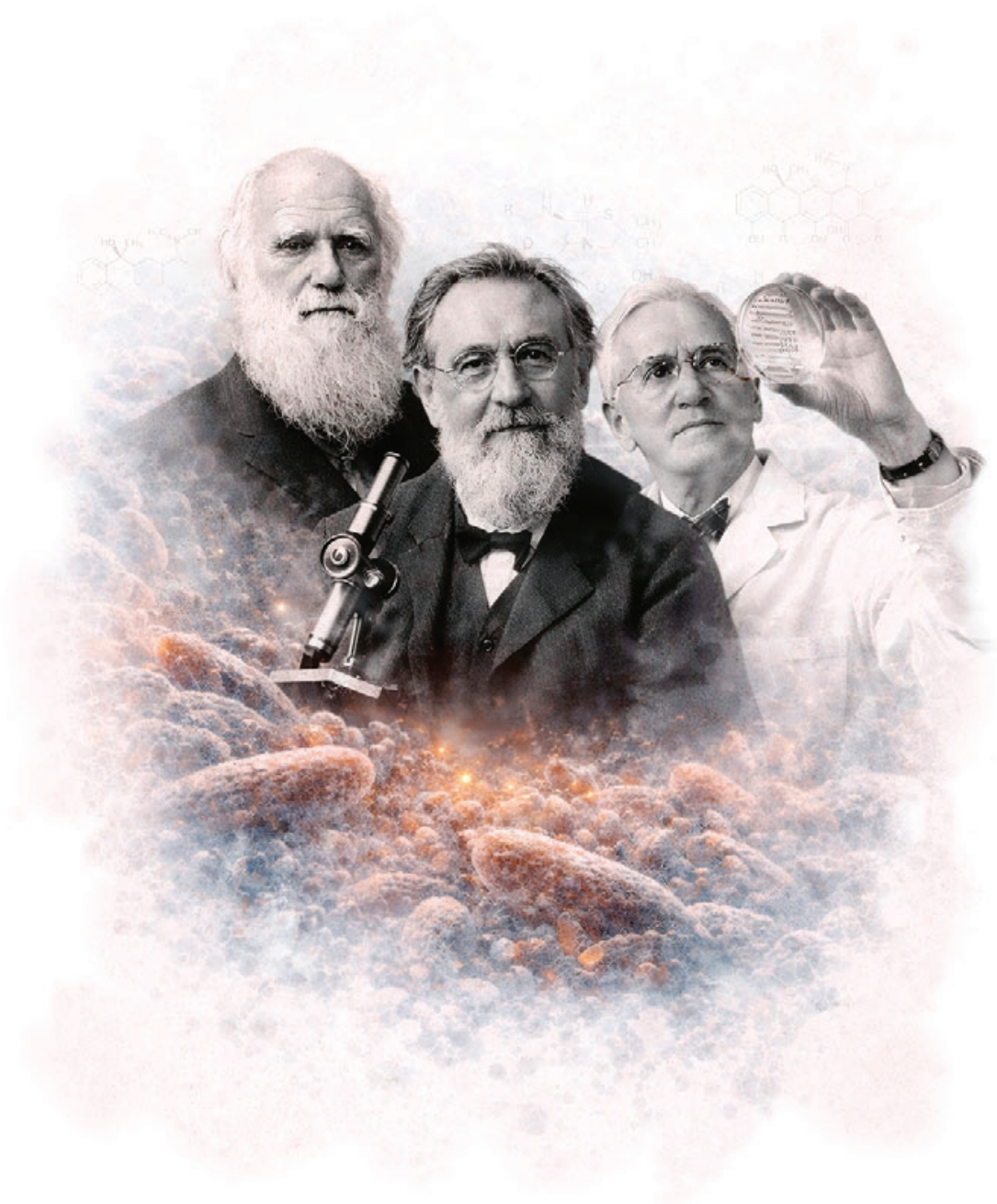


# LA MICROBIOTA INTESTINAL

## HISTORIA DE UNA BATALLA POR LA SUPERVIVENCIA



Javier Blanco Blanco



## JAVIER BLANCO BLANCO



Javier Blanco (Badajoz, 1994) es graduado en Farmacia por la Universidad de Granada y doctor por la Universidad de Extremadura. Su trayectoria investigadora se ha centrado en el estudio de la microbiota intestinal, de los microorganismos que la componen y de las moléculas que intervienen en su relación con la salud. Su trabajo se sitúa en la intersección entre la salud humana y la sanidad animal, con especial atención al papel ecológico de los microorganismos y a sus posibles aplicaciones biomédicas dentro del enfoque One Health.

