

UNA AMENAZA SILENCIOSA: LA RESISTENCIA BACTERIANA A LOS ANTIBIÓTICOS

A SILENT THREAT:
BACTERIAL RESISTANCE TO ANTIBIOTICS

Michelle Romina Alatríste León
Alexa Chacón Ortega
Berenice Gonzáles Tecpa

Ingeniería en Biotecnología, Tecnológico de Monterrey, Campus Puebla.

Correos:

m.alatris05@gmail.com
alexachacoon@gmail.com
berenice.gont@gmail.com

Dirección Postal: Desarrollo Atlixcayotl, 72453 Heroica Puebla de
Zaragoza, Pue.

<https://orcid.org/0009-0004-3206-0347>
<https://orcid.org/0009-0000-9329-560X>
<https://orcid.org/0009-0004-8953-8540>

FOLIO: A11N109.25/1025

Resumen

La resistencia bacteriana a los antibióticos representa una amenaza creciente para la salud pública mundial. Este fenómeno ocurre cuando las bacterias se adaptan y dejan de responder a los tratamientos convencionales, complicando infecciones que antes eran fáciles de tratar. Factores como el mal uso de antibióticos en humanos y animales, así como la escasa innovación farmacéutica, han acelerado esta crisis. Sin embargo, la misma naturaleza que produce superbacterias, también ofrece soluciones, y la ciencia explora cómo aprovechar a las propias bacterias para generar nuevos antibióticos. Este artículo explica las causas, riesgos y posibles caminos de innovación frente a la resistencia a los antimicrobianos.

Palabras clave: Resistencia bacteriana, antibióticos, adaptación, infección, bacterias

Abstract

Antibiotic resistance is a growing threat to global public health. It occurs when bacteria adapt and stop responding to conventional treatments, making previously simple infections hard to treat. Misuse of antibiotics in humans and animals, along with limited pharmaceutical innovation, have exacerbated this crisis. However, the very nature that produces superbacteria, also offers solutions, and science explores how to harness bacteria themselves to generate new antibiotics. This article explains the causes, risks and possible ways to cope with antibiotic resistance.

Keywords: Antibiotic resistance, antibiotics, adaptation, infections, bacteria.

Introducción

La humanidad se encuentra en un punto crucial en la medicina moderna. Tras años de triunfos, la eficacia de los antibióticos disminuye gracias a la resistencia bacteriana, una amenaza silenciosa y global capaz de revertir décadas de progreso sanitario haciendo más retador el control

de enfermedades infecciosas. Ante esta tendencia, es importante entender las causas de la crisis por los antibióticos y ahondar en estrategias innovadoras que permitan hacer frente a las superbacterias.

Una historia real, una bacteria imparable

Imagina que contraes una infección del oído que debería ser tratable con antibióticos comunes. Sin embargo, después de semanas de tratamiento, los médicos te informan que el antibiótico no está funcionando y que debido a esto necesitarás un implante coclear, lo que evidentemente no tenías presupuestado y que cambiará por completo tu vida. ¿La razón? La bacteria responsable de la infección ha desarrollado resistencia, lo que significa que los medicamentos que antes la combatían ahora ya no son eficientes.

El anterior no es un escenario ficticio, sino que es la realidad de muchos pacientes en la actualidad. En 2017, una paciente de Nevada falleció por una infección de la bacteria *Klebsiella pneumoniae*, resistente a todos los antibióticos.

A pesar de los esfuerzos médicos, su cuerpo no pudo combatir la infección, lo que resultó en una tragedia (Washington, 2017). En España, en 2016, una joven de 21 años diagnosticada con tuberculosis multirresistente (TB-MFR), había tenido dos episodios previos de tuberculosis, pero la falta de adherencia a los tratamientos anteriores permitió a las bacterias desarrollar resistencia (Farmacia Hospitalaria, 2016). La paciente fue hospitalizada durante 53 días y sometida a tratamientos agresivos con fármacos menos comunes, lo que complicó su recuperación. Estos casos muestran que la resistencia bacteriana no es un problema aislado, sino una amenaza silenciosa que se extiende por todo el mundo, afectando a personas en distintas circunstancias y regiones.

¿Cómo se produce la resistencia bacteriana?

