

Transferencia



NÚMERO 16 | DICIEMBRE DE 2018

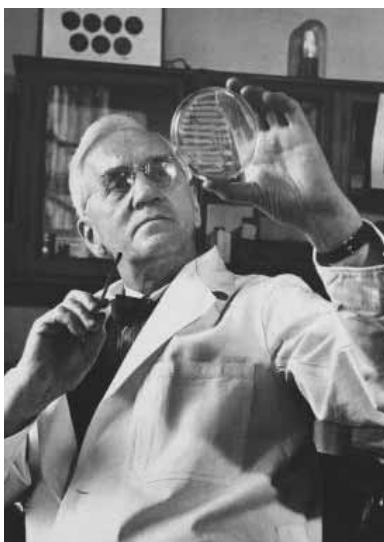
EL PRINCIPIO DEL FIN DE LA ERA DE LOS ANTIBIÓTICOS



El principio del fin de la era de los antibióticos

Luca Tancredi Barone

Cuando una mañana de un septiembre de hace 90 años el médico y microbiólogo escocés Alexander Fleming volvió de vacaciones y entró en su laboratorio —un sótano del hospital St. Mary en Londres— cambió el rumbo de la historia de la humanidad. Sin que fuera consciente de ello, observar que sus placas de cultivos de bacterias (concretamente, estafilococos) estaban contaminadas por un moho capaz de matarlas (el hongo *Penicillium*), abriría la llamada “era de los antibióticos”, que ha salvado millones de vidas humanas a lo largo de casi un siglo.



Alexander Fleming en su laboratorio. Fuente: Wikipedia.

Fleming publicó sus resultados sobre la penicilina en 1929; sin embargo, en aquella época no era fácil ni cultivar el hongo *Penicillium*, ni extraer la sustancia bactericida que a tantas personas ha curado desde entonces. Por ello resultaron clave los trabajos de Howard Florey y Ernst Boris Chain, ganadores del premio Nobel de Medicina en 1945 junto con Fleming, que fueron capaces de purificar y sintetizar en laboratorio la nueva milagrosa sustancia en 1939, diez años después del fortuito descubrimiento de Fleming (**quien nunca quiso patentar su hallazgo**). La primera persona que fue tratada con infusiones intravenosas de penicilina fue Albert Alexander, un policía de Oxford (Inglaterra) que, según se cuenta, se infectó al pincharse con un rosal de su jardín en 1941 (aunque, según otras fuentes, resultó herido durante un bombardeo).¹ Después de una mejora, Alexander acabó muriendo, ya que los químicos no pudieron producir bastante fármaco para acabar la cura.

Sea como fuere, la penicilina se convirtió en el primer antibiótico moderno comercializado mundialmente, aunque en los años 40 era muy costosa de producir y el principal comprador era el ejército estadounidense. Las primeras 12 ampollas de penicilina llegaron a España en 1944,² concretamente a Madrid, en un contenedor con hielo y, tras un viaje de más de una semana, enviadas desde Río de Janeiro por el Ministerio de Relaciones Exteriores de Brasil para intentar salvar la vida de una pequeña, tal y como cuentan las crónicas de la época.

¹ Penicillin, the Oxford story: <https://bit.ly/2KoAaSF>. Fuente: University of Oxford.

² Le penicilina llega a España (1944). <https://bit.ly/2Qd9IRR>. Fuente: *Tecnología obsoleta*.

Mucho han cambiado las cosas desde entonces. Tras la II Guerra Mundial, empezó la denominada “época dorada” de los antibióticos. Entre 1940 y 1962, se comercializaron más de 20 nuevas clases de antibióticos.³ La mayoría de ellos se extraían de microorganismos distintos al hongo de Fleming. **De hecho, encontrar sustancias antibacterianas en la naturaleza no es difícil: sí lo es hallar las que no sean tóxicas también para el ser humano.**⁴ Pero ya entonces se empezó a observar con cada vez mayor preocupación un fenómeno ampliamente previsto por Fleming. Sus palabras de aceptación del Nobel en 1945⁵ hoy suenan proféticas: “No es difícil hacer los microbios resistentes a la penicilina en el laboratorio a través de la exposición a concentraciones [de penicilina] no suficientes para matarlos; y lo mismo ha pasado en el cuerpo [humano]. Llegará el tiempo en que todo

el mundo podrá comprar la penicilina en una tienda. Existe, pues, el peligro de que un hombre ignorante pueda fácilmente aplicarse una dosis insuficiente [de antibiótico] y, al exponer sus microbios a una cantidad no letal del medicamento, los haga resistentes”.