A lo largo de los últimos años ha compaginado la investigación biomédica con la divulgación científica, colaborando con universidades, empresas y hospitales y participando en distintas iniciativas orientadas a acercar la ciencia a la sociedad.

En la actualidad, centra su labor en el aislamiento y la caracterización de microorganismos procedentes de distintos ecosistemas, desde la microbiota humana y animal hasta las plantas y el suelo, con el fin de explorar sus posibles aplicaciones sostenibles en salud y biotecnología.

---

# **La microbiota intestinal**

Historia de una batalla por la supervivencia

Colección *Ópera Prima*



---

Javier Blanco Blanco

# La microbiota intestinal

Historia de una batalla por la supervivencia



Cáceres  
2025

Esta obra ha sido galardonada con el **Accésit al Premio Ópera Prima Ana Holgado 2024** del Servicio de Publicaciones de la UEX.

MIEMBROS DEL JURADO:

María Teresa Terrón Reynols (Presidenta)

*Vicerrectora de Extensión Universitaria*

Jesús Conde Fuentes (Secretario)

*Adjunto a la Vicerrectora de Extensión Universitaria y Director del Servicio de Publicaciones*

Miguel Ángel Lama Hernández

*Catedrático de Literatura Española*

Javier Cubero Juárez

*Profesor Titular de Didáctica de las Ciencias Experimentales*

María Pilar Montero Curiel

*Profesora titular de Lengua Española*

Juan María Carrasco González

*Miembro del Consejo Asesor del Servicio de Publicaciones. Catedrático de de Lengua y Literatura Portuguesas*

María Pilar Rubio Montero

*Profesora Titular de Física Aplicada*

© El autor

© Universidad de Extremadura, para esta 1ª edición.

Edita:

Universidad de Extremadura. Servicio de Publicaciones

Plaza de Caldereros, 2. 10003 Cáceres (España)

Tel. 927 257 041

publicac@unex.es

<https://publicauex.unex.es/>

I.S.S.N.: 2951-830X

I.S.B.N.: 978-84-9127-354-7

Depósito Legal: CC-282-2025

Impreso en España - *Printed in Spain*

Maquetación e impresión: Control P. 927 233 223. [estudio@control-p.eu](mailto:estudio@control-p.eu)

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, [www.cedro.org](http://www.cedro.org)) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

*A mi madre, Matere  
Por ser el ejemplo perfecto de persona virtuosa  
y serlo sin llamar la atención  
ni pretenderlo*



*«La vida carece de sentido,  
a menos que le demos uno»*

Albert Camus



*«Hay grandeza en esta visión de la vida, con sus diversas fuerzas, que fueron insufladas en unas pocas formas o en una sola; y que, mientras este planeta ha seguido girando según la inmutable ley de la gravedad, han evolucionado y siguen evolucionando infinitas formas, las más bellas y maravillosas.»*

Charles Darwin  
*El origen de las especies*  
1859



# ÍNDICE

---

PRÓLOGO.....	15
I. INTRODUCCIÓN.....	17
UNA PERSPECTIVA BIOLÓGICA.....	17
Reivindicación evolutiva.....	17
El origen de todo.....	18
Una vista atrás.....	19
Unidos somos más fuertes.....	20
EL SURGIMIENTO DE LA MICROBIOLOGÍA.....	23
Pasteur y Koch. Padres de la microbiología.....	23
Élie Metchnikoff. Padre de la microbiota.....	25
Paul Ehrlich. Padre de la quimioterapia.....	27
II. ARMAMENTO MOLECULAR.....	29
EL INICIO DE UNA NUEVA ÉPOCA.....	29
Terapia selectiva.....	29
Fleming. Padre de los antibióticos.....	31
LA EDAD DORADA.....	34
La estreptomina. El primer antituberculoso.....	34
El cloranfenicol. Ampliando el espectro antimicrobiano.....	35
La aureomicina. El antibiótico dorado.....	35
Las cefalosporinas. «Otro golpe de suerte».....	37
III. RESISTENCIAS ANTIMICROBIANAS.....	41
EL CONTRAATAQUE DE LOS PATÓGENOS.....	41
Introducción.....	41
Mala praxis.....	43
Un panorama peliagudo.....	44
Uso racional del medicamento.....	45
MECANISMOS DE LAS RESISTENCIAS.....	47
Las primeras resistencias.....	47
Dianas moleculares.....	48
La membrana como objetivo.....	48
La síntesis de ADN como objetivo.....	49