La resistencia bacteriana ocurre cuando las bacterias desarrollan la capacidad de sobrevivir al efecto de los antibióticos a los que originalmente eran vulnerables. En lugar de morir, las bacterias encuentran la forma de mutar al estar expuestas al antibiótico y hacer frente a este, lo que las convierte en "superbacterias". Esto significa que infecciones comunes, como las del tracto urinario o respiratorias, pueden volverse más difíciles o incluso imposibles de tratar (Silvas, 2023).

La Figura 1 muestra, paso a paso, cómo las bacterias se vuelven resistentes cuando hay Durante los primeros años del descubrimiento de los antibióticos, estos fueron considerados "drogas milagrosas". La penicilina, por ejemplo, salvó millones de vidas al tratar infecciones que antes eran mortales. Sin embargo, las bacterias han encontrado maneras de adaptarse y hacer frente a estos medicamentos (Giono, 2020). antibióticos presentes.

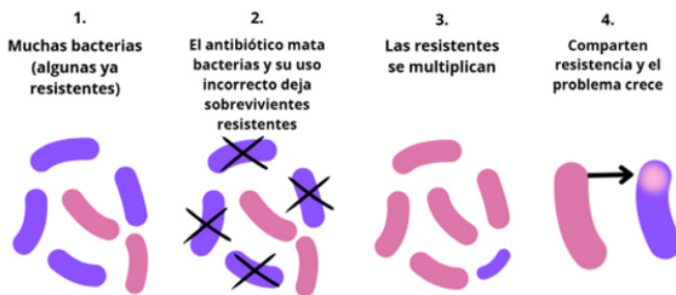


Figura 1. Capacidad de penetración del pezón materno en las estructuras intraorales de los neonatos (Imagen propia)

Durante los primeros años del descubrimiento de los antibióticos, estos fueron considerados “drogas milagrosas”. La penicilina, por ejemplo, salvó millones de vidas al tratar infecciones que antes

eran mortales. Sin embargo, las bacterias han encontrado maneras de adaptarse y hacer frente a estos medicamentos (Giono, 2020).



<https://elmedicointeractivo.com/las-bacterias-resistentes-a-antibioticos-pueden-ser-controladas-si-se-actua-rapido/>

Factores que contribuyen a la resistencia a los antibióticos en la vida cotidiana

Existen varias causas que generan resistencia bacteriana, entre ellas la automedicación, que se presenta cuando el paciente presenta síntomas que se pueden confundir con otra enfermedad o infección, y decide tomar medicamentos no indicados para la enfermedad que manifiesta, sin acudir antes al médico a recibir un diagnóstico. Pero también ocurre cuando el médico indica un tratamiento antibiótico, debido a una enfermedad bacteriana y el paciente decide no

terminar el tratamiento porque se “siente mejor”, u omite las indicaciones de la prescripción médica, permitiendo que las bacterias sobrevivientes y causantes de la enfermedad se adapten a las dosis del antibiótico recetado y, en consecuencia, desarrollen resistencia (Martínez, 2010).

Algunas otras causas de la resistencia bacteriana están relacionadas con errores al medicar, confundiendo síntomas de enfermedades virales con síntomas de

enfermedades bacterianas. Esto lleva a un uso innecesario de antibióticos.

Aunque algunos síntomas causados por bacterias y virus pueden parecer similares, (fiebre, congestión nasal, dolor e inflamación de garganta), estos dos organismos son completamente diferentes.

Las bacterias son células vivas que pueden reproducirse por sí mismas,

mientras que los virus no están vivos en ese mismo sentido; sino que necesitan invadir células humanas para multiplicarse.

Por eso, tomar antibióticos diseñados para atacar estructuras propias de las bacterias no es eficaz para tratar enfermedades virales y, en cambio, contribuye a fortalecer las bacterias que habitan naturalmente en el cuerpo humano. Es importante tener noción de las diferencias entre bacterias y virus, ya que están presentes en nuestro día a día y son la causa de diversas enfermedades. Estas diferencias se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Comparativa Bacteria vs. Virus. Elaboración propia con información de Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC): <https://www.cdc.gov/antibiotic-use/about/index.html>

Característica	Bacterias	Virus
Enfermedades que provocan	Infecciones urinarias, tuberculosis, neumonía	Resfriado común, influenza, COVID-19
Forma de reproducción/replicación	Se multiplican sin ayuda de otras células	Contagioso
Composición	Células vivas con todos los componentes necesarios para sobrevivir	Organismos no vivos con material genético protegido por una cubierta
Tratamiento	Antibióticos (si aplica)	Antivirales o vacunas

¿Superbacterias en la granja?

