

LAURA FLORES GARCÍA  
GUILLERMO RODRÍGUEZ PINTO

# Si no funciona, ¡EVOLUCIONA!

TODO LO QUE  
NECESITAS SABER SOBRE  
LA HISTORIA DE LA VIDA



OBERON

# ÍNDICE

<b>PRÓLOGO: BIENVENIDOS A BORDO</b>	<b>10</b>
<b>1. ¿DE QUÉ VA ESO DE EVOLUCIONAR?</b>	<b>15</b>
Los gamusinos también tienen derecho a evolucionar	15
Antes todo esto era campo	18
¡Está viiiiiiva! ¿Pero cómo?	19
De tal palo tal astilla	21
Copiando a mano	22
Mi ADN pesa más que el tuyo	24
Mutantes: el bueno, el malo y el neutral	25
<b>TRAPICHEO DE GENES</b>	<b>31</b>
<b>2. MUCHO TIEMPO LIBRE Y UNOS GUI SANTES: MENDEL</b>	<b>33</b>
Te viene bien un repaso de genética básica. Y lo sabes	34
Pero en qué quedamos, ¿son genes o alelos?	36
¿Quién es ese tipo de ahí que cultiva guisantes?	38
Las leyes de Mendel (chan, chan, chaaaaaan)	40
La magia está en los genes	45
Mendel se equivocaba	48
<b>EL ANIMAL CON EL GENOMA MÁS GRANDE</b>	<b>53</b>
<b>3. ESTIRA, ESTIRA, ESTIRA Y EVOLUCIONA: LAMARCK</b>	<b>55</b>
El señor de las jirafas	55
¿Por qué no tienes pulgares gigantes?	61
<b>ADN BASURA</b>	<b>65</b>
<b>4. DARWIN, LA IGUANA Y EL OTRO</b>	<b>64</b>
Su nombre es Darwin, Charles Darwin	69
¿Y si tiro esta iguana al agua?	72
A Darwin se lo contó un pajarito	76
<i>El origen de las especies</i> , y todo lo demás	78
Alfred Wallace llama a la puerta: el otro	84

<b>EVA MITOCONDRIAL</b>	<b>89</b>
<b>5. SOY LUCA, YO SOY TU PADRE</b>	<b>91</b>
En un lugar de la Tierra, de cuyo nombre no quiero acordarme...	93
Los ingredientes de la vida	94
El asombroso mundo ARN	97
¿Cuál es el sentido de la vida? ¿Qué es la vida?	99
¿Quién es LUCA? Tu padre con peluca	102
Alabados sean los virus	104
De LUCA a tu prima	105
<b>VIRUS VANPIRO ESITEN</b>	<b>109</b>
<b>6. AHORA ERES PARTE DE MÍ: EL ORIGEN DE LAS CÉLULAS COMPLEJAS</b>	<b>113</b>
El egocentrismo zoológico	113
La frontera biológica. Somos diferentes	114
La OTRA gran pregunta	117
Cuando el reto de comida se te indigesta	119
Una historia con final feliz	120
<b>UNA HIPÓTESIS QUE ABRE MUCHAS PUERTAS: ORGANISMOS MULTICELULARES</b>	<b>123</b>
<b>7. ¿CORRIGIENDO A DARWIN?: EL NEODARWINISMO</b>	<b>127</b>
La muerte aparece en el calendario de la vida	128
La velada del año original: selección natural vs. herencia mendeliana	130
Darwinismo, la última versión	143
<b>UN CROMOSOMA MENOS</b>	<b>145</b>
<b>8. LA FILOGENIA Y TU ARBUSTO FAMILIAR</b>	<b>147</b>
Éramos pocos y parió la evolución	150
Tú a Boston y yo a California: tipos de especiación	153
Si copias, que no se note: la evolución convergente	155
Diferente problema, misma solución: la evolución divergente	157