IV. LA MICROBIOTA .....	51
ADAPTACIÓN DE LOS MICROBIOS A NUESTRO AMBIENTE,	
COEVOLUCIÓN DE LA MICROBIOTA. ....	51
Introducción .....	51
El viejo Élie .....	53
Funciones protectoras de la microbiota .....	54
Un órgano como otro cualquiera .....	55
LA MICROBIOTA Y EL SISTEMA INMUNITARIO .....	58
Aliados frente al invasor. ....	58
Rutas inmunitarias .....	58
Un guerrero bien entrenado .....	60
COMPUESTOS ANTIMICROBIANOS DE LA MICROBIOTA. ....	63
Las bacteriocinas. ....	63
Antibióticos de naturaleza proteica .....	64
Mecanismo de acción .....	65
Compuestos antimicrobianos olvidados .....	65
V. CONCLUSIONES .....	69
IMPPLICACIONES Y PERSPECTIVA DE FUTURO EN LA INVESTIGACIÓN .....	69
La revolución de la microbiota y los microorganismos que derivan de ella ...	69
Las bacteriocinas en la práctica clínica .....	70
NUEVAS ESTRATEGIAS TERAPÉUTICAS .....	71
Formas farmacéuticas .....	71
Sinergia .....	71
CONCLUSIÓN DE UNA REIVINDICACIÓN .....	73
Conclusión de una reivindicación .....	73
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA .....	75
AGRADECIMIENTOS .....	81

# PRÓLOGO

---

En las páginas de *El origen de las especies*, la explicación darwiniana se revela como mucho más que una mera descripción de la anatomía de los seres vivos en la actualidad. Las ideas que emergen del descubrimiento de la evolución son filosofía y van más allá de los comportamientos sociales entre comunidades de seres vivos, manifestándose como un intrincado mecanismo adaptativo que trasciende la mera fisiología y comportamiento.

La teoría de la evolución es una forma de entender el mundo que nos rodea, del que somos partícipes. Es una manera de entender el absurdo del mundo al que pertenecemos y de esta forma actuar en consecuencia. Un mundo absurdo que abarca desde el inicio del universo y que nos acompañará hasta el final.

Si bien el conocimiento es limitado, ejemplos concretos que escenifiquen este tipo de pensamiento pueden aclarar los hechos a los que me refiero.

Este libro recoge literatura que concierne a la lucha contra las bacterias, desde el descubrimiento de los antibióticos hasta la fecha actual, en que nos enfrentamos a lo que los expertos denominan la pandemia silenciosa.

Las infecciones por bacterias resistentes a los antibióticos son una de las grandes amenazas a las que se enfrenta la sociedad en la actualidad y los pronósticos no son nada alentadores.

Una visión global de la forma en la que interactúan las especies y el efecto del hombre sobre los ecosistemas dota de una perspectiva fundamental para abordar el problema y plantearnos cómo solucionarlo.

La microbiota intestinal ha surgido en los últimos años como un potencial aliado para la lucha contra estos patógenos y es que, desde un punto de vista evolutivo, llevan siendo nuestros aliados antes de que fuésemos especie. Los microorganismos que conforman la microbiota intestinal se

han adaptado a la fisiología de nuestro organismo y nosotros a ella, estableciendo una relación simbiótica tras todo este tiempo de coevolución.

Este libro busca involucrar al lector en su propia historia dentro de la vida, explorando el extenso proceso evolutivo que ha dado forma al mundo que conocemos hoy. Además, pretende fomentar la reflexión sobre el futuro que se presenta a partir de estos antecedentes. Se trata de una obra que amalgama diversos aspectos científicos, filosóficos y sociológicos, alejándose de la complejidad técnica para acercar a cualquier persona a esta filosofía existencial, entendiendo la ciencia como la base de la cual todo surge.

Aunque se trate de un libro de divulgación científica en el que la parte técnica es ciertamente la ciencia que se esconde detrás de nuestros pequeños inquilinos y nuestra propia relación con ellos, el objetivo de este libro es hacer al lector disfrutar de la lectura.

Espero que los lectores disfruten tanto de él como el escritor ha disfrutado investigando y escribiendo este libro.

