

La evolución en 100 preguntas

Pablo Vargas Gómez



Colección: 100 preguntas
www.100Preguntas.com
www.nowtilus.com

Título: *La evolución en 100 preguntas*
Autor: © Pablo Vargas Gómez

Copyright de la presente edición: © 2022 Ediciones Nowtilus, S.L.
Camino de los Vinateros, 40, local 90, 28030 Madrid
www.nowtilus.com

Elaboración de textos: Santos Rodríguez

Diseño de cubierta: NEMO Edición y Comunicación

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) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47).

ISBN edición impresa: 978-84-1305-221-2

Fecha de publicación: noviembre 2022

Impreso en España

Imprime: Podiprint

Depósito legal: M-23127-2022

Índice

Agradecimientos.....	13
Prólogo	15
I. Ideas y conceptos históricos que quizá no conozcas	19
1. ¿Cuánto sabes de evolución?.....	19
2. ¿Qué inventó realmente Linneo?.....	22
3. ¿Fue Linneo más botánico que zoólogo?	24
4. ¿Era Linneo realmente creacionista?	27
5. ¿Hubo enfrentamiento entre Lamarck y Darwin?.....	29
6. ¿Se produce evolución paulatina o a saltos?	32
7. ¿Se solucionaron los problemas de clasificación como pronosticó Darwin?	35
8. ¿Conoces equivocaciones en los escritos de Darwin?	38
9. ¿Era Darwin machista y racista?.....	41

10. ¿Cómo se clasificaban los seres vivos hasta hace poco?	44
II. Genética, desarrollo y evolución	49
11. ¿Se equivocó Darwin en su interpretación de la herencia?	49
12. ¿Estoy gobernado por mi genética? ¿Y por los memes?.....	52
13. ¿Por qué el ADN es imprescindible en estudios evolutivos?	54
14. ¿Quién ganó en la carrera por la secuenciación del genoma humano?	58
15. ¿Evolucionan los virus como los seres vivos?.....	61
16. ¿Qué nos está enseñando el virus de la COVID-19 sobre evolución?	65
17. ¿Qué relaciones hay entre enfermedades, virus y evolución?	68
18. ¿Por qué mis mitocondrias proceden de mi madre?	70
19. ¿Cómo se observa la evolución en el desarrollo embrionario?.....	72
20. ¿Predomina la innovación o la recuperación de genes?	76
III. Selección natural y adaptación.....	81
21. ¿Cómo mi perro o una aceituna me hablan de evolución?	81
22. ¿Hay civilizaciones gracias a la selección artificial de seres vivos?	84
23. ¿Cuántos tipos de selección natural hay?	88
24. ¿Conoces buenos ejemplos de selección natural?	91
25. ¿Por qué los mimetismos fascinan tanto a los biólogos?	95
26. Si hubiera vida extraterrestre, ¿como evolucionaría?	98
27. ¿Son todas las radiaciones adaptativas?	101

28. ¿Conoces las diferencias principales entre micro y macroevolución?	105
iv. Reconstruyendo la evolución	109
29. ¿Cómo nos hablan las piedras de evolución?	109
30. ¿Cómo puedo reconstruir un árbol evolutivo? ...	113
31. ¿Hace falta secuenciar todo el genoma para estudios evolutivos?	116
32. ¿Cuáles son los mejores genes para reconstruir la evolución?.....	119
33. ¿Sirve el código de barras genético (<i>barcoding</i>) para clasificar especies?	122
34. ¿Qué es el árbol de la vida?.....	125
35. ¿Es el gen la unidad básica de evolución?.....	129
36. ¿Cómo estudian la evolución las distintas disciplinas biológicas?	131
37. ¿Qué diferencias hay entre filogenia y filogeografía?	134
38. ¿Qué diferencias hay entre filogeografía y biogeografía?	137
39. ¿Es mejor analizar la evolución con árboles o con redes de parentesco?	141
40. ¿Por qué las islas volcánicas se consideran laboratorios evolutivos?	143
v. Especiación y extinción.....	149
41. ¿Cuántos tipos de especiación consideran los expertos?	149
42. ¿Hay más especies conocidas o especies por descubrir?	152
43. ¿Hay más especies vivas que extintas?	156
44. ¿Cuántas extinciones masivas ha sufrido el planeta Tierra?	158
45. ¿Por qué esa obsesión por encontrar el eslabón perdido?	162
46. ¿Por qué los dinosaurios no se extinguieron? ...	165

47. ¿Proceden los mamíferos también de los dinosaurios?	168
48. ¿Cuántas veces la vida conquistó la tierra desde los océanos?	171
VI. Biodiversidad y clasificación evolutiva	177
49. ¿Qué diferencias hay entre sistemática y taxonomía?	177
50. ¿Es mejor clasificar especies como un taxónomo o como un sistemático?	181
51. ¿Por qué la sistemática se puede comprobar mejor que otras disciplinas de la biología?.....	184
52. ¿Cuáles son las mayores sorpresas que nos ha dado el árbol de la vida?	187
53. ¿Qué pasa con los protistas?	191
54. ¿Por qué las algas laminarias tienen clorofila pero no son plantas?.....	195
55. ¿Sabías que una margarita no es una flor?	198
56. ¿Sabías que un higo no es un fruto?	201
57. ¿Son las dicotiledóneas un grupo evolutivo?	204
58. ¿Es una seta evolutivamente más próxima a una planta o a ti mismo?	206
59. ¿Son las estrellas de mar organismos radiados o bilaterados?.....	209
60. ¿Son los pulpos moluscos a pesar de no tener concha y ser muy inteligentes?	211
61. ¿Son las arañas insectos?.....	215
62. ¿Son los insectos un tipo de artrópodo o de crustáceo?.....	218
63. ¿Hay que hablar de insectos o de hexápodos?...	221
64. ¿Cuántos órdenes taxonómicos de insectos se aceptan hoy día?	223
65. ¿Por qué hay metamorfosis en insectos?	226
66. ¿Son las abejas un tipo de avispa?	229

67. ¿Hay más mariposas que polillas?.....	232
68. ¿Cuál es el grupo de animales con un mayor número de especies y por qué?	236
69. ¿Sabías que casi la mitad de los peces estaban mal clasificados?	239
70. ¿Cuál es el pariente vivo más próximo del elefante?	241
71. ¿Son las ballenas evolutivamente más próximas a los manatíes o a los cerdos?	244
72. ¿Son los halcones evolutivamente más próximos a las águilas o a los gorriones?	246
73. ¿Cuándo empezaron a volar los vertebrados?....	250
74. ¿Qué relación hay entre buitres y cigüeñas?	252
75. ¿Proceden los colibríes solo de América y los mamíferos marsupiales solo de Australia?	255
vii. Ecología e interacciones biológicas	259
76. ¿Qué tiene que ver ecología con evolución?	259
77. ¿Se puede explicar la distribución de la vida solo con datos de agua y temperatura?	261
78. ¿Puedo estudiar mi especie favorita con redes ecológicas?	265
79. ¿Cómo se debe estudiar la evolución de los petirrojos?	269
80. ¿Podrían las plantas con flores sobrevivir sin polinizadores?	273
81. ¿Son los líquenes un grupo evolutivo?.....	276
viii. Evolución humana y sociobiología.....	281
82. ¿Eres más evolucionado que una bacteria?	281
83. ¿Por qué piensas con la cabeza?	285
84. ¿Son más inteligentes las personas con la cabeza más grande?	287
85. ¿Son los chimpancés nuestros primos o nuestros hermanos?	290

86. ¿Te comportas más como un chimpancé o como un bonobo?.....	293
87. ¿Cuántos cerebros tenemos y cómo evolucionaron?.....	295
88. ¿Hay hipótesis sobre humanos aún sin comprobar?.....	298
89. ¿Cuántas revoluciones evolutivas hicieron falta hasta llegar al ser humano moderno?.....	302
90. ¿Por qué es divertido el sexo?	306
XIX. La evolución en la sociedad.....	311
91. ¿Te imaginas que tú mismo fueras producto de la domesticación?.....	311
92. ¿Sabías que el darwinismo se tergiversó hasta llegar al nazismo?	314
93. ¿Se sigue mitificando a Darwin?.....	316
94. ¿Hay marketing también en ciencia y evolución?	320
95. ¿Sirven de algo los datos de <i>ciencia ciudadana</i> para la ciencia oficial?	324
X. Futuro y evolución	329
96. ¿Se está generando nueva biodiversidad en el Antropoceno?.....	329
97. ¿Por qué hay negacionistas de la evolución?.....	332
98. ¿Podemos predecir la evolución de los seres vivos ante el cambio climático?.....	335
99. Hacia donde evoluciona el ser humano?.....	339
100. ¿Tiene futuro estudiar evolución?	341
Bibliografía recomendada.....	345

AGRADECIMIENTOS

A Olga le agradezco con todo mi corazón de tetrápodo amniota sus ánimos y comentarios en varios capítulos del libro. Pero aun más por juntarse tantos años con un *Homo sapiens* como yo, ayudándome siempre en mis textos de divulgación y marcando las partes que no se entendían. También juntos compartimos la experiencia más importante en la reproducción de homínidos, aunque yo no pude ayudar mucho con el problema evolutivo del canal del parto, típico de las especies de *Homo* durante el alumbramiento. Así llegó Olivia y más tarde vendría su educación y una activa transmisión cultural (*memes*), que ha superado todas nuestras expectativas. Olivia ha aplicado precisos mecanismos de selección (editorial) en 17 capítulos, que han mejorado mucho el texto gracias a su ojo crítico de mamífero y un neocórtex de sapiens bien desarrollado. ¡Gracias chicas por haber formado parte de una pequeña y bien conexionada tribu!

