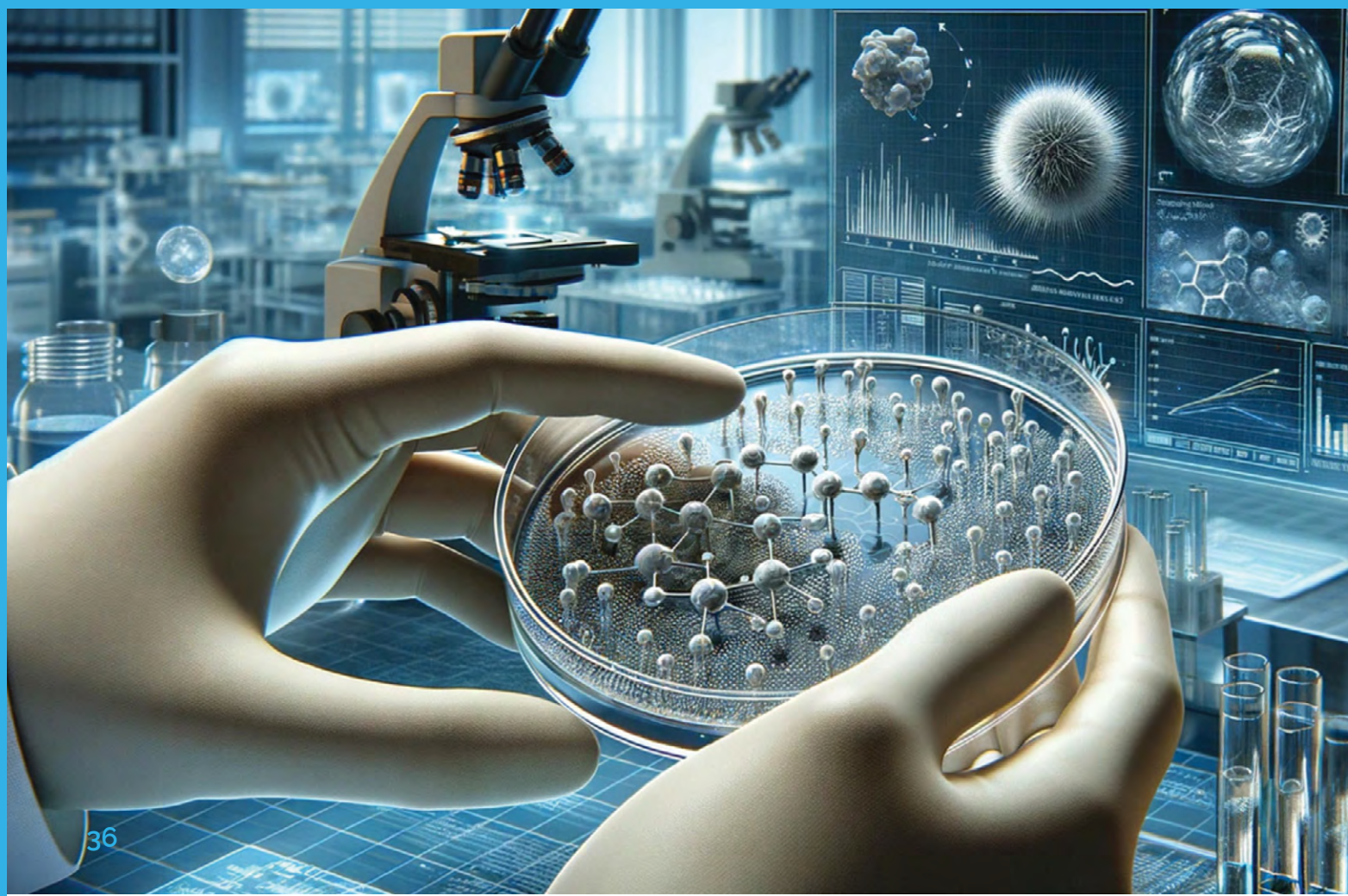


El uso de nanomateriales antimicrobianos ante el enemigo latente: la resistencia bacteriana

Dra. Beatriz Liliiana España Sánchez

Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica SC



Mucho se ha escuchado acerca del uso indiscriminado de antibióticos y su impacto en la generación de súper bacterias. Sin embargo, ¿sabes que es la resistencia bacteriana y cómo estos microorganismos pueden comprometer tu salud y la de tus seres queridos? Y no solo eso, ¿sabías que la nanotecnología puede evitar el crecimiento y la propagación de éstos patógenos?

