

Presentación

Hace 15 años fue definido el término “biomaterial” por David F. Williams como: “una sustancia diseñada para tomar una forma la cual, sola o como parte de un sistema complejo, se utiliza para dirigir, mediante el control de las interacciones con componentes de los sistemas vivos, el curso de cualquier procedimiento terapéutico o diagnóstico, en humanos o medicina veterinaria” (Williams, 2009). Desde entonces, el concepto ha seguido evolucionando constantemente debido al descubrimiento de nuevos materiales, funciones e interacciones, los cuales pueden ser utilizados sobre los organismos vivos, dando lugar a nuevas ramas y expandiendo la naturaleza de los biomateriales.

Por otra parte, los nanomateriales se caracterizan por tener por lo menos una dimensión a escala nanométrica (1-100 nm) y poseer una gran área activa en relación con su volumen, pudiendo obtenerse tanto por procedimientos naturales como sintéticos (Baig *et al.*, 2021). Se han encontrado nanoestructuras en piezas prehispánicas y arqueológicas (por ejemplo, en Bonampak y en el busto de Nefertiti) o en la naturaleza (como el polvo estelar) (Montanarella y Kovalenko, 2022). Sin embargo, desde hace más de 4 décadas el estudio de los nanomateriales ha sido ampliamente explorado, ya sea como cristales de refuerzo, acarreadores de fármacos, catalizadores para abatir contaminantes, por mencionar algunos (Bissessur, 2020). Así, estos materiales se han incorporado en la vida diaria, ofreciendo nuevas propiedades, funciones y aplicaciones en medicina, tecnología y ciencia de los materiales y de la tierra.

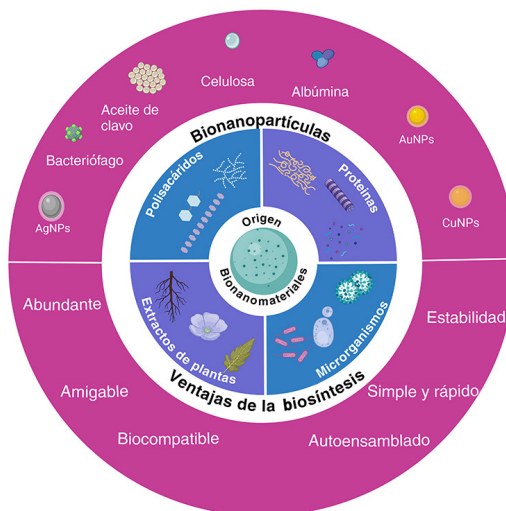
Avances tecnológicos en bionanomateriales-fusión

Los adelantos tecnológicos relacionados con el diseño de materiales han transformado diversas áreas de la vida como la industria, la salud y el medio ambiente. En las últimas décadas, se han desarrollado nuevos materiales como son los bionanomateriales, resultado del trabajo interdisciplinario reuniendo los conocimientos de la biología molecular, la nanotecnología, la medicina y la ciencia de los materiales, entre otras disciplinas. El término bionanomateriales engloba materiales producidos a partir de diversos elementos biológicos, como plantas, bacterias, hongos, péptidos, ácidos nucleicos, entre otros (Chang *et al.*, 2023), materiales híbridos que contienen una parte biológica dentro de un sistema nanométrico (Ingrassia *et al.*, 2024), y nanomateriales convencionales (Au, Ag, Cu, ZnO) encapsulados o inmovilizados con una biomolécula (Leonida y Kumar, 2016). De tal forma, el término engloba tanto materiales con moléculas biológicas en su totalidad o, parcialmente,



como nanomateriales biosintetizados los cuales tienen usos biológicos, incluyendo biomoléculas o nanopartículas fabricadas con gran área específica, biocompatibilidad y adaptabilidad en diferentes ecosistemas (figura 1) (Jeevanandam y Rodríguez, 2024).

Figura 1: Principales recursos y ventajas de la biosíntesis de bionanomateriales.



Fuente: Elaboración de los autores. (Imagen diseñada en Biorender).

En la actualidad existe una gran demanda de nuevas tecnologías debido a los desafíos enfrentados dentro del área de la salud y del cuidado del medio ambiente, como es la resistencia antimicrobiana, las infecciones asociadas con el cuidado de la salud, el remplazo de dispositivos médicos de soporte vital, que requieren el uso de agentes antimicrobianos no convencionales, materiales con tratamientos superficiales antiadherentes o autohigiénicos y mejoras en las propiedades de los dispositivos para evitar la pérdida de sus propiedades mecánicas y disminuir los cambios continuos. Por otro lado, la contaminación del agua, del aire y del suelo requiere de soluciones sostenibles y eficaces como son los procesos catalíticos y la captación de polímeros, solventes y metales pesados.

Definición de los bionanomateriales

Existen diversas definiciones de bionanomateriales como la mencionada por Michaela D. Leonida: “Los biomateriales se consideran moléculas biológicas (péptidos, proteínas/anticuerpos/enzimas, ácidos nucleicos, lípidos, molo/oligo/polisacáridos) de tamaño nanométrico”. Aunque también se incluye la manera en la cual es complementada por Jaison Jeevanandam: “son nano-

materiales convencionales encapsulados o inmovilizados con una biomolécula” (Jeevanandam *et al.*, 2022). Mientras que autores como Kshitij RB Singh define los bionanomateriales como “aquellos producidos a partir de diversos elementos biológicos, como plantas, bacterias, hongos, péptidos, ácidos nucleicos, etc.”, es decir, son materiales que se sintetizan por medios biológicos y por lo tanto son biocompatibles (Sharma y Bhatia, 2024). Una búsqueda en el 2024 en Google Scholar con la palabra clave *bionanomaterials* encontró 1470 artículos relacionados con el tema.