# PRIMER CAPÍTULO

---

## INTRODUCCIÓN

*QUE TRATA DE UNA PERSPECTIVA DE LA EVOLUCIÓN*

### UNA PERSPECTIVA BIOLÓGICA

#### REIVINDICACIÓN EVOLUTIVA

Sinteticemos brevemente los aspectos fundamentales que han llevado a la vida a ser lo que es hasta hoy. Conviene resaltar que todas las ciencias que hoy día coexisten, políticas, sociales o biológicas, son ciencias contemporáneas e intentan explicar los fenómenos del presente, del pasado y del futuro, aunque con los límites que impone la subjetividad de la perspectiva actual.

Algunas corrientes de pensamiento rechazan la trascendencia de toda ciencia basándose en un argumento tan sólido que merece una alta consideración. Sostienen que toda ciencia es errónea, ya que se apoya en explicaciones formuladas en momentos concretos, en hipótesis o conjeturas hechas con los recursos disponibles y limitados de la tecnología de la época. En este sentido, no están del todo equivocados.<sup>1</sup>

La ciencia no es absoluta ni debe pretender serlo, aunque los fenómenos a los que intenta dar explicación sí lo sean. A lo largo de diferentes épocas y en diversas áreas, los grandes genios han sido complementados o refutados por aquellos que les sucedieron, desde los sabios filósofos de la antigua Grecia hasta figuras como aquel individuo al que se le cayó una manzana y ese otro, de pelos alocados, que sacaba la lengua. Cada uno de ellos, sin duda, habría desarrollado sus inquietudes vitales dedicadas al conocimiento racional de

---

<sup>1</sup> Camus sostiene que la ciencia, aunque necesaria para el progreso humano, no responde a las preguntas de sentido que originan el sentimiento del absurdo. Camus, A. (2021). *El mito de Sísifo*.

diversas maneras, por lo que vale la pena señalar que todos podrían haber estado equivocados, pero cumplieron una importante función evolutiva, siendo parte del proceso de adaptación del ser humano al medio que lo rodea. Por tanto, se deduce que la contribución a la ciencia no es estática, sino móvil, como lo es todo el proceso biológico evolutivo que nos ha llevado hasta aquí y, aunque las teorías científicas puedan considerarse como poéticas o filosóficas, son parte de lo que hemos llegado a ser hoy y base de lo que está por venir. La ciencia es, por lo tanto, una experiencia que merece ser vivida como una evolución de nuestra comprensión del mundo en sí.

## EL ORIGEN DE TODO

Hace casi tantos años como ceros precedidos de un uno quepan en uno de estos renglones, unas pequeñas moléculas, desafiando el caos que rige el porvenir de todo sistema comandado por la segunda ley de la termodinámica, decidieron desarrollar un plan antisistema. La segunda ley de la termodinámica<sup>2</sup>, a la que obedecen los acontecimientos de las reacciones químicas, establece que la estructura molecular que conforma la materia presente en un sistema aislado tiende al desorden y a dispersarse por el espacio, lo que conduce a un estado de mínima energía libre. Pues aquellas moléculas iniciaron una revolución contra el sistema establecido, organizándose de manera dinámica para imponer límites a esta ley.

Los seres vivos, a nivel básico, buscan perpetuarse a través de la reproducción y la supervivencia. Esta búsqueda activa de la perpetuación es una de las características fundamentales de la vida. Si bien es cierto que otras moléculas pueden organizarse como consecuencia de fuerzas externas, como el carbón que se convierte en diamante fruto de una presión mantenida en el tiempo, no realizan esta acción de una manera consciente ni, mucho menos, con el objetivo de trasladarla a su material genético, ese libro que, en lenguaje biológico, contiene las claves para la supervivencia, para transmitirla a su descendencia.

Por tanto, la distinción fundamental entre la autoorganización de moléculas y la complejidad emergente de la vida radica en la presencia de procesos biológicos específicos y en la capacidad de los organismos vivos para

---

<sup>2</sup> Los sistemas vivos logran mantenerse organizados porque intercambian energía con el entorno, evitando el equilibrio que impone esta ley. Schlitter, J. (2018). *The Second Law of Thermodynamics as a Force Law*.

responder de manera dinámica a su entorno. Mientras que la autoorganización de moléculas puede producir estructuras estáticas, la vida implica una organización activa y dinámica que va más allá de la simple formación de estructuras moleculares subordinadas a las fuerzas que se ejercen sobre ellas por el medio externo.

