

# Resistencia a los antibióticos, una amenaza latente

---

Revisión documental. Práctica Integral. Asesor Docente **Sonia Roncancio**. sroncancio@areandina.edu.co

**Dayana Viviana Hernández Calderón** — dahernandez@estudiantes.areandina.edu.co

**Angie Andrea Hernández González** — anhernandez21@estudiantes.areandina.edu.co

Estudiantes de Terapia Respiratoria VIII semestre. Fundación Universitaria del Área Andina

---

## Resumen

Hoy en día la resistencia bacteriana a los antibióticos representa una amenaza cada vez más importante a nivel mundial. El incremento en el número de bacterias resistentes a los antibióticos se ha convertido en un problema de salud pública, cuyas consecuencias continúan siendo las infecciones que afectan más frecuentemente a pacientes ambulatorios, con una alta tasa de morbilidad y mortalidad. Lo anterior, lleva a realizar una búsqueda bibliográfica en las diferentes bases de datos, en donde se seleccionaron 11 referencias actualizadas, entre ellas, 4 estudios de tipo científico que se describen en el documento. Es fundamental que, desde la educación, se fomente la optimización del uso de antibióticos en los hospitales con el fin de que reducir esta problemática, tal como lo designa la Organización Mundial de la Salud.

**Palabras clave:** antibiótico, bacteria, resistencia a medicamentos.

## Introducción

La presente revisión documental se refiere a la resistencia a los antibióticos que según la definición de la Organización Mundial de la Salud (OMS) es “la resistencia de un microorganismo a un medicamento antimicrobiano al que originalmente era vulnerable” (1).

La resistencia no es algo nuevo, al principio se reconoció como una pregunta científica y luego como una amenaza a la efectividad del tratamiento. No obstante, el desarrollo de nuevas familias de antimicrobianos en las décadas de 1950 y 1960, y la transformación de esas moléculas en los años 1960 y 1980, supusieron que siempre se podría sobrepasar a los agentes patógenos; sin embargo, la generación de medicamentos nuevos se está paralizando y son pocos los incentivos para elaborar antimicrobianos nuevos que permitan combatir la farmacorresistencia (2).

Hoy en día la resistencia bacteriana a los antibióticos representa una amenaza cada vez más importante a nivel mundial. El incremento en el número de bacterias resistentes a los antibióticos se ha convertido en un problema de salud pública, algunos, por su uso desmesurado en el tratamiento de infecciones menores que podrían mejorar con otro tipo de tratamiento (3). La propagación de microorganismos multiresistentes constituyen una situación difícil en la calidad del servicio en salud y un importante reto tanto para los profesionales del área, como para los entes reguladores implicados en su detención, que podría llegar a convertirse en una amenaza para la estabilidad mundial y la seguridad de los países(2). Es importante que el personal de la salud, especialmente el médico, se informe sobre este fenómeno, con el fin de lograr una disminución en la prescripción innecesaria de antibióticos e informar eficazmente a sus pacientes sobre los efectos adversos de los mismos.

Sobre la base de las consideraciones anteriores, existen diferentes organizaciones internacionales tales como el Sistema Europeo de Vigilancia de la Resistencia a los Antimicrobianos (EARSS), el programa Vigilancia Europea del Consumo de Antimicrobianos (ESAC) y la Organización Mundial de La Salud (OMS), entre otras, que han creado programas de vigilancia encargados de detectar patógenos, nuevos brotes hospitalarios, variación en los patrones de resistencia y lo más importante, son los encargados de crear estrategias para el uso adecuado de antibióticos (3).

Desde entonces, muchos países han referido una progresiva preocupación por el problema y algunos han elaborado planes nacionales de acción para hacerle frente a esta situación.

Actualmente, existen en Colombia varios grupos de investigación que vienen realizando actividades de vigilancia de resistencia a los antibióticos. Dentro de estos grupos se encuentran: el Grupo para el Control de la Resistencia Bacteriana en Bogotá (GREBO), el Centro Internacional de Entrenamiento e Investigaciones Médicas (CIDEIM), la Red de Vigilancia de Eventos Nosocomiales del Valle (RENOVA), la Secretaria Distrital de Salud de Bogotá, el Laboratorio de Salud Pública y por último, el Grupo para el Estudio de la Resistencia a Antibióticos de Medellín (GERMENA). Estos grupos brindan boletines con información sobre los fenotipos y genotipos de resistencia más comunes (3). El Ministerio de Salud y Protección Social inició el proceso de construcción de la Red Nacional para la Prevención, Vigilancia y Control de Resistencia a los Antimicrobianos, a cargo del Instituto Nacional de Salud (3).

