

## Introducción.

Las bacterias representan un reto significativo en salud pública debido a su capacidad de causar una amplia gama de enfermedades, desde infecciones comunes hasta epidemias graves, ocasionando grandes desafíos en la salud pública global. La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2024) propuso la lista actualizada de bacterias prioritarias para atender de manera emergente. El principal motivo es por la resistencia antimicrobiana que presentan, además hace una clasificación importante de acuerdo a su peligrosidad, clasificándolas como prioridad crítica, prioridad alta y prioridad media, así mismo, publica las resistencias más frecuentes a los antibióticos para evitar su uso de manera inadecuada, los patógenos que destacan son: *Mycobacterium tuberculosis*, *Salmonella spp.*, *Shigella spp.*, *Neisseria gonorrhoeae*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus*, ocasionando enfermedades como la tuberculosis enfermedad pulmonar, gastroenteritis, infecciones intrahospitalarias.

Las bacterias no solamente presentan resistencias a los antimicrobianos, también son capaces de adaptarse metabólicamente a diversos ambientes, incluido el cuerpo, donde son susceptibles a múltiples factores como lo son el requerimiento de oxígeno, la disponibilidad de los nutrientes, la temperatura, la humedad, el pH del medio, ante estas condiciones desfavorables reaccionan y se modifican para garantizar su existencia, poseen una diversidad metabólica y una capacidad de adaptación que las convierte en uno de los grupos de organismos más fascinantes y poderosos de la Tierra (Giambartolomei, 2023).

### El «Superpoder» Bacteriano: Versatilidad y Ubicuidad

El verdadero «superpoder» de las bacterias reside en su asombrosa capacidad de adaptación. Pueden presentar mecanismos como: modificaciones metabólicas, la adquisición de plásmidos y la formación de biopelículas. Las bacterias han colonizado prácticamente todos los nichos del planeta, desde las profundidades oceánicas hasta las cumbres montañosas, pasando por

26 Milenaria, Ciencia y Arte

# Superbacterias el gran reto del siglo XXI en la Salud Pública

Patricia Yazmín Figueroa Chávez

Facultad de Químico Farmacobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Mich., México.

Contacto: patricia.figueroa@umich.mx

**Resumen.** Las bacterias son percibidas a menudo como agentes que causan enfermedad, sin embargo, para la salud pública son un gran reto, antes eran fácilmente tratables y ahora se están volviendo peligrosas y difíciles de curar. De aquí que surja el término de superbacterias dada la versatilidad con la que se pueden adaptar. La lucha contra estas bacterias requiere de un enfoque global y coordinado, estudiar bien a detalle las modificaciones metabólicas, la adquisición de plásmidos, formación de biopelículas, la resistencia a los antimicrobianos, ya que no solo afectan a los individuos con enfermedades crónicas o con un sistema inmune debilitado, sino que también sugieren riesgos en personas que se someten a tratamientos invasivos o cirugías. El gran desafío para la salud pública son: tratamientos ineficaces, aumento de la mortalidad, impacto económico elevado, por ello, es crucial que las políticas de uso responsable de antibióticos se cumplan, apoyar a investigaciones para generar terapias alternativas, impulsar a la educación pública, hacer estudios epidemiológicos de tal forma que se disminuya la carga y la tensión para la salud pública.

**Palabras clave.** Plásmidos, Resistencia antimicrobiana, superbacterias.

**Abstrac.** Bacteria are often perceived as disease-causing agents, however, for public health they are a major challenge, they were once easily treatable and are now becoming dangerous and difficult to cure. Hence, the term superbugs arise given the versatility with which they can be adapted. The fight against these bacteria requires a global and coordinated approach, studying in detail metabolic modifications, the acquisition of plasmids, the formation of biofilms, resistance to antimicrobials, since they not only affect individuals with chronic diseases or with a weakened immune system, but also suggest risks in people who undergo invasive treatments or surgeries. The great challenge for public health is: ineffective treatments, increased mortality, high economic impact, therefore, it is crucial that policies for the responsible use of antibiotics are complied with, support research to generate alternative therapies, promote public education, carry out epidemiological studies in such a way as to reduce the burden and tension for public health.

**Keywords-** Antimicrobial resistance, plasmids, superbugs.



Figura 1. Eliminar las superbacterias. Un peligro claro y presente. (2023).

Tomado de: <https://salud.nih.gov/recursos-de-salud/nih-noticias-de-salud/eliminar-las-superbacterias>

entornos extremos como fuentes hidrotermales y desiertos salinos, sin olvidar el ser humano, está colonizado por bacterias que viven en diferentes sitios del cuerpo. Esta ubicuidad es un testimonio de su ingenio evolutivo (Soni et al., 2024).