Para atajar el problema de resistencia de los antibióticos en humanos también hay que reducir su uso en ganadería

El problema reside en que, como subraya el Wellcome Trust,⁶ **desde 1962 no se ha descubierto ningún nuevo antibiótico contra las bacterias Gram-negativas**⁷ (que causan enfermedades graves, como la gonorrea, la meningitis y algunas infecciones respiratorias, urina-

rias y gastrointestinales) y desde 1980 no se ha descubierto ninguna nueva clase de antibiótico. En palabras de un importante informe de 2016 del Pew Charitable Trust,⁸ **“cada antibiótico utilizado hoy está basado en un descubrimiento hecho hace más de 30 años”**.

Existen diferentes razones. Algunas son meramente científicas. Las bacterias Gram-negativas tienen “barreras” especialmente duras de “expungar” –y la metáfora viene al caso–. De hecho, al contrario que otros tipos de bacterias, poseen una doble membrana de protección externa y es especialmente complicado encontrar sustancias que sean capaces de penetrarla y quedarse en su interior, sin ser expulsadas, y a la vez que sean lo suficientemente tóxicas como para aniquilar al microbio. Otras razones son que, según opina el microbiólogo **Carl Nathan**,⁹ de la Weill Cornell Medicine de Nueva York, faltan enfoques científicos originales en la búsqueda de nuevos mecanismos de actuación de los principios activos. Además, el marco regulatorio para el desarrollo de los fármacos es muy rígido y en

³ Novel classes of antibiotics or more of the same? <https://bit.ly/2znoOdK> Fuente: *British Journal of Pharmacology*.

⁴ “While it is easy to find compounds that kill bacteria, it is hard to find novel antibacterial classes worthy of development”. Challenges of antibacterial discovery. <https://bit.ly/2TyaSGf> Fuente: *Clinical Microbiology review*.

⁵ Sir Alexander Fleming Nobel Lecture. <https://bit.ly/2PK36L9> Fuente: Nobel Foundation.

⁶ New antibiotic approved for drug-resistant infections. <https://bit.ly/2MZX6Jc>. Fuente: Wellcome Trust.

⁷ En microbiología, se denominan “bacterias gramnegativas” aquellas que no se tiñen de azul oscuro o de violeta por la tinción de Gram, y lo hacen de un color rosado tenue: de ahí el nombre de “gram-negativas” o también “Gram-negativas”. Son uno de los principales supergrupos de bacterias, y las restantes son las bacterias grampositivas. Las bacterias gramnegativas presentan dos membranas lipídicas entre las que se localiza una fina pared celular de peptidoglicano, mientras que las bacterias grampositivas presentan solo una membrana lipídica y la pared de peptidoglicano es mucho más gruesa. Al ser la pared fina, no retiene el colorante durante la tinción de Gram. (Fuente: Wikipedia).

⁸ A Scientific Roadmap for Antibiotic Discover. <https://bit.ly/2qLFg2R>. Fuente: Pew Trust.

⁹ Antibiotics at the crossroad. <https://go.nature.com/2P07osC>. Fuente: *Nature*.

ausencia de una fuerte inversión pública y de empresas farmacéuticas públicas, las compañías farmacéuticas privadas tienden a enfocar su investigación en fármacos para tratamientos crónicos, más que en tratamientos de corta duración, o bien a buscar antibióticos de más amplio espectro, de forma que más personas los puedan utilizar, escribe Nathan. Lo cual, a su vez, aumenta la probabilidad de desarrollar resistencia.

Como Charles Darwin nos enseña desde hace casi 160 años, con la publicación de su *Origen de las especies*, el mismo proceso de adaptación natural que hace que solo los organismos más aptos sobrevivan en un determinado ambiente, necesariamente hará que, a lo largo del tiempo, solo las bacterias resistentes a los antibióticos sean las que se reproduzcan más. El problema reside en que el mecanismo que permite la adaptación son las mutaciones del ADN: las bacterias son especialmente propensas a modificaciones genéticas casuales y, además, al ser unicelulares, transmiten muy rápidamente las modificaciones a su descendencia (trasmisión “vertical”). Es más: existe incluso un mecanismo llamado “sexo bacteriano” por el cual son capaces de transmitir genes a otras bacterias “horizontalmente”. Por lo tanto, la resistencia se transmite de forma relativamente rápida dentro de una población de bacterias.