Dado lo anterior, se decidió realizar esta revisión documental que tiene como finalidad brindar información sobre la resistencia a los antibióticos, a los estudiantes de terapia respiratoria, teniendo en cuenta que el tema está profundamente ligado a su rol profesional en el ámbito clínico y al tratamiento de patologías específicas con compromiso pulmonar.

## Generalidades

### Antibiótico

Los antibióticos, también llamados fármacos antimicrobianos, son sustancias químicas producidas por microorganismos de diversas especies como, bacterias, hongos, actinomicetos, capaces de detener el crecimiento (efecto bacteriostático) o destruir (efecto bactericida) una población bacteriana (4).

### Efectos de los antibióticos

Los antibióticos son sustancias capaces de reconocer ciertos lugares de la estructura bacteriana y al unirse a ellos producen la pérdida de la actividad correspondiente. Ciertos grupos de antibióticos reconocen y desactivan enzimas primordiales para la vida celular, como las proteínas fijadoras de penicilina (síntesis de pared celular), la DNA girasa, la RNA polimerasa (transcripción) y la dihidrofolato reductasa (metabolismo del folato).

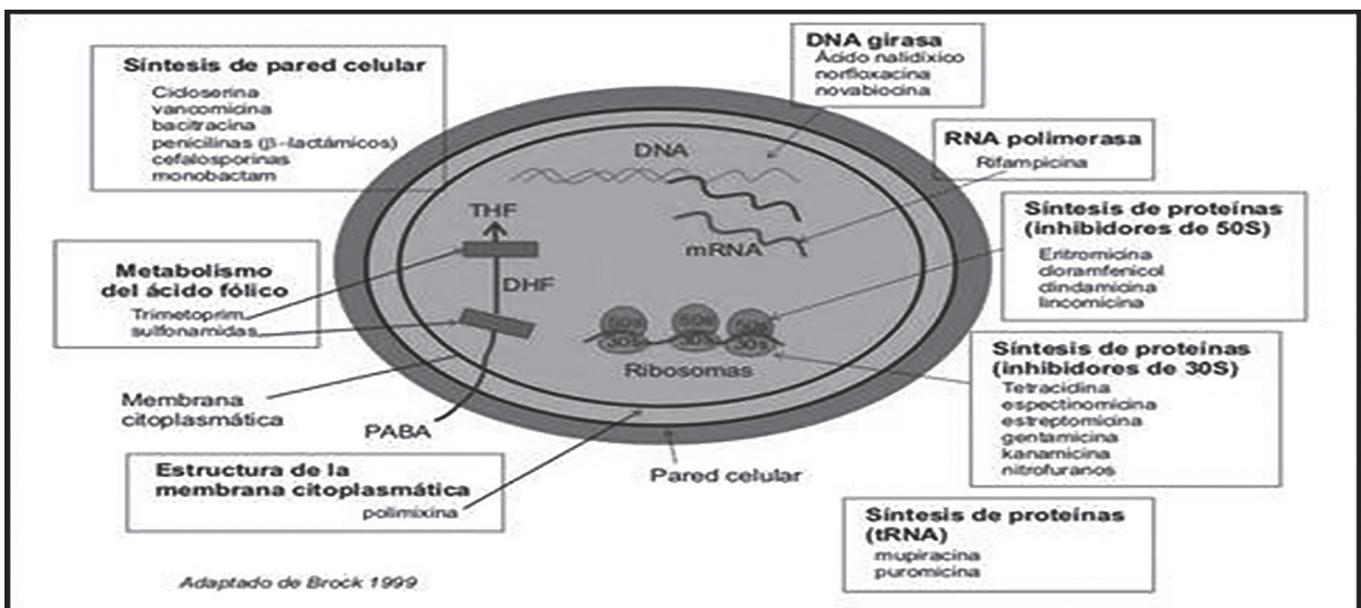


Figura 1. Acción de los Antibióticos (4).

## ¿Por qué los antibióticos dejan de ser eficaces?

La pérdida de eficacia de los antimicrobianos se debe a la unión de dos circunstancias: la capacidad de las bacterias para producir continuos cambios genéticos y el uso intenso de los antimicrobianos a nivel mundial (4).