Dentro de mi gran tribu evolutiva también están mis hermanas Eva y Olga, y mis sobrinos Málik y Kían, con los que mantuve interesantes discusiones sobre Darwin y la alimentación de los homínidos. Predispuesta a ayudar, como siempre, encontré a mi hermana Maria Jesús, que desarrolló las únicas facultades artísticas de la familia plasmadas en el último dibujo del libro.

Con mis buenos colegas e inmejorables amigos, Manuel Guzmán (bioquímico) y Modesto Luceño (botánico), he disfrutado el intercambio de conocimientos biológicos y evolutivos durante casi 40 años. ¡Casi nada!

Estoy también muy agradecido a varios especialistas muy reconocidos a nivel internacional —además de ser amigos, colegas e incluso algún discípulo— por haber revisado con cariño los capítulos más relacionados con sus disciplinas evolutivas: Xavier Bellés (metamorfosis), Mario Fernández-Mazuecos (filogenia y filogeografía), Federico García Maroto (genética), José María Gómez (darwinismo y microevolución), Ruben Heleno (redes ecológicas), Enrique Lara (*protistas*), Andrés Moya (virus), Manuel Nogales (evolución en islas), Sergio Pérez Ortega (líquenes), Rafael Rubio de Casas (plantas cultivadas), Fernando Valladares (plasticidad fenotípica), Miguel Verdú (cambio global), Samuel Zamora (equinodermos) y Rafael Zardoya (moluscos). En deuda quedo con Toni Gabaldón (SESBE) por haber sacado tiempo para leer el libro antes de estar maquetado y haber escrito un prólogo tan ameno como generoso y equilibrado. No sé si quedo en deuda (o es al revés...) con mi implacable editor (Martín Rasskin), siempre hambriento de textos y figuras de calidad.

Por último, pero no con menos importancia, me acuerdo de otros amigos que me han servido de conejillos de Indias leyendo unos primeros borradores y dándome buenas ideas para divulgar mejor: Julián Bermúdez (compañero de charlas biológicas y palizas en bici), Luis Hiernaux (entomólogo *botanófilo*) y Daniel Muñiz (*Homo curiosus*).

PRÓLOGO

La evolución biológica explica la enorme diversidad de organismos que tenemos a nuestro alrededor y está detrás de aspectos tremendamente centrales para nuestra supervivencia, incluyendo la domesticación, el origen y diversificación de organismos patógenos (con la pandemia de la covid-19 siendo un ejemplo reciente y destacado), la aparición de resistencias a antimicrobianos o plaguicidas, las especies invasoras, la adaptación al cambio climático, y muchos otros. Esta ubicuidad e importancia contrastan con un gran desconocimiento sobre los conceptos más básicos sobre evolución por el gran público, y también por el público más instruido, como muestran diversos estudios. Nuestro país no es una excepción, en un estudio reciente entre estudiantes universitarios se encontró una gran aceptación de la teoría de la evolución (87.2%), pero un conocimiento muy justo de la misma (5.4 sobre 10) (véase Gefaell et. al., PLoS ONE 15(9): e02383459. Hacer

llegar la teoría de la evolución de manera rigurosa al gran público es un empeño tan necesario como difícil, y es una de las misiones más importantes de la Sociedad Española de Biología Evolutiva (SESBE), que yo presido.

Es por ello que leí con sumo interés y recomendando encarecidamente la lectura de «La evolución en 100 preguntas», en el que el Doctor Pablo Vargas, investigador del Real Jardín Botánico de Madrid (CSIC) y socio fundador de la SESBE, responde a cien preguntas básicas sobre evolución. Estas preguntas podrían rondar las cabezas de muchas personas del público en general, y es a este público —el más difícil— al que va dirigido el libro. Sin embargo su lectura será de enorme beneficio para profesionales y estudiantes de la biología, así como para profesionales de otras disciplinas relacionadas. Y es que, pese al empleo de un tono coloquial y evitando en lo posible el uso de tecnicismos, las respuestas proporcionan distintos niveles de complejidad y detalle, además de ser ricas en ejemplos concretos y curiosidades que permiten una mejor comprensión de conceptos que son importantes y complejos, y que a menudo son comprendidos a medias, incluso por profesionales. Muchas de las preguntas están peligrosamente formuladas de manera que sugerirían una respuesta simple y binaria, un sí un o un no, un falso o verdadero. Así son, a menudo, las preguntas que surgen de manera espontánea entre el público en general. Hace bien el autor en no caer en falsas dicotomías, matizando cuando es necesario, incluso proporcionando respuestas abiertas o condicionales, tras dar los puntos de vista más aceptados por el consenso científico actual. Tampoco decepciona el autor cuando las respuestas han de ser tajantes, para desbancar creencias erróneas pero comunes. Así se explica, por ejemplo, que los dinosaurios no se extinguieron completamente, y que uno de sus linajes, las aves, campa a sus anchas por el mundo. Contribuyen a amenizar la lectura unas ilustraciones alusivas a cada una de las preguntas, y el uso de ejemplos concretos, basados a menudo en la propia experiencia investigadora del Dr. Vargas, y que por tanto conoce de primera mano. Una visión histórica del pensamiento evolutivo recorre todo el libro y permite entender como los diferentes desarrollos

han permitido avanzar este campo. Personalmente he encontrado entretenidas las curiosidades que se cuelan en muchos pasajes del libro. Así el lector o lectora podrá disfrutar imaginando (y a veces comprobando, gracias a los recursos en red proporcionados), cómo Linneo prensaba peces en pliegos de herbario, o cómo Darwin se equivocó al clasificar los famosos pinzones. En resumen, es un libro de divulgación para el público general, de amena lectura pero sin falta de rigor científico, y del cual se beneficiarán legos y duchos en la materia. Su estructura en 100 preguntas diversas permite su lectura por partes, y hasta su uso como libro de consulta. Desde aquí animo a su lectura y felicito a Pablo Vargas por su labor divulgadora desde el conocimiento que le proporciona su amplia experiencia investigadora en el campo de la evolución.

Toni Gabaldón
Presidente de la Sociedad Española
de Biología Evolutiva (SESBE)



I

IDEAS Y CONCEPTOS HISTÓRICOS QUE QUIZÁ NO CONOZCAS

1

¿CUÁNTO SABES DE EVOLUCIÓN?

¡Ponte a prueba!

A continuación vamos a formular unas preguntas generales de evolución. Intenta contestarlas por tu cuenta y luego lee la respuesta que te ofrecemos.

¿Evolución y religión son Compatibles?

Este enfrentamiento *martirizó* a Linneo, Darwin y numerosos científicos educados en ciertas religiones occidentales. La mayor parte de los seres humanos mantienen la religión que les inculcaron en la infancia y esto es difícil de cambiar. Por eso en un intento de equilibrio filosófico actualmente se mantienen separados el mundo de la ciencia y el mundo de las creencias. Ya a mediados del siglo xx, el religioso y paleontólogo Theilard de Chardin junto a otros escritores solucionaron el problema con una concepción determinista de la evolución detrás de la cual estaría una

fuera directriz que básicamente sería dios. Desde entonces muchos científicos occidentales viven tranquilos sin pensar mucho y separando sus creencias religiosas de sus resultados científicos. Aquí se aplica muy bien una frase célebre: «Si quieres ser feliz me dices, no analices, no analices».