<b>SALAMANDRAS ENSATINA DE CALIFORNIA</b>	<b>159</b>
<b>9. ALICIA EN EL PAÍS DE LAS ADAPTACIONES EVOLUTIVAS: LA TEORÍA DE LA REINA ROJA</b>	<b>163</b>
La hipótesis de la Reina Roja	164
La carrera armamentística de la naturaleza	167
Los chicos no lloran	171
¿No podemos ser amigos?	172
¡Que lo haga otro!	176
<b>UN MENSAJE EMPONZOÑADO</b>	<b>179</b>
<b>10. ¿POR QUÉ EL T-REX CRUZÓ LA CARRETERA?</b>	<b>183</b>
No soy antiguo, soy <i>vintage</i> : los fósiles	184
¿De dónde venimos y a dónde vamos?	187
El cuento de la liebre y la tortuga	190
Necesitaremos un <i>hacker</i> en el equipo	193
<b>EVOLUCIÓN A MARCHAS FORZADAS</b>	<b>199</b>
<b>11. ATRAPADOS EN EL PASADO: REGRESEMOS AL FUTURO. ¿Y SI NO EVOLUCIONAS?</b>	<b>203</b>
El animal perfecto	203
La evolución «invisible»	205
¿Ir hacia atrás?, ni para coger impulso	207
Evolución: <i>spoiler</i> , sale mal	208
Cuelga tú. No, cuelga tú	210
<b>¿CUÁL ES EL VERDADERO GENOMA HUMANO?</b>	<b>213</b>
<b>12. HUMANOS ULTRAİNTELIGENTES Y CON PULGARES HIPERRÁPIDOS. ¿SEGUIMOS EVOLUCIONANDO?</b>	<b>217</b>
¿Hemos parado la selección natural?	219
¿Lamarck de nuevo? El truco de la epigenética	222
De lo bueno lo mejor, y de lo mejor lo superior	225
¿Hacia dónde vamos?	226
<b>EPÍLOGO</b>	<b>229</b>
<b>REFERENCIAS CAPÍTULOS</b>	<b>232</b>
<b>REFERENCIAS INTERLUDIOS</b>	<b>237</b>

# PRÓLOGO: BIENVENIDOS A BORDO

¿Tú sabes por qué tienes dedos con uñas?

Es la mejor manera de empezar una conversación que se nos ha ocurrido. Piénsalo, podrías tener zarpas o tener puzñas. O imagínate que no tuvieras dedos, eso sería debido a... ¿un accidente con una motosierra? Posiblemente. Pero nosotros nos referimos a la EVOLUCIÓN.

Somos Laura y Guille y estamos aquí para hablar de la evolución, la vida, el universo y todo lo demás. Si nos conoces de *El Camarote de Darwin*, ya sabes de qué va esto, querido polizón. Pero si es la primera vez que sabes de nosotros, no te preocupes. Siempre es bueno contar con nuevos grumetes a bordo.

Vamos a presentarnos un poco, para los que no saben de nosotros. Por un lado tenemos a Laura, que es una brillante bioquímica, investigadora y además, una chica fuerte (literalmente le encanta entrenar fuerza). Por el otro está Guille, un biotecnólogo con mucha imaginación, que con su ingenio encuentra soluciones para todo (bueno, lo de madrugar los lunes no tiene arreglo). Y a ambos nos encanta divulgar CIENCIA.

La ciencia mola (¿aún dicen lo de molar los jóvenes?), pero para que sea así hay que hacerla accesible y amena para todos. Y esa es la intención de este libro que tienes entre las manos. Pero tranquilidad, este no es un libro denso, ni tremendamente detallado, ni con un lenguaje complejo. Nuestro objetivo es que sea como un túnel de lavado para coches y que tras salir te hayas empapado, pero de conocimiento.

Entre todos los posibles temas que ofrece la ciencia, ¿por qué hemos elegido la evolución? Pues porque es una historia curiosa, compleja y llena de casualidades. Y vamos a ser sinceros, este no es el libro definitivo sobre este tema, ni

tampoco tiene una profundidad como la de la fosa de las Marianas. El objetivo es que tú, ser con base de carbono con habilidades lectoras, adquieras unos conocimientos generales lo bastante amplios que te permitan sacar un tema de conversación en tu próxima comida familiar lo bastante interesante para dejar el fútbol y la política en un segundo plano. Y que te lleves unas curiosidades de regalo.