Si los antibióticos dejan de ser eficaces, la esperanza de vida que hoy está alrededor de los 80 años en los países desarrollados podría disminuir entre 20 y 30 años

Entre 2000 y 2015, **el consumo de antibióticos en el mundo ha crecido un 65%**,¹⁰ alcanzando las 35 mil millones de “dosis diarias definidas” (*Defined Daily Doses*, DDD).¹¹ Algunas previsiones hablan de un aumento del 200% respecto a la actualidad en el año 2030. España es uno de los países del mundo donde más antibióticos se consumen:¹² fue el tercero en el ranking mundial en el año 2000 y lo siguió siendo en

el 2015, cuando además fue el primero entre los países desarrollados. Solo en nuestro país, en 15 años, se ha pasado de utilizar 500 millones a 750 millones de DDD. En ese mismo período, los autores de un estudio reciente de *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)* estiman que la ratio per cápita subió un 17%, desde las 34,3 DDD a las 40,1 DDD por cada 1.000 habitantes y día.¹³ Según los últimos datos del informe del Centro Europeo para el Control y la Prevención de Enfermedades (ECDC), presentado recientemente con motivo del “Día para el Uso Prudente de los Antibióticos”, el 18 de noviembre, el consumo total de antibióticos en 2017 se situaría en las 34,1 DDD por cada 1.000 habitantes (32, si solo consideramos el uso humano). España resulta, por lo tanto, el segundo país con mayor consumo de antibióticos en Europa después de Chipre. Además, es el estado donde más residentes en centros socio-sanitarios contraen bacterias resistentes.¹⁴

De hecho, la falta de nuevos tipos de antibióticos que actúen con mecanismos celulares diferentes, junto con la enorme cantidad de antibióticos empleados en

¹⁰ Global increase and geographic convergence in antibiotic consumption between 2000 and 2015. <https://bit.ly/2B7KBHW>. Fuente: *PNAS*.

¹¹ Defined Daily Dose (DDD): La dosis de mantenimiento media diaria para un adulto según las indicaciones del propio fármaco.

¹² España, el país avanzado que más antibióticos consume. <https://bit.ly/2ITZGi9>. Fuente: *El País*.

¹³ Figura 1 en: Global increase and geographic convergence in antibiotic consumption between 2000 and 2015. <https://bit.ly/2DT3Ojc>. Fuente: *PNAS*.

¹⁴ Annual Epidemiological Report for 2017 - Antimicrobial consumption. <https://bit.ly/2zmgtar>. Fuente: ECDC.

El uso excesivo e indebido de los **ANTIBIÓTICOS** supone un riesgo para todos



Tomar antibióticos cuando no se necesitan acelera la aparición de resistencias a estos medicamentos, **que es una de las principales amenazas para la salud mundial**



Las infecciones por patógenos resistentes a los antibióticos **aumentan la duración de las hospitalizaciones, los costos médicos y la mortalidad**

Puedes ayudar a reducir la resistencia a los antibióticos



El uso excesivo de los antibióticos hace que las bacterias se vuelvan resistentes, y que los tratamientos actuales dejen de funcionar



Sigue siempre las recomendaciones de un profesional sanitario antes de tomarlos



Las infecciones por patógenos resistentes a los antibióticos **pueden afectar a cualquier persona de cualquier edad en cualquier país**



Son las propias bacterias, y no las personas o los animales, las que adquieren resistencias a los antibióticos



Debido a estas resistencias, **las infecciones comunes no podrán tratarse**



Fuente: Organización Mundial de la Salud (OMS)

el mundo, implica que ya desde hace años se haya empezado a observar la aparición de cepas de bacterias muy resistentes. Según datos de los Centers for Disease Control and Prevention (CDC)¹⁵ estadounidenses, cada año en EE.UU. al menos dos millones de enfermedades resultan resistentes a fármacos prescritos para curar infecciones bacterianas o debidas a hongos, y 23.000 personas fallecen por ello. Según el *Review for Antimicrobial Resistance*, “50.000 vidas se pierden cada año solo en Europa y EE.UU. por infecciones resistentes a los antibióticos. **Globalmente, al menos 700.000 personas mueren cada año por la resistencia de los patógenos a fármacos en enfermedades como infecciones bacterianas, malaria, VIH/SIDA o tuberculosis**”.¹⁶ En el año 2050

el número de muertos por infecciones causadas por patógenos resistentes a los antibióticos podría alcanzar los 10 millones de personas al año.¹⁷

El porcentaje de bacterias resistentes es mucho más alto hoy que hace 10 o 15 años. Entonces podía llegar, en la media, a un 5%. Hoy estamos entre el 40 y el 80%

