

La paleontología en 100 preguntas

Adriana Oliver
Francesc Gascó



Colección: 100 preguntas esenciales

www.100Preguntas.com

www.nowtilus.com

Título: *La paleontología en 100 preguntas*

Autor: © Adriana Oliver, © Francesc Gascó

Director de la colección: Luis E. Íñigo Fernández

Copyright de la presente edición: © 2018 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 Papel: 978-84-9967-958-7

ISBN Impresión bajo demanda: 978-84-9967-959-4

ISBN Digital: 978-84-9967-960-0

Fecha de publicación: octubre 2018

Impreso en España

Imprime: Podiprint

Depósito legal: M-29164-2018

Para Héctor, Iñaki y M.^a Antonia

Para Iñaki, Octavio, Julia y Pablo

Índice

Prólogo	15
I. Introducción	
1. ¿Cómo podemos conocer el pasado de nuestro Planeta sin haber estado allí?	17
2. ¿Qué tienen en común Alan Grant (<i>Jurassic Park</i>) y Ross Geller (<i>Friends</i>)?	20
3. ¿Qué son los cíclopes del Etna? ¿Cuál es su historia?	24
4. ¿Cómo excavan los paleontólogos?	27
5. ¿Un hacha de sílex es un fósil?	31
6. ¿Cómo se puede fosilizar un dinosaurio?	33
7. ¿Puedes encontrarte un yacimiento paleontológico paseando por el campo?	36
8. ¿Es posible que fosilice una pluma de dinosaurio? ...	41
9. ¿Si me encuentro un fósil me lo puedo llevar a casa?	45
10. ¿Qué relación hay entre Nicolas Cage, Mongolia y la paleontología?	47

II. Paleontología general

11. ¿Puede haber fósiles en todas las rocas? 51
12. ¿Cuál ha sido la principal aportación de los geólogos y geólogas a la ciencia? 54
13. ¿Un sherpa que suba al Everest puede encontrarse allí un fósil de un molusco marino? ... 57
14. ¿Cómo llegaron estos fósiles aquí? 61
15. ¿Podemos estar seguros de la forma y aspecto de un animal estudiando solo los huesos? ... 64
16. ¿Son tan bonitos los fósiles como los encontramos en los yacimientos? 68
17. ¿Una huella de un animal es un fósil? 71
18. Si descubro un animal, ¿cómo se llama? 74
19. Si Noé tuviera que meter todos los animales que han existido en un arca, ¿cuántas parejas metería?..... 79
20. ¿Son primas las ballenas y las vacas? 81
21. ¿Qué tienen en común un murciélago y una paloma? 84
22. ¿Puede el hombre del tiempo saber si llovió hace cuatrocientos millones de años? 87
23. ¿Podemos saber dónde vivió un organismo del pasado? 90
24. ¿Eran vegetarianos los tigres diente de sable? 93
25. ¿Por qué encontramos en Sudamérica y en África los mismos dinosaurios si no han llegado nadando? 96

III. Historia de la paleontología

26. ¿Cómo y cuándo surge la paleontología? 101
27. ¿Ha habido algún fraude en la paleontología? 104
28. ¿Quién es el padre de la paleontología? 107
29. ¿Hay alguna paleontóloga famosa? 111

IV. Evolución

- 30. ¿Por qué es tan importante Charles Darwin? 117
- 31. ¿Les creció a las jirafas el cuello? 120
- 32. ¿Por qué los machos de ave
son más coloridos que las hembras?..... 123
- 33. ¿Está la evolución dirigida? 126
- 34. ¿Evolucionamos rápidamente? 129

V. Precámbrico: el comienzo de la vida en la Tierra

- 35. ¿Ha existido siempre la atmósfera terrestre? 133
- 36. ¿Cómo eran las primeras formas de vida? 137
- 37. ¿Por qué durante 2.000 millones de años
la vida en la Tierra no presentó
evidencias de evolución? 140
- 38. ¿Cómo se formó la vida? 142
- 39. ¿Cuáles han sido las mayores catástrofes naturales? ... 144
- 40. ¿Ha habido muchas
extinciones en la Tierra? 147
- 41. ¿Cómo afectaron
los cambios climáticos a la vida? 149
- 42. ¿Cómo pudo surgir la primera célula? 151
- 43. ¿Existió un jardín del Edén? 153

VI. El Paleozoico: la vida se abre camino

- 44. ¿Qué es la explosión cámbrica? 157
- 45. ¿Cuáles fueron los grandes depredadores
de los primeros océanos? 161
- 46. ¿Quién ganaría una pelea
entre una cucaracha actual y una
de hace 500 millones de años? 165
- 47. ¿Son seres vivos las esponjas de ducha? 168
- 48. ¿Cuáles son los primeros vertebrados? 172
- 49. ¿Puede ser la naturaleza
más creativa que Leonardo da Vinci? 175

50.	¿Qué nos encontraríamos si pudiésemos bucear en un mar de hace 450 millones de años?	179
51.	¿Existían escorpiones del tamaño de un delfín?	185
52.	¿Un buzo podría hacer submarinismo en los océanos prehistóricos?	189
53.	¿Cuándo aparecieron las primeras plantas terrestres?	192
54.	¿Han existido siempre los animales con mandíbulas?	195
55.	¿Todos los peces tienen un esqueleto óseo?	199
56.	¿Por qué salieron los anfibios del agua?	203
57.	¿Ha habido libélulas del tamaño de gaviotas y ciempiés del tamaño de jugadores de baloncesto?	205
58.	¿Los bosques del pasado eran como los de ahora? ...	208
59.	¿Sabías que hubo una extinción más importante que la que causó el final de los dinosaurios?	210

VII. Mesozoico:

cuando los dinosaurios dominaban la Tierra

60.	¿Qué es un dinosaurio?	215
61.	¿Todos los reptiles son dinosaurios?	219
62.	¿Cómo se clasifican los dinosaurios?	222
63.	¿Qué información nos dan las huellas del dinosaurio?	225
64.	¿Es cierto que los dinosaurios tenían miedo a los ratones?	226
65.	¿Hubo seres vivos tan pequeños que se necesita un potente microscopio para estudiarlos?	229
66.	¿Se han extinguido los dinosaurios?	231

67.	¿En qué animal se ha inspirado el hombre para hacer los submarinos?	234
68.	¿Han existido desde siempre las flores?	236
69.	¿Es verdad que un meteorito acabó con los dinosaurios?	238
70.	¿Vivieron los hombres con los dinosaurios?	241
VIII. El Cenozoico: la era de los mamíferos		
71.	¿En qué se diferencian un ornitorrinco, un canguro y un conejo?	243
72.	¿Existieron elefantes enanos y ratas gigantes?	245
73.	¿Cuál ha sido el animal más grande que ha existido en la historia de la Tierra? ¿Y el más pequeño?	248
74.	¿Cómo perdieron las ballenas las patas traseras?	252
75.	¿Por qué antes los caballos tenían tres dedos?	254
76.	¿Ha habido alguna vez tigres dientes de sable y rinocerontes en la península ibérica?	257
77.	¿Ha estado alguna vez Europa recubierta de hielo?	260
78.	¿Qué hicieron los mamíferos para adaptarse al frío?	263
79.	¿Se ha desecado alguna vez el Mediterráneo?	264
80.	¿Me puedo comer un mamut?	267
81.	¿Estamos llegando a la 6ª extinción?	269
IX. Homininos		
82.	¿Cuál fue la cuna de la humanidad?	273
83.	¿Qué relación tienen los Beatles con los primeros homínidos?	276
84.	¿Existió el cascanueces?	281
85.	¿Qué tiene de especial el Lago Turkana en Kenia?	284
86.	¿Cuáles fueron los primeros europeos?	287
87.	¿Hay yacimientos de hominoideos en España?	291

88.	¿Convivió el <i>Homo sapiens</i> con algún otro homínido?	296
89.	¿Por qué fue tan importante empezar a andar a dos patas?	301
90.	¿Cuándo apareció el lenguaje?	304
X. Paleontología aplicada		
91.	¿Cómo sabemos qué fósil es más antiguo?	307
92.	¿Por qué son tan importantes los dientes fósiles de hámster?	309
93.	¿Qué métodos se han utilizado para saber la edad de un fósil?	311
94.	¿Podemos calcular la temperatura del pasado?	313
95.	¿Puede un fósil ayudarnos a buscar petróleo?	314
96.	¿Se puede replicar un dinosaurio con un mosquito conservado en ámbar?	317
97.	¿Existen fósiles vivientes?	319
XI. Presente y futuro de la paleontología		
98.	¿Qué nos enseñan en los museos?	323
99.	¿De mayor puedo trabajar de paleontólogo?	325
100.	La paleontología estudia el pasado pero... ¿tiene futuro?	328
Agradecimientos		333
Bibliografía		335

PRÓLOGO

¡Bienvenido! El libro que tienes entre manos puede parecer-te un libro común. Un libro corriente, con sus páginas, sus tapas... pero en cuanto empieces a leerlo, descubrirás que es mucho más.