Las mutaciones: están dadas por los errores que cometen las enzimas que reúnen nucleótidos en el proceso replicativo del ADN. Las partes en que estos errores no son corregidos por los mecanismos reparadores del ADN, se constituyen como mutaciones. Se dice que la frecuencia con que se produce una mutación es muy baja. Un ejemplo claro, es el del *Escherichia Coli* donde por cada 50.000 millones de bacterias que repiquen su cromosoma, aparece una mutación. De igual manera, existen zonas en donde estas mutaciones ocurren con más periodicidad afectando algunos genes, los cuales se relacionan con la sensibilidad de las bacterias a los antibióticos. Así es entonces, como se explica la resistencia bacteriana a ciertas sustancias (4).

## Resistencia bacteriana

La era de los antibióticos inició, especialmente en los países desarrollados, con la aparición de la Penicilina, sin embargo, con ella apareció también la resistencia a los mismos dada por el surgimiento de hongos, bacterias y virus entre otros (5). El Comité de Ciencia y Técnica del Reino Unido, expresa la preocupación por la utilización inadecuada de los antibióticos y la disminución de su efectividad frente a la aparición de microorganismos múltiples, en tanto la rapidez con la que aparecen nuevos microorganismos, no es la misma con la que emergen los antibióticos (5).

Para Fernández F et al. (5), la Resistencia, se define como “el mecanismo mediante el cual la bacteria puede disminuir la acción de los agentes antimicrobianos”. En la clínica, la resistencia de una bacteria frente a un antimicrobiano, está dada por la Concentración Inhibitoria Mínima (CIM). Cuando este valor está muy por debajo de la CIM, se considera al microorganismo resistente, así mismo, cuando la concentración del antimicrobiano es por lo menos cuatro veces mayor a la CIM, la bacteria se considera sensible al antibiótico.

### Tipos de resistencia

Dentro de esta clasificación se encuentran la **resistencia natural o intrínseca**, que corresponde a una propiedad específica de las bacterias, que aparece antes de la utilización del antibiótico. En este caso, la mayoría de las bacterias de la misma especie son resistentes a algunas familias de antimicrobianos. En cuanto a la **resistencia adquirida**, se presenta por cambios puntuales en el ADN, como en el caso de la mutación, o por la inserción de material genético por medio de plásmidos y trasposones (6). Algunos de estos poseen elementos génicos conocidos como integrones, que les permite detener varios genes exógenos ordenando la aparición de una resistencia a varios antibióticos, a esto se le denomina resistencia múltiple (5,6).

Existen otras denominaciones de resistencia como **relativa o intermedia**, en el que hay un aumento gradual del CIM a través del tiempo. En este caso, la resistencia o sensibilidad del microorganismo va a depender de la concentración. Por su parte, la **resistencia absoluta** es generada por un aumento súbito en la CIM de un cultivo, que se puede presentar durante o después de la terapia antimicrobiana, en este caso el aumento de la dosis del antibiótico no es tan efectiva. Existe un término denominado **tolerancia antibiótica**, que no es otro que el fenómeno presentado por la CIM y la Concentración Bactericida Mínima (CBM). Cuando la relación CBM/CIM es mayor a 8, se presenta la denominada persistencia del microorganismo (6).

## Mecanismos de resistencia bacteriana

A nivel molecular y bioquímico existen tres mecanismos a partir de los cuales una bacteria puede volverse resistente al antibiótico: la inactivación del antibiótico, la alteración del sitio blanco del antibiótico y las barreras de permeabilidad (6).

- **Inactivación del antibiótico:** se presenta por la hidrolización de los antibióticos. Se da por un sistema enzimático eficiente de resistencia producida por bacterias Gram negativas. Algunos ejemplos de estas son la B-lactamasa de amplio espectro, eritromicina estereasa y enzimas modificadoras de aminoglucósidos, cloranfenicol, lincosamidas y estreptograminas (6). Existe otra forma para la inactivación del antibiótico que consiste en la modificación enzimática del mismo antibiótico. Un ejemplo de ellas, son las enzimas modificadoras de aminoglucósidos que están codificadas en plásmidos. Entre las principales enzimas encargadas de activar la modificación enzimática están la acetil transferasa, fosfatidil transferasa y adenil transferasa.
- **Alteración del sitio Blanco:** en este mecanismo, se alteran algunos sitios de la anatomía celular, entre ellos, la pared celular, la subunidad 50s, y los 30s ribosomales. De esta forma, la modificación de enzimas catalizadoras en la producción de proteoglicanos celulares otorgan resistencia a los b-lactámicos, ya que este es su sitio de acción. Por ejemplo, la resistencia a la Rifampicina es producida por cambios en un aminoácido (subunidad 13 RNA polimerasa) que alteran la unión del antibiótico a esta subunidad específica. Esta resistencia es común entre enterobacterias como el *Staphylococcus Pneumoniae* y *Hemophylus Influenzae*.
- **Barreras de permeabilidad:** dentro de estas barreras se encuentran la **permeabilidad de la membrana externa**, presente en los microorganismos Gram negativos con una membrana lipídica externa, que conforma una barrera para la impedir la penetración de antibiótico (6); la **permeabilidad de la membrana interna**, consiste en una transformación energética que responsabiliza al transportador aniónico encargado de llevar el antibiótico hacia el interior de la célula; **las Porinas**, que son canales de difusión sumergidos en la membrana externa de la bacteria, actúan por medio de la disminución de la permeabilidad de la pared bacteriana. Con la pérdida o modificación de los canales de entrada de estas proteínas se genera una disminución del paso del antibiótico (5,6).