¿Descienden los seres humanos de los monos?

Según. Esta es una formulación tergiversada que se mantiene desde la época de Darwin cuando querían ridiculizar sus ideas. Primero, en evolución se sostiene que dos especies divergen a partir de un mismo antepasado, y en concreto de un antepasado común más reciente (MRCA, *most recent common ancestor* en inglés). En todo caso la pregunta evolutiva correcta sería: ¿Descienden los seres humanos y monos del mismo antepasado? La respuesta sería NO, porque entre monos y humanos ha habido otros muchos antepasados intermedios de distintas especies y géneros, muchos de ellos extintos. Segundo, muchos términos populares como *mono* son poco científicos porque solo indican un aspecto general de muchas especies, géneros y familias, y no un grado de parentesco concreto. En realidad los humanos descendemos de un antepasado común más reciente compartido con otros homínidos. Los homínidos vivos más cercanos a los humanos son los chimpancés y los bonobos, y todos pertenecemos a un linaje llamado primates que es básicamente lo que la gente llama coloquialmente *monos*. Es decir, nosotros somos tan monos como el mono de Dora la exploradora o el mono Amedio (el de Marco). Este es el problema de utilizar nombres vulgares en ciencia. En resumen, el que formula esta pregunta de esta manera también podría formular si los humanos descendemos de las lombrices, y obtendría la misma respuesta...

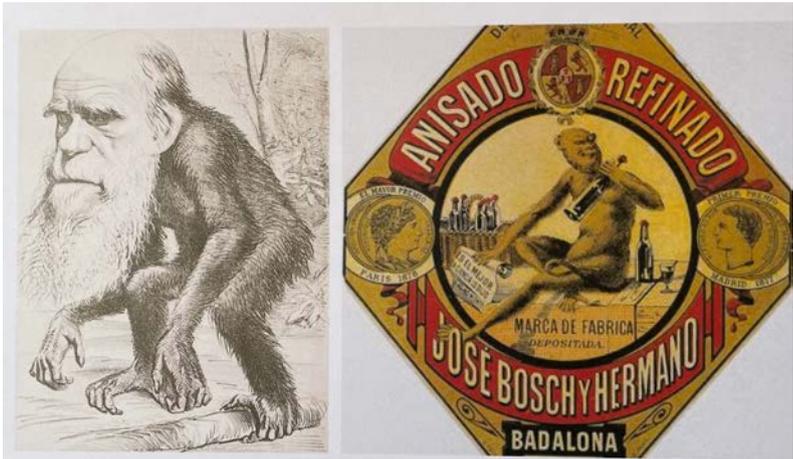
¿Todos los caracteres de un mismo organismo están adaptados al medio que les rodea?

No. Muchas personas utilizan fórmulas totalmente desenfocadas como «este carácter sirve para esto o para lo otro». Primero, esta es una visión determinística que afecta no solo a los estudiantes en evolución, sino también a muchos profesionales. Segundo, el conjunto de características de un organismo es tan diverso que algunos caracteres son

adaptativos, otros lo fueron, otros lo serán y otros nunca lo llegarán a ser. Incluso hay caracteres que están mal adaptados. Para hablar de adaptaciones hay muchos tests que comprueban la aptitud de un estado de carácter ante unas condiciones ambientales concretas (y no a otras). Mejor no decir *adaptado* con ligereza.

¿Son todas las especies bien conocidas y aceptadas?

No. Cuando empecé a estudiar ciencias Biológicas en la UCM pensé que había especies por descubrir en los trópicos o los océanos, pero que las especies ya descubiertas eran reconocidas y aceptadas por todos los científicos. Poco tiempo después me di cuenta de que es todo lo contrario. La mayoría de las especies descubiertas están sujetas a discusión porque pocos autores coinciden al 100 %. Es decir, las revisiones en la clasificación de cualquier grupo de seres vivos no suelen conseguir los mismos resultados ni en número de especies ni en su delimitación. La evolución está en constante cambio y encasillarla no es fácil, de ahí distintos criterios en la clasificación de la vida.



Después de publicar *The Descent of Man* (1871) aparecieron muchas sátiras tergiversando las palabras e ideas de Darwin (izquierda). Y no solo en el mundo anglosajón. En la imagen de la derecha se ve la famosa etiqueta de *Anís del Mono* publicada en 1870, curiosamente un año antes. Para esto si que España fue vanguardista...

¿Es la evolución una teoría o un hecho?

Ambas cosas. Más bien la evolución está corroborada por numerosos hechos que apoyan la teoría de la evolución. Y una teoría científica es un cuerpo doctrinal donde formular hipótesis, y no cualquier cosa que «en teoría» harás mañana. Otra vez se confunde un término vulgar con un término científico. Para que te hagas una mejor idea, otras teorías científicas son la teoría de la gravitación universal, teoría de la relatividad, teoría de la deriva continental y teoría del calentamiento global.

2

¿QUÉ INVENTÓ REALMENTE LINNEO?

Uno de los logros de Carlos Linneo fue simplificar la forma de denominar científicamente animales y plantas. Pero muchas de sus ideas ya las habían propuesto antes. Linneo fue un poco como el Steve Jobs (Apple) de la época. Más que inventar nuevos conceptos o fórmulas de denominación (nomenclaturales), su mérito radicó en *ensamblar* piezas e ideas ya propuestas por sus predecesores y, sobre todo, saber *vender* sus ideas con éxito.

Linneo presentó la denominación binomial (género y especie) en su obra *Philosophia Botanica* (1751), pero no fue totalmente novedosa pues ya otros autores habían propuesto acabar con los farragosos polinomios de la época. Entre ellos se encontraban el botánico francés Joseph P. Tournefort (1656-1708) que dedicó parte de su vida a nombrar plantas con largos polinomios (primero un nombre y después varios adjetivos), mejorar un método para identificar plantas que era muy seguido en Europa y establecer el uso de colecciones de plantas secas de herbario para cualquier estudio en botánica. Tanta influencia tuvo este método de preservar especies que podemos ver ahora en el herbario de Linneo una colección de peces secos en pliegos como si fueran plantas. Aunque ya antes se guardaban animales en armarios, sobre todo a partir de la colección del naturalista suizo C. Gesner

(1516-1565). A partir de Linneo las colecciones empezaron a tener carácter científico. También Tournefort definió mucho antes el concepto de género. De hecho Linneo admite numerosos géneros de plantas propuestos por Tournefort (¡más de 500!). Un coetáneo de este fue el naturalista inglés John Ray (1627-1705), quien propuso una definición biológica de especie. Incluso antes de todos ellos un botánico suizo, C. Bahuin (1560-1624), ya propuso un sistema binomial de denominación de plantas, que el propio Linneo analizó en detalle. Entonces... ¿por qué triunfó el sistema binomial de Linneo y no el de Bahuin que era muy anterior? Una de las causas se debe a la gran capacidad de Linneo en simplificar y convencer.

Por ejemplo, los franceses y afrancesados de entonces (como los botánicos españoles, sobre todo los del Real Jardín Botánico de Madrid) se resistían a aceptar el nuevo sistema de clasificación y a abandonar el sistema tournefortiano. Tampoco ayudó que Linneo escribiera en *Bibliotheca Botanica* (1736) sobre el atraso de la botánica en España... Linneo tuvo dos ideas brillantes para convencer a los botánicos más reacios. Por una parte envió discípulos suyos (los 17 apóstoles de Linneo) por todo el mundo para recolectar materiales y a su vez convencer a los botánicos y zoólogos más escépticos. A España envió a su preferido, Pehr Löfving. Por otra parte, Linneo dedicó numerosos géneros a naturalistas españoles de manera que se inmortalizara su nombre junto al de las plantas. Esto fue especialmente importante para convencer a los botánicos reacios, entre ellos varios españoles J. Quer (género *Queria*) y J. Minuart (género *Minuartia*). Esta decisión de dedicar nombres a naturalistas se extendió rápidamente, porque además permitía a cualquier botánico y zoólogo entrar en el juego de descubrir y dedicar nombres a ciertas personas que quedarían agradecidos de por vida. Esta idea tuvo gran acogida durante la Ilustración porque se dedicaban nombres de nuevos géneros y especies incluso a benefactores, como por ejemplo la impresionante polilla ibérica o isabelina (*Graellsia isabelae*) dedicada a la reina española Isabel II y al director del Real Museo de Ciencias Naturales (Mariano P. Graells). Los curativos árboles de la quina (especies de *Cinchona*) de origen



Linneo y Steve Jobs (izquierda) supieron ensamblar con maestría ideas propias y de otros. Dedicar especies fue una de sus brillantes ideas, que animaron a los demás a seguir su sistema. Un buen ejemplo es la isabelina (*Graellsia isabelae*), que es una de las polillas más espectaculares de Europa dedicada al naturalista Mariano de la Paz y Graells y a la reina Isabel II (de España).

sudamericano toman su nombre científico de la marquesa de Chinchón (nótese que Linneo se dejó una *h* de la marquesa por el camino...). Y claro que triunfó este sistema debido al interés en dedicar nombres y recibir nombres científicos dedicados, actividad científica que perdura hasta nuestros días. Yo mismo confieso haber dedicado más de un nombre científico a colegas...