La otra cuestión que queremos aclarar es cómo hemos llegado a escribir un libro. Pues te vas a sorprender porque nuestra historia está llena de elementos propios de la mejor teoría evolutiva.

Verás, todo comienza en una clase de primero en la carrera de Biología. En ese *ecosistema*, por cuestiones de *distribución de individuos*, acabamos ambos sentados en la grada de la izquierda de la clase. Esto es importante, pues la proximidad entre seres vivos en un ecosistema es clave para que surjan *interacciones*. Y así ambos nos hicimos amigos.

Estuvimos conviviendo durante tres años de clases, prácticas de laboratorio, fiestas, cafés, viajes y horribles épocas de exámenes. Podríamos contarte muchas «batallitas» de esa época. Pero lo importante es que nuestra amistad, junto con otros miembros del grupo, se fue reforzando durante esos cuatrimestres.

Pero surgió un cataclismo: Laura decidió hacer la especialidad de Bioquímica y Guille la de Biotecnología. Por lo tanto, hubo una *diferenciación*, ya que ambos ya no éramos biólogos, sino otra cosa. Esta divergencia en nuestra formación nos hizo *evolucionar* dando lugar a nuevas versiones nuestras. Esto también supuso un *distanciamiento geográfico*. Laura decidió probar suerte estudiando e investigando en el extranjero como una *especie cosmopolita*, mientras que Guille decidió quedarse como un *ubiquista* y no realizar un *proceso migratorio*. ¿Cuál fue la decisión correcta? Pues ninguna y ambas, ya que eso nos hizo madurar de formas diferentes.

Tras esto, hubo un *impás* temporal en el que la distancia hizo que nuestros caminos estuvieran separados en el tiempo y en el espacio, cual especies en un *árbol filogenético*. Pero resultó que Laura volvió, propuso quedar y nos pusimos al día. Así nos dimos cuenta que estábamos bastante en sintonía y que habíamos tenido una *evolución convergente*, lo cual renovó nuestra amistad. Y así seguimos en contacto por medio de redes sociales y *tróficas*, pues en su momento quedamos para comer.

Pero ocurrió un suceso que supuso un *factor de presión* que nos haría evolucionar de nuevo. Una pandemia global que puso a prueba al mundo. El pasar mucho tiempo en casa fue el mecanismo de *selección natural* que impulsó a proponer una idea: hacer un podcast. Pero, claro, para ello ambos teníamos que estar de acuerdo en cómo llevarlo a cabo y, por supuesto, querer hacerlo. Como dos *alelos recesivos* de un *gen*, teníamos que tener ambos la misma disposición, y así fue. Nació de esta manera *El Camarote de Darwin*, la emisora clandestina a bordo del Beagle. Este podcast reunía aquello que nos representaba, tenía unos *genes* propios que ambos compartimos: ciencia, cosas frikis y humor (y un mapache llamado Ataulfo).

Y así comenzó la andadura del podcast mientras se iba *adaptando a su entorno*. Convirtiéndose en un ser polivalente que se fue habituando no solo al formato podcast, sino también al de los directos, mostrando nuestras caras, buscando nuevos *nichos* para asegurar su *supervivencia*. En *competencia* (sana) con otros divulgadores que, por suerte, son una especie abundante. Y entonces llegó esta oportunidad literaria, que de nuevo ha puesto a prueba nuestras habilidades para seguir evolucionando, porque escribir un libro no es cosa fácil.

Es una historia larga, pero llena de metáforas evolutivas. Y no te preocupes si ahora estos términos te suenan desconocidos. Cuando acabes el libro puedes releer este prólogo y verás como todo tiene más sentido.

Estos constantes vientos de cambio impulsan las velas de *El Camarote de Darwin* a mejorar con un fin. ¿Sobrevivir? Bueno, sí. Pero sobre todo llevar la ciencia a la gente y alegrarles el día mientras aprenden algo.