Se trata de un libro sobre paleontología. Y la paleontología es la ciencia que se encarga de estudiar la vida en el pasado, a través de lo que nos queda de esas formas de vida: los fósiles. Y a través de este libro vamos a contarte cómo la paleontología es mucho más que clasificar y etiquetar fósiles. Porque vamos a hacerte el recorrido completo por todo lo que estudia nuestra ciencia. ¡De nuestra mano! Y es que nosotros mismos nos dedicamos a esto de la paleontología, en especialidades diferentes.

Vas a aprender cómo buscamos, localizamos y excavamos yacimientos de fósiles; y vas a conocer de primera mano los yacimientos que nosotros mismos hemos excavado y cuyos fósiles hemos estudiado. Vas a aprender todas las claves necesarias para entender el registro fósil: anatomía, biología evolutiva, geología... y aprenderás cómo hemos llegado a conocer nuestro pasado desde las primeras aproximaciones científicas al estudio de los fósiles, allá por el siglo xvii, hasta las últimas tecnologías que se aplican a la paleontología.

También te vamos a hacer una visita guiada por la historia de la vida en la Tierra, desde el origen mismo de las primeras

formas de vida hasta nuestra aparición como actual especie dominante. Vamos a visitar lejanas épocas pobladas por animales de ensueño o de pesadilla, desde invertebrados marinos tan extraños que Alien parece un *perrete* a su lado, hasta los gigantescos dinosaurios saurópodos, que fueron los animales terrestres más grandes que han existido. Vas a conocer cómo la vida ha ido cambiando, evolucionando y adaptándose a una Tierra cambiante... o extinguiéndose en el intento. Y es que la historia de la vida puede llegar a ser aterradora a la par que fascinante.

Pero más allá de escribir un manual más de paleontología, hemos querido transmitir estos conceptos con dos ideas en mente. Por un lado, hemos querido aportar nuestra propia experiencia. Queremos que te emociones con esta ciencia del mismo modo que nos emociona a nosotros, hasta el punto de que hemos dedicado nuestra vida a su estudio. Y por otro lado, queremos eliminar las barreras que se suelen poner con la etiqueta de complicada no solo a la paleontología, sino al resto de ciencias. Los dos autores, además de investigar en paleontología, cada uno en su especialidad, somos divulgadores científicos. Vivimos para acercar la ciencia a la gente. Y para eso, tenemos que llegar a explicarla de una manera sencilla. Nos maravilla la cantidad de millones de años que tiene la tierra, o cómo las formas de vida han ido evolucionando a través de todo este tiempo. Y queremos que cuando leas este libro lo entiendas como nosotros, para que cada vez que te maravilles admirando un fósil o un animal actual, o cada vez que te sientas pequeñito al contemplar las maravillas de la naturaleza, notes un escalofrío como el que sentimos nosotros.

Así pues, esto es mucho más que un libro. Es un manual para interpretar fósiles. Es una guía de viajes en el tiempo. Es un billete para un viaje hasta el origen mismo de la vida para poder contemplar cómo hemos llegado a ser lo que somos durante millones de años.

Gracias por acompañarnos en este viaje. Abróchate el cinturón, prepara tu sombrero de explorador y tu cuaderno de campo. ¿Preparado?

I

INTRODUCCIÓN

1

¿CÓMO PODEMOS CONOCER EL PASADO DE NUESTRO PLANETA SIN HABER ESTADO ALLÍ?

Esta pregunta tiene una respuesta muy sencilla. Podemos conocer cómo era la Tierra hace muchos millones de años gracias a los diferentes fósiles. Los fósiles son evidencias de organismos (animales o plantas) o de su actividad biológica (ya sean las huellas, los moldes o también sus guaridas, sus excrementos e incluso sus hojas o raíces) que vivieron en el pasado.

Para su correcta conservación es necesario que los restos sean enterrados lo más rápido posible e incluidos en los sedimentos (tierra o material sólido) que darán lugar a las rocas, tras mucha presión y temperatura, y donde millones de años después encontraremos los fósiles.

¿Cuánto tiempo crees que debe pasar para que se forme un fósil? Al menos tienen que pasar diez mil años para que un resto se considere fósil y, aunque parezca increíble, es muy difícil que se den las condiciones geológicas adecuadas para que un organismo pueda fosilizar, por lo tanto, únicamente un



Caricatura de la catedrática Nieves López Martínez, paleontóloga de vertebrados. Cortesía de Such. Los paleontólogos usamos diferentes herramientas para extraer los fósiles dependiendo de si las excavaciones son de macrofósiles (fósiles grandes como un rinoceronte, un dinosaurio o un tiburón) o de microfósiles (fósiles pequeños como un roedor o un conejo). Para una excavación de «macro» utilizamos: escoba, capazo, badila o recogedor y destornillador. En cambio, para el estudio de los microfósiles en el laboratorio utilizamos pincel, cajas y lupa binocular. Foto: Wikimedia Commons.

No te creas que una vez que encontramos los fósiles nuestro trabajo termina ahí ¡todo lo contrario! Primero hay que extraerlos del sedimento con muchísimo cuidado. Aunque no lo parezca, los fósiles son extremadamente frágiles. Antes de guardarlos en los sobres (si son de pequeño tamaño) o en los bloques (si son grandes) se deben tomar una serie de medidas y apuntarlas en una hoja de excavación. Se debe apuntar la



Imagen de una excavación de fósiles de dinosaurio del Cretácico de Guadalajara, España. Una vez la capa fosilífera está expuesta y empiezan a aflorar fósiles, los paleontólogos usamos gran variedad de herramientas para excavarlos, principalmente punzones o destornilladores, o martillo y cincel. Para limpiar el frente de excavación del sedimento que vamos soltando, usamos pinceles y cepillos. Foto: Francesc Gascó.

Estos consolidantes son sencillamente resinas, que como están disueltas, calan hondo en el fósil a través de sus poros y grietas, endureciéndolo y evitando que se rompa durante su extracción. Una vez el fósil se ha extraído, se envuelve con mucho cuidado en papel y se etiqueta para su traslado al laboratorio, donde lo limpiarán adecuadamente y lo repararán si se ha roto durante su extracción y transporte.

Cuando se trata de fósiles grandes, aparatosos o especialmente frágiles, se cuida más su embalaje. En el caso de fósiles frágiles, se engasan antes de extraer con la ayuda de esas mismas resinas y de gases semejantes a las que usamos en nuestros botiquines. Y en el caso de piezas grandes, su embalaje se hace en forma de carcasas de escayola o espuma de poliuretano antes de extraerlo por completo del sedimento. Los bloques



No todos los animales y plantas que habitan en la Tierra pueden fosilizar, únicamente un porcentaje muy pequeño lo consiguen. Además, los procesos de fosilización que sufren los restos antes de convertirse en fósiles son muy variados y complejos. En la imagen vemos un helecho carbonificado. Esta es una forma de preservación muy común en las plantas. Foto: Adriana Oliver.

En algunas ocasiones, se preservan tan solo el molde del organismo y no el organismo en sí mismo. Esto se produce cuando el sedimento o los minerales recubren al organismo o lo rellenan. Por ejemplo, una concha podría producir el fósil de la propia concha cuando el material original se sustituyera por otro mineral, pero si el material original disolviera la concha y el interior se rellenara reproduciendo los caracteres internos del organismo se denominaría molde interno, mientras que si hubiera rellenado el exterior mostrando la morfología externa y la ornamentación, se denominaría molde externo.

Por otro lado, los fósiles pueden presentar diferentes estados de conservación:



Cráneo de *Tarbosaurus bataar*. Homónimo asiático de *Tyrannosaurus rex*.
Foto: Wikimedia Commons.

habitó las estepas de Mongolia y China a finales del Cretácico Superior (hace entre 72 y 66 millones de años).

En 2014, el Departamento de Seguridad Nacional estadounidense contactó con el actor para comunicarle que el cráneo que tenía en su poder probablemente había sido robado. El Servicio de Inmigración y Control de Aduanas de Estados Unidos determinó que el fósil había sido sacado ilegalmente de Mongolia y le exigió su entrega para ser devuelto a la autoridad competente mongola.

Las autoridades estadounidenses dijeron que al enterarse de las circunstancias del espécimen, Nicolas Cage accedió a retornar la pieza. Afortunadamente para ellos, ni el actor ni la galería de subastas fueron acusados de haber cometido actos ilegales.

¿Quieres saber qué ocurrió con el cráneo de dinosaurio? El fósil fue descubierto en el desierto del Gobi de Mongolia y sacado ilegalmente del país. Llegó a Florida (Estados Unidos) en 2006 procedente de Japón, con un documento que decía que era una piedra fosilizada.

II

PALEONTOLOGÍA GENERAL

11

¿PUEDE HABER FÓSILES EN TODAS LAS ROCAS?

Los fósiles aparecen en las rocas, por eso para poder encontrarlos rastreamos afloramientos rocosos y los excavamos, pero no todos los tipos de rocas pueden contener fósiles. ¿Entonces, en cuáles podemos encontrarlos? Pues para contestarlo, vamos a ver la variedad de rocas que podemos encontrarnos.