En resumen, Linneo tuvo varias genialidades, unas de invención propia y otras tomando ideas de autores anteriores que supo ensamblar con maestría. Y sobre todo supo proponer un sistema de clasificación sumamente práctico que perdura hasta nuestros días.

3

¿FUE LINNEO MÁS BOTÁNICO QUE ZOÓLOGO?

Bueno, a los estudiosos de animales, plantas, rocas y paisajes de aquella época se les conoce como naturalistas.

Actualmente no se le considera que supiera más plantas que animales. Sin embargo, parece que Linneo tenía un mayor interés por la botánica, sobre todo si se vendía mejor...

Linneo era más bien médico y botánico, tal y como se puede observar por sus obras, puestos de trabajo como profesor de medicina y botánica en la universidad de Upsala (Suecia) y por denominar unas 7.000 plantas. Claro que también tenía un amplio conocimiento de la diversidad animal como demuestra los 4.000 animales a los que les dio nombre. Además hoy día también se podría llamar paisajista, pues expandió y dirigió jardines públicos (Universidad de Suecia) y privados (Hartecamp, Holanda), posición que le permitió conocer personas adineradas de Europa. La mayor financiación la consiguió del banquero George Clifford, director de la Compañía de la India Oriental Neerlandesa, que le permitió publicar varios libros, algunos lujosos como el *Hortus Cliffortianus* (1738). Sus crecientes contactos le facilitaron tener acceso a personas influyentes, así como a botánicos y zoólogos de distintos países que aceptaron su sistema con gusto.

Para muchos de nosotros una de las virtudes más sorprendentes de Linneo fue una gran capacidad a la hora de publicar, y más aun si tenemos en cuenta lo caro que era publicar en aquella época. Por ejemplo, B. J. Lamarck se arruinó publicando sus últimas obras, y más tarde A. von Humboldt. Así, Linneo consiguió 10 publicaciones en solo cuatro años (1735-1738). ¡Impresionante para aquella época! Hay dos obras fundamentales de Linneo porque sirven como punto de partida en los códigos de nomenclatura posteriores: *Species Plantarum* (1753) para el código de botánica y *Systema Naturae* (10ª edición, 1758) para el código de zoología. Es decir, cualquier animal o planta nombrados como nuevos con anterioridad a estas dos fechas no se admiten como nombre científico. Hay que tener en cuenta que todas las publicaciones de la época se escribían en latín, que no solo era lengua erudita sino también el idioma de la ciencia. Otras dos obras fueron realmente transcendentales. *Fundamenta Botanica* (1736), pues presenta los 365 principios básicos (aforismos) en los que se basa su sistema de clasificación en los que da gran importancia a los órganos

sexuales. *Philosophia Botanica* (1751) porque no solo describe por primera vez su nomenclatura binomial sino también una botánica sistemática descriptiva. La clasificación de las familias y géneros de plantas se basa desde entonces principalmente en las características de flores y frutos, por lo que aparecen en casi todas las claves dicotómicas. A partir de todas estas obras se establece una taxonomía linneana que tiene un papel imprescindible en la clasificación de todos los seres vivos al organizarlos en categorías jerárquicas (táxones). Puedes consultar online sus libros con sus anotaciones (<http://ow.ly/ITXn50Kp4CL>).

El impacto de la taxonomía linneana tuvo un efecto inmediato en animales. Las numerosas ediciones iban afinando una correcta clasificación que Linneo ampliaba de manera profusa, pues pasó de once páginas de la primera edición del *Systema Naturae* (1735) a las más de tres mil páginas de la decimotercera y última edición (1770). El desarrollo de esta obra supuso un punto de inflexión en zoología. Se estaba realizando un enorme esfuerzo en clasificar todos los animales. Pongamos por caso que durante milenios de historia de la humanidad se pensaba que las ballenas y delfines eran peces, y así lo publicó Linneo en su primera edición del *Systema Naturae*. Sin embargo, ya en la décima edición (1758-1759) clasificó ballenas y manatíes en una de sus seis clases (*Mammalia*), además de emplear definitivamente el sistema binomial en animales. También retiró a los murciélagos del grupo de los pájaros (*Aves*). Sin embargo, en una de sus ediciones intermedias (1747) publicó que los corales y las esponjas pertenecían al reino vegetal. Otra curiosidad la encontramos en las colecciones de Linneo, que junto a millares de plantas (unos 14.000 pliegos), incluyen en un herbario de peces prensados como si fueran vegetales.

En resumen, Linneo se ajusta mejor al término naturalista porque estudió tanto animales como plantas. Es cierto que tuvo un mayor interés por las plantas como demuestra el uso de plantas curativas como médico, así como la dirección de jardines públicos (Universidad de Upsala) y privados (Hartecamp). De hecho, se le otorgó por entonces el sobrenombre de «príncipe de botánicos». En cualquier caso, influyó a la botánica y la zoología de



Estatua situada en la casa museo de Carlos Linneo (Upsala), donde se observa que mantiene una flor en su mano. Al fondo su amplio jardín.

la misma forma con un sistema de clasificación que ahora se intenta conciliar con las reconstrucciones evolutivas basadas en ADN.

4

¿ERA LINNEO REALMENTE CREACIONISTA?

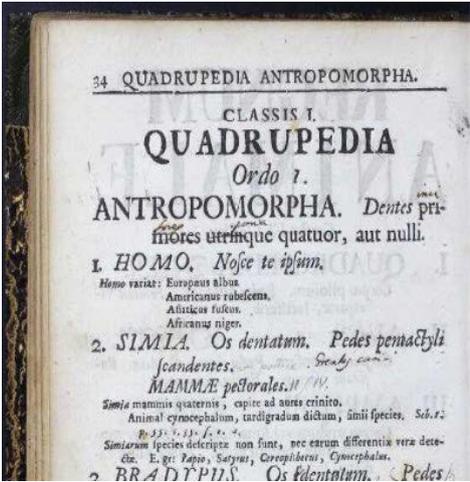
Así parece si nos fijamos en su forma de vida (hijo de pastor protestante, cristiano practicante), todas las alabanzas que hace a pasajes bíblicos en sus publicaciones, y su insistencia en un dios creador de todos los animales y plantas existentes en la Tierra. Sin embargo, Linneo (1707-1778) tuvo que definirse al proponer una visión de la naturaleza en su conjunto y al ser humano dentro de ella. Como veremos a continuación, se observan algunas dudas que indican su conflicto (no reconocido explícitamente) entre ciencia y religión, en concreto

sobre la ubicación del ser humano en su sistema de clasificación y la inmutabilidad de las especies.

La propuesta de *Homo sapiens* para denominar al ser humano en su primera edición del *Systema Naturae* (1735) implicaba el reconocimiento de una especie más en la lista de animales, concretamente junto a otros mamíferos (primates). Esto produjo gran revuelo por situar al ser humano junto a los monos. Incluso incluyó al orangután dentro del género *Homo*. No hay que olvidar el conflicto que suponía esto cuando recordamos que el dios cristiano creó al ser humano «a su imagen y semejanza». Para salvar este conflicto entre religión y ciencia se interpretaba que todas las especies eran autómatas mecánicas de dios, mientras que el ser humano tenía alma.

Para explicar la creación, el cristianismo llevaba muchos siglos defendiendo que las especies conservaban siempre las mismas formas desde que fueron creadas. Este fijismo se oponía a cualquier transformación de unas especies en otras. Pero Linneo tenía un jardín en Upsala donde cultivaba muchas especies cada año. En una ocasión un estudiante le llevó una planta de linaria común (*Linaria vulgaris*) muy extraña en la que se había producido un cambio radical en algunas flores. Cada flor tenía un solo espolón (corola normal) y algunas cambiaron a una flor con varios espolones (flor pelórica), lo que suponía un cambio brusco incompatible con los principios fijistas y creacionistas (mira la figura de la página siguiente). Queda un testimonio de esto en un pliego de su herbario. Unos 250 años más tarde se descubrió que este cambio morfológico repentino en ciertas flores se debía a cambios epigenéticos, es decir metilaciones en las proteínas (cromatina) que envuelven al ácido desoxirribonucleico (ADN) y que desaparecen en pocas generaciones.