La preocupación de los principales organismos internacionales, como la Organización Mundial de la Salud o la misma ONU, es que cuanto más utilicemos los antibióticos, menos eficaces serán. Ya hoy en día las enfermedades infecciosas son la segunda causa de muerte en el mundo, la tercera en los países económicamente avanzados. Tarde o temprano, las bacterias serán capaces de resistir a cualquier tipo de antibiótico que tengamos hoy a disposición. Y esto sería una catástrofe para nuestra civilización: no solo enfermedades que hoy parecen fácilmente controlables volverán a no tener cura, como hace un siglo; sino que tratamientos médicos que hoy

damos por supuestos, como la cirugía, la quimioterapia o la diálisis, volverían de nuevo a ser demasiado arriesgados y temerarios para poder ser llevados a cabo, ya que una simple infección podría fácilmente convertirse en una sentencia de muerte. Algunos expertos estiman que, si los antibióticos dejan de ser eficaces, **la esperanza de vida que hoy está alrededor de los 80 años en los países desarrollados podría disminuir entre 20 y 30 años**.¹⁸ A principios del siglo XX, la expectativa de vida media era de solo 47 años.¹⁹

De hecho, ya se observan unas tasas de resistencias muy preocupantes. “Siempre se ha observado resistencia, pero nunca tanta como hoy”, explica **Ramanan Laxminarayan**, director del Center for Disease Dynamics, Economics and Policy (CDDEP) de Washington. Bacterias como la de la gonorrea o de la sífilis, así como el estafilococo áureo (*Staphylococcus aureus*) causante de las principales infecciones nosocomiales, son cada vez más resistentes a los antibióticos como la penicilina. La resistencia de *S. aureus* se mide observando su tasa de resistencia a la meticilina, un antibiótico de la clase de las penicilinas: en algunas comunidades de población llega al 50%. “El porcentaje de bacterias resistentes es mucho más alto hoy que hace 10 o 15 años”, afirma Laxminarayan. “Entonces podía llegar, en la media, a un 5%. Hoy estamos entre el 40 y el 80%”.

Según este investigador, hay una infravaloración general del problema de la resistencia a los antibióticos por parte del público porque es difícil, al contrario que

¹⁵ About Antimicrobial Resistance. <https://bit.ly/2j1LkCB>. Fuente: CDC.

¹⁶ Review on Antimicrobial Resistance. <https://bit.ly/2dgUHaV>. Fuente: *AMR Review*.

¹⁷ Sustaining global action on antimicrobial resistance. <https://bit.ly/2xi9DjP>. Fuente: Wellcome Trust.

¹⁸ World health day – the rise and fall of antibiotics? <https://bit.ly/2OLkILR>. Fuente: ReAct.

¹⁹ Life expectancy. <https://bit.ly/2DZLUrp>. Fuente: Our World in Data.

con otras enfermedades como el cáncer o el VIH, visibilizar a los enfermos. “También calcular la entidad exacta de la resistencia es complejo: primero hay que asociar el hecho de tener una infección incurable con estar en un hospital más tiempo, estar más enfermo o morir. Una forma de mejorar estas estimaciones es que las diagnósticos sean más rápidas y haya una vigilancia más estricta sobre el fenómeno”.

Una parte del problema es el uso que se hace de los antibióticos en los humanos. Hay una cierta tendencia por parte de médicos a prescribir antibióticos cuando no es necesario (y de los pacientes a pedirlos o a automedicarse) y, sobre todo en los tratamientos de larga duración, a veces es complicado seguir escrupulosamente las prescripciones médicas: con el riesgo que interrumpir el tratamiento favorezca el desarrollo de resistencia a los medicamentos. “El uso de antibióticos debería disminuir en muchas partes del mundo porque es inapropiado, pero sí debería aumentar en países más pobres. En un cierto sentido, **el reto de la resistencia antibacteriana es el de mejorar el sistema sanitario en todo el mundo**”. Existe el riesgo concreto de que el problema de la resistencia a los antibióticos aumente las diferencias entre ricos y pobres: “si vives en una parte rica del mundo quizás podrás permitirte los antibióticos más nuevos y caros, mientras los pobres morirán. Sin embargo, un mundo sin antibióticos es igualmente difícil de imaginar”, remarca Laxminarayan.

Con todo, el principal problema no es el uso de antibióticos en humanos. Todos los expertos apuntan a la ganadería y a la acuicultura: rebajar el uso masivo de antibióticos en la cría animal debería ser el principal objetivo a corto plazo. Según el informe del Wellcome Trust,²⁰ cada año se utilizan en todo el mundo 60.000 toneladas de antibióticos en animales, bien sea por razones terapéuticas o profilácticas. Como los animales se crían en espacios cada vez más pequeños, y en condiciones cada vez más lamentables, las enfermedades aumentan y se propagan más fácilmente. Además, en algunos países, los antibióticos se utilizan sencillamente para hacer crecer más rápidamente vacas, cerdos, peces o pollos. Solo unos 42 países tienen normas para limitar el uso de antibióticos en ámbito veterinario. En España, los antibióticos solo pueden usarse en animales con receta firmada por un veterinario. Igualmente, las compañías productoras pueden vender antibióticos con receta directamente a los ganaderos, que son mayoritariamente quienes la suministran a los animales.²¹ Por ello, los animales se transforman en eficientes productores de resistencia antibacteriana a gran escala. Las súper bacterias que así se generan, tarde o temprano, llegan a los seres humanos.²² Directamente, a través de la ingesta de carne (hecho observado ya hace más de 30 años),²³ o bien indirectamente, a través del microbioma ambiental: las orinas y las heces de los animales son excretadas y dispersadas por el medio ambiente.²⁴