Por definición, un antibiótico es un medicamento capaz de combatir enfermedades infecciosas en los seres humanos ocasionadas por bacterias. Sin embargo, en muchas ocasiones dichas bacterias tienden a acostumbrarse al contacto con los antibióticos, lo que ocasiona a largo plazo un fenómeno de adaptación que puede afectar su eficacia. A este proceso se le conoce como resistencia bacteriana, y actualmente representa uno de los problemas más graves de salud pública a nivel mundial, ya que, al disminuir la eficacia de los antibióticos, las bacterias se fortalecen y pueden representar un riesgo significativo a nuestra salud (Figura 1).

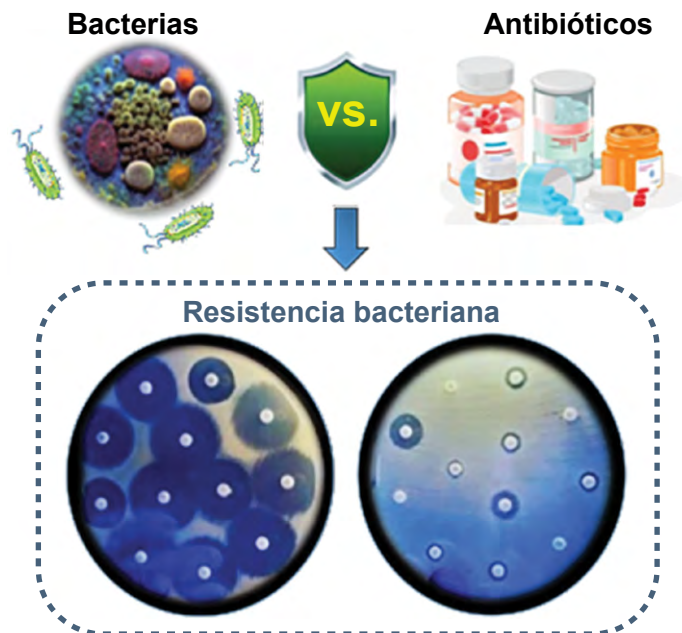


Figura 1. Esquema representativo de la evolución de la resistencia bacteriana ante la exposición de antibióticos convencionales. Elaboración propia.

Actualmente, el desarrollo de nuevas estrategias para el combate de enfermedades infecciosas, demanda alta eficacia y la inactivación irreversible de los microorganismos en tiempos cortos (inferiores a 1 hora), con el objetivo de imposibilitar su crecimiento y propagación. En este sentido, la nanotecnología como área multidisciplinaria del conocimiento nos brinda la posibilidad de diseñar, manipular, aplicar y validar materiales a nanoescala, capaces de responder ante estímulos físico-mecánicos y biológicos, lo que marca la pauta en el desarrollo de tecnologías innovadoras que pueden ser satisfactoriamente utilizadas en el sector salud. Una de las aplicaciones más prometedoras en el desarrollo de nanomateriales va enfocada a la fabricación de telas formuladas con nanopartículas, que sean capaces de evitar la sudoración y el mal olor ocasionado por las bacterias (Figura 2). La clave en la aplicación de nanomateriales radica en que al ser tan pequeños (1×10^{-9} metros) pueden penetrar con facilidad a las bacterias, dañando su estructura y modificando su genoma, produciendo en consecuencia su muerte en un tiempo record.