El hecho de que los seres vivos busquen perpetuarse y transmitir su material genético, al enfrentarse a este tipo de fuerzas, sugiere la presencia de un propósito biológico inherente, algo que va más allá de las leyes físicas y químicas que rigen la materia inorgánica. La evolución, a través de la selección natural, ha permitido la aparición de formas de vida cada vez más complejas y adaptativas, con mayor resiliencia que sus predecesoras. Pero sean cuales sean los motivos de este movimiento biológico antisistema, lo cierto es que, hasta hoy, ha tenido éxito, lo que ha dado lugar a todas las formas de vida que hoy habitan el planeta.

#### UNA VISTA ATRÁS

Retrocediendo de nuevo a los comienzos del movimiento orgánico, nos encontramos en las primeras fases de la Tierra habitable. Por algún casual, se forma un primer material genético que tiene como propósito existencial perpetuarse, y aparece el primer ser vivo, algo que se mantiene a lo largo del tiempo. Hasta entonces, ningún tipo de selección darwiniana tenía sentido, puesto que para que exista una selección debe haber algo que seleccionar. Pero, a partir de ese momento, empieza el juego. El material genético empieza a enfrentarse al medio y a desarrollar mecanismos para perpetuarse. Se forman los primeros organismos unicelulares, parecidos a las bacterias, y empieza entre ellos, en el contexto del ecosistema, una competición por los recursos. No es necesario poseer un conocimiento profundo para entender que al aumentar nuestro número y contar con armas más efectivas, incrementamos nuestras posibilidades de supervivencia.

En un siguiente paso, estos microorganismos empiezan a actuar en comunidades. Las reglas químicas que regían la perpetuidad de las cosas quedan obsoletas ante la aparición de las primeras sociedades. Pasamos entonces de la complejidad de autoorganización del material genético, con procesos biológicos y comportamientos adaptativos que dan lugar de sistemas dinámicos y autosostenibles, a una estrategia social basada en alianzas para continuar con su objetivo de perpetuarse.

La especialización resultó ser una estrategia fabulosa. Hoy día, las empresas buscan justamente eso, cada uno cumple su función y el conjunto, la comunidad, la sociedad, prospera. De esta forma, surgen los primeros seres pluricelulares, los primeros organismos formados por células especializadas para llevar a cabo el más importante de los propósitos existenciales, la perpetuidad de la especie. Esta especialización se basaba en todas las funciones que podamos imaginar, todas ellas con el mismo propósito: ser mejores que el vecino, estar más adaptados y, de esta forma, perpetuarse. Estas funciones van desde la adquisición de nutrientes y la defensa contra competidores hasta la adaptación al medio, tal como las aves aprendieron a volar, los peces a nadar y los mamíferos a correr y saltar.

Este punto de vista no se aparta de la selección natural que proponía Darwin en su libro *El origen de las especies*. Lo que Darwin tampoco pasó por alto fue la interconexión existente entre los seres vivos. Al igual que las células se especializaron para formar organismos versátiles y adaptados al medio, estos mismos organismos se organizaron y especializaron entre ellos, formando sociedades que hoy se clasifican en mutualismo, comensalismo y parasitismo.<sup>3</sup>

## UNIDOS SOMOS MÁS FUERTES

Los organismos encontraron en la colaboración entre sí una ventaja frente a otros. Los ejemplos que encontramos en la naturaleza son infinitos, pero presentaremos algunos para que el lector comprenda en qué consiste específicamente esta asociación.

Los rinocerontes son animales a los que ningún otro gran animal se atrevería a plantar cara; su piel gruesa, su potencia y su agresividad son motivos más que suficientes para disipar cualquier amenaza por parte de algún depredador, pero no sirven contra unos pequeños parásitos de los que el torpe cuadrúpedo no puede deshacerse. Aquí entra en juego el pájaro picabueyes, un ave que se alimenta de los pequeños insectos inaccesibles para los rinocerontes. Esta ave se alimenta de los insectos que incomodan a este pesado mamífero, desparasitando al animal, lo que conlleva un beneficio mutuo, ya que las pequeñas aves disfrutaban del manjar que se aloja en la gruesa piel del rinoceronte.

---

<sup>3</sup> Reflexión temprana sobre la teoría evolutiva y los mecanismos de perpetuación tras Darwin. Macbride, E. W. (1925). *The theory of evolution since Darwin*.