La profesora de la Kent State University, **Tara C. Smith**, epidemióloga experta en zoonosis²⁵ y en *S. aureus*, indica que entre el 70 y el 80% de los antibióticos vendidos en EE.UU. se utilizan en ganadería. Y los datos para otros países no difieren

²⁰ Sustaining global action on antimicrobial resistance. <https://bit.ly/2xi9DjP>. Fuente: Wellcome Trust.

²¹ España atiborra al ganado con antibióticos. <https://bit.ly/2xTC1MS>. Fuente: *El País*.

²² Sustaining global action on antimicrobial resistance. <https://bit.ly/2xi9DjP>. Fuente: Wellcome Trust.

²³ Sustaining global action on antimicrobial resistance. <https://bit.ly/2xi9DjP>. Fuente: Wellcome Trust.

²⁴ The Antibiotic Resistance Crisis. <https://bit.ly/2gyddh1>. Fuente: *Pharmacy & Therapeutics*.

²⁵ Zoonosis: enfermedad o infección que se da en los animales y que es transmisible a las personas en condiciones naturales. Fuente: RAE.

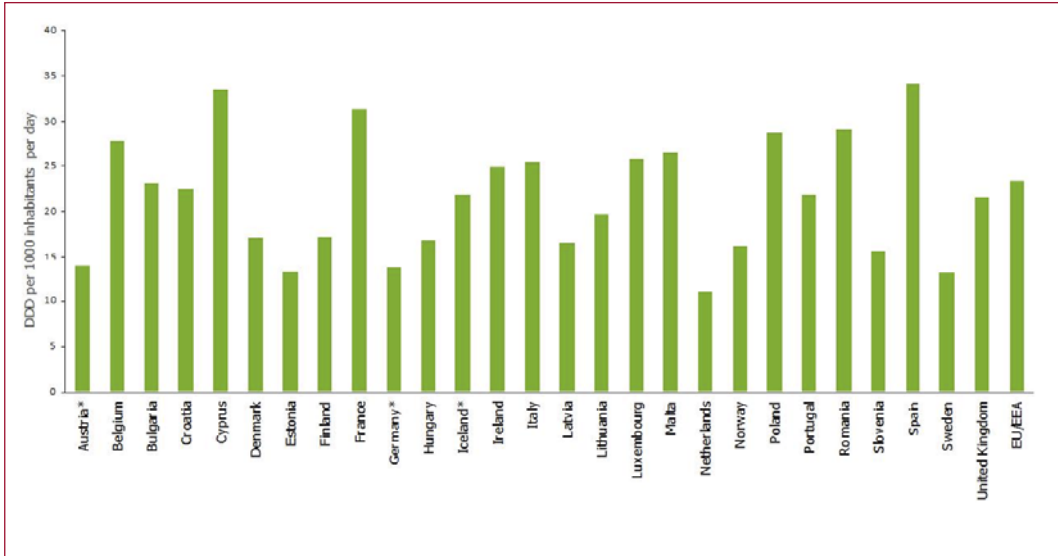


Ilustración 2. Consumo total de antibacterianos para uso sistémico en los países europeos y de la zona europea en 2017 expresados en DDD por cada mil habitantes por día. Fuente: *Annual Epidemiological Report for 2017*, ECDC.

