papel clave en el tratamiento de agua, contribuyendo a mejorar el acceso global al agua potable.

Estas medidas no sólo reducirían el impacto ambiental, sino que también aumentarían la confianza pública en su uso en el tratamiento de agua. Con el avance de la nanotecnología, se espera que los nanoadsorbentes jueguen un papel crucial en sistemas a gran escala, beneficiando a millones de personas sin acceso al agua potable. La combinación de técnicas innovadoras y el enfoque en la sostenibilidad serán clave para el futuro de estos "héroes invisibles" en la lucha por el acceso universal al agua limpia.

Llamado a la acción

El avance en el uso de nanoadsorbentes para purificar el agua es solo un paso en la dirección correcta. Para que estas tecnologías alcancen su máximo potencial y beneficien a millones de personas en todo el mundo, es crucial seguir apoyando la investigación en nanotecnología y promover soluciones sostenibles. Además, cada uno de nosotros puede contribuir adoptando prácticas de conservación del agua en nuestra vida diaria, ayudando a reducir la contaminación y preservando este recurso vital para las generaciones futuras.

Conclusiones

Los nanoadsorbentes representan un avance crucial en la purificación del agua. Su capacidad para eliminar contaminantes peligrosos, desde metales pesados hasta microorganismos, los convierte en una herramienta poderosa para abordar uno de los problemas más apremiantes de nuestro tiempo: el acceso al agua limpia. Aunque aún quedan desafíos por superar, no cabe duda de que estos "héroes invisibles" están allanando el camino hacia un futuro en el que el agua limpia sea accesible para todos.

Palabras clave: nanomateriales; remediación del agua; adsorción.

Lecturas recomendadas

Cano, F. J., Reyes-Vallejo, O., Velumani, S. y Kassiba, A. Remediación del agua con nanomateriales híbridos adsorbentes. *Revista Avance y Perspectiva* 9 (3). <https://avanceyperspectiva.cinvestav.mx/remediacion-del-agua-con-nanomateriales-hibridos/>

Reyes Vallejo, O, Sánchez-Albores, R., Montejo López, W, [Fotocatálisis y residuos en el tratamiento de agua](#) *Revista-Divulgación de Ciencia y Educación*, 2024, 2(1), p. 17-19.

Verma, A., Sharma, G., Kumar, A., Dhiman, P., Mola, G. T., Shan, A., & Si, C. (2024). Microplastic pollutants in water: A comprehensive review on their remediation by adsorption using various adsorbents. *Chemosphere*, 141365. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2024.141365>

Acerca de los autores

¹ **Francisco Javier Cano:** Doctor en Física por Le Mans Université, Francia, y en Nanociencias y Nanotecnología por el Cinvestav, México. Investigación centrada en la síntesis y caracterización de nanohíbridos para optimizar procesos de fotocatálisis y adsorción en tratamientos de aguas. Contacto: franciscojavier.cano@outlook.es

² **Odín Reyes Vallejo:** Doctor y maestro en ingeniería en energía por la UNAM, ingeniero en química ambiental por el Tecnológico de México (Toluca). Posdoctorante en CINVESTAV Unidad Zacatenco en la Sección de Electrónica de Estado Sólido. Contacto: odin.reyes.v@cinvestav.mx

³ **Ashok Adhikari:** Doctor en ingeniería Eléctrica por el Cinvestav Zacatenco (México) y especialista en nanomateriales para aplicaciones fotovoltaicas, energía, y medio ambiente. Actualmente es investigador posdoctoral en el Instituto de Física de la UNAM. Contacto: ashokad@fisica.unam.mx

Recibido: 9 de septiembre de 2024

Aceptado: 28 de octubre de 2024

Publicado: 17 de enero de 2025