Otra causa de la resistencia bacteriana se relaciona con la industria ganadera. Una práctica común, aunque ilegal e incorrecta, es administrar antibióticos al ganado con el fin de aumentar su masa muscular, sin embargo, esto puede afectar el sistema inmune de estos animales, lo que ocasiona la necesidad de utilizar antibióticos para evitar pérdidas económicas. Esto lleva a que el consumidor ingiera dosis subterapéuticas de antibióticos en productos de origen animal, que es una de las causas más comunes de la resistencia bacteriana. Una dosis subterapéutica, es aquella que está por debajo de la dosis prescrita por el médico y ante la cual, la bacteria puede sobrevivir y desarrollar mecanismos de resistencia (Camacho, 2023).

La administración masiva de antibióticos en la ganadería, junto con el escaso control en los tratamientos antibacterianos aplicados a los animales, favorece la aparición de bacterias resistentes. Estas bacterias pueden propagarse a otros animales, a las personas y al medio ambiente a través de alimentos contaminados, excrementos utilizados como fertilizante, aguas residuales e incluso el aire. El proceso de propagación de bacterias resistentes en el ambiente, provenientes de animales tratados con antibióticos durante su crianza, se resume en la Figura 2.



Figura 2. Representación visual del desarrollo de bacterias resistentes a los antibióticos en animales, y su propagación al ambiente a través de alimentos contaminados y heces. (ReAct Latinoamérica, 2020). <https://reactlat.org/articulos/exhorto-cria-intensiva-de-animales-y-resistencia-bacteriana-a-los-antibioticos/>

Impacto actual y a futuro, ¡DATOS CONTUNDENTES!

En México, se registran más de 28 mil casos de tuberculosis al año y el 30% de las personas que son portadoras lo desconoce, por lo que es necesario fortalecer la capacidad de detección de esta enfermedad infecciosa antes de correr el riesgo de caer en malas prácticas que generen resistencia a los antibióticos. En 2019 la resistencia a los antibióticos causó 1.27 millones de decesos a nivel mundial y contribuyó a la muerte de 4.95 millones de personas (OMS, 2023).

Se estima que para el 2050, las muertes por esta causa lleguen a los 10 millones anuales a nivel mundial (UNEP, 2024). La Figura 3 ilustra una predicción comparativa de los decesos anuales estimados para el año 2050, contrastando las infecciones resistentes a antibióticos con otras causas comunes de mortalidad.

De seguir esta tendencia, podríamos entrar en una "era post-antibiótica" donde las intervenciones médicas comunes como las cirugías, los trasplantes de órganos o incluso la quimioterapia serían extremadamente riesgosas, debido a la incapacidad de controlar infecciones. En los hospitales, lo anterior significa estancias más largas, tratamientos más costosos, y un mayor índice de mortalidad. Además, el desarrollo de nuevos antibióticos es lento y costoso. Desde los años 80, solo se han introducido unos pocos antibióticos nuevos, y la mayoría de ellos son variaciones de medicamentos existentes. Este rezago en la innovación farmacológica se debe, en parte, al alto costo y al bajo retorno de inversión de investigar nuevos tratamientos, lo que deja al mundo en una carrera constante contra bacterias cada vez más resistentes. .

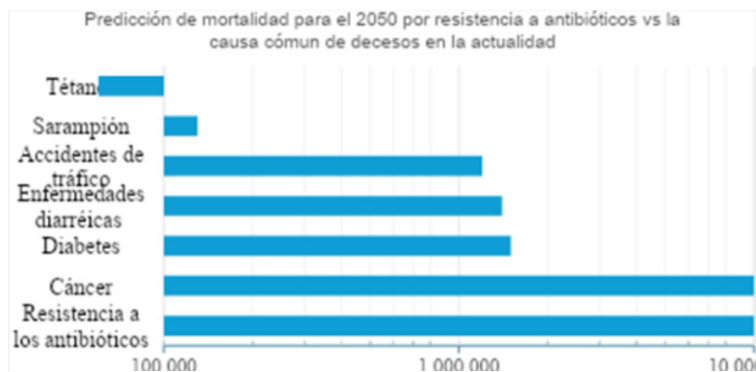


Figura 3. Predicción de mortalidad para el año 2050 por resistencia bacteriana frente a otras enfermedades (Elaboración propia con datos de United Nations Environmental Programme, 2024.) <https://www.unep.org/topics/chemicals-and-pollution-action/pollution-and-health/antimicrobial-resistance-global-threat>