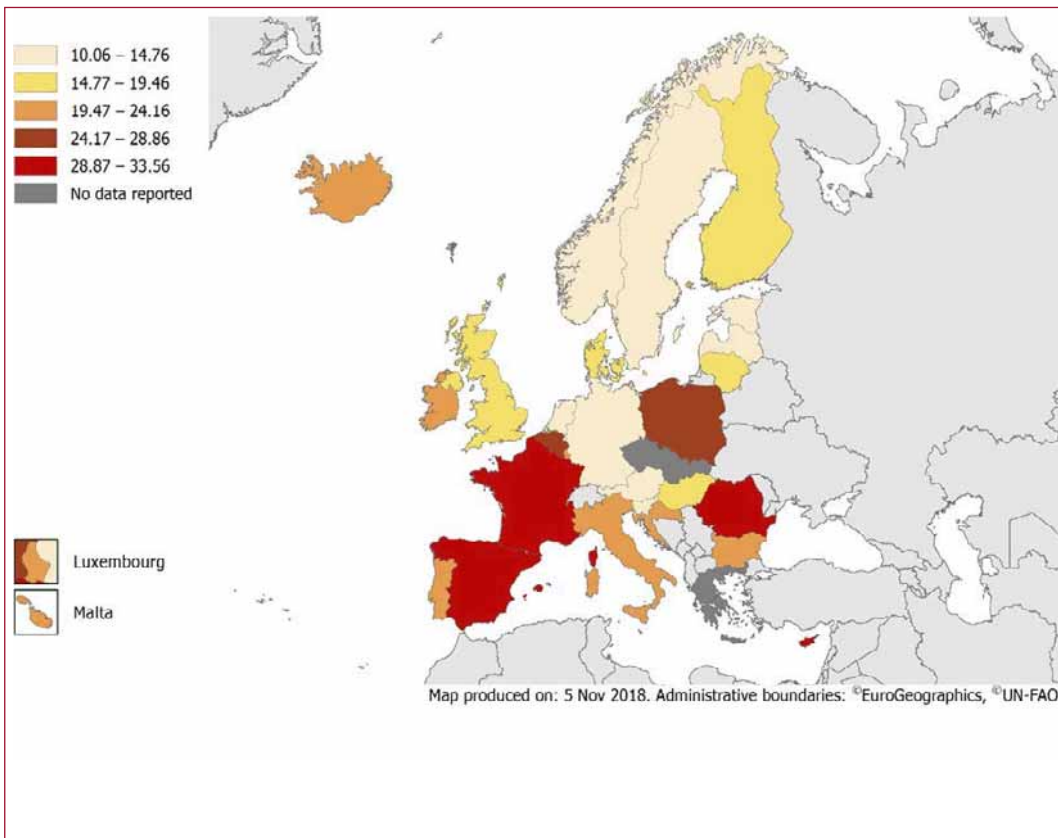


Ilustración 3. Consumo de antibacterianos para uso sistémicos en la comunidad en Europa en 2017 expresado en DDD por 1000 habitantes por día. Fuente: *Annual Epidemiological Report for 2017*, ECDC.

mucho,²⁶ aunque en Europa entre el 2011 y el 2015 el uso de antibióticos en este sector disminuyó un 13%. España ha sido una excepción: según estos mismos datos, ha aumentado un 55% en el mismo periodo de tiempo, aunque el mismo informe especifique que, debido a un cambio legislativo, los datos de los años 2011 a 2013 no son del todo confrontables con los de 2014 y 2015.²⁷

Smith en sus investigaciones ha encontrado cepas de *S. aureus* resistentes a meticilina (MRSA, por sus siglas en inglés) en granjas donde se hacía uso de antibióticos. “El problema es que no conocemos exactamente qué régimen de tratamientos antibióticos usan esas granjas ya que no son transparentes”, apunta la investigadora. “Por eso no podemos hacer una comparación exacta y determinar en qué punto de la cadena se genera la resistencia. Lo que sí observamos es que en la mitad de las granjas industriales que examinamos, donde se hacía un uso probablemente muy elevado de antibióticos, encontramos MRSA en cerdos y humanos, y no aparecen en las granjas donde no se usan antibióticos de forma masiva (*antibiotic free*). Algunas son granjas certificadas como ‘orgánicas’, así que es posible que también haya otros factores que influyeron en los resultados. Otras granjas *antibiotic free* no estaban certificadas como ‘orgánicas’, pero sí tenían tratamientos especiales: por ejemplo, los animales realmente enfermos a los que se les suministraban antibióticos eran aislados del resto durante el tratamiento”.

Según esta científica, una de las formas de combatir la resistencia antibiótica sería dejar de comer carne de este tipo, la que viene de granjas industriales. “En un libro que se ha publicado recientemente en EE.UU., *Big Chicken*,²⁸ la periodista Mary McKenna apunta precisamente que el uso de antibióticos está muy extendido en la industria de pollos. Sin embargo, es más sencillo dejar de usarlos con la cría de pollos porque son animales más pequeños con una duración de vida más corta y, además, empieza a haber cierta demanda de pollos libres de antibióticos. La industria porcina está mucho más atrasada en ello. En EEUU, los pocos que crían cerdos sin antibióticos venden aún sus productos a precios significativamente más elevados”.