¿Qué tipos de rocas existen? Pues esto depende de su origen, ya que se forman rocas tanto en la superficie de la Tierra, como en su interior, y en cada lugar las condiciones y materia a partir de la cual se forman es diferente.

Por un lado, tenemos las rocas ígneas, formadas a partir del magma. Llamamos magma a las rocas fundidas del interior de la Tierra. Y es este magma, cuando se enfría, el que forma las rocas ígneas. ¡Así de sencillo! Pero dependiendo de las condiciones en que ocurra este enfriamiento se forman un tipo de rocas ígneas u otras.

Por ejemplo, las rocas plutónicas se forman cuando el enfriamiento del magma es lento y se produce en profundidad. Al ser tan lento, da tiempo a que lleguen a formarse grandes

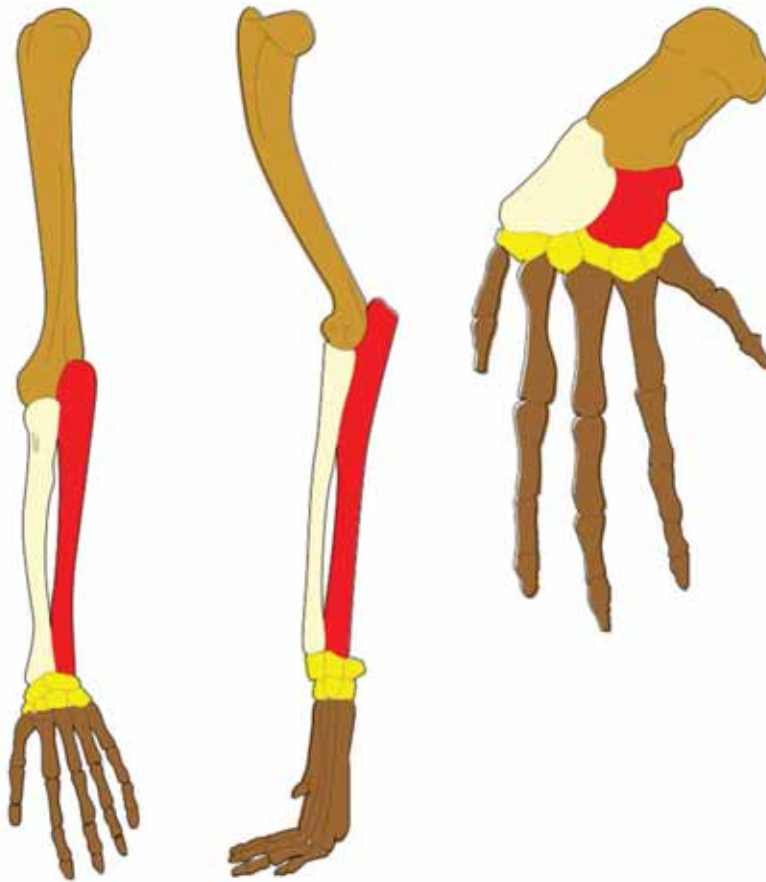


Las alas de los murciélagos y de las aves tienen una forma muy parecida, en el caso de los murciélagos, el ala es una membrana, y en el caso de las aves, está formada por plumas. Pero sobre todo sirven para lo mismo: que el animal pueda volar. A pesar de ello, ambas estructuras tienen un origen muy diferente. Es lo que se conoce como estructuras análogas.

Foto: Wikimedia Commons.

En cambio, el ala de las aves está formada por una veleta central compuesta por los huesos largos del brazo (que son el húmero, el radio y el cúbito —que en animales se llama ulna— y los dedos). Las plumas rodean toda el ala y son de varios tipos dependiendo de la función que desempeñen en el vuelo.

Como acabamos de ver, las dos estructuras son parecidas pero tienen orígenes evolutivos independientes, y externamente se parecen porque evolucionaron para realizar la misma función. Estas analogías son el resultado de la evolución convergente.



El brazo de un humano, la pata delantera de un perro y la aleta de la ballena son un ejemplo de estructuras homólogas. Las tres tienen funciones y formas diferentes pero todas tienen el mismo origen evolutivo. En marrón está representado el hueso del húmero; en rojo está representado el cúbito (que en animales se denomina unla); en blanco está representado el radio; en amarillo están representados los carpales, que son los huesos de la muñeca; y en marrón oscuro están representados los metacarpos y las falanges. Foto: Wikimedia Commons.

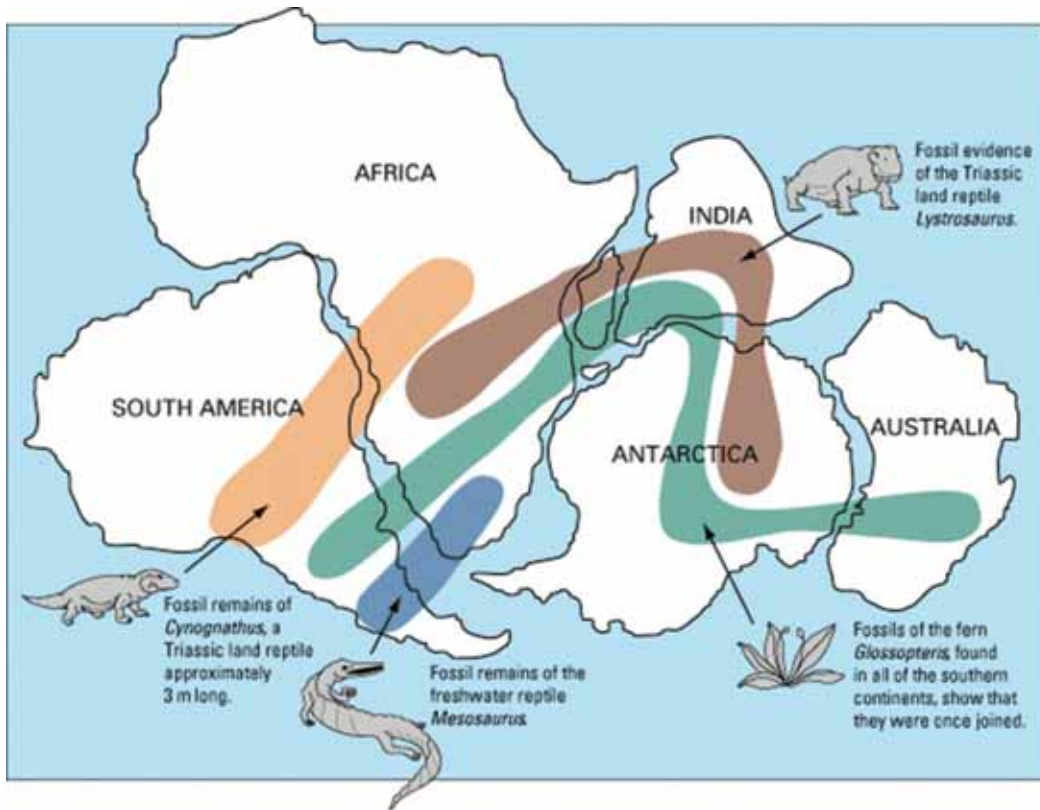
La evolución sigue leyes invisibles que a los científicos nos ha costado siglos descubrir y, aunque todavía se nos escapan muchas de ellas, solo ahora empezamos a comprenderlas.

Uno de los fenómenos más característicos de la evolución es la convergencia que se produce entre diferentes especies. La convergencia significa que animales de familias diferentes pueden tener idénticas formas si viven en ambientes parecidos y con las mismas exigencias. Por ejemplo, un delfín es casi idéntico a un tiburón aunque el delfín sea un mamífero que surgió



El estudio de la paleoecología nos permite reconstruir el ambiente del pasado. En este caso, estudiando las huellas podemos reconstruir el modo de vida del animal y el ambiente en el que vivía. Foto: Wikimedia Commons.

en un ambiente de pradera. Apasionante, ¿verdad? Sin embargo, la probabilidad de cometer algún error al hacer estas inferencias se reduce mucho cuanto mayor sea la muestra con la que trabajemos y, por lo tanto, cuando se usan más especies. Y de ahí que para hacer inferencias y estudios paleoecológicos y paleoambientales se usen comunidades, no especies aisladas.



Principales evidencias fósiles de la tectónica de placas: restos fósiles de *Glossopteris*, *Mesosaurus*, *Lystrosaurus* y *Cynognathus* en las masas continentales que antiguamente formaban el gran continente de Gondwana. Imagen: Wikimedia Commons.

el *Cynognathus*, un terápsido carnívoro de los tradicionalmente llamados reptiles mamíferoides. El *Cynognathus* vivió a mediados y finales del Triásico y era un animalito pequeño, de alrededor de un metro de longitud, que poseía características del linaje de los mamíferos, como la heterodoncia, la reducción de los huesos de la mandíbula a favor del dentario, la posesión de un paladar secundario o la presencia de orificios nerviosos en su cráneo semejantes a aquellos relacionados con las vibrisas o bigotes en algunos mamíferos como perros y gatos. Sus restos se encuentran en rocas del Triásico de lugares tan alejados como Argentina, Sudáfrica y la Antártida, de ahí que se apunte que durante el Triásico estas masas estaban todavía conectadas. Otro terápsido, esta vez herbívoro, y que convivió con *Cynognathus* es *Lystrosaurus*, un dicinodonto con también algunas características que lo acercan al linaje de los

III

HISTORIA DE LA PALEONTOLOGÍA

26

¿CÓMO Y CUÁNDO SURGE LA PALEONTOLOGÍA?