**Complejidad Metabólica:** Suelen depender de un número limitado de fuentes de energía y carbono. Algunas pueden realizar la fotosíntesis, otras quimiosíntesis utilizando compuestos inorgánicos como el sulfuro de hidrógeno o el amoníaco, y muchas son heterótrofas, descomponiendo materia orgánica. Esta diversidad es crucial para el reciclaje de nutrientes en los ecosistemas y para procesos como la fijación de nitrógeno atmosférico, indispensable para la vida vegetal, en donde participan bacterias como *Rhizobium*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, entre otras (Whyte, 2024).

**Diversidad Genética:** Las bacterias poseen mecanismos eficientes para la adquisición y el intercambio de material genético, como la conjugación, la transformación y la transducción. Esta transferencia horizontal de genes les permite adquirir rápidamente nuevas capacidades, incluyendo la resistencia a antibióticos y la capacidad de degradar nuevos compuestos, lo que acelera su evolución adaptativa (Betancor et al., 2008), también la adquisición de plásmidos permite tener diversidad en el ADN de estas bacterias, lo que les ha de conferir diferentes propiedades, ejemplo la adaptabilidad a condiciones extremas o resistencia a los antibióticos, siendo estas las más comunes, (Dionisio et al., 2019).

**Formación de Biopelículas:** Muchas bacterias forman biopelículas, comunidades estructuradas y protegidas por una matriz extracelular. Dentro de esta biopelícula, las bacterias son más resistentes a los antimicrobianos y a la respuesta inmunitaria del hospedador, lo que complica el tratamiento de infecciones crónicas (Escandón-Astudillo y Peña-Dután 2022).

### Retos en Salud Pública: La Cara Oscura del Superpoder

A pesar de sus roles ecológicos beneficiosos, a nivel ambiental y del ser humano, estas mismas características que confieren a las bacterias su



Figura 2. En 2050 la resistencia a los antibióticos será responsable de 10 millones de muertes anuales (Rodríguez, 2022). Tomado de: [https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/2050-resistencia-a-antibioticos-sera-responsable-10-millones-muertes-anuales\\_18090](https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/2050-resistencia-a-antibioticos-sera-responsable-10-millones-muertes-anuales_18090)

«superpoder» son las que plantean los mayores retos para la salud pública (OMS, 2024).

### Resistencia a los Antimicrobianos (RAM)

El desafío más apremiante es la creciente RAM. La Organización Panamericana de la Salud (2021), informó que el uso extensivo e inapropiado de antibióticos en la medicina humana, veterinaria y la agricultura ha favorecido a que las cepas bacterianas adquieran genes de resistencia. Estos genes se propagan rápidamente entre diferentes especies bacterianas a través de la transferencia horizontal, creando superbacterias multirresistentes (OMS, 2021).

**Impacto Clínico:** La RAM dificulta el tratamiento de infecciones comunes como neumonía, tuberculosis, gonorrea y salmonelosis, prolongando la enfermedad, aumentando la mortalidad y elevando los costos de atención médica. La OMS ha declarado la RAM como una de las diez principales amenazas para la salud mundial (OMS, 2021).

**Escasez de Nuevos Antibióticos:** La investigación y el desarrollo de nuevos antibióticos han disminuido drásticamente en las últimas décadas, en parte debido a desafíos científicos y económicos. Esto resalta una brecha

crítica en la disponibilidad de tratamientos efectivos para infecciones resistentes, desatando una crisis mundial en la producción de nuevos antibióticos que hagan frente a estas amenazas (Balasegaram 2023).

### Infecciones Asociadas a la Atención Sanitaria (IAAS)

El Gobierno de México en conjunto con la Secretaría de Salud (2022), menciona que las Infecciones Asociadas a la Atención en Sanitaria o también conocidas como infecciones nosocomiales, son un problema global de salud, ya que este tipo de infecciones transmitidas en el hospital afectan a los pacientes que se encuentra internados y en muchas de las ocasiones las bacterias que se adquieren son multirresistentes, es importante de mencionar que estas bacterias no están presentes en el paciente antes de su ingreso al hospital, es decir después de días se presentan con signos y síntomas ajenos a los que ingreso y las bacterias como *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina (MRSA), *Pseudomonas aeruginosa* y *Acinetobacter baumannii* multirresistente son los patógenos comunes en entornos hospitalarios. Su capacidad para formar biopelículas en superficies médicas y su resistencia a desinfectantes y antibióticos las hacen particularmente difíciles de erradicar (OMS, 2022). Por ello, las IAAS también están clasificadas como uno de

los importantes retos en la salud pública mundial, tanto por los estragos generados en la salud del ser humano como por los gastos exagerados en los tratamientos en las unidades hospitalarias (SSA, 2022).