Pequeñas acciones que salvan grandes tratamientos

Mientras la ciencia desarrolla nuevas estrategias, nuestras prácticas de la vida cotidiana siguen siendo esenciales para evitar la resistencia bacteriana, por lo tanto, es importante vacunarse, ya que previene enfermedades que pudieran requerir antibióticos, reduciendo la exposición general a esos fármacos, y evitar ingerir antibióticos recetados a otras personas, ya que cada persona e infección requieren fármacos y dosis diferentes. También es crucial verificar que los antibióticos estén dentro de su periodo de caducidad y desechar los que hayan expirado en centros de recolección, farmacias, clínicas u hospitales.

Finalmente, mantener buenas prácticas de higiene como lavado de manos frecuente y desinfección de superficies, contribuye a prevenir la propagación de infecciones, disminuyendo la necesidad de recurrir a antibióticos.

Aunque los antibióticos eliminan eficazmente bacterias, como se muestra en la Figura 4, su uso excesivo contribuye al desarrollo de resistencia, por lo que resulta fundamental aplicar medidas preventivas como las mencionadas anteriormente.

Por eso, tomar antibióticos diseñados para atacar estructuras propias de las bacterias no es eficaz para tratar enfermedades virales y, en cambio, contribuye a fortalecer las bacterias que habitan naturalmente en el cuerpo humano. Es importante tener noción de las diferencias entre bacterias y virus, ya que están presentes en nuestro día a día y son la causa de diversas enfermedades. Estas diferencias se resumen en la Tabla 1.

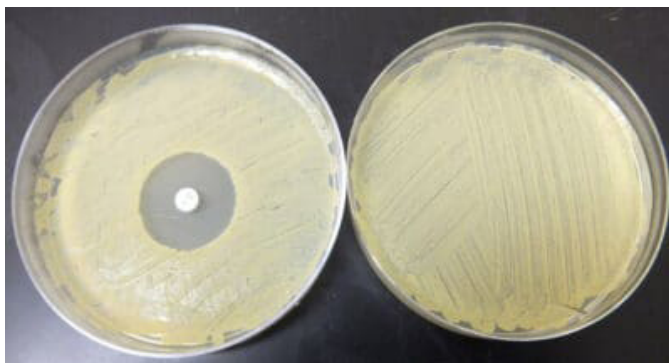


Figura 5. Placas de agar con zona de inhibición (antibiótico), comparando una placa con antibiótico y otra con bacterias crecientes. Se muestra cómo los antibióticos eliminan bacterias. (Microchem Laboratory, n.d.) <https://microchemlab.com/test/zone-inhibition-test-antimicrobial-activity>

Conclusiones

La resistencia bacteriana es una amenaza social, médica y económica que amerita cambios inmediatos en el uso de antibióticos, al tiempo que continúan los avances científicos en el desarrollo de nuevos fármacos. Mediante la innovación científica

y la adopción de buenas prácticas que previenen infecciones y disminuyen el consumo de antibióticos, será posible contener la expansión de las superbacterias y proteger la eficacia de los antibióticos para el futuro.



shutterstock.com · 1656394471

Declaración de privacidad

Los datos de este artículo, así como los detalles técnicos para la realización del experimento, se pueden compartir a solicitud directa con el autor de correspondencia.

Los datos personales facilitados por los autores a RD-ICUAP se usarán exclusivamente para los fines declarados por la misma, no estando disponibles para ningún otro propósito ni proporcionados a terceros.

Conflicto de interés

Los autores de este manuscrito declaran no tener ningún tipo de conflicto de interés.