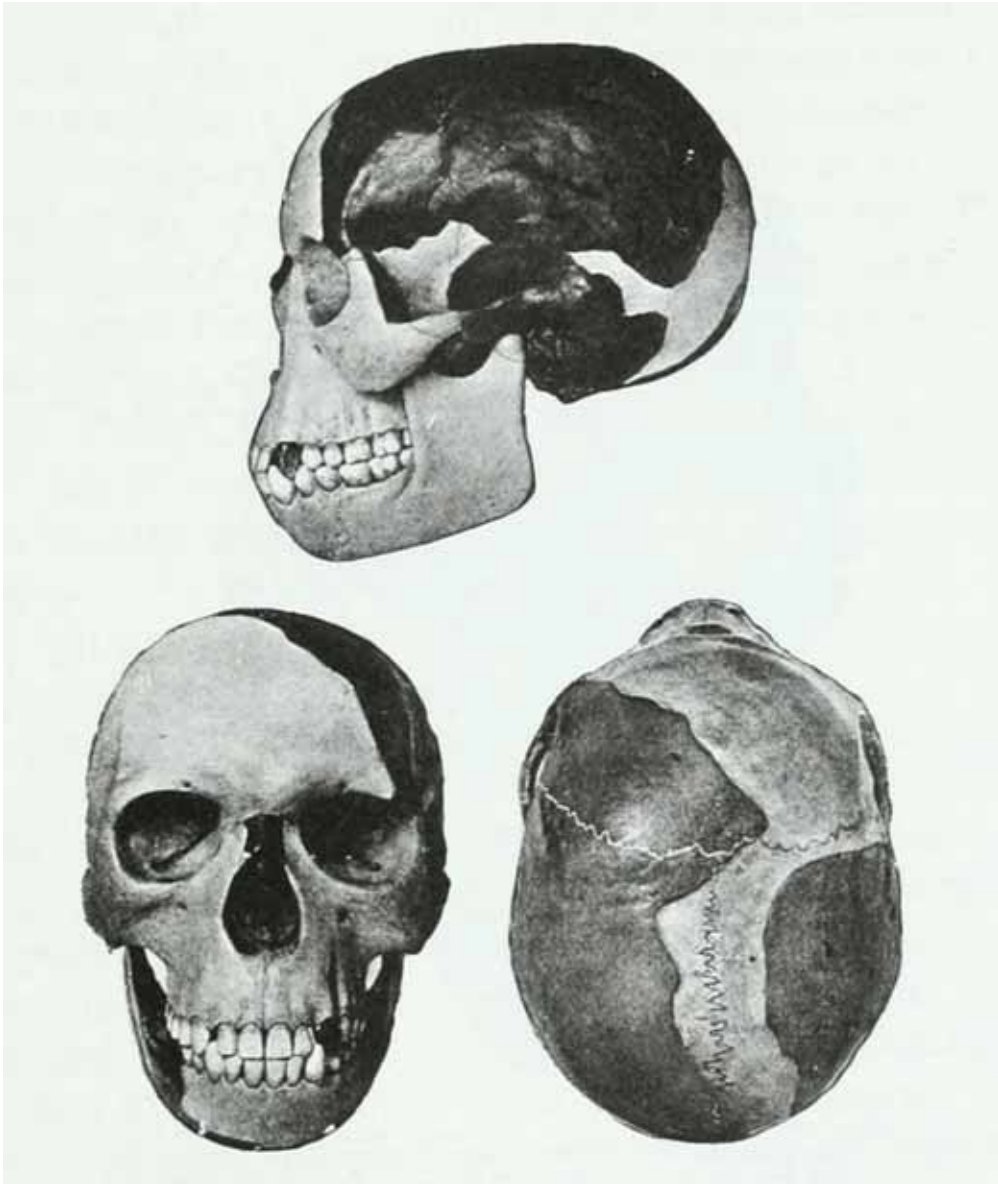
Posiblemente los humanos hemos entrado en contacto con los fósiles desde la Antigüedad, y fruto de nuestra curiosidad y mente inquieta, les hemos dado en cada momento explicaciones diferentes. El estudio de los fósiles como tal puede que se remonte a la Grecia Clásica. El mismísimo Platón se aventuró a hablar sobre el origen orgánico de los fósiles, como también haría siglos después Leonardo da Vinci durante el Renacimiento. Si bien hay casos como estos, no fue hasta el siglo xvii cuando se empezaron a sentar las bases científicas de lo que en el siglo xviii sería el nacimiento de la paleontología como ciencia.

Durante el siglo xvii ya tuvieron lugar grandes avances y los primeros estudios que podemos considerar paleobiológicos. Por ejemplo, el naturalista Nicolaus Steno propuso una serie de leyes que son el germen de lo que llegaría a ser la estratigrafía, sus leyes de la superposición y horizontalidad de los estratos, que conocemos nosotros como leyes de Steno. Considerar unas capas de rocas sedimentarias de una u otra antigüedad, estableciendo que las capas inferiores son más



Grabados de la lámina del estudio de Steno sobre los glossopetrae y su comparación con dientes de tiburón actual. Foto: Wikimedia Commons.

antiguas que las superiores parece algo de cajón, pero siempre hubo alguien que se aventuró a decirlo primero, y ese fue Steno. Y os podéis imaginar lo importante que es para el nacimiento de la paleontología como ciencia la ordenación de las rocas y los fósiles que las contienen de más antiguas a más modernas. Pero no se quedó ahí, además se interesó por el origen biológico de los fósiles, comparando los dientes de tiburones



Cráneo del falso fósil del hombre de Piltdown, construido a partir de un cráneo humano medieval y una mandíbula de orangután más reciente, habiendo sido tratados químicamente para tener una coloración semejante.
Foto: Wikimedia Commons.

Velociraptor y sus parientes). El anuncio de este hallazgo se hizo en el año 1999, supuestamente tras encontrar el ejemplar, pero antes de que fuera convenientemente estudiado por expertos en paleontología de dinosaurios.

Una vez más, un exceso de entusiasmo fue fatal, ya que de haberse examinado minuciosamente, se habría descubierto el engaño. El fósil había sido comprado de manera ilegal a uno de los granjeros que recogían fósiles en la región de Liaoning



Georges Cuvier, considerado el padre de la paleontología y la anatomía comparada. Imagen: Wikimedia Commons.

Sin embargo, aplicó sus correlaciones para poder reconstruir esqueletos completos de animales extintos, ya que su estudio de los mamíferos fósiles de la cuenca de París le llevó a descubrir que había especies que se habían extinguido. Según su visión de la historia de la vida, los animales no cambiaban, pero tras eventos catastróficos de extinción, la tierra era repoblada por los animales que habían sobrevivido en regiones del planeta no afectadas por la catástrofe. Esta visión sin cambios graduales le enfrentó con gente como el geólogo Charles

IV

EVOLUCIÓN

30

¿POR QUÉ ES TAN IMPORTANTE CHARLES DARWIN?

Todos hemos oído hablar de Darwin, y de cómo su libro *El origen de las especies* fue toda una revolución. Pero para contar la historia del descubrimiento de la evolución debemos remontarnos a mucho antes.

Filósofos griegos ya manifestaron ideas transformistas, como también filósofos chinos taoístas, para los que la naturaleza está en constante transformación, en contraste con las ideas predominantes en Occidente en aquel momento.

No obstante, fue Jean Baptiste Lamarck quien propuso una primera teoría de evolución. Lamarck, naturalista francés, propuso que la variedad de organismos observable en la actualidad había evolucionado a partir de otros organismos más primitivos, y que este cambio estaba causado por los propios organismos. Según pensaba, los cambios en el medio en el que vivían estos organismos generaban una serie de necesidades, y estos reaccionaban cambiando. Los que lograban cambiar legaban estos cambios a sus descendientes. Por aquel entonces se creía que las especies eran inmutables, razón por la cual

