

PREGUNTAS
100
ESENCIALES

A COLOR

PABLO VARGAS GÓMEZ

LA EVOLUCIÓN

EN 100 PREGUNTAS



TODO LO IMPRESCINDIBLE EXPLICADO CON RIGOR

**La evolución
en 100 preguntas**

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 digital: 978-84-1305-223-6
Fecha de publicación: octubre 2022

Índice

Agradecimientos

Prólogo

I. Ideas y conceptos históricos que quizá no conozcas

1. ¿Cuánto sabes de evolución?
2. ¿Qué inventó realmente Linneo?
3. ¿Fue Linneo más botánico que zoólogo?
4. ¿Era Linneo realmente creacionista?
5. ¿Hubo enfrentamiento entre Lamarck y Darwin?
6. ¿Se produce evolución paulatina o a saltos?
7. ¿Se solucionaron los problemas de clasificación como pronosticó Darwin?
8. ¿Conoces equivocaciones en los escritos de Darwin?
9. ¿Era Darwin machista y racista?
10. ¿Cómo se clasificaban los seres vivos hasta hace poco?

II. Genética, desarrollo y evolución

11. ¿Se equivocó Darwin en su interpretación de la herencia?
12. ¿Estoy gobernado por mi genética? ¿Y por los memes?
13. ¿Por qué el ADN es imprescindible en estudios evolutivos?
14. ¿Quién ganó en la carrera por la secuenciación del genoma humano?

- 15. ¿Evolucionan los virus como los seres vivos?
- 16. ¿Qué nos está enseñando el virus de la COVID-19 sobre evolución?
- 17. ¿Qué relaciones hay entre enfermedades, virus y evolución?
- 18. ¿Por qué mis mitocondrias proceden de mi madre?
- 19. ¿Cómo se observa la evolución en el desarrollo embrionario?
- 20. ¿Predomina la innovación o la recuperación de genes?

III. Selección natural y adaptación

- 21. ¿Cómo mi perro o una aceituna me hablan de evolución?
- 22. ¿Hay civilizaciones gracias a la selección artificial de seres vivos?
- 23. ¿Cuántos tipos de selección natural hay?
- 24. ¿Conoces buenos ejemplos de selección natural?
- 25. ¿Por qué los mimetismos fascinan tanto a los biólogos?
- 26. Si hubiera vida extraterrestre, ¿cómo evolucionaría?
- 27. ¿Son todas las radiaciones adaptativas?
- 28. ¿Conoces las diferencias principales entre micro y macroevolución?

IV. Reconstruyendo la evolución

- 29. ¿Cómo nos hablan las piedras de evolución?
- 30. ¿Cómo puedo reconstruir un árbol evolutivo?
- 31. ¿Hace falta secuenciar todo el genoma para estudios evolutivos?
- 32. ¿Cuáles son los mejores genes para reconstruir la evolución?
- 33. ¿Sirve el código de barras genético (barcoding) para clasificar especies?
- 34. ¿Qué es el árbol de la vida?

- 35. ¿Es el gen la unidad básica de evolución?
- 36. ¿Cómo estudian la evolución las distintas disciplinas biológicas?
- 37. ¿Qué diferencias hay entre filogenia y filogeografía?
- 38. ¿Qué diferencias hay entre filogeografía y biogeografía?
- 39. ¿Es mejor analizar la evolución con árboles o con redes de parentesco?
- 40. ¿Por qué las islas volcánicas se consideran laboratorios evolutivos?

V. Especiación y extinción

- 41. ¿Cuántos tipos de especiación consideran los expertos?
- 42. ¿Hay más especies conocidas o especies por descubrir?
- 43. ¿Hay más especies vivas que extintas?
- 44. ¿Cuántas extinciones masivas ha sufrido el planeta Tierra?
- 45. ¿Por qué esa obsesión por encontrar el eslabón perdido?
- 46. ¿Por qué los dinosaurios no se extinguieron?
- 47. ¿Proceden los mamíferos también de los dinosaurios?
- 48. ¿Cuántas veces la vida conquistó la tierra desde los océanos?

VI. Biodiversidad y clasificación evolutiva

- 49. ¿Qué diferencias hay entre sistemática y taxonomía?
- 50. ¿Es mejor clasificar especies como un taxónomo o como un sistemático?
- 51. ¿Por qué la sistemática se puede comprobar mejor que otras disciplinas de la biología?
- 52. ¿Cuáles son las mayores sorpresas que nos ha dado el árbol de la vida?

53. ¿Qué pasa con los protistas?
54. ¿Por qué las algas laminarias tienen clorofila pero no son plantas?
55. ¿Sabías que una margarita no es una flor?
56. ¿Sabías que un higo no es un fruto?
57. ¿Son las dicotiledóneas un grupo evolutivo?
58. ¿Es una seta evolutivamente más próxima a una planta o a ti mismo?
59. ¿Son las estrellas de mar organismos radiados o bilaterados?
60. ¿Son los pulpos moluscos a pesar de no tener concha y ser muy inteligentes?
61. ¿Son las arañas insectos?
62. ¿Son los insectos un tipo de artrópodo o de crustáceo?
63. ¿Hay que hablar de insectos o de hexápodos?
64. ¿Cuántos órdenes taxonómicos de insectos se aceptan hoy día?
65. ¿Por qué hay metamorfosis en insectos?
66. ¿Son las abejas un tipo de avispa?
67. ¿Hay más mariposas que polillas?
68. ¿Cuál es el grupo de animales con un mayor número de especies y por qué?
69. ¿Sabías que casi la mitad de los peces estaban mal clasificados?
70. ¿Cuál es el pariente vivo más próximo del elefante?
71. ¿Son las ballenas evolutivamente más próximas a los manatíes o a los cerdos?
72. ¿Son los halcones evolutivamente más próximos a las águilas o a los gorriones?
73. ¿Cuándo empezaron a volar los vertebrados?
74. ¿Qué relación hay entre buitres y cigüeñas?
75. ¿Proceden los colibríes solo de América y los mamíferos marsupiales solo de Australia?