### Enfermedades Zoonóticas Emergentes y Reemergentes

La interacción entre humanos, animales y el medio ambiente facilita la transmisión de patógenos bacterianos. La deforestación, la intensificación de la ganadería y el cambio climático pueden alterar los ecosistemas, exponiendo a los humanos a bacterias previamente contenidas en reservorios animales, lo que lleva a la aparición de nuevas zoonosis con potencial pandémico (OMS, 2024).

#### ¿Por qué son un reto?

Las superbacterias se convierten en una grave amenaza de salud pública, y se enlistan las siguientes causas:

- Infecciones más difíciles de tratar.
- Aumento de casos de mortalidad.
- Costos exagerados en salud.
- Amenaza procedimientos médicos vitales.
- Propagación rápida.

#### Estrategias para Enfrentar los Retos.

Abordar estos desafíos requiere un enfoque multifacético y colaborativo (OMS, 2021; OPS, 2021):

**Vigilancia y Monitoreo:** Fortalecer los sistemas de vigilancia epidemiológica y de resistencia antimicrobiana para detectar y rastrear la propagación de patógenos resistentes.

**Uso responsable de Antibióticos:** Implementar programas de administración de antibióticos en medicina humana y veterinaria para optimizar el uso y reducir la presión selectiva.

**Investigación y Desarrollo:** Invertir en la investigación de nuevos antibióticos, terapias alternativas como la fagoterapia (virus que infectan y destruyen bacterias específicas) y vacunas para prevenir infecciones bacterianas, resultando una buena opción.

**Prevención y Control de Infecciones intrahospitalarias:** Mejorar las prácticas

*28 Milenaria, Ciencia y Arte*

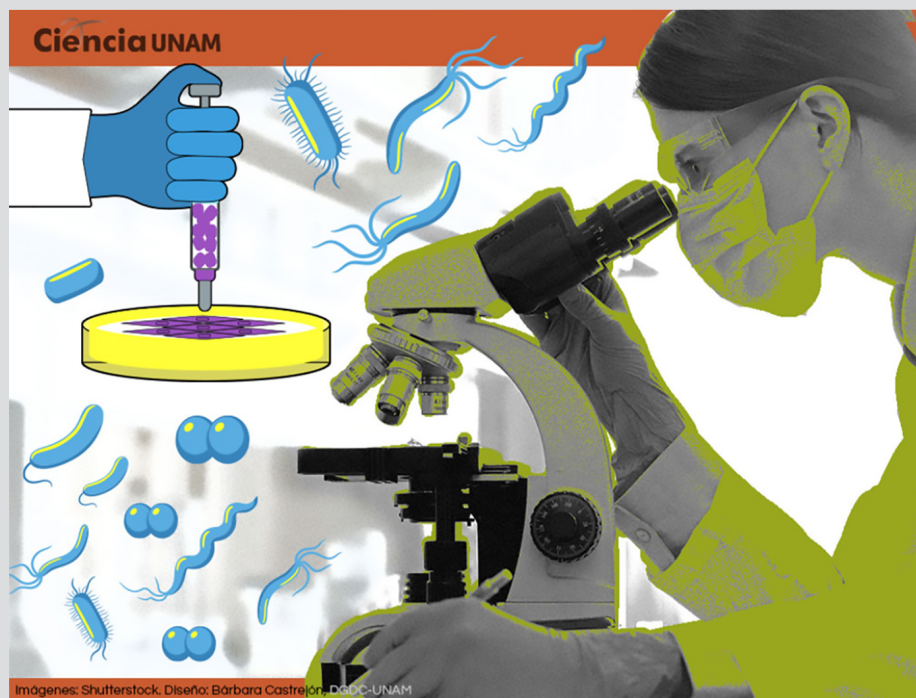


Figura 3. Innovación antimicrobiana (Castrejón, 2022). Imágenes: Shutterstock, Diseño: Bárbara Castrejón, DGDC-UNAM. Tomado de: <https://ciencia.unam.mx/leer/1294/microiq-un-laboratorio-que-busca-combatir-la-resistencia-microbiana>

de higiene y saneamiento, especialmente en entornos de atención médica, para limitar la transmisión de patógenos.

**Enfoque «Una Sola Salud»:** Reconocer la interconexión entre la salud humana, animal y ambiental. Las soluciones a la RAM y las zoonosis deben integrar estos tres pilares.