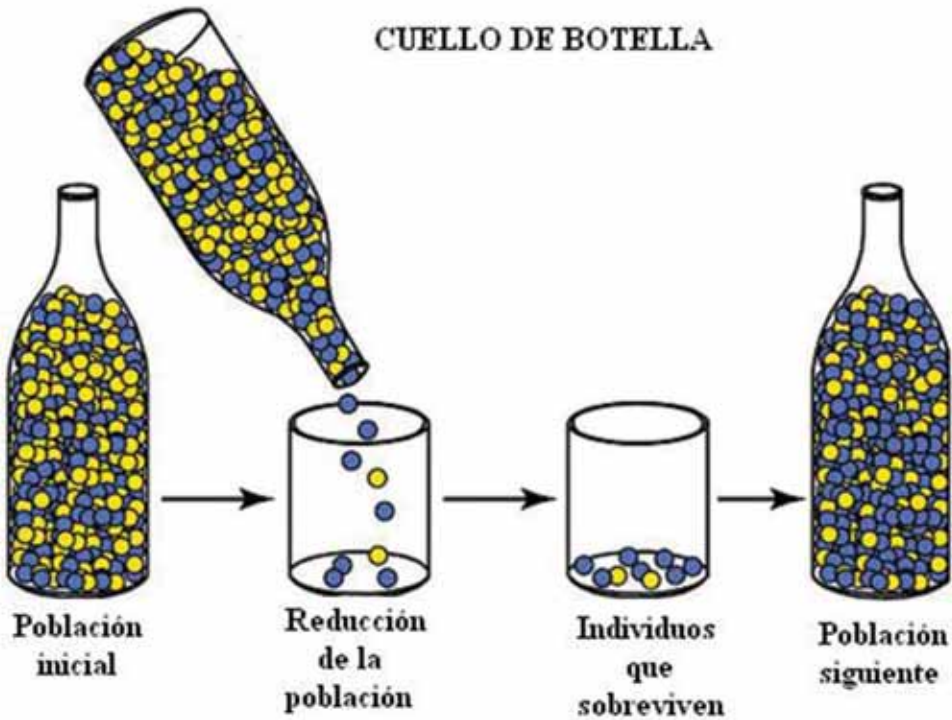


La vistosa cola del pavo real evolucionó por selección sexual, ya que plumas tan vistosas y largas no pueden ser explicadas como evolución por selección natural, pudiendo resultar peligrosas para la supervivencia del individuo portador. Sin embargo, pueden ser perfectamente explicadas como estructuras implicadas en el cortejo y reproducción.

Foto: *Pexels.com*.

a expresar este carácter ventajoso de manera cada vez más exagerada, hasta el punto de dejar de ser ventajoso. ¡Pero esto ya no había quién lo parase!

Pero veamos un ejemplo ficticio: en una población de pavos, los machos poseen unas plumas de la cola más largas que les ayudan a maniobrar durante la carrera, de manera que son más eficientes a la hora de huir de depredadores. Las hembras pueden elegir machos con plumas más largas o no, pero acaban apareándose los machos de plumas largas con hembras con esta preferencia. Al ser un carácter ventajoso, las poblaciones empiezan a tener machos con plumas en sus colas cada vez más largas, y los descendientes heredan tanto las plumas largas como la preferencia por estas. Se retroalimentan y, en cientos de generaciones, los pavos tienen plumas de la cola



Efecto cuello de botella: por puro azar, una población ve reducida su diversidad o las proporciones de sus individuos varían. Imagen: Wikimedia Commons, Autor: Anjile.

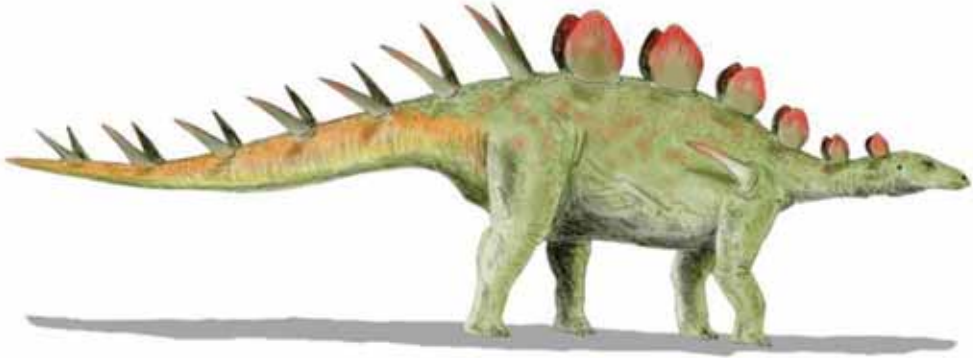
Escenarios de este tipo son los efecto cuello de botella o el efecto fundador. El efecto cuello de botella viene a explicar lo que puede pasar cuando una población se ve reducida debido a una catástrofe en la que los pocos supervivientes son aleatorios: los caracteres de la población resultante cambiarán por haberse reducido la diversidad. El propio nombre es muy gráfico: en un cuello de botella, la abertura es pequeña respecto al volumen total de la botella. Si imaginamos que la botella está llena de pequeñas bolas de colores —que representan la diversidad— el pequeño tamaño de la abertura del cuello de botella hará que cada vez que se abra, salgan pocos individuos, mostrando menor diversidad de la que se podía observar en la población original de dentro de la botella. Así, la botella llena de bolas de colores sería una población diversa, y los pocos individuos que salen al abrir unos segundos la botella, representarían a los supervivientes de un evento catastrófico. Al reducir la diversidad de estos caracteres, los descendientes de los supervivientes serán menos diversos que la población

PRECÁMBRICO: EL COMIENZO DE LA VIDA EN LA TIERRA

35

¿HA EXISTIDO SIEMPRE LA ATMÓSFERA TERRESTRE?

La respuesta es no, pero casi. La formación de la atmósfera terrestre fue un proceso muy rápido en lo que a términos geológicos se refiere. La Tierra se formó hace la friolera de 4600 millones de años debido a la colisión de materiales formados por nebulosas de gas y polvo y la atmósfera apareció apenas doscientos millones de años después. Este lapso de tiempo puede parecerse enorme si tenemos en cuenta que nosotros los *Homo sapiens* llevamos mil veces menos tiempo sobre el planeta (aparecimos hace 200 000 años), pero en el fondo, la Tierra ha tenido una atmósfera que lo protegiese de amenazas exteriores durante más del 95 % del tiempo. Sin embargo, al principio, esto era inviable. La Tierra tal y como la conocemos no existía aún, tan solo era una pequeña agrupación de cuerpos de unos pocos kilómetros de diámetro que se iban agrupando debido a la fuerza de la gravedad. La formación de la Tierra, como la del resto de los planetas, se debió a esa condensación de la materia en pequeños núcleos que atraían cada vez más materia.



Las extinciones de fondo son relativamente comunes. Los estegosaurios fueron sustituidos por los anquilosaurios a principios del período Cretácico. Foto: Wikimedia Commons.

siendo estrictos, la especie antigua como tal se extingue, aunque haya dado lugar a otra especie descendiente. Por ejemplo, los uros (*Bos primigenius*) son la especie salvaje de la que descienden nuestros toros y nuestras vacas (*Bos primigenius taurus*). Y, sin embargo, el uro como tal está extinto. Del mismo modo, una especie puede llegar a desaparecer con el tiempo por diversas razones, como la llegada de otras especies más eficientes que ella o la desaparición de otra especie de la que se alimentan, sin dejar descendencia alguna. A este caso se le conoce como extinción de fondo. Y como tales, ocurren constantemente a lo largo de la historia.

Estas pequeñas extinciones suelen dejar nichos vacíos, que normalmente suelen aprovechar especies cercanas o semejantes. Aunque en otros casos, pueden provocar la extinción de otras especies con las que estaban relacionadas en su ecosistema.

Volviendo al ejemplo anterior, los estegosaurios serían un caso de extinción de fondo. Fueron dinosaurios herbívoros pertenecientes al grupo de los ornitisquios, provistos de placas y púas a lo largo de su lomo y cola. Estos dinosaurios muy abundantes a finales del Jurásico, cuyos restos fósiles aparecen con mucha frecuencia en las formaciones geológicas de finales del Jurásico de la península ibérica, por ejemplo, pero desaparecieron al terminar este período. ¡Ya no quedaban estegosaurios en el Cretácico, y no hizo falta ninguna catástrofe, su caso



El vulcanismo es una de las posibles causas de la terrible extinción del Pérmico. Foto: Wikimedia Commons.

medio acuático. En esta extinción se vieron más afectadas las especies de vida acuática.

Durante el período siguiente, el Carbonífero, la vida terrestre prospera, y la superficie terrestre se llena de bosques y aparecen los primeros reptiles. En el medio marino abundaron los arrecifes de corales. Durante el período siguiente, el Pérmico, las masas continentales se habían reunido en Pangea, el supercontinente único, y aparecieron los ancestros de los arcosaurios —los tradicionalmente llamados tecodontos, que darían lugar en el período siguiente a los cocodrilos, pterosaurios y dinosaurios— y los sinápsidos —ancestros de los mamíferos—. A finales del Pérmico, hace unos 251 millones de años, tuvo lugar la tercera y más grande extinción en masa que se conoce. Desaparecieron el 96 % de las especies marinas —como los últimos trilobites— y más del 70 % de las especies terrestres —como la mayoría de sinápsidos—. ¡La vida nunca ha estado más cerca de desaparecer! Existen unos cuantos sospechosos, como un impacto de un meteorito, un evento masivo de vulcanismo o la explosión de una supernova cercana al sistema solar.

VI

EL PALEOZOICO: LA VIDA SE ABRE CAMINO

44

¿QUÉ ES LA EXPLOSIÓN CÁMBRICA?