En resumen, Linneo ha pasado a la historia entre los naturalistas más grandes junto a Lamarck, Humboldt y Darwin. Y sin duda influyó decisivamente en la clasificación de los seres vivos. Incluso sigue estando de gran actualidad porque los científicos llevamos más de dos décadas liados con el esfuerzo de conciliar la taxonomía linneana con los patrones evolutivos que nos describen las reconstrucciones evolutivas (filogenia). Sin embargo,



Parece que Linneo flaqueó en sus consideraciones creacionistas cuando admitió *Homo sapiens* con los demás animales en *Systema Naturae* (2ª edición, izquierda) y cuando observó cómo las flores pelóricas de linaria (derecha) de una misma planta cambiaban en su jardín desde una corola con un espolón a una corola con más espolones en tan solo un año.

hay que reconocer que el éxito de Linneo no se puede entender sin el trabajo previo de numerosos naturalistas. Y así ha funcionado la ciencia a lo largo de la historia que, aunque tenemos tendencia a ensalzar a unos pocos, en realidad avanza gracias al esfuerzo conjunto de unos muchos. Y hoy día más que nunca.

5

¿HUBO ENFRENTAMIENTO ENTRE LAMARCK Y DARWIN?

Pues más bien no. Primero porque no hubo mucho tiempo, ya que J. B. Lamarck (1744-1829) murió cuando C. Darwin tenía 20 años. Además Darwin tuvo a Lamarck como referente y compartía varias de sus ideas. Las propuestas del darwinismo del siglo XIX fueron superadas por el

neodarwinismo del siglo xx, como también ocurrió con el leolamarquismo. Por eso no hay que confundir los planteamientos de Darwin y Lamarck con los posteriores del neodarwinismo y neolamarquismo. Muchas veces se contrastan ambos científicos cuando en realidad se están discutiendo las ideas de sus seguidores, que sí enfrentarían sus posturas más tarde. En esta pregunta intentaremos trasladarnos al momento histórico que vivieron Lamarck y Darwin.

Sin duda Charles Darwin fue uno de los científicos y pensadores más influyentes, sobre todo desde la publicación de su famoso libro *El origen de las especies* (1859). Y además fue muy prolífico (¡17 libros y 20.000 manuscritos y artículos científicos!), por lo que recibió numerosas críticas por un lado y muestras de apoyo por otro. Lo mismo le ocurrió a Lamarck con sus 23 obras que inicialmente estuvieron más dedicadas a la botánica y después más a la zoología. Ahora bien, Darwin no tuvo problemas económicos para la publicación de sus libros (su mujer era rica), mientras que Lamarck murió ciego y pobre entre otras cosas por los costes de la publicación de sus últimas obras. Dura época para ser científico. A. Wallace (1823-1913) tuvo que buscarse la vida recolectando ejemplares para las colecciones inglesas por todo el mundo. Y también fue muy exitoso porque consiguió publicar 22 libros y más de 500 artículos en revistas científicas. De manera independiente, Wallace había llegado a una conclusión similar sobre la selección natural, según apreció Darwin en un manuscrito que Wallace le envió por correo. Después de hablarlo con sus colegas, Darwin estuvo de acuerdo en publicarlo junto con una descripción de su propia teoría en 1858, un año antes de la publicación de *El origen de las especies*. Todo un caballero. Por tanto estamos ante tres naturalistas excepcionales que publicaron muchos de sus resultados e interpretaciones gracias a su arduo trabajo. Y gracias a un aspecto que muchas veces se olvida. Fueron muy longevos, sobre todo para la época, pues Darwin vivió 73 años, Lamarck 85 años y Wallace 90 años.

Ahora ahondemos un poco más en las diferencias y similitudes conceptuales entre ambos autores. Lamarck formuló por primera vez una teoría de la transmutación de las especies (1809), que primero inspiró a Darwin y después fue seguida por muchos naturalistas, filósofos y políticos hasta

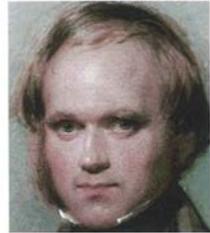
bien entrado el siglo xx. Darwin revisa muchos de estos conceptos anteriores con maestría evaluando cada uno de ellos, que tiene en cuenta en la formulación de su teoría de la selección natural. Darwin no solo planteó hipótesis muy bien elaboradas sino que también las documentaba con sus propios experimentos empleando animales y plantas que tenía a su alcance. Lamarck fue más conocedor de la sistemática de animales y plantas, y describió muchas especies nuevas para la ciencia, pero experimentó mucho menos. En cualquier caso compartieron algunos aspectos clave para sus teorías: hay cambio de las especies en el tiempo, que es gradual y continuo. Además ambos consideraban que el ambiente era esencial para entender esos cambios y apoyaron la explicación (errónea) de la herencia por pangénesis. La diferencia principal entre ambos es considerar una variación en vida según las necesidades impuestas por el entorno (Lamarck) a una variación amplia en cada generación seguida de selección natural (Darwin).

Para acabar, una puntualización. Tanto la teoría transformista de Lamarck como la teoría de la selección natural de Darwin sirven para tener un marco conceptual donde someter hipótesis a prueba. Es decir, no son propuestas

La vida siempre ha
cambiado gradualmente
hasta nuestros días
y el ambiente
lo determina.



Totalmente
de acuerdo



Muchos biólogos confunden los fundamentos darwinistas y lamarckistas, que tienen muchas semejanzas, con las posturas neodarwinistas y neolamarckistas. Los seguidores de estas dos últimas posturas sí que se enfrentaron a principios del siglo xx. Esta competición de ver quién tenía razón ha cambiado mucho. Ilustraciones tomadas de Wikipedia.

teóricas o hipótesis que en teoría son ciertas, tal y como se dice en el lenguaje cotidiano. *Teoría* en ciencia es un cuerpo doctrinal por el que se analizan datos en un marco de hipótesis, de manera que los biólogos aún nos basamos en la teoría de la evolución como marco conceptual y experimental. Por cierto, la palabra *biología* fue acuñada por primera vez por Lamarck, antes del desarrollo de la primera teoría de cambio evolutivo.

En resumen, no hubo enfrentamiento entre Darwin y Lamarck porque ni siquiera se pudieron conocer ya que vivieron en lugares y épocas diferentes. De hecho, Darwin respetaba y seguía en cierta medida los planteamientos de Lamarck. El enfrentamiento vino después con ciertas posturas extremas neodarwinistas y neolamarckistas. Sigue leyendo este libro porque después explicamos qué investigaciones en genética y desarrollo han venido a dar la razón a ambas teorías evolutivas.

6

¿SE PRODUCE EVOLUCIÓN PAULATINA O A SALTOS?

Lamarck y Darwin defendían una visión de evolución paulatina a lo largo de la historia de la vida en la que pequeños cambios acumulados producirían con el tiempo los grandes cambios que ahora observamos y que tanto nos sorprenden. La Biblia indicaba que la creación se produjo en seis días (Génesis 1) y la Iglesia databa por entonces una nueva fecha de la creación divina hacía 6.000 años. Pero esa nueva edad tampoco convencía, principalmente por la aparición de fósiles en capas antiguas de toda la Tierra. Creyeran o no en esa edad de origen y el tiempo transcurrido desde entonces, la mayor parte de los geólogos de la época liderados por el paleontólogo Georges Cuvier (1769-1832) interpretaban que eventos violentos repentinos (inundaciones, erupciones, fuegos) serían responsables de la aparición de fósiles. Otros geólogos, principalmente W. Whewell, C. Lyell y J. Hutton, desarrollaron la doctrina de la uniformidad (uniformismo)