#### Conclusión

Las bacterias, con su asombroso «superpoder» de adaptabilidad y diversidad, seguirán siendo una fuerza dominante en el planeta. El gran desafío para la salud pública son: tratamientos ineficaces, aumento de la mortalidad, impacto económico elevado. Si bien son indispensables para la vida y los ecosistemas, su evolución constante y su capacidad para desarrollar resistencia presentan desafíos formidables para la salud pública. Comprender y evaluar el papel de estos microorganismos, y al implementar estrategias de salud pública innovadoras y colaborativas, se puede aspirar a mitigar los riesgos y coexistir de manera más segura con el mundo microbiano. Las resistencias se presentan cuando las bacterias evolucionan y pierden susceptibilidad a los fármacos diseñados para combatirlos, lo que complica el

tratamiento de infecciones y aumenta el riesgo de mortalidad. Otro factor importante es la aparición de nuevas enfermedades infecciosas, o la reaparición de patógenos bacterianos que se consideraban controlados, por lo que, se requiere una vigilancia constante y el desarrollo de nuevas estrategias de prevención y tratamiento. La higiene deficiente y la falta de acceso a saneamiento adecuado en muchas partes del mundo también facilitan la diseminación de enfermedades bacterianas, creando un ciclo de infección que es difícil de romper. Es un problema global que exige una actuación responsable en el uso de antibióticos, además es crucial cumplir con las políticas de salud, apoyar la investigación para generar terapias alternativas, impulsar la educación pública, hacer estudios epidemiológicos de tal forma que se disminuya la carga y la tensión para la salud pública.

#### Referencias

- Balasegaram M. (2023). Aumenta la resistencia a los antimicrobianos por la falta de antibióticos. <https://www.almendron.com/tribuna/aumenta-la-resistencia-a-los-antimicrobianos-por-la-falta-de-antibioticos/>
- Betancor, L., Gadea, M., y Flores, K. (2008). Año 15, No. 27 enero del 2026

- Genética bacteriana. *Instituto de Higiene, Facultad de Medicina (UDELAR). Temas de Bacteriología y Virología Médica. 3ra Ed. Montevideo: Oficina del Libro FEFMUR*, 65-90. Genética Bacteriana. <http://cmap.unavarra.es/rid=1NQMW86S-1N93KN5-R6/GeneticaBacteriana.pdf>
- Dionisio F., Zilhão R y Alves GJ. (2019). Las interacciones entre plásmidos y otros elementos genéticos móviles afectan su transmisión y persistencia. *ELSEVIER*. Pág 29-36. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147619X18301513>
- Escandón-Astudillo, M.A. y Peña-Dután M.G. (2022). *Formación de biopelículas y mecanismos de quorum sensing como estrategia microbiana*. [Tesis de Licenciatura, Universidad de la Cuenca] <https://dspace.ucuenca.edu.ec/items/ee4a40c3-8b17-4c42-90a8-874565b2c378>
- Giambartolomei L. (2023). *Análisis de estrategias involucradas con la adaptabilidad al frío y microaerobiosis en Pseudomonas extremaustralis*. [Tesis de Licenciatura, Universidad de Buenos Aires Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Carrera de Ciencias Biológicas]. [https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/seminario/seminario\\_nBIO001646\\_Giambartolomei.pdf](https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/seminario/seminario_nBIO001646_Giambartolomei.pdf)
- Gobierno de México. (2022). Boletín Infecciones Asociadas a la Atención de la Salud (IAAS) Red Hospitalaria de Vigilancia Epidemiológica (RHOVE) 2 [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/770528/BOLETIN\\_RHOVEAGOSTO2022\\_Final\\_21102022\\_1.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/770528/BOLETIN_RHOVEAGOSTO2022_Final_21102022_1.pdf)
- Organización Mundial de la Salud [OMS] (2021). La resistencia a los antimicrobianos. <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/antimicrobial-resistance>
- Organización Mundial de la Salud [OMS] (2022). La OMS publica el primer informe mundial sobre prevención y control de infecciones (PCI). <https://www.who.int/es/news/item/06-05-2022-who-launches-first-ever-global-report-on-infection-prevention-and-control>
- Organización Mundial de la Salud [OMS] (2024). Lista de patógenos bacterianos prioritarios de la OMS, 2024: Patógenos bacterianos de importancia para la salud pública para orientar la investigación, el desarrollo y las estrategias de prevención y control de la resistencia a los antimicrobianos. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240093461>
- Organización Mundial de la Salud [OMS] (2024). La importancia del enfoque «Una sola salud» para enfrentar las epidemias y pandemias zoonóticas emergentes y reemergentes. <https://www.woah.org/app/uploads/2024/06/oh-tackling-zoonotics-pandemics-es.pdf>
- Organización Panamericana de la Salud [OPS]. (2021). Resistencia a los antimicrobianos. <https://www.paho.org/es/temas/resistencia-antimicrobianos>
- Soni J, Sinha S y Pandey R. (2024). Understanding bacterial pathogenicity: a closer look at the journey of harmful microbes. *JOURNAL, Frontiers in Microbiology*. Volumen 15 – 2024. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1370818>
- White B. (2024). Aplicaciones microbiológicas del metabolismo bacteriano en un lector de microplacas. <https://www.bmglabtech.com/en/blog/microbiological-applications-for-bacterial-metabolism-on-a-microplate-reader/>