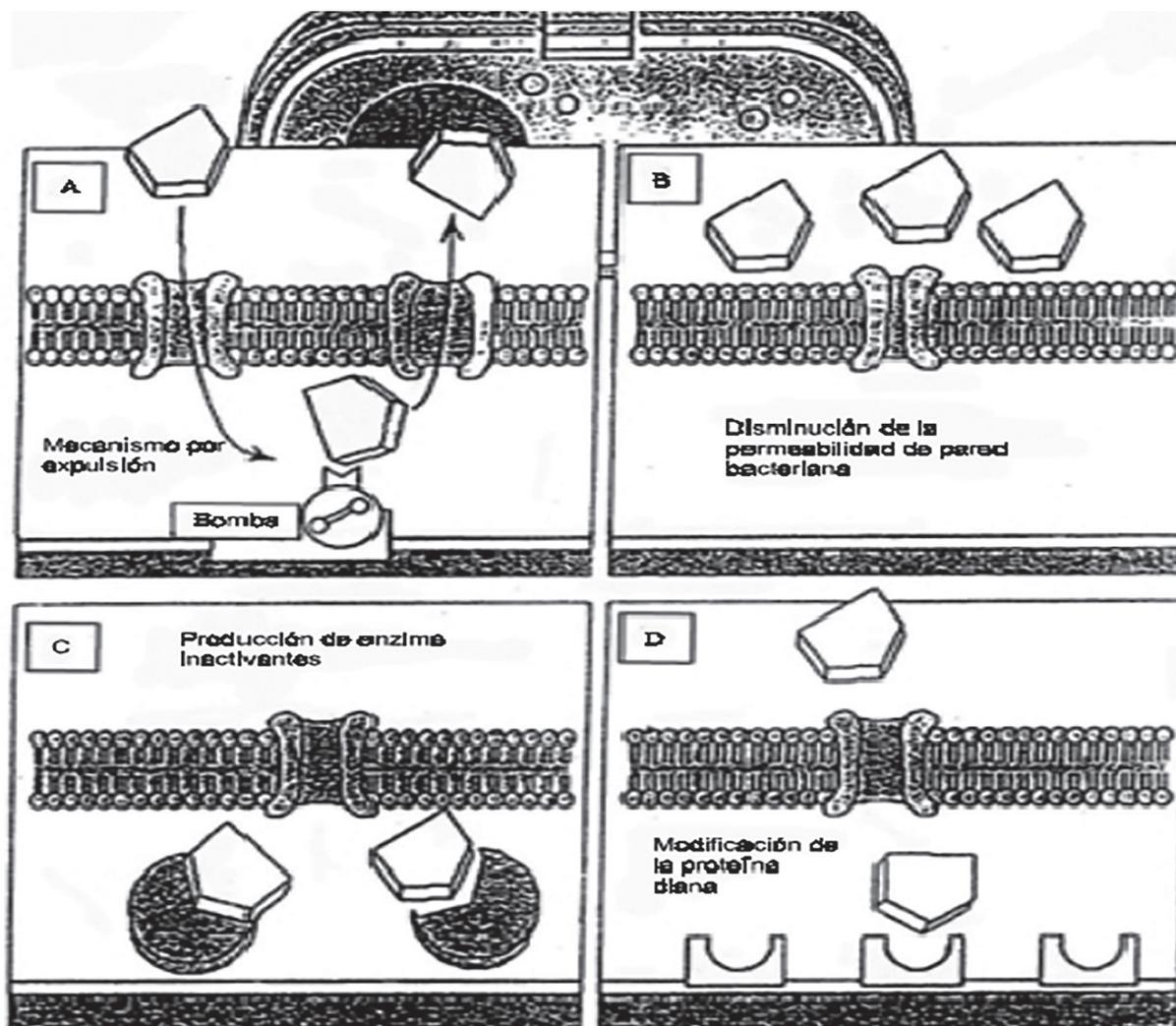


Figura 2. Mecanismos de resistencia bacteriana (5).