Agradecimientos

Nuestro más sincero agradecimiento al Dr. Julián Alejandro Yunes Rojas, Dr. Jorge Lozano Aponte, Dra. Laura Abisai Pazos Rojas y Dra. Irma Cruz Solís, cuya invaluable formación académica, experiencia y guía, han sido esenciales para la realización de este artículo.

Referencias

- amacho Silvas, L. A. (2023). Resistencia bacteriana, una crisis actual [Bacterial resistance, a current crisis.]. *Revista Española de Salud Pública*, 97, Artículo e202302013.
- Caycedo, L., Corrales, L., & Trujillo, D. (2021). Las bacterias, su nutrición y crecimiento: una mirada desde la química. *Universidad Colegio Mayor De Cundinamarca*.
- http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-24702021000100049
- Centers for Disease Control and Prevention. (2019). Antibiotic resistance threats in the United States. <https://www.cdc.gov/drugresistance/pdf/threats-report/2019-ar-threats-report-508.pdf>
- Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. (2024). Healthy Habits: Antibiotic Do's and Don'ts. <https://www.cdc.gov/antibiotic-use/about/index.html>
- Gabutti, G. (2022). Available evidence and potential for vaccines for reduction in antibiotic prescriptions. *Human Vaccines & Immunotherapeutics*, 18(7), Artículo 2151291. <https://doi.org/10.1080/21645515.2022.2151291>
- Gallego Muñoz, C., Guerrero Navarro, N., & Parra Alonso, E. (2016). Paciente joven con tuberculosis multifármaco-resistente complicada. *Farmacia Hospitalaria*, 40(5), 453–454. <https://scielo.isciii.es/pdf/fh/v40n5/13carta04.pdf>
- Giono, S., Santos, J., Del Rayo Morfín, M., Torres, F., & Alcántar, M. (2020). Resistencia antimicrobiana. Importancia y esfuerzos por contenerla. *Gaceta Médica de México*, 156(2). <https://doi.org/10.24875/gmm.20005624>
- Martínez-Martínez, L., & Calvo, J. (2010). Desarrollo de las resistencias a los antibióticos: causas, consecuencias y su importancia para la salud pública. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 28(Supl. 4), 4-9. [https://doi.org/10.1016/s0213-005x\(10\)70035-5](https://doi.org/10.1016/s0213-005x(10)70035-5)

Microchem Laboratory. (s.f.). Zone Inhibition Test for Antimicrobial Activity. <https://microchemlab.com/test/zone-inhibition-test-antimicrobial-activity/>

Mullis, M. M., Rambo, I. M., Baker, B. J., & Reese, B. K. (2019). Diversity, ecology, and prevalence of antimicrobials in nature. *Frontiers in Microbiology*, 10, 2518. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.02518>

National Foundation for Infectious Diseases. (2018). Resistencia a los antibióticos: un problema apremiante de salud pública. <https://es.nfid.org/antibiotic-resistance-a-pressing-public-health-issue/>

Organización Mundial de la Salud. (2023). Antimicrobial resistance. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>

ReAct Latinoamérica. (2020). Cría intensiva de animales y resistencia bacteriana a los antibióticos. <https://reactlat.org/articulos/exhorto-cria-intensiva-de-animales-y-resistencia-bacteriana-a-los-antibioticos/>

Satyavrath, A., Serrano, S., & Kalanxhi, E. (2022). Poverty and antimicrobial resistance. One Health Trust. <https://onehealthtrust.org/news-media/blog/poverty-and-antimicrobial-resistance/>

Sociedad Española de Medicina de Laboratorio. (2019). Resistencia bacteriana a los antibióticos. <https://www.labtestsonline.es/articles/articulos-resistencia-bacteriana-los-antibioticos>

U.S. Food & Drug Administration. (2020). Eliminación de medicamentos no utilizados: todo lo que debe saber. <https://www.fda.gov/drugs/safe-disposal-medicines/eliminacion-de-medicamentos-no-utilizados-todo-lo-que-debe-saber>

United Nations Environmental Programme. (2024). Antimicrobial resistance: Global threat. <https://www.unep.org/topics/chemicals-and-pollution-action/pollution-and-health/antimicrobial-resistance-global-threat>

Washington, A. (2017). Muere una mujer en EEUU por una bacteria resistente a los antibióticos. EL MUNDO. <https://www.elmundo.es/salud/2017/01/14/587a0f80e2704e176a8b457d.html>