Por eso, ahora nos dirigimos a ti, persona que sostiene este libro con sus dedos con uñas. Debemos agradecerte que estés ahí y que, de una forma u otra, nos hayas conocido. Esperamos que esta, nuestra primera aventura literaria, te enseñe algo de evolución, te entretenga y te anime a querer conocer más.

Somos Laura y Guille, sube a bordo en este evolutivo viaje.

## 1. ¿DE QUÉ VA ESO DE EVOLUCIONAR?

Cuando hablamos de evolución, algunos se imaginan un mono convirtiéndose en humano de la noche a la mañana. Otros piensan en humanos con cabezas gigantes y pulgares larguísimos. Algunos incluso piensan en Pokemon y los cambios de forma instantáneos que sufren cuando alcanzan cierto nivel de experiencia. Que, por cierto, por muy grande que sea el Pokemon, sigue cabiendo en esa minúscula pokeball del tamaño de una pelota de tenis. Pokemon no es solo un misterio evolutivo, sino también físico, porque si compactas los átomos en una esfera tan pequeña, entonces la densidad...

Pero volviendo al tema de este libro, ciertamente sería mucho más fácil demostrar que la evolución es algo real si sucediese en un tiempo que nuestra mente humana pudiera comprender y experimentar en ese mismo momento. Sin embargo, la evolución es algo que ocurre tan lentamente que, excepto en casos muy particulares, no podremos experimentarlo en una vida humana. Pero eso no significa que no esté ocurriendo.

### LOS GAMUSINOS TAMBIÉN TIENEN DERECHO A EVOLUCIONAR

La definición más sencilla de evolución que hemos encontrado es la de la Real Academia Española que define «evolución» como el proceso de transformación de las especies a través de cambios producidos en sucesivas generaciones. Es una definición muy laxa, que no es algo negativo *per se*, aunque está abierta a muchas posibles interpretaciones,

# ADN BASURA

Cuando la genética empezó a darnos la capacidad de leer el ADN, los humanos fuimos capaces de ver nuestros más profundos entresijos por primera vez. Como ya sabes, el proyecto genoma humano nos trajo muchísima información y, como es normal en algo nuevo, a veces la interpretación no es la más correcta.

Cuando conseguimos los primeros resultados del genoma humano, los científicos se dieron cuenta de que la mayoría de los nucleótidos del ADN no codificaban para genes. Es decir, no terminaban convertidos en proteína, que es lo que hace las funciones en la célula. Si un genoma no termina en proteína, no podrá hacer una función, entonces, por lógica, estará ahí de adorno. Por lo tanto, se pensaba que la mayoría del ADN (entre el 80 y el 90 %) era simplemente relleno. Imagina ser un científico de los noventa (de esos con mucho ego) y afirmar que el 90 % de algo que ha sido seleccionado durante 4000 millones de años no sirve para nada. Y que todos te sigan el rollo, porque están más perdidos que un pulpo en un garaje. Decidieron llamarlo ADN basura.

La explicación que dieron es que servía para evitar mutaciones en las partes importantes. El famoso efecto banco de peces. Los peces que van en bancos de miles de individuos tienen ventaja individual porque si llega un depredador, al haber tantos peces, estadísticamente no se va a comer a ese pez en el que estás pensando. Le tocará a otro. Pues aquí ocurre lo mismo. Decían que si había mucho ADN no funcional, las mutaciones se darían más frecuentemente en esas zonas del ADN y no dañarían los genes. Esto tiene sentido, y puede que haya ciertas partes de ADN basura que

funcionen como disuasión de mutaciones, pero hoy sabemos que el ADN basura sí tiene funciones.

Sabemos que hay zonas que actúan como espaciadores importantísimos entre genes, haciendo que algunos se expresen en bloque o haya pausas entre ellos. Otras zonas son los centrómeros y telómeros de los cromosomas, que aunque no acaben en gen, tienen unas de las funciones más importantes a la hora de la replicación del ADN y las células. También tenemos antiguos genes que fueron silenciados por mutaciones, pero que pueden ser reactivados en cualquier momento por otra mutación y, por tanto, otorgar nuevas características. Pero sobre todo la principal función del ADN no codificante es la regulación.