## Antibiogramas

Se define antibiograma como el reporte que mide la sensibilidad de una bacteria frente a diferentes antimicrobianos *in vitro*, donde a partir de estos resultados se predice la eficacia *in vivo*. Están indicados para cultivos bacterianos relevantes como fluidos estériles o contaminados. Un antibiograma brinda resultados cualitativos que indican si la bacteria es sensible o resistente a un antibiótico, o cuantitativos que determinan la concentración mínima (CMI) de antimicrobiano que inhibe el crecimiento bacteriano en  $\mu\text{g}/\text{ml}$  o en  $\text{mg}/\text{l}$  (6,7).

La interpretación del antibiograma, ya sea sensible, intermedio o resistente, se realiza en función de los valores establecidos por diferentes comités que establecen puntos de corte con base en propiedades microbiológicas, farmacocinéticas y de eficacia clínica, para definir la sensibilidad o resistencia de las diferentes especies

bacterianas a cada antimicrobiano (12). Entre estos se encuentran: el Clinical and Laboratory Standards Institute en Estados Unidos, el European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing en Europa, y la Mesa Española de Normalización de la Sensibilidad y Resistencia a los Antimicrobianos (7).

## **Estrategias de prevención para la transmisión de la infección y detección de la resistencia a los antimicrobianos (8)**

La Organización Mundial de la Salud propone algunas estrategias encaminadas a orientar personas e intervenciones dirigidas a todos aquellos sectores que hagan parte del problema, pero que, a la vez, quieran ser parte de la solución, es decir, trabajadores de la salud que recetan antimicrobianos, personal que los dispensa, veterinarios, consumidores, instancias normativas de hospitales y de los sectores de salud pública y agricultura, así como asociaciones, profesionales e industria farmacéutica.

Entre las estrategias preventivas para la transmisión de infecciones y detección de la resistencia a los antimicrobianos, establecidas por la OMS en la Resolución de 1998 (8), se encuentran la acogida de medidas orientadas a impulsar la utilización apropiada de los antimicrobianos. Algunas de ellas son:

- Restringir la distribución de antimicrobianos sin prescripción y fórmula médica.
- Mejorar las prácticas para prevenir la propagación de las infecciones, dentro de las cuales están la higiene de manos y la higiene alimentaria.
- Fomentar las actividades de educación del personal de salud.
- Tener precaución con el contacto y la consecuente dispersión de patógenos resistentes.
- Fortalecer la ley para impedir la fabricación, venta y distribución de antimicrobianos falsificados.
- Disminuir el uso de antimicrobianos en la cría de animales destinados al consumo humano.
- Desarrollar sistemas sostenibles para localizar patógenos resistentes.
- Vigilar las cantidades y modalidades de uso de los antimicrobianos y los efectos de las medidas de control.
- Enseñar a los pacientes que existen otras opciones para aliviar los síntomas y desestimular el inicio del tratamiento sin prescripción médica, salvo en circunstancias específicas.

En cuanto a educación (8) se refiere lo siguiente:

- Educar a todo grupo de personas que prescriba o dispense antimicrobianos, incluido el sector informal, sobre la importancia de usar adecuadamente estos medicamentos y de reducir la posibilidad de resistencia.

- Educar a todos los grupos de personas que prescriben antibióticos sobre la importancia de la prevención de enfermedades y de la lucha contra las infecciones.
- Promover programas educativos sobre el diagnóstico y tratamiento correcto de las infecciones comunes destinados a todos los profesionales de la salud, veterinarios y personal que prescribe y dispensa antimicrobianos.
- Alentar a todo el que prescribe o dispensa antimicrobianos a educar a sus pacientes sobre el uso apropiado de estos medicamentos y sobre la importancia de cumplir estrictamente las indicaciones de la prescripción.
- Educar a todos los grupos que prescriben o dispensan antimicrobianos sobre los factores que pueden influir significativamente en sus propios hábitos de prescripción, entre los que se encuentran los incentivos económicos, las actividades de promoción y los estímulos de la industria farmacéutica.