En EEUU (que es el principal productor de carne bovina al mundo, con casi el 20% de las ventas a nivel mundial)²⁹ desde enero 2018 los ganaderos deben dejar de utilizar antibióticos para estimular el crecimiento de los animales. **En la Unión Europea (tercera productora de carne bovina, con el 13%) desde 2006 ya está prohibido³⁰ el uso de antibióticos como promotores de crecimiento en los animales.** Sin embargo, después de la prohibición, los resultados en los distintos países europeos son variables.³¹ Reino Unido es uno de los países que se ha esforzado más y, de hecho, ha alcanzado el objetivo de no superar los 50 mg de antibióticos por kilogramo de carne producida, situándose en los 45 mg. España

²⁶ Stop using antibiotics in healthy animals to prevent the spread of antibiotic resistance. <https://bit.ly/2rfDoQz>. Fuente: OMS.

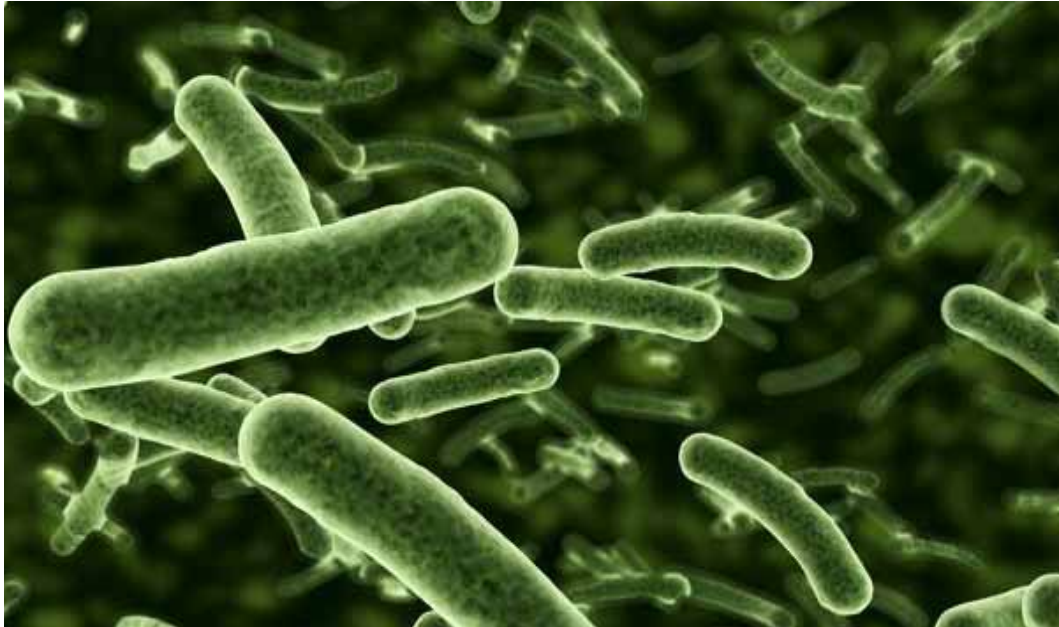
²⁷ Sales of veterinary antimicrobial agents in 30 European countries in 2015. <https://bit.ly/2Bq5tdg>. Fuente: EMA.

²⁸ Big Chicken. <https://bit.ly/2lwtX67>. Fuente: Web de Maryn McKenna.

²⁹ World Beef Production: Ranking of Countries. <https://bit.ly/2hRe4u5>. Fuente: Beef 2 live.

³⁰ Ban on antibiotics as growth promoters in animal feed enters into effect. <https://bit.ly/2PxsBLa>. Fuente: Comisión Europea.

³¹ How do we reduce antibiotic resistance from livestock? <https://bit.ly/2PGL23T>. Fuente: Our world in data.



e Italia están entre los que menos, con 400 mg y 322 mg, respectivamente, en 2016. En junio de 2014 España adoptó un “Plan estratégico y de acción para reducir el riesgo de selección y diseminación de la resistencia a los antibióticos”³² en un plazo de cinco años, que incluye seis estrategias para el ámbito veterinario y humano con el objetivo de promover un uso apropiado, sistemas de control eficaces, promover la investigación y la innovación y el desarrollo de un plan de comunicación y educación.

Además, en junio de 2017 la UE ha adoptado un Plan de Acción contra la Resistencia Antibiótica “One Health”,³³ donde el término “*one health*” (“una salud”) sintetiza el principio que la salud humana está estrechamente conectada a la salud animal y al medioambiente y, por tanto, los tres aspectos tienen que ser enfocados conjuntamente.