La explosión cámbrica es el inicio de un nuevo pulso evolutivo, ¡una gran explosión de vida, donde se desarrollan muchos de los organismos que conocemos en la actualidad! Pero además, aparecen los primeros organismos con conchas. Los primeros depredadores y presas, ¡se acaba la paz del período anterior, aquí o cazas o te cazan!

Pero para saber cómo se produjo este *boom* de vida, primero debemos retrotraernos unos pocos millones de años y ver cómo era la tierra a finales del Proterozoico, hace unos 600 millones de años, cuando los continentes que hasta ese momento estaban agrupados en un supercontinente, empezaron a fragmentarse, reactivando la actividad magmática global y enriqueciendo la atmósfera en gases de origen volcánico, como el dióxido de carbono (CO₂), que provocaron un calentamiento global.

Se iniciaba así un período cálido en la Tierra y una nueva era, la era Paleozoica. Esta, a su vez, se divide en seis sistemas o períodos. El primero de ellos es el Cámbrico, que se

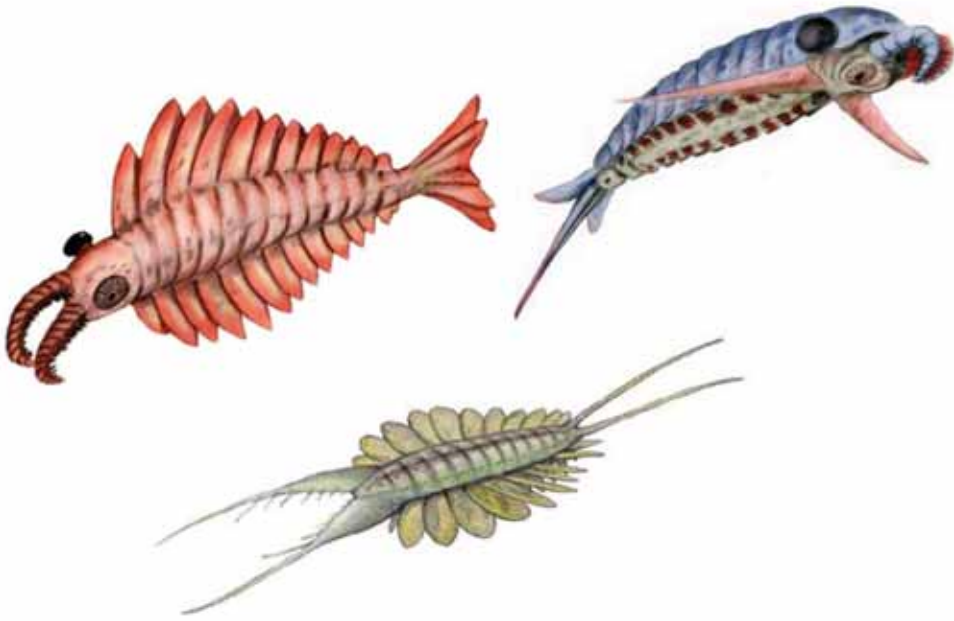


Reconstrucción de la fauna de Burgess Shale, en la Columbia Británica (Canadá). Este excepcional yacimiento tiene una edad aproximada de 530 millones de años. En la figura aparecen algunos de los organismos que habitaban en esta época. Esponjas: 1. *Vanuxia*: 2. *Choia*: 3. *Pirania*: 4. El braquiópodo *Nisusia*: 5. El anélido *Burgessochaeta*. Gusanos priapúlidos: 6. *Ottia*: 7. *Louisella*: 8. Trilobites. Otros artrópodos: 9. *Sidneyia*: 10. *Leancoilia*: 11. *Marella*: 12. *Canadaspis*: 13. *Molaria*: 14. *Burgessia*: 15. *Yohoa*: 16. *Waptia*: 17. *Aysheaia*: 18. El molusco *Scenella*: 19. El equinodermo *Echmatocrinus*: 20. El primitivo cordado *Pikaia*: 21. *Hapliphrentis* pertenece a un grupo ya extinto: 22. *Opabinia* no pertenece a ningún animal conocido.

Organismos que no pertenecen a ningún filo conocido en la actualidad: 23. *Dinomischus*: 24. *Wiwaxia*: 25. El anomalocárido *Lagganiacambria*, el gran depredador de esta época. Figura: Wikimedia Commons, autor: M. Alan Kazlev.

Británica, en la parte canadiense de las Montañas Rocosas. El yacimiento se formó al caer gran cantidad de barro (bien por tormentas, movimientos de tierra o inestabilidad del propio talud) sobre los organismos, enterrándolos rápidamente sin darles tiempo a escapar.

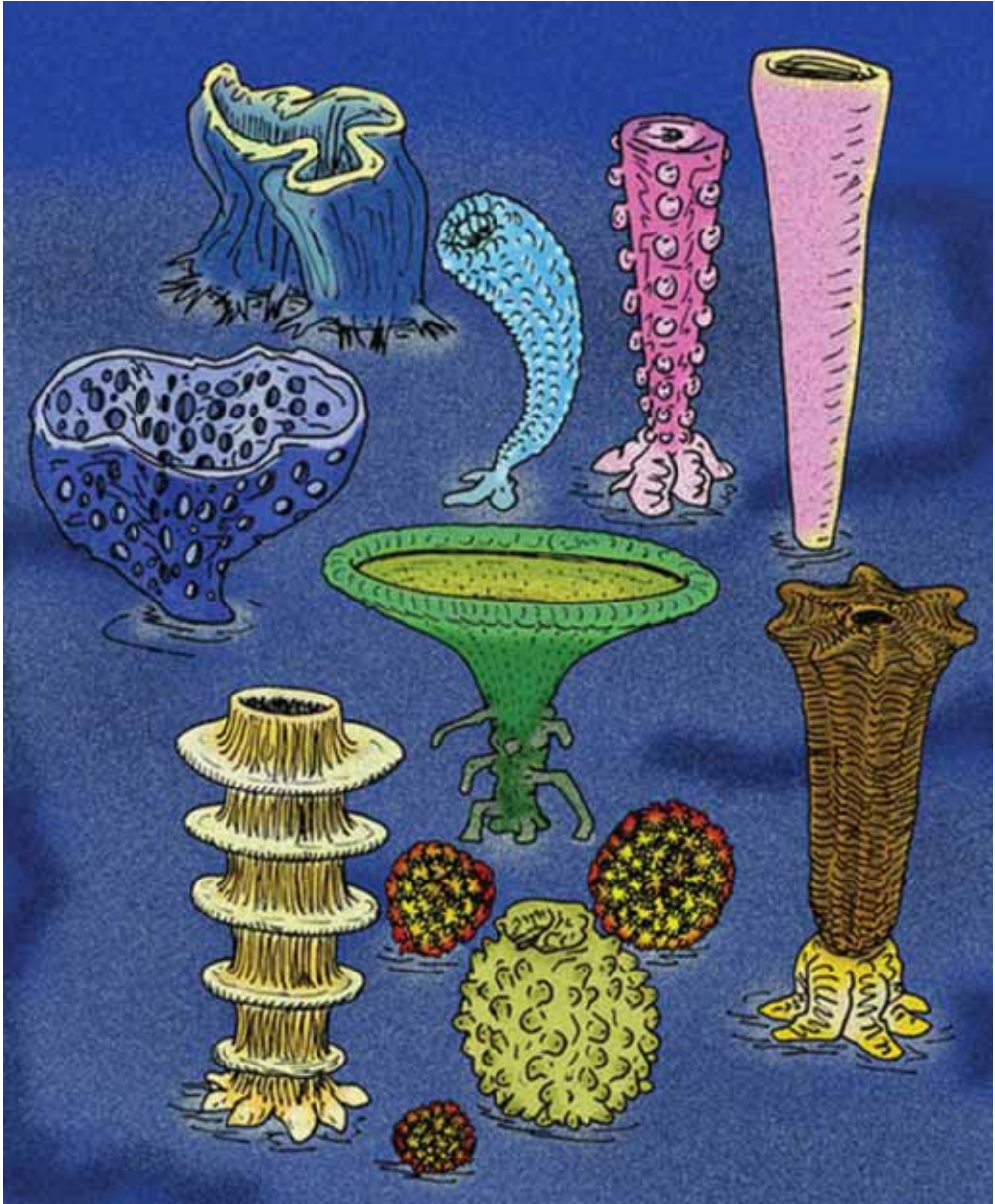
Preservados entre lajas, se han encontrado infinidad de fósiles, algunos de los cuales pertenecen a géneros de algún grupo con especies actuales, como es el caso de los moluscos, los artrópodos (cuyos representantes actuales son los insectos, arácnidos, crustáceos y miriápodos), las esponjas, los anélidos (gusanos marinos, las lombrices de tierra y las sanguijuelas) o los cordados (grupo al que pertenecen los vertebrados, en el que nos incluimos nosotros).



Reconstrucciones de los diferentes tipos de *Anomalocaris*. Estos curiosos animales eran grandes depredadores de los océanos primitivos. Tenían grandes ojos y unos apéndices alimenticios situados encima de la boca que le servían para cazar. Foto: Wikimedia Commons, autor: Renato de Carvalho Ferreira.