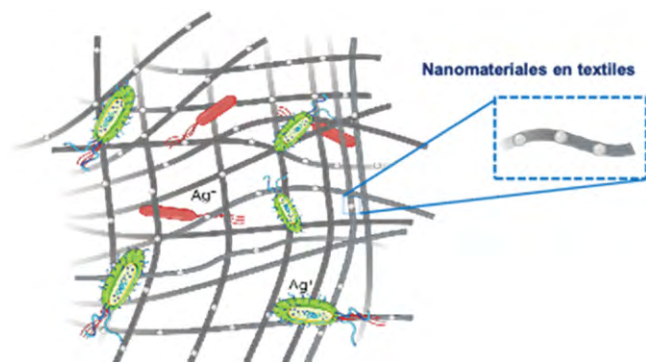


Figura 2. Ilustración representativa de cómo la incorporación en nanomateriales puede mejorar la capacidad bactericida en textiles. Elaboración propia.

Durante los últimos años, en el Laboratorio de Nanomateriales Antimicrobianos del Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica (CIDETEQ), nos hemos dado a la tarea de diseñar nanomateriales capaces de inhibir el crecimiento de bacterias y virus, tomando en cuenta el uso de tecnologías verdes para la fabricación de nanopartículas antimicrobianas. Algunos ejemplos de ellos son la fabricación de apósitos de heridas [1], la incorporación de las nanopartículas en cubre bocas [2], o en el desarrollo de membranas capaces de ser utilizadas en sistemas de filtración [3]. El fundamento de la síntesis verde de nanomateriales radica en que se evite el uso de agentes tóxicos a la salud y que representen un impacto ambiental, además de buscar procesos de síntesis de bajo costo, aprovechando los recursos naturales [4], tales como los de frutas, plantas e incluso residuos, con el objetivo de generar materiales funcionales de fácil acceso a la comunidad.

En la Figura 3 se puede apreciar cómo durante la fabricación de cubre bocas, podemos realizar la incorporación de nanomateriales antimicrobianos, los cuales son capaces de eliminar el crecimiento de bacterias patógenas como E. Coli y S. aureus, que son microorganismos causantes de enfermedades intrahospitalarias, y que además son capaces de generar resistencia bacteriana. Con lo anterior, lo que se busca con el uso de nuevos materiales basados en nanotecnología es que se puedan eliminar los patógenos en un tiempo de contacto mínimo, para prevenir los mecanismos de resistencia bacteriana. ¿Te imaginas si logramos prevenir el desarrollo de microorganismos y que, por lo tanto, disminuyamos la propagación de enfermedades infecciosas? Este es el verdadero reto...

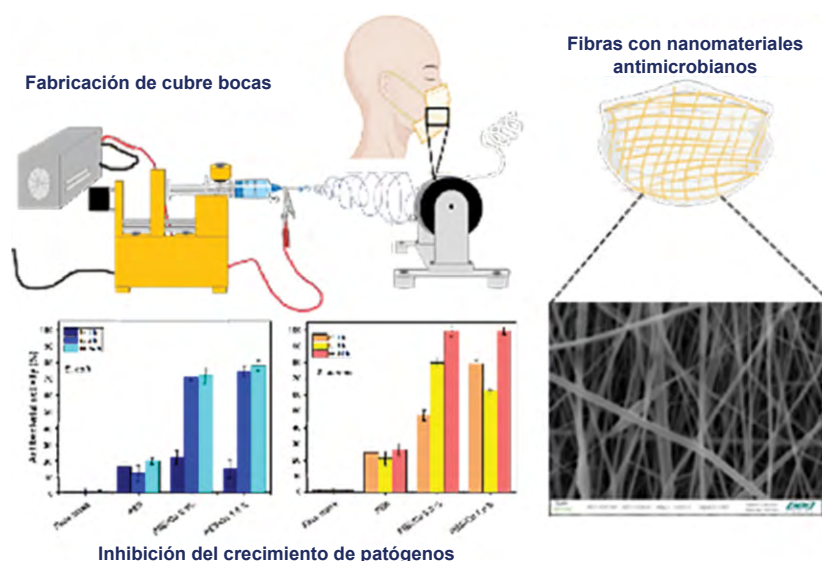


Figura 3. Esquema que representa la fabricación de cubre bocas a partir del uso de nanomateriales antimicrobianos. Elaboración propia.