Para los hospitales (8):

- Establecer programas de control de las infecciones nosocomiales con base en las prácticas óptimas vigentes, que asuman la responsabilidad de luchar eficazmente contra la resistencia a los antimicrobianos en los hospitales.
- Garantizar el acceso de todos los hospitales a tales programas de control.
- Crear comités terapéuticos eficaces, en los hospitales, que puedan supervisar el uso de antimicrobianos en esas instituciones.
- Formular y actualizar periódicamente directrices para el tratamiento y la profilaxis con antimicrobianos, así como formularios antimicrobianos hospitalarios.
- Monitorear el uso de antimicrobianos, que incluyan la cantidad y modalidad de utilización, y remitir los resultados registrados a las personas que prescriben dichos fármacos.
- Garantizar la disponibilidad de servicios de laboratorio microbiológicos que correspondan al tipo de hospital, por ejemplo, secundario o terciario.
- Velar por el desempeño y la garantía de la calidad de las pruebas de diagnóstico, tanto aquellas de determinación microbiológica como de sensibilidad de los agentes patógenos fundamentales a los antimicrobianos, e informar oportunamente sobre los resultados.
- Garantizar el registro de los datos de laboratorio, de preferencia en una base de datos, con el fin de elaborar informes clínicos y epidemiológicos.
- Controlar y vigilar las actividades de promoción de las empresas farmacéuticas en el medio hospitalario, y velar por que esas actividades proporcionen un beneficio educativo.

Esta estrategia concluye que la resistencia a los antimicrobianos malgasta recursos financieros que podrían usarse para mejorar la salud, y atenta contra el éxito de las acciones emprendidas mundialmente para combatir las enfermedades infecciosas más importantes relacionadas con la pobreza. Sin embargo, aplicar esta estrategia podría considerarse como una forma apropiada de gestión de riesgo para proteger las iniciativas sanitarias actuales y la disponibilidad de tratamientos para las generaciones futuras (8).

## Alguna evidencia encontrada

1. Maldonado, Múnera, et al. (3), en **“Tendencias de la resistencia a antibióticos en Medellín y en los municipios del área metropolitana entre 2007 y 2012”** 2014, Medellín; hablan sobre la importancia de analizar el fenómeno de la resistencia a los antibióticos en tiempos y espacios definidos, a partir de los sistemas de vigilancia locales, con el fin de determinar las tendencias de la resistencia a antibióticos entre 2007 y 2012 en instituciones hospitalarias de Medellín y del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

Entre 2007 y 2012 se obtuvieron los porcentajes de resistencia a antibióticos marcadores en 22 instituciones, por medio del programa Whonet 5.6. Se empleó la guía del Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI), de los años 2009 y 2012, para interpretar los resultados de las pruebas de sensibilidad. Con el programa Epi-Info 6.04 se analizaron tendencias por medio de la prueba de ji al cuadrado de tendencia lineal, con un nivel de confianza de 95 % donde se consideró significativo un valor de  $p \leq 0,05$ .

Se observó una disminución de la resistencia a oxacilina en *Staphylococcus aureus* ( $p=0,0006$ ) y un incremento de la resistencia a vancomicina en *Enterococcus faecium* ( $p=0,0000$ ). En *Escherichia coli* y *Serratia marcescens* se observó un incremento de la resistencia a ceftazidima, en contraste con una disminución en *Klebsiella pneumoniae* ( $p=0,0000$ ) y *Enterobacter cloacae* ( $p=0,058$ ). Para *K. pneumoniae*, *S. marcescens* y *E. cloacae* se observó un incremento de la resistencia a carbapenémicos, en contraste con una disminución en *Pseudomonas aeruginosa* y *Acinetobacter baumannii*. La vigilancia de la resistencia permitió obtener hallazgos importantes como la emergencia de *E. faecium* resistente a la vancomicina y enterobacterias resistentes a los carbapenémicos. Es indispensable conocer el uso de antibióticos en la región para establecer su influencia en los perfiles encontrados, además de garantizar la calidad de la información emanada de los laboratorios de microbiología.

2. Taboada B, et al. (9), en **“Etiología de la neumonía adquirida en la comunidad en un hospital de cuarto nivel en Bogotá”** 2014, Bogotá; realizaron un estudio descriptivo de un registro institucional durante los años 2007 a 2012. La neumonía adquirida en la comunidad (NAC) puede ser causada por diferentes gérmenes. En Latinoamérica la principal etiología es *Streptococcus pneumoniae*, aislado en aproximadamente el 35-40% de los casos para describir las características de los pacientes hospitalizados con diagnóstico de NAC durante 6 años en la Fundación Santa Fe de Bogotá, así como los principales agentes etiológicos y el patrón de susceptibilidad antibiótica en los microorganismos más importantes. Este es un estudio descriptivo retrospectivo que incluyó a todos los pacientes mayores de 16 años hospitalizados con diagnóstico de NAC. Se revisaron variables demográficas y clínicas, presencia de pruebas diagnósticas para determinar etiología y microorganismos aislados, y se aisló un germen