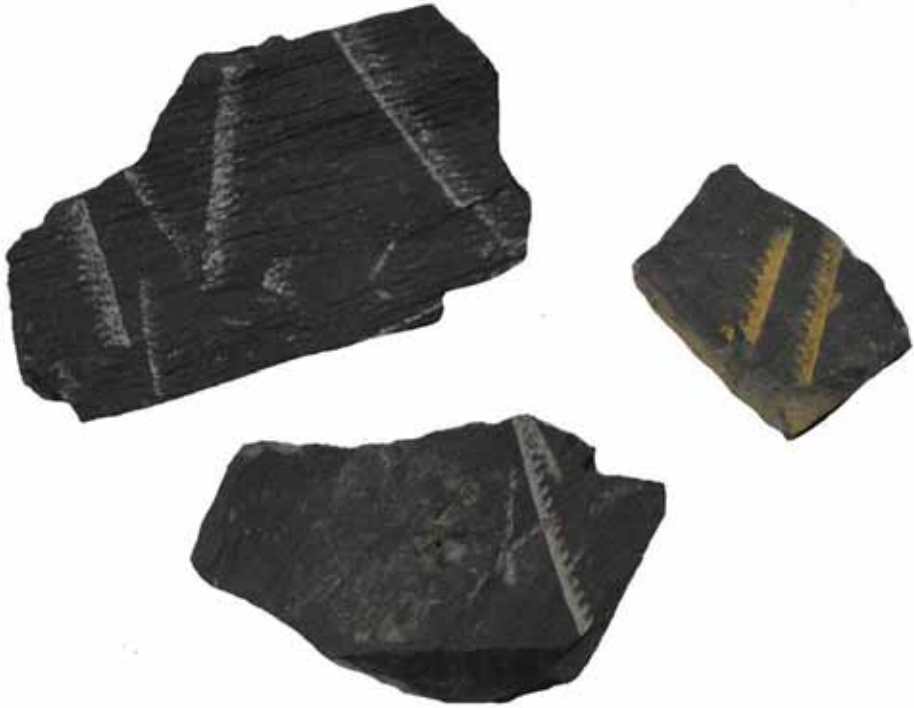
ventral del cuerpo tenía patas marchadoras para poder desplazarse por el fondo marino. Este animal, con una longitud de entre cinco y trece centímetros, fue uno de los mayores cazadores de la época, se alimentaría haciendo pasar las presas de la parte posterior del cuerpo a la cabeza (como hacen la mayoría de los artrópodos actuales). No nadaba, era un cazador bentónico (que vive sobre el suelo) que cazaba presas de caparazón duro como pequeños trilobites, ostrácodos e hyolítidos. Esta única especie, *Sidneyia inexpectans*, fue descubierta por Charles Doolittle Walcott (el mismo que descubrió el yacimiento de Burgess Shale) y significa ‘el descubrimiento inesperado de Sidney’ aludiendo a uno de sus hijos, que había ayudado a localizar el yacimiento y recoger la muestra.

Sanctacaris fue un artrópodo quelicerado que dio origen a las arañas, los escorpiones, los ácaros y las cacerolas de las Molucas. Fue descubierto en 1988 por los investigadores Derek Briggs y Desmond Collins.



Los arqueociatos eran un grupo muy importante en el Cámbrico Inferior, alcanzando numerosas formas y tamaños. En la figura podemos apreciar algunos de los tipos que había. Reconstrucción: Wikimedia Commons.

están en desuso debido a las esponjas sintéticas y a las esponjas vegetales. Personalmente creemos que las esponjas marinas no deben utilizarse, ya que el cortar de manera masiva la esponja desequilibra el ecosistema marino. Por otro lado, aunque la esponja sea capaz de regenerar sus partes dañadas, necesita de dos a cuatro años para alcanzar un diámetro de unos quince centímetros.



Fósiles de graptolitos preservados sobre pizarras. Para un ojo no experto podrían confundirse con un dibujo hecho con tiza. Los graptolitos de la imagen están alojados en varillas rectas con celdillas formando una colonia. Los organismos se alojaban en estas celdillas.

Foto: Adriana Oliver.

recuerda al musgo. Sin embargo, biológicamente no se parecen en nada. El musgo es una planta, mientras que los briozoos son animales diminutos que forman colonias y viven fijos al suelo.

Las colonias pueden ser ramificadas o incrustantes compuestas por zoecias o celdillas donde viven los individuos. Estos se denominan zooides y miden aproximadamente unos 0,5 milímetros de longitud. Cada pequeño organismo tiene un órgano para capturar el alimento, llamado lofóforo. Tiene forma de pliegue circular o de herradura y está rodeado de tentáculos que son los que atrapan el alimento, generalmente plancton, y mediante corrientes de agua lo acercan a la boca del individuo. Cuando mueren, pierden esos tentáculos, y al fosilizar solo quedan las impresiones, que recuerdan a diminutos paneles de abeja.

Los briozoos están recubiertos por una estructura protectora (llamada cístido), que forma su exoesqueleto, en el que hay un pequeño orificio por el que sale el lofóforo.



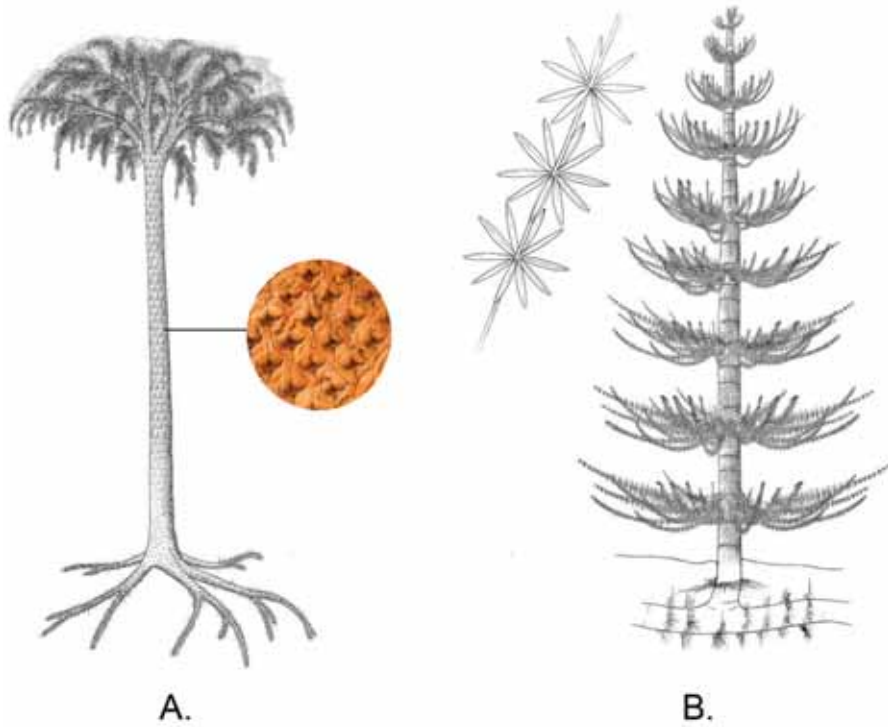
Los helechos son plantas pteridofitas que se reproducen mediante esporas. En el pasado fueron muy abundantes, sobre todo en el Carbonífero y en el Pérmico, y formaron gigantescos bosques. Foto: Adriana Oliver.

polen y las esporas son muy útiles para obtener información sobre el ambiente y el clima del pasado.

Las esporas fósiles de las pteridofitas tienen forma ovalada o esférica. En cambio, el polen de las espermatofitas tiene forma ovalada o poligonal.

Tanto las esporas como los pólenes suelen estar asociados a ambientes continentales y subaéreos, pero su facilidad de dispersión hace que también se encuentren en ambientes marinos.

Además, pueden darnos una gran información bioestratigráfica para datar la edad de las rocas. De hecho, son uno de los principales indicadores bioestratigráficos desde el Devónico



Durante el Carbonífero los paisajes estaban dominados por enormes licopodios, helechos y equisetos. A. Reconstrucción del licopodio *Lepidodendron* y detalle de su tronco fosilizado. B. Reconstrucción del equiseto *Calamites*. Foto: Wikimedia Commons, autor: Falconaumann.

Sus vecinos cercanos eran los *Calamites*, equisetos o «cola de caballo» de diez metros, con troncos alargados y unas características flores.

La gimnosperma (planta con semillas) *Cordaites* también campaba a sus anchas por el paisaje. Tenía unas sorprendentes hojas alargadas y acanaladas de entre veinte y treinta centímetros y producía semillas con forma de corazón (de ahí el nombre del grupo).

Además, los helechos son verdaderos árboles de diez metros de altura, con endebles troncos de donde salen directamente las hojas.

Esta exuberante vegetación hace al bosque agobiante e inexpugnable, pero completamente ideal para una serie de organismos, como las gigantescas libélulas, los escorpiones, las arañas, los anfibios y los reptiles primitivos.

A lo largo del Carbonífero y el Pérmico, tanto animales como plantas tenían enormes tamaños. ¿Que cómo se explica

VII

MESOZOICO: CUANDO LOS DINOSAURIOS DOMINABAN LA TIERRA

60

¿QUÉ ES UN DINOSAURIO?