En el área de investigación de nanomateriales antimicrobianos, los retos actuales en el diseño de nuevos materiales van enfocados al establecimiento de una plataforma multifuncional. Esto significa que no solo se requieren materiales antibacteriales, si no que a la par sean capaces de evitar o inactivar el crecimiento de virus, hongos e incluso parásitos. Para tal efecto, se busca que las propiedades intrínsecas de los nanomateriales sean transferidas a diferentes polímeros, con la capacidad de fabricar pinturas, textiles y recubrimientos inteligentes, que eviten ser áreas de contacto y transmisión de enfermedades. ¿Te imaginas si dentro de los hospitales, el transporte público o los sanitarios se integrara esta tecnología y pudiéramos contar con superficies autolimpiables? Hacia allá vamos...

Finalmente, hay mucho camino por recorrer. En el grupo de nanomateriales antimicrobianos de CIDE-TEQ creemos que la clave en el desarrollo de dichos sistemas radica en la combinación multidisciplinaria de conocimientos, en donde los estudiantes tienen la capacidad de explorar sus ideas y aplicarlas en el desarrollo de diferentes materiales, que busquen mejorar la calidad de vida de la población. Para llegar a ello, es indispensable escuchar y atender las necesidades actuales de la sociedad, con el objetivo de solucionar problemas reales, ¿crees que podemos llegar a ello?

Referencias:

- [1] E. Luna-Hernández, M. E. Cruz-Soto, F. Padilla-Vaca, R. A. Mauricio-Sánchez, D. Ramirez-Wong, R. Muñoz, L. Granados-López, L. R. Ovalle-Flores, J. L. Menchaca-Arredondo, A. Hernández-Rangel, E. Prokhorov, J. L. García-Rivas, B. L. España-Sánchez, and G. Luna-Bárceñas, "Combined antibacterial/tissue regeneration response in thermal burns promoted by functional chitosan/silver nanocomposites," *Int. J. Biol. Macromol.*, vol. 105, pp. 1241–1249, Dec. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.07.159>
- [2] Z. Humphreys Salas, A. Fernanda Martínez, M. Mónica Hernández Orozco, E. A. Elizalde Peña, L. Palma Tirado, L. Aurelio Baldenegro Pérez, F. Padilla Vaca, G. Luna-Bárceñas, B. S. Liliana España Sánchez, U. Veracruzana, and P. on Av Venustiano Carranza, "Green synthesis of copper nanoparticles and their formulation into face masks: An antibacterial study," *Polym. Compos.*, Nov. 2022. <https://doi.org/10.1002/pc.27142>
- [3] M. M. Hernández-Orozco, R. Castellanos-Espinoza, N. A. Hernández-Santos, F. B. Ramírez-Montiel, L. Álvarez-Contreras, V. M. Arellano-Arreola, F. Padilla-Vaca, N. Arjona, and B. L. España-Sánchez, "Antibacterial and electrochemical evaluation of electrospun polyethersulfone/silver composites as highly persistent nanomaterials," *Polym. Compos.*, vol. 44, no. 3, pp. 1711–1724, Mar. 2023. <https://doi.org/10.1002/pc.27199>
- [4] M. A. Gonzalez-Reyna, B. L. España-Sánchez, G. A. Molina, J. L. Lopez-Miranda, R. Mendoza-Cruz, R. Esparza, and M. Estevez, "Carbon Dots Synthesized from Cinchona Pubescens Vahl. An Efficient Antibacterial Nanomaterial and Bacterial Detector.," *ChemistrySelect*, vol. 7, no. 17, p. e202104530, May 2022. <https://doi.org/10.1002/slct.202104530>