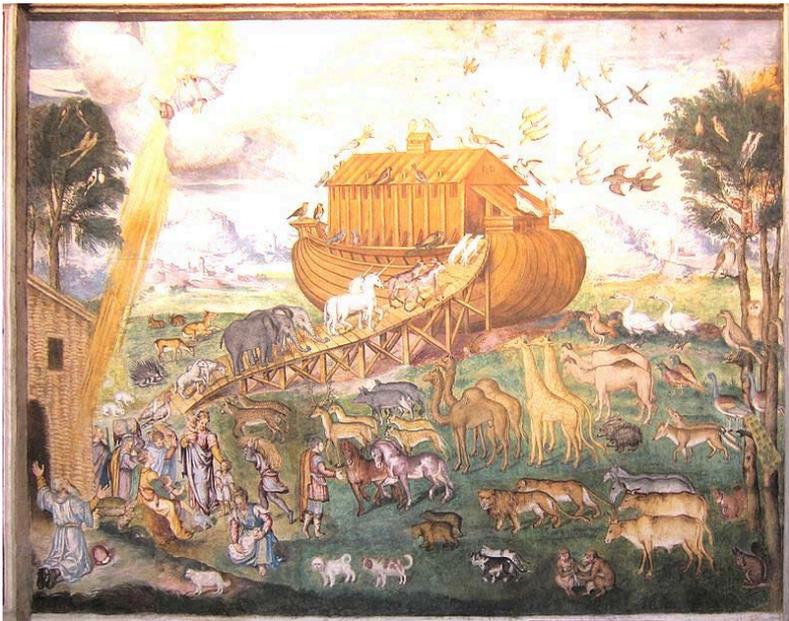
que propone que las mismas leyes y procesos naturales actuales siempre han actuado y actuarán en el universo, supuesto que es un principio básico en casi todos los campos de la ciencia. No obstante, la postura de Cuvier era la más compatible con las dos tesis que mantenía la Iglesia: la tierra era muy joven y el Todopoderoso habría creado toda la diversidad de forma estática (fija). Incluso algunos autores religiosos vinculaban las discontinuidades geológicas (registro fósil fragmentado) con extinciones catastróficas tal y como explicaban los pasajes bíblicos (diluvio universal, arca de Noé). Sin embargo, Darwin argumenta por primera vez la necesidad de millones de años para poder explicar el misterio de la gran diversidad biológica, incluyendo su desaparición, postura que coincidía con la de algunos geólogos y físicos coetáneos. Una de las posturas más firmes de Darwin fue interpretar una progresión paulatina del cambio evolutivo. Tal y como se observa en una frase que repite como un mantra hasta siete veces a lo largo de *El origen de las especies*: «*Natura non facit saltum*» (la naturaleza no hace/da saltos). Sin duda fue un gran acierto cuestionar sólidamente ese catastrofismo imperante, pero ha resultado un tanto extremista. No obstante esa postura de Darwin se entiende bien porque quiso hacer contrapeso a las catástrofes bíblicas que asumían sus colegas. Ya en el siglo xx se encontraron suficientes pruebas genéticas y geológicas para admitir esporádicos saltos en la evolución de la vida, tal y como documentaron genetistas como Hugo Marie de Vries y paleontólogos liderados por Stephen J. Gould.

En cualquier caso, el debate sigue vigente en círculos científicos porque a todos nos sigue impresionando la evolución rápida, especialmente en el caso de las radiaciones biológicas que nos llevan a interpretar en muchos casos un cambio brusco. Sin embargo, el Dr. José María Gómez (Estación Experimental de Zonas Áridas, CSIC) advierte: «Aunque todas las radiaciones evolutivas son rápidas, no todas las evoluciones rápidas son radiaciones. Estos cambios rápidos no necesariamente implican saltacionismo».

Hoy día muchos interpretamos que la evolución de cualquier grupo de organismos funciona de la siguiente manera: se produce un cambio paulatino gracias a

mutaciones puntuales y selección natural durante muchas generaciones, y de vez en cuando se producen cambios bruscos. Y en algunos casos son cambios rápidos con producción de muchas especies (radiación evolutiva) o muy rápidos (duplicación de cromosomas muchas veces asociada a hibridación o poliploidía). Este último caso es muy frecuente en invertebrados, vertebrados y, sobre todo, en plantas. Sin duda se trata de *saltacionismo* ya que se producen cambios muy bruscos ¡incluso en una sola generación! Claro que el concepto tiempo es relativo como ninguno. En última instancia todo depende de la definición de *cambio rápido*.

En resumen, durante la mayor parte de la historia de la humanidad hasta el siglo XIX se creyó en occidente que grandes catástrofes explicaban la presencia de fósiles.



El arca de Noé se interpretaba como ejemplo de catastrofismo y eliminación de animales y plantas. Ahora se interpretan cambios de todo tipo a lo largo de la evolución: predominante evolución gradual, algún salto morfológico de vez en cuando y rara vez grandes extinciones. Fotografía del cuadro de A. Luini de 1556 tomada de Wikipedia.

La Iglesia defendía las fechas del Antiguo Testamento e iba proponiendo nueva temporalidad (en años) para el origen de la vida, mientras que los científicos empezaban a cuestionarlas con pruebas. No obstante, algunos evolucionistas recurrían a inundaciones, erupciones y fuegos para explicar la desaparición de formas biológicas necesarias para ensamblar el puzzle de la evolución. Lamarck y, sobre todo, Darwin hicieron gran hincapié en describir una evolución paulatina para hacer contrapeso a las catástrofes bíblicas que imperaban en su época. No obstante, ya en el siglo xx se configuró una nueva corriente (*saltacionismo*) que defiende grandes discontinuidades (sin transiciones) entre formas muy diferentes. Hoy día muchos interpretamos un predominante proceso paulatino de cambio evolutivo alterado en ocasiones por cambios bruscos. Un salto evolutivo neto puede ocurrir incluso en una sola generación cuando se produce una duplicación de cromosomas e incluso duplicación de complementos de cromosomas completos (poliploidía). En cualquier caso la cuestión se reduce a la definición de *cambio rápido* (tiempo) que consideremos...

7

¿SE SOLUCIONARON LOS PROBLEMAS DE CLASIFICACIÓN COMO PRONOSTICÓ DARWIN?

Más bien no, puesto que en la actualidad aún estamos haciendo un gran esfuerzo en conciliar la taxonomía lineana con resultados evolutivos, principalmente a la luz de los árboles genealógicos (filogenéticos) de las especies basados en secuencias de ADN. Es decir, se está intentando construir una clasificación evolutiva que sea lo más compatible con las clasificaciones previas basadas en el conocimiento morfológico acumulado y una denominación de táxones según el sistema de Linneo. En el concepto *taxon* se incluye cualquiera de las categorías jerárquicas, tanto a nivel más bajo (formas, variedades, subespecies), como a nivel más alto (familias, órdenes, clases, reinos).

Perseguimos una clasificación evolutiva, es decir una clasificación lo más natural posible (frente a artificial). Como resultado, todos los años realizamos cambios en la clasificación de animales, plantas, hongos, eucariotas unicelulares, bacterias y arqueas. Estos cambios afectan tanto a la inclusión de las especies en ciertos géneros y estos en ciertas familias, como a las grandes ramas del árbol de la vida (dominios y reinos).

Al final de *El origen de las especies* (6ª edición), Darwin formula algunas conclusiones bastante tajantes que sorprenden para lo cauteloso que era. Algunas frases de las conclusiones se podrían traducir de la siguiente manera: «*Cuando las opiniones expuestas por mí en este volumen, y por el señor Wallace, o cuando generalmente se admiten opiniones análogas sobre el origen de las especies, podemos prever vagamente que habrá una revolución considerable en Historia Natural. Los sistemáticos podrán continuar sus labores como en la actualidad; pero no se dejarán atormentar incesantemente por la vaga duda de si esta o esa forma sean verdaderas especies. Esto, estoy seguro y hablo después de la experiencia, no será un alivio menor. Las interminables disputas sobre si unas cincuenta especies de zarzas británicas son buenas especies cesarán*». ¿Es acaso cierto que hubo una revolución, los sistemáticos dejaron de atormentarse y se alcanzó consenso científico? Pues sí que hubo una revolución, pero los sistemáticos seguimos atormentándonos... Incluso en la actualidad hay tantas clasificaciones de cualquier grupo de seres vivos como autores que las publican. Este pronóstico de Darwin no se ha cumplido y aún andamos reorganizando las clasificaciones, incluso en territorios tan bien conocidos desde hace siglos como Europa. Supongo que, como ocurre ahora entre científicos y periodistas, entonces el editor pidió opiniones más contundentes a Darwin. Por cierto, en este momento estamos evaluando el número de especies de zarzas (especies de *Rubus*) en Europa con datos genéticos (filogenia) y observamos que sigue habiendo importantes diferencias entre 50 (época de Darwin) y 350 (hoy día) especies británicas reconocidas, contrariamente a lo pronosticado por Darwin...