Sabemos que hay muchísimo ADN que se transcribe a ARN, pero no acaba en proteína. Y sabemos que ese ARN es capaz de controlar cuánto y cuándo se producen otras proteínas. Serían como ARN guardias de tráfico, permitiendo o bloqueando la producción de proteínas. Como te puedes imaginar, una célula es una locura y necesita una regulación extremadamente estricta. No puedes producir o activar una proteína de almacenaje de energía si lo que necesitas es lo contrario, obtener energía cuando estás haciendo deporte. O activar la enzima replicadora del ADN antes de tiempo y entonces producir errores cromosómicos antes de tiempo. Estos mecanismos reguladores son esenciales para el correcto funcionamiento de nuestro cuerpo.

De hecho, recientemente se ha otorgado el Premio Nobel de Medicina de 2024 a los estadounidenses Victor Ambros y Gary Ruvkunl por el descubrimiento de los microARN, que son pequeñas moléculas de ARN (ADN no codificante) cuya función es regular la diferenciación celular entre otras cosas. Es decir, ayudan a que tú tengas células de distintos tipos (epiteliales, neuronas, musculares...) con el mismo ADN. Inhiben y activan la producción de ciertas proteínas para asegurarse de que las funciones de las células son las que tienen que ser en cada zona. El descubrimiento de los ARN no codificantes fue una revolución en la biología celular, ya

que nos hizo entender que la regulación de un organismo es extremadamente compleja y consta de muchos mecanismos diferentes (no solo proteínas). Pero también nos hizo ver que aunque no entendamos el porqué algo está ahí, no significa que no sirva para nada. Quizás todavía no entendemos su función.

Sin duda, la comunidad científica es mucho más cuidadosa con sus palabras hoy en día y se suele aplicar mucho la frase de Sócrates «solo sé que no sé nada».

## 6. AHORA ERES PARTE DE MÍ: EL ORIGEN DE LAS CÉLULAS COMPLEJAS

Seguro que conoces el cuento de la Caperucita Roja, esa historia en la que un lobo comete un allanamiento de morada y engulle vivas a una niña y su abuelita. Al final del cuento el famoso cazador acaba con el lobo y saca a las dos vivas del interior del estómago de la malvada bestia. Hasta la llegada del cazador ambas permanecían retenidas vivas y sin digerir dentro del terrible lobo. ¿Y si te dijéramos que el origen de la célula eucariota es el lobo en la historia de la evolución y que también tenemos papeles para la Caperucita y la abuelita? Y no, no se nos ha ido la olla (aún).

### EL EGOCENTRISMO ZOOLOGICO

En los años sesenta, el mundo académico de la evolución era muy «zoocéntrico» (ponía el foco de la cuestión únicamente en el reino animal). A los científicos de entonces les costaba ver a las bacterias como el origen y parte importante de la evolución, por tanto, eran bastante ignoradas por los científicos evolutivos más relevantes del momento. Como te puedes imaginar, dejar fuera una de las partes de la vida cuando tratas de entender los pasos que te han llevado hasta allí no es una buena idea. Por esto, la comunidad científica estuvo atascada en el desarrollo de una teoría de la evolución que explicase todas las características de la vida.

Tampoco pienses que los científicos de esa época fueran unos ilustres ignorantes. Piensa que trabajar con modelos

animales era mucho más cómodo. Además, la anatomía comparada hace mucho más sencillo ejemplificar teorías. También tenían la barrera tecnológica de su época, por lo que ponerse a trabajar a nivel celular o molecular no era cosa fácil. Aun así, no se bajaban de la burra del zoocentrismo y no se atrevían a mirar más allá. Pero eso fue hasta que llegó ella...