en 130 pacientes, siendo los más frecuentes *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae* y *Staphylococcus aureus*. Se encontró mayor frecuencia de microorganismos atípicos en menores de 65 años y en pacientes sin comorbilidades, y de enterobacterias, en mayores de 65 años y en pacientes con comorbilidades. Se evidenció, además, que los principales gérmenes aislados son similares a los reportados en otras series. Llama la atención la frecuencia de *Staphylococcus aureus* y la presencia de SAMR. Es importante conocer la etiología local para adaptar las guías de manejo de acuerdo a los gérmenes encontrados, la susceptibilidad a los antibióticos y la disponibilidad de recursos.

3. Rodríguez et al. (10), en **“Diseminación de *Klebsiella pneumoniae* productoras de KPC-3 en hospitales de Bogotá durante un periodo de tres años”** 2014, Bogotá; analizaron la infección producida por la enterobacteria resistentes a los carbapenémicos, *Klebsiella pneumoniae*, uno de los patógenos que con mayor frecuencia causa infecciones en el ámbito hospitalario. Se describió la diseminación de aislamientos clínicos de *K. pneumoniae* productores de la enzima KPC-3 recuperados en hospitales de Bogotá. Para esto, se analizaron 82 aislamientos de *K. pneumoniae* resistentes a antibióticos carbapenémicos recuperados entre el 2008 y el 2010 en 10 hospitales, a los cuales se les realizaron pruebas de detección fenotípica de enzimas por difusión de disco y microdilución, y de detección genotípica por PCR. La determinación de perfiles de sensibilidad frente a 13 antimicrobianos se realizó por métodos automatizados y manuales. La relación genética de los aislamientos se obtuvo por la técnica de PFGE. Este estudio presenta el panorama del comportamiento de las enterobacterias resistentes a los carbapenémicos diseminadas en el curso de tres años en 10 hospitales de la ciudad, con características de resistencia a múltiples familias de antibióticos y pertenecientes a varios grupos de clones, para cada uno con diferentes subtipos. La diseminación de aislamientos clínicos de *K. pneumoniae*, productores de enzima KPC-3 en Bogotá, plantea la necesidad de fortalecer las acciones de vigilancia epidemiológica frente a este tipo de microorganismos y el desarrollo prioritario de actividades específicas de prevención y control de infecciones.
4. Ramos et al. (11) en **“Elementos genéticos móviles asociados con resistencia a eritromicina en aislamientos de *Streptococcus pneumoniae* en Colombia”** 2014, Colombia; analiza cómo en Colombia entre 1994 y 2011, la resistencia a los macrólidos ha aumentado en *Streptococcus pneumoniae* y cómo esta se ha asociado con la presencia de elementos genéticos móviles que determinan la distribución de transposones en aislamientos invasivos de *S. pneumoniae*, resistentes a eritromicina. Se analizaron 225 aislamientos de *S. pneumoniae* resistentes a eritromicina, que tenían datos epidemiológicos, serotipo y sensibilidad antimicrobiana. Se determinaron los fenotipos con la prueba de doble disco y la presencia de transposones por medio de dos PCR múltiples para identificar los genes erm(B),mef(A),mef(E),tet M,cat,Aph3-III,int-Tn 916,xis-Tn 916,TnpA-Tn 917,Tnp R-Tn 917 e int-Tn 5252. Las relaciones ‘clonales’ se establecieron por electroforesis en campo pulsado, de donde resultó que, del total de aislamientos 62,7, 2,7 y 34,6 % presentaron fenotipos cMLS B, iMLS B y M, respectivamente. Se observó multirresistencia en el 69,3% de estos aislamientos. Los elementos genéticos más comunes en aislamientos con fenotipo MLS B fueron: Tn 5253 (34 %), principalmente en aislamientos con serotipo 6B relacionado con el clon España 6B -ST90; Tn 1545 (18,4 %), en aislamientos con el serotipo 19A relacionado con ST276, y Tn 3872 (14,9 %), en aislamientos con serotipo 6B y 14. Otros siete transposones (32,7 %) se asociaron con diferentes serotipos. El elemento mega (Macrolide Efflux Genetic Assembly) (62,8 %) se asoció con el serotipo 6A y el ST473 en aislamientos con fenotipo M. La mayoría de los aislamientos de *S. pneumoniae* resistentes a eritromicina en Colombia presentaron el fenotipo cMLS B y se asociaron con

la presencia de transposones que contienen determinantes de resistencia a otros antibióticos. Además, los aislamientos con fenotipo M contienen el gen Mef (E) en el elemento mega.