Área de aplicación

El campo de los bionanomateriales es un área interdisciplinaria la cual involucra disciplinas como la ingeniería, la química, la física, la biología y la ciencia de los materiales, como ya fue mencionado, así como las áreas médicas, dentales y veterinarias, para crear tecnologías aplicables en la clínica, aportando valor a los procedimientos terapéuticos y diagnósticos, y de ser posible con un impacto positivo en la calidad de vida del paciente. Por esto es considerado un campo en constante crecimiento y sin límites al incorporar nuevos materiales como son los materiales de tamaño nanométrico.

En las últimas décadas se han diseñado desde biosensores, materiales híbridos multifuncionales, biopolímeros y materiales suaves hasta una nueva generación de nanomateriales utilizados en inmuno-ingeniería, como nanocompositos o para modificación de superficies.

Por ello, en esta edición de *Mundo Nano*, invitamos a autores y autoras de diferentes áreas basadas en bio/nanomateriales en el campo biomédico para mostrar la importancia y los avances actuales. Es muy interesante poder constatar, a través de los diferentes artículos, las diversas aplicaciones y su impacto positivo.

Conclusión

El área de los bionanomateriales ocupa un lugar importante dentro de la investigación básica con claras oportunidades en fase clínica. Es un campo prometedor, el cual necesita ser explorado ampliamente para crear un impacto lo más importante posible en vías de poder mejorar la calidad de vida de los pacientes. Además, los materiales diseñados para la transformación del medio ambiente, sin duda desempeñan un papel vital, donde su intervención podrá ayudar a mejorar la vida humana en un futuro cercano.

Por todo lo anterior, nuestra sugerencia es participar en varias agencias gubernamentales, apoyando activamente a los investigadores para fortalecer la comunidad científica y llegar a la comercialización de productos de alta especialidad.

Finalmente, sin la participación de destacados autores/autoras y también de revisores/revisoras, este número temático no hubiera estado completo,

por lo cual extendemos nuestro amplio agradecimiento a todos los colaboradores. Asimismo, hacemos extensiva nuestra gratitud a los editores de la revista *Mundo Nano* por darnos la oportunidad y el apoyo constante a lo largo de este camino de aprendizaje.

Dr. Ravichandran Manisekaran, Dra. Verónica Campos-Ibarra,
Dr. René García-Contreras
Editores invitados

Referencias

- Williams, D. F. (2009). On the nature of biomaterials. *Biomaterials*, 30(30), 5897-5909. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2009.07.027>.
- Baig, N., Kammakakam, I., Falath, W. y Kammakakam, I. (2021). Nanomaterials: a review of synthesis methods, properties, recent progress, and challenges. *Materials Advances*, 2(6), 1821-1871. <https://doi.org/10.1039/d0ma00807a>.
- Montanarella, F. y Kovalenko, M. V. (2022). Three millennia of nanocrystals. *ACS Nano*, 16(4), 5085-5102. <https://doi.org/10.1021/acsnano.1c11159>.
- Bissessur, R. (2020). Nanomaterials applications. *Polymer Science and Nanotechnology: Fundamentals and Applications*, 435-453. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816806-6.00018-2>.
- Chang, C., Guo, W., Yu, X., Guo, C., Zhou, N., Guo, X., ... Zhu, Y. (2023). Engineered M13 phage as a novel therapeutic bionanomaterial for clinical applications: from tissue regeneration to cancer therapy. *Materials Today Bio*, 20: 100612. <https://doi.org/10.1016/j.mtbio.2023.100612>.
- Ingrassia, E. B., Fiorentini, E. F., Wuilloud, R. G., Agostini, E., Wevar Oller, A. L. y Escudero, L. B. (2024). Bionanomaterial composed of *Bradyrhizobium japonicum* and graphene oxide for determination of mercury in water and fruit juice samples. *Journal of Food Composition and Analysis*, 127: 105967. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2024.105967>.
- Leonida, M. D. y Kumar, I. (2016). *Bionanomaterials for skin regeneration*. Cham: Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-39168-7>.
- Jeevanandam, J. y Rodrigues, J. (2024). Sustainable synthesis of bionanomaterials using non-native plant extracts for maintaining ecological balance: a computational bibliography analysis. *Journal of Environmental Management*, 358: 120892. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.120892>.
- Jeevanandam, J., Ung, J. K. L., Barhoum, A., Chan, Y. S. y Danquah, M. K. (2022). Bionanomaterials: definitions, sources, types, properties, toxicity, and regulations. *Fundamentals of Bionanomaterials*, 1-29. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824147-9.00001-7>.
- Sharma, A., Bhatia, D. D. (2024). Programmable bionanomaterials for revolutionizing cancer immunotherapy. *Biomaterials Science*, 12(21), 5415-5432. <https://doi.org/10.1039/d4bm00815d>.