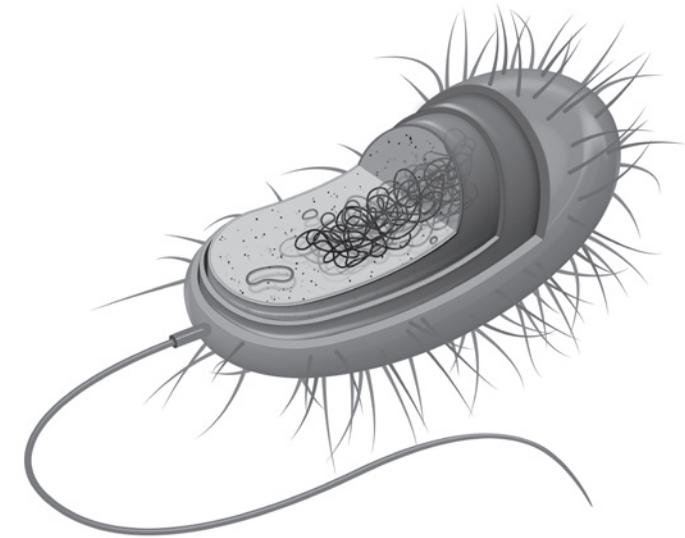
En este capítulo te vamos a contar como una investigadora llamada Lynn Margulis luchó durante años por publicar su teoría, poniendo fin a décadas de vacío en una importante pregunta: ¿cómo surgieron las células complejas a partir de células sencillas? Esto era algo que debía resolverse antes de que pudiéramos decir que entendíamos más o menos cómo funciona la vida. ¿Qué tipo de sociedad avanzada somos si no entendemos cómo hemos llegado hasta aquí? A menudo hay mucho ego en los científicos y ellos estaban bien encabezados en su zoocentrismo. Y, claro, a nadie se le ocurría una solución, porque había que mirarlo con otros ojos: desde los ojos de la microbiología. Una disciplina reservada más a los médicos que a los biólogos evolutivos.

## LA FRONTERA BIOLÓGICA. SOMOS DIFERENTES

Este problema era sin duda una de las cuestiones sin resolver de la teoría de Darwin. Resulta que en la Tierra hay dos tipos de células. Las sencillas (llamadas procariotas) y las complejas (llamadas eucariotas). No es que las procariotas sean peores, es solo que la complejidad celular es menor. De hecho, se podría decir que las procariotas (las bacterias, por ejemplo) son más exitosas evolutivamente que las eucariotas (protistas, plantas, hongos y animales) ya que en número de individuos, especies y masa total nos superan con creces. Son simplemente dos estrategias celulares diferentes. Veamos ambos tipos.

## LAS CÉLULAS PROCARIOTAS

Las células procariotas son organismos unicelulares cuyo material genético (el ADN) se encuentra disperso por el citoplasma hecho un revoltijo (ordenado para ellos), pero sin almacenar dentro de ninguna estructura especializada. Pueden tener otras estructuras celulares como pared celular (además de la membrana celular), cilios y flagelos, que les ayudan a moverse. Su complejidad es alta si la comparas con la de algo sin vida, por supuesto. No queremos que creas que entender la vida procariota está siendo fácil para los científicos, ni mucho menos. Pero al ser seres más pequeños y siempre unicelulares, al compararlos con eucariotas sí parecen sencillos.



**Figura 15.** Una célula procariota. Consta de cilios, flagelo, pared celular, membrana celular y un citoplasma donde se encuentra su material genético.

**Oye, ¿tú sabes cómo funciona esto?  
Sí, ya sabes, lo de evolucionar.  
Que si el ADN, los cromosomas, la modificación genética,  
las mutaciones, Darwin, el tipo de las jirafas...  
Todo esto puede sonar a enredo ultramoderno,  
pero no te preocupes.**

**Para eso estamos aquí. La evolución es tan amplia  
que abarca todo y nos afecta a todos. Es como la gravedad,  
pero en lugar de ser una constante, se podría decir que  
la evolución es casi un ser vivo. Y para comprender todo  
lo relacionado con ella, hemos decidido escribir un libro,  
pero no un libro sesudo y complejo solo apto para gente  
con un doctorado, hemos creado esta obra para ti.  
Porque tanto si sabes como si no tenías ni idea de  
esto, vas a disfrutar igualmente de este viaje ameno,  
divulgativo y con, por supuesto, mucha ciencia.**



**OBERON**  
www.oberonlibros.com