## Conclusiones

Por medio de esta revisión documental se pudo evidenciar que la resistencia de los microorganismos a los antimicrobianos es un problema que es cada vez más evidente y que deben existir soluciones al respecto. Es importante optimizar el uso de los antibióticos en los hospitales a partir de la implementación de programas de educación dirigidos al personal de salud, con el fin de que este inconveniente disminuya.

Es importante entonces, aplicar la estrategia propuesta por la OMS, ya que la no aplicación de la misma genera aumento de costos al sector salud. Sería significativo que en Colombia, los antibióticos se compraran en dosis únicas y se tomaran en tiempos recomendados por los especialistas, tal como se realiza en países en desarrollo. De igual manera, se debe hacer seguimiento a aquellos establecimientos que comercializan de forma libre y a criterio del vendedor estos medicamentos, sin pensar con esta práctica se potencializa la resistencia a los antibióticos y probablemente conduce al fracaso de los tratamientos. Finalmente, prácticas tan sencillas como el lavado de manos, deben promoverse desde la individualidad ya que esto ayuda a disminuir la incidencia de enfermedades infecciosas y por ende, la administración y uso erróneo de los antibióticos.

## Referencias

1. Organización Mundial de la Salud. Resistencia a los antimicrobianos; Nota descriptiva N°194: 2013 mayo [Consultado 1 abril de 2015]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs194/es/>
2. Epidemiología y Salud Pública [Internet]. Los peligros de los microorganismos resistentes; 2014 noviembre 8 [Citado] Disponible en: <https://healthprotectionguatemala.wordpress.com/category/medicamentos/>
3. Maldonado N., Múnera M., López J., et al. Tendencias de la resistencia a antibióticos en Medellín y en los municipios del área metropolitana entre 2007 y 2012: resultados de seis años de vigilancia. Biomédica [Internet] 2014 [Citado el 29 agosto 2014];34:1-14. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bio/v34n3/v34n3a13.pdf>.
4. Mendoza A. El formidable reto de la resistencia bacteriana a los antibióticos. Revista de la facultad de medicina [Internet]. 2011 [Citado 16 de marzo de 2011]; 54:1-10. Disponible en: <http://www.revistas.unam.mx/index.php/rfm/article/view/24660>
5. Fernández F., López J., Ponce L, et al. Resistencia Bacteriana. Revista Cubana Medica Militar [Internet]. 2003 [Citado 18 de noviembre de 2003]; 32(1),1-5 Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/mil/v32n1/mil07103.pdf>

6. Sussmann O., Mattos L., Restrepo A. Resistencia Bacteriana. Unidad de infectología[Internet] 2001[Citado]1-12 Disponible en: <http://med.javeriana.edu.co/publi/vniversitas/serial/v43n1/0026%20Resistencia.PDF>
7. Cercenado E, Saavedra J. El antibiograma. Interpretación del antibiograma, conceptos generales (I)[Internet]. An Pediatr Contin. 2009;7:214-7. - Vol. 7 Núm.4. Disponible en: <http://www.apcontinuada.com/es/el-antibioigrama-interpretacion-del-antibiograma/articulo/80000504/>
8. Estrategia mundial de la OMS para contener la resistencia a los antimicrobianos. Revista panamericana de salud pública[Internet]. 2001[Citado 19 de noviembre de 2015]; 10(4),1-11 Disponible en: [http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1020-49892001001000014](http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1020-49892001001000014)
9. Taboada L., Leal A., Caicedo M., et al. "Etiología de la neumonía adquirida en la comunidad en un hospital de cuarto nivel en Bogotá". Asociación Colombiana de Infectología. Bogotá. 2015;19(1):10-17. Disponible en: [www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0123939214000691](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0123939214000691)
10. Rodríguez E., Saavedra S., Leal AL., et al. Diseminación de Klebsiella pneumoniae productoras de KPC-3 en hospitales de Bogotá durante un periodo de tres años. Biomédica. 2014;34(supl1):224-231. Disponible en: [www.revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/viewFile/.../2392](http://www.revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/viewFile/.../2392)
11. Ramos V, Duarte C., Díaz A., Moreno J. Elementos genéticos móviles asociados con resistencia a eritromicina en aislamientos de Streptococcus pneumoniae en Colombia. Revista del Instituto Nacional de Salud[Internet]. 2014 [Citado 18 de marzo de 2014]; 34:1-10. Disponible en: <http://www.revistabiomedica.org/index.php/biomedica/issue/view/128>