Puede que los animales más famosos del registro fósil sean los dinosaurios. ¿No es así? Nos encantan cuando somos niños: son bestias feroces y con formas curiosas, que hacen volar nuestra imaginación. Y en especial, esta fascinación por los dinosaurios es muy evidente entre los niños. De hecho, se dice que los niños pasan por una edad de los dinosaurios en la que estos animales les fascinan y aprenden todo lo que pueden sobre ellos. Y a algunos no se les pasa esta obsesión jamás. ¿Qué tienen los dinosaurios que nos atrapan?

Según José Luis Sanz, catedrático de Paleontología de la Universidad Autónoma de Madrid, los dinosaurios han sustituido a los dragones en nuestra nueva mitología moderna. Son animales que resultan especialmente interesantes y atractivos por esta dualidad, formando parte de la realidad y de lo mitológico. De la realidad porque tenemos sus restos fósiles, sabemos que existieron y, de hecho, cada año se desentierran y estudian centenares de nuevos fósiles suyos. Y de lo mitológico porque nadie ha visto nunca ningún dinosaurio vivo, ya que



Ejemplar de Berlín de *Archaeopteryx*, considerada la primera ave, en el que se observan perfectamente las plumas y las características primitivas, como las garras en las alas, la cola larga o los dientes. Foto: Wikimedia Commons.

pluma solitaria. Desde entonces, se han encontrado otros once especímenes, y se les ha dado el nombre original, *Archaeopteryx lithographica*, a estos especímenes.

¿Qué tiene de especial *Archaeopteryx*? Que es un ave. De hecho, está considerada la primera ave. Pero es que además conserva muchos caracteres primitivos de dinosaurio terópodo: tiene dientes, conserva garras en las extremidades anteriores

VIII

EL CENOZOICO: LA ERA DE LOS MAMÍFEROS

71

¿EN QUÉ SE DIFERENCIAN UN ORNITORRINCO, UN CANGURO Y UN CONEJO?

La mayoría de los mamíferos que vivimos hoy a nuestro aire a lo largo y ancho del globo pertenecemos al grupo de los mamíferos placentarios. O sea, aquellos cuyas crías se desarrollan dentro del útero materno, alimentadas por la placenta. Y a este grupo pertenecemos mamíferos tan dispares como los humanos, los gatos, los elefantes, los conejos y las ballenas.

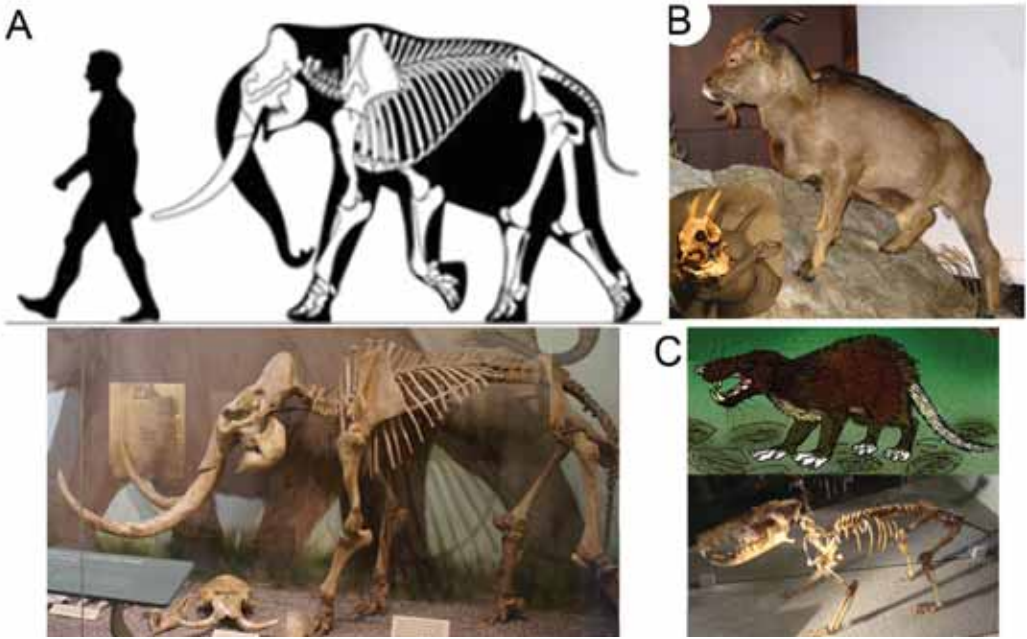
El grupo de mamíferos más cercanamente emparentado con nosotros, los placentarios, es el de los marsupiales. En ellos, el desarrollo de las crías en el útero materno se reduce muchísimo, nacen muy prematuramente, y el resto de su desarrollo tiene lugar dentro de una bolsa llamada marsupio. Allí, las crías prematuras se desarrollan agarradas a las glándulas mamarias de su madre. A este grupo pertenecen los canguros y los koalas, pero en total hay unas doscientas setenta especies de marsupiales en el mundo, repartidas entre Sudamérica y Australia. Esta distribución tan caprichosa se debe a que, durante mucho



El koala es un buen ejemplo de animal marsupial. Come exclusivamente eucalipto y vive en Australia. Foto: Adriana Oliver.

tiempo Sudamérica, al igual que Australia, funcionó como una isla, de modo que las faunas que allí se desarrollaron fueron muy diferentes a las del resto del mundo. Mientras que en el resto del mundo dominaban los placentarios, allí eran los marsupiales los mamíferos dominantes. ¡Incluso llegaron a haber marsupiales con dientes de sable, llamados *Thylacosmilus*! De hecho, aunque ahora veamos los marsupiales como formas curiosas y caprichosas, fueron mucho más diversos en el pasado. Con el tiempo, y posiblemente por entrar en contacto con especies de placentarios que pudieran ser su competencia, su diversidad ha disminuido mucho.

También son mamíferos los monotremas, que son los últimos mamíferos que ponen huevos. ¡Sí, huevos! Además, tienen todos los orificios reunidos en una cloaca, como los reptiles o las aves. Y de ahí viene su nombre. En la actualidad quedan muy pocas especies de monotremas: tan solo quedan los ornitorrincos y los equidnas. Estos mamíferos son muy curiosos, conservando caracteres muy primitivos. Por ejemplo, no poseen glándulas mamarias al uso, formando mamas, sino que poseen campos mamarios por donde exudan la leche. Sus dientes están atrofiados y sus hocicos cubiertos de una funda.

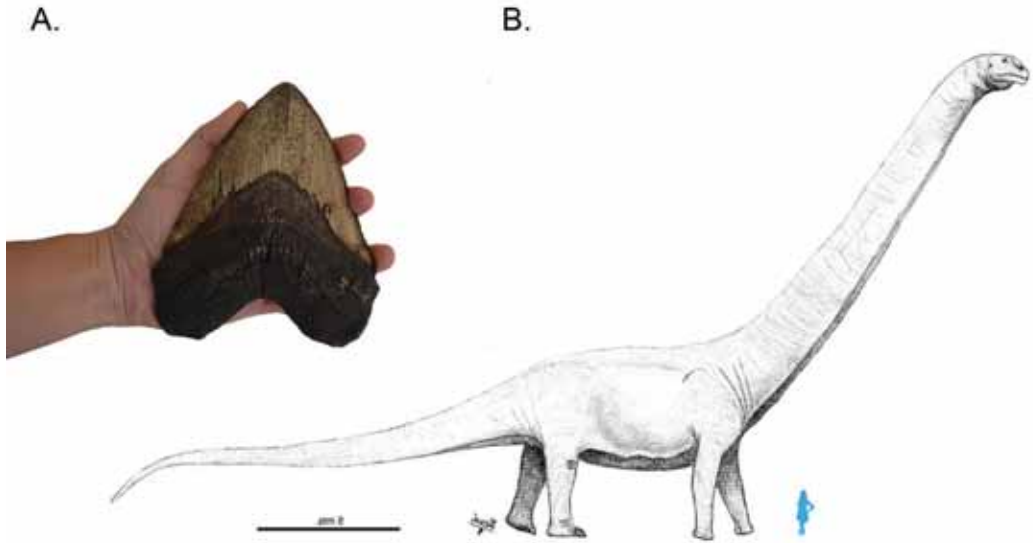


La insularidad es un fenómeno muy curioso que se da en algunas islas, que consiste en que los animales grandes sufren enanismo y los pequeños sufren gigantismo. Algunos ejemplos de insularidad: A. Enanismo del mamut pigmeo, reconstrucción y fósil. B. Cabra mallorquina *Myotragus balearicus*, reconstrucción del fósil y detalle del cráneo. C. Gigantismo del erizo *Deinogalerix*, reconstrucción y esqueleto. Fotos: Wikimedia Commons.

La rata endémica *Mikrotia* vivía bajo tierra, y también alcanzó un gran tamaño, su cráneo medía 10 centímetros. Lo más destacado eran sus dientes, muy diferentes a los de las ratas actuales, eran muy altos y estaban adaptados