En cualquier caso, Darwin ayudó enormemente a una clasificación lo más natural posible, sobre todo por su

planteamiento del gran árbol de la vida y su propuesta de grupos procedentes de un mismo antepasado directo (grupo evolutivo). Posteriores datos proporcionados por la genética, nuevos métodos filogenéticos y análisis estadísticos de las últimas décadas nos están permitiendo conseguir una clasificación lo más evolutiva posible, es decir que sea compatible con la evolución y permita una clasificación más objetiva. O sea, reconocer solo los grupos evolutivos que incluyan todas las especies agrupadas con las mismas características (genéticas y morfológicas) y solo estas especies. Y en eso estamos. Sin embargo tenemos dos serios problemas relacionados. El número de rangos taxonómicos (filo, clase, orden, familia, etc.) de la clasificación linneana es muy limitado, en comparación con el número de linajes y ramas que es mucho más numeroso. Desde los tiempos de Linneo, los biólogos han añadido un cierto número de categorías menores (subfamilias, subgéneros, etc.), pero esto apenas ayuda. Además, ¿qué categorías taxonómicas usar para ser consistentes entre caracteres morfológicos significativos y el mismo nivel taxonómico en las ramas del árbol de la vida? El padre de la sistemática filogenética, el alemán Willi Hennig (1913–1976), sugirió que ambos problemas podrían resolverse adoptando líneas de tiempo específicas, identificando grupos a diferentes niveles en el sistema linneano. Por ejemplo, todas las ramas cuyos antepasados cruzaran el límite temporal de género se deberían clasificar como géneros, mientras que aquellos que cruzaran el límite temporal de familia se deberían clasificar como familias. Pero esta solución no está siendo operativa; primero porque las estimaciones de tiempos son muy imprecisas; y segundo porque se necesita algún carácter morfológico único que sirva para identificar y definir cada grupo taxonómico. Además, estamos observando que los caracteres morfológicos más significativos no se ajustan a una misma temporalidad según los árboles filogenéticos datados. Así que seguimos ajustando de la manera más coherente posible la clasificación linneana con los árboles evolutivos que se obtienen con secuencias de ADN.

En resumen, los que nos dedicamos a la clasificación de los seres vivos vemos que cada vez hay una clasificación



La consideración del número de especies de zarzas (género *Rubus*) británicas era un problema taxonómico hace más de 150 años, y aún lo sigue siendo contrariamente a lo pronosticado por Darwin.
Fotografía de *Rubus ulmifolius*.

más congruente y precisa gracias a nuevas fuentes de datos, entre las que destacan los datos genéticos. Más de un siglo y medio después de la publicación del famoso libro de Darwin, hoy día se considera que no se ha alcanzado una clasificación definitiva y se sigue trabajando en muchos grupos de organismos para mejorar su clasificación. Si te animas hay trabajo para todos y ¡para más de una vida!

8

¿CONOCES EQUIVOCACIONES EN LOS ESCRITOS DE DARWIN?

Darwin era muy autocrítico y corregía continuamente sus notas. Puedes comprobarlo en su página web (<http://darwin-online.org.uk>), donde se pueden consultar más de 12.000 documentos manuscritos originales. Realmente era muy meticuloso con el lenguaje y muy cauto en sus

afirmaciones. Poca gente discute que tuvo más aciertos que desatinos en sus numerosas publicaciones. Pero hay ciertas imprecisiones y muchos errores comprensibles por falta de conocimientos en aquella época. A continuación vamos a poner unos ejemplos.

El cerdo chino y el cerdo común no fueron domesticados a partir de dos especies diferentes, sino ambas a partir del jabalí (*Sus scropha*). Igualmente, las razas de perros no derivan de varias especies de cánidos, aseveración que también encontramos en *El origen de las especies*. Tampoco el perro se ha cruzado con el zorro para dar ciertas razas de perros como el *Spitz* o pomerano alemán. Gracias a las reconstrucciones evolutivas y las genealogías genéticas se sabe que todas las razas de perro se domesticaron a partir de una sola especie: el lobo (*Canis lupus*). Es decir, que toda la variabilidad de razas de perros se ha obtenido por selección artificial a partir de una sola especie, aunque en varias ocasiones en distintos continentes. Parece ser que el cruzamiento entre especies de cánidos no se produce con facilidad. Sin embargo, cualquier raza de perro sí podría generar descendencia fértil cuando se cruza con el lobo. De hecho cruces de perros y lobos se producen en áreas naturales donde se ponen en contacto y también de forma artificial (por ejemplo, el perro lobo checo).

Curiosamente Darwin dice un par de veces en *El origen de las especies* que los únicos mamíferos que llegan a islas oceánicas (aquellas emergidas del fondo oceánico y generalmente volcánicas) son los mamíferos voladores y marinos, pero no terrestres. Pero resulta que hay un caso único de ratas costeras o arroceras descritas mucho antes (1839) a partir de ejemplares precisamente de las islas donde llevamos investigando los últimos 20 años (islas Galápagos). En cualquier caso su comentario es aproximado porque son casos muy raros.

Yo cuento en clase un error que encontramos frecuentemente en publicaciones actuales sobre los pinzones de las islas Galápagos, pues algunos insisten en llamarlos *pinzones de Darwin*. Es preferible llamarlos pinzones de Galápagos porque indican su distribución y porque Darwin ni entendió ni estudió los pinzones. Darwin se interesó más bien por unos pájaros (cucuves), que son más sencillos de distinguir en Galápagos, y por los impresionantes galápagos

gigantes. Pero no supo ni siquiera identificar los pinzones. No le culpo porque a todos nosotros nos ha pasado al principio cuando llegamos a las islas Galápagos. Lo más criticable es que los pinzones que recogió Darwin en su viaje del Beagle en 1835 los etiquetó mal, por lo que es injusto dar reconocimiento a Darwin por uno de los pocos errores básicos de recolección que cometió.

En resumen, no se debe suponer la infalibilidad de ningún científico, por muy extraordinario que sea como Charles Darwin. Todos somos humanos y cometemos equivocaciones. Por ello la ciencia actual no está en manos de personas concretas sino de grupos de investigación, sociedades y comunidades científicas donde se minimiza así el número de equívocos e imprecisiones. No obstante, cada vez que aseveramos conclusiones científicas corremos el riesgo de cometer errores. Asumo que según estoy escribiendo estos textos se me están escapando un buen número de errores e imprecisiones que con un poco de suerte podré subsanar en futuras ediciones...



Mural sobre la pared de una casa de Puerto Ayora (Santa Cruz, islas Galápagos) donde se observan dos animales muy complejos que intentó estudiar Darwin (galápagos gigante y pinzón). A la derecha, ejemplares de las dos especies más comunes de pinzones en las islas Galápagos, donde se ven las diferencias en el tamaño del pico:

Geospiza fortis (arriba) y *G. fuliginosa* (abajo).

9

¿ERA DARWIN MACHISTA Y RACISTA?

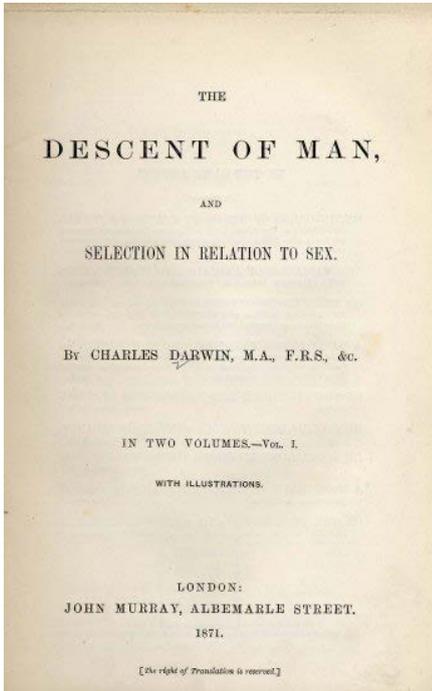
En el siglo XIX había muchos prejuicios, y Darwin fue valiente al sacudirse muchos de ellos. Pero lógicamente no todos. Algunas de sus afirmaciones son erróneas o ahora resultan políticamente incorrectas. E incluso hay numerosos libros recientemente publicados que indican que sus frases son sexistas y racistas. Lo analizamos en este capítulo. Pero antes una reflexión doble. No sabemos que habría escrito Darwin si hubiera nacido en el siglo XXI. ¿Y tú si hubieras nacido en el siglo XIX?

Como siempre recomendamos leer directamente los escritos de Darwin y no las interpretaciones que hacen otros. Como se dice coloquialmente en ciencia «*mejor beber de las fuentes y no de los charcos*». A continuación vamos a marcar algunas de las cuestiones que circulan por libros y redes sociales para acusarle de machista y sexista.

En primer lugar, la formulación de la pregunta si era machista no tiene mucho sentido, ya que el machismo es un concepto más bien moderno. Si nos referimos a las interpretaciones de Darwin sobre las diferencias entre el hombre y la mujer, pues no dejamos de entrar en un asunto espinoso para el que Darwin quiso dar su interpretación meramente evolutiva en su libro *El origen del hombre*. Una traducción de las palabras hoy día polémicas de Darwin podría ser: «...si los hombres son capaces de una clara primacía sobre las mujeres en muchos temas, el nivel medio del poder mental del hombre debe estar por encima del de la mujer». Palabras sin duda poco afortunadas. Ahora bien, si sacamos sus palabras de contexto, como se hace en algunos libros y páginas web, pues seremos injustos con la postura global de su pensamiento. De hecho, los detractores olvidan una frase positiva sobre la mujer que dice justo antes: «Generalmente se admite que en la mujer la capacidad de intuición, de percepción rápida y quizá de imitación está más marcada que en el hombre». Y antes: «La mujer

parece diferir del hombre en disposición mental, principalmente en su mayor ternura y menor egoísmo», que relaciona con el instinto maternal. Tampoco sale bien parado el hombre cuando dice «El hombre es el rival de otros hombres; se deleita en la competencia, y esto conduce a una ambición que se convierte con demasiada facilidad en egoísmo». Esto fue escrito en otra época y proporcionaba otras interpretaciones. Desde luego intentó aplicar su teoría, pero sobre humanos que son organismos complejos y cada vez más alejados de la naturaleza y donde los factores sociales parecen más determinantes. Hoy día pocos aceptan el reto de evaluar las características evolutivas por selección sexual que aún puedan residir en el ser humano después de tantos siglos de *autodomesticación*. En cualquier caso, diferencias entre hombres y mujeres existen y siempre existirán, si bien estas no deben influir bajo ningún concepto en el respeto a los mismos derechos.

La pregunta de si Darwin era racista es más pertinente porque presencié la abolición definitiva de la esclavitud en el imperio británico (1838). Por ello no es de extrañar que la sociedad victoriana de la época fuera profundamente racista, incluyendo algunos científicos. Pero este no era el caso de Darwin, que decía que «*la humanidad sea vista como una especie única*», mientras que otros defendían distintas especies (en vez de razas) para clasificar las variaciones morfológicas humanas. En aquella época la gran diversidad morfológica del ser humano hacía pensar en entidades biológicas muy diferentes si las comparábamos con las de otros primates. La mayoría aceptaba razas humanas (basadas fundamentalmente en el aspecto) al igual que razas de animales domésticos. A partir de la abolición de la esclavitud se avanzó mucho, pues las distintas iglesias otorgaron alma a las personas de color más oscuro (¡qué suerte pues yo soy bastante moreno!). Pero hay un pasado racista más oscuro que aún persiste en el ser humano y que algunos antropólogos relacionan con la defensa de la tribu. Sin embargo, cualquier grado de xenofobia no tiene mucho sentido biológico pues no favorece el necesario intercambio génico en *Homo sapiens*. Actualmente los



Primera página del libro *The descent of man* (1871). Seguramente hoy día Darwin lo habría titulado *The descent of human being*... Imagen tomada de Wikipedia.

investigadores rechazamos el término *raza* para humanos por su mala definición biológica (por ejemplo, la diversidad genética de los nativos africanos es mayor que la del resto de los humanos). Los grupos sociales con características genéticas, geográficas y culturales semejantes se deben denominar *etnias*. Y una vez más, todas con los mismos derechos humanos.

En resumen, no se puede considerar a Darwin ni machista ni racista. Tened cuidado al juzgar porque el ejercicio de entender el contexto histórico resulta más difícil cuanto más nos alejamos en el tiempo. Evaluar actuaciones antiguas con parámetros actuales es tan injusto como juzgar nuestros actos de cuando éramos niños... En biología se considera el antiguo término *raza* (para humanos) acientífico además de desafortunado desde el punto de vista antropológico. Ahora empleamos el término *etnia* para reconocer cada grupo social que comparte características genéticas, geográficas y culturales.

10

¿CÓMO SE CLASIFICABAN LOS SERES VIVOS HASTA HACE POCO?

La respuesta es sencilla: con caracteres morfológicos. Aunque en los siglos XIX y XX fueron apareciendo nuevas técnicas y métodos que revolucionaron la clasificación de los seres vivos, siempre se han clasificado sobre la base de características morfológicas tanto internas como externas. ¿Y esto sigue ocurriendo hoy día?

En la antigua Grecia se clasificaban los seres vivos en animales y plantas, y dentro de cada uno por las características que podía apreciar el ojo humano (macroscópicas). Los animales se clasificaban principalmente por sus caracteres morfológicos externos (bípedos, cuadrúpedos, alados), internos (con sangre, sin sangre), forma de vida (terrestres, acuáticos, voladores, estáticos), y su forma de reproducción (vivíparos, ovíparos, ovovivíparos). Aristóteles describió de esta forma unos 500 tipos que llamaríamos ahora especies. Su discípulo Teofrasto clasificaba las plantas sencillamente por tamaño (hierbas, arbustos y árboles). Aunque te parezcan muy simples, estas clasificaciones perduraron ¡casi 2.000 años!

Sin embargo, el desarrollo tecnológico en los últimos siglos ha sido clave para una clasificación cada vez más evolutiva, es decir que sea congruente con los patrones evolutivos. A continuación marcamos los hitos tecnológicos más importantes en clasificación de los seres vivos:

- Aristóteles y coetáneos diseccionaron animales con cuchillos finos.
- La lupa fue fundamental para reconocer partes y estructuras pequeñas (microscópicas) en el siglo XVII, incluyendo tanto células vegetales (R. Hooke) como microorganismos y espermatozoides (A. Leeuwenhoek).
- Los microscopios cada vez más sofisticados permitieron describir miles de especies unicelulares y reconocer bacterias (C. G. Ehrenberg) en el siglo XIX, e incluso formular un primer esquema de la clasificación taxonómica de las bacterias (F. Cohn).

- La creencia de que ciertas formas de vida (animal y vegetal) surgían de manera espontánea (generación espontánea) se descartó finalmente gracias a las técnicas microbiológicas del siglo XIX (L. Pasteur).
- Técnicas químicas de tinción permitieron separar las bacterias grampositivas de las gramnegativas (P. Ehrlich y H. C. J. Gram) a finales del siglo XIX, técnica que aún se sigue empleando en medicina y microbiología.
- El uso de técnicas químicas en taxonomía de plantas llegó a mediados del siglo XX cuando se distinguían especies mediante distintas proteínas de semillas (J. G. Vaughan).
- Aunque los cromosomas ya se habían teñido en plantas (K. W. von Nägeli) y animales (E. van Beneden) en la segunda mitad del siglo XIX, el uso del número de cromosomas para la clasificación de especies animales (roedores, peces) y sobre todo de plantas se produjo en la segunda mitad del siglo XX dentro de una nueva disciplina (citotaxonomía).
- Productos de los genes como ciertas proteínas enzimáticas (alozimas) se teñían para distinguir sus variantes en distintas especies y poblaciones de animales (*Drosophila*), y poco después en plantas, ya en la segunda mitad del siglo XX.
- Tras la descripción de la estructura del ADN en 1953 (J. Watson y F. Crick), proliferaron técnicas que obtenían fragmentos de ADN de tamaños diferentes (RFLP, RAPD, SSR, ISSR, AFLP) y diferenciaban especies, poblaciones e individuos (técnicas *fingerprinting*).
- Finalmente, se abarató mucho la secuenciación de fragmentos de ADN (reacción de Sanger) a finales del siglo XX, de manera que las primeras clasificaciones pudieron obtenerse a distintos niveles del árbol de la vida.
- A principios del siglo XXI se secuenció el genoma humano completamente, y actualmente se consigue con relativa facilidad para cualquier especie. Como consecuencia se ha desarrollado una nueva disciplina (filogenómica) que muestra detalladas relaciones de parentesco entre especies empleando miles y miles de datos (substituciones nucleotídicas) del genoma y una compleja computación.