“Los usos de antibióticos a evitar en las granjas son esencialmente dos: como promotor de crecimiento y como profilaxis genérica. En el primer caso, de hecho, se trata de un instrumento de producción más para hacer engordar a los animales más rápidamente y no hay realmente ninguna necesidad médica para ello. En el segundo caso se usa para prevenir enfermedades. Por ejemplo, cuando los animales son alejados de sus madres, es un periodo muy estresante para ellos. A menudo, los animales se enferman porque su sistema inmunitario está debilitado debido a ese estrés. Por eso, muchos ganaderos les llenan de antibióticos de forma preventiva. Ahora, cuando se enferman de verdad, en ese caso es comprensible el uso de antibióticos y nadie lo cuestiona. Sin embargo, reducir estas prácticas brutales ayudaría a que los animales enfermasen menos,” continúa la investigadora.

³² Plan estratégico y de acción para reducir el riesgo de selección y diseminación de la resistencia a los antibióticos. <https://bit.ly/2gOR7GU>. Fuente: AEMPS.

³³ A European One Health Action Plan against Antimicrobial Resistance (AMR). <https://bit.ly/2FD1QoE>. Fuente: Comisión Europea.

Smith apunta a casos de éxito, como el de Holanda, uno de los principales exportadores de carne porcina, donde se ha reducido mucho el uso de antibióticos. “Ahora permiten a los animales que pasen más tiempo con sus madres, les dan más espacio, lo cual mejora la higiene. Y los beneficios de las empresas cárnicas no se han hundido. Por eso creo que es totalmente factible,” valora. La clave está en la presión de los consumidores, pero también en el buen ejemplo de grandes empresas, que han introducido el pollo *antibiotic free* en sus cadenas. “Faltan grandes empresas que hagan lo mismo con la carne de cerdo”, apunta la Dra. Smith.

Aparte de fomentar un uso más correcto de los antibióticos en humanos y animales, evidentemente una de las estrategias es la de buscar nuevos caminos para el desarrollo de fármacos totalmente diferentes que puedan sustituir o complementar a los existentes. Realidad que debe ir de la mano con la reducción del consumo de cualquier tipo de antibiótico a escala global, porque el problema de la resistencia siempre acompañará su uso.

Algunos de los caminos que parecen más prometedores pasan por el uso de **bacteriófagos**,³⁴ virus que atacan selectivamente algunos tipos de bacterias. Una segunda opción a explorar es la **modificación genética**³⁵ a través, por ejemplo, de la técnica CRISPR³⁶ de virus o bacterias para atacar selectivamente o dañar irreversiblemente a los microorganismos resistentes. Otro camino prometedor es el de emplear **nanopartículas bactericidas**.³⁷ Sin embargo, ninguna de estas estrategias será una “*silver bullet*” (bala de plata o solución mágica) —nunca mejor dicho, ya que la plata es uno de los metales con más propiedades bactericidas. También muchos apuestan por la búsqueda de **antibióticos naturales**, vía por la cual se han descubierto muchos de la “época de oro” —en ambientes poco explorados hasta la fecha, como los fondos oceánicos o los suelos antárticos;³⁸ o en el análisis masivo de grandes cantidades de organismos para detectar aquellos capaces de producir antibióticos útiles.

Sea como fuere, el reto de la lucha contra la resistencia a los antibióticos es uno de los principales desafíos a los que la humanidad tendrá que enfrentarse en las próximas décadas. Al igual que con otros retos de gran calado, de si conseguiremos enfrentarnos a ellos y cómo, depende nuestro propio futuro como especie.³⁹

³⁴ Bacteriophages: A replacement for antibiotics? <https://bit.ly/2S5YL1G>. Fuente: *Medical News Today*.

³⁵ Chaos-inducing genetic approach stymies antibiotic-resistant superbugs. <https://bit.ly/2Px9MrB>. Fuente: *Science Daily*.

³⁶ Se trata de familias de secuencias de ADN en bacterias. Literalmente: repeticiones palindrómicas cortas agrupadas y regularmente interespaciadas, de sus siglas en inglés. Hoy en día, el sistema CRISPR/Cas se utiliza para la edición de genes (agregando, interrumpiendo o cambiando las secuencias de genes específicos) y para la regulación génica en varias especies. Fuente: Wikipedia.

³⁷ Antibiotic-loaded nanoparticles targeted to the site of infection enhance antibacterial efficacy. <https://go.nature.com/2PNOWm9>. Fuente: *Nature*.

³⁸ A reservoir of ‘historical’ antibiotic resistance genes in remote pristine Antarctic soils. <https://bit.ly/2PJONpY>. Fuente: *Microbiome*.

³⁹ Las declaraciones de Ramanan Laxminaraya y Tara Smith fueron obtenidas con motivo de una entrevista durante el congreso WCSJ 2017 en San Francisco.