VII. Ecología e interacciones biológicas

- 76. ¿Qué tiene que ver ecología con evolución?
- 77. ¿Se puede explicar la distribución de la vida solo con datos de agua y temperatura?
- 78. ¿Puedo estudiar mi especie favorita con redes ecológicas?
- 79. ¿Cómo se debe estudiar la evolución de los petirrojos?
- 80. ¿Podrían las plantas con flores sobrevivir sin polinizadores?
- 81. ¿Son los líquenes un grupo evolutivo?

VIII. Evolución humana y sociobiología

- 82. ¿Eres más evolucionado que una bacteria?
- 83. ¿Por qué piensas con la cabeza?
- 84. ¿Son más inteligentes las personas con la cabeza más grande?
- 85. ¿Son los chimpancés nuestros primos o nuestros hermanos?
- 86. ¿Te comportas más como un chimpancé o como un bonobo?
- 87. ¿Cuántos cerebros tenemos y cómo evolucionaron?
- 88. ¿Hay hipótesis sobre humanos aún sin comprobar?
- 89. ¿Cuántas revoluciones evolutivas hicieron falta hasta llegar al ser humano moderno?
- 90. ¿Por qué es divertido el sexo?

IX. La evolución en la sociedad

- 91. ¿Te imaginas que tú mismo fueras producto de la selección artificial?
- 92. ¿Sabías que el darwinismo se tergiversó hasta llegar al nazismo?
- 93. ¿Se sigue mitificando a Darwin?
- 94. ¿Hay marketing también en ciencia y evolución?

95. ¿Sirven de algo los datos de ciencia ciudadana para la ciencia oficial?

X. Futuro y evolución

96. ¿Se está generando nueva biodiversidad en el Antropoceno?

97. ¿Por qué hay negacionistas de la evolución?

98. ¿Podemos predecir la evolución de los seres vivos ante el cambio climático?

99. ¿Hacia donde evoluciona el ser humano?

100. ¿Tiene futuro estudiar evolución?

Bibliografía recomendada

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 conexcionada 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 ubiquidad 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 recomiendo 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 pensaba 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 beneficiarían 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 *fuerza 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

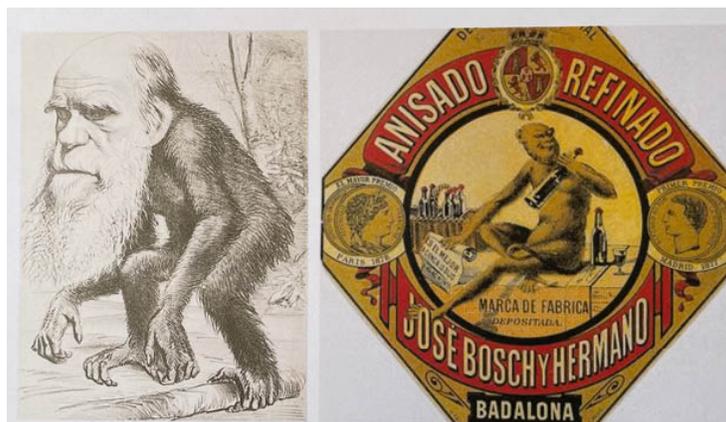
esta pregunta de esta manera también podría formular si los humanos descendemos de las lombrices, y obtendría la misma respuesta...

¿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.

¿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 Löfling. 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 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...



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).

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.

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



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.

4

¿ERA LINNEO REALMENTE CREACIONISTA?

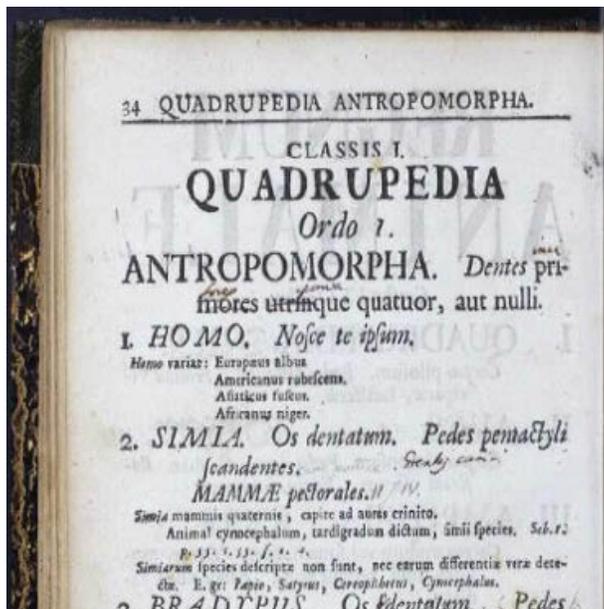
Así parece si nos fijamos en su forma de vida (hijo de pastor protestante, cristiano practicante), todas las alabanzas que hace a pasajes bíblicos en sus publicaciones, y su insistencia en un dios creador de todos los animales y plantas existentes en la Tierra. Sin embargo, Linneo (1707-1778) tuvo que 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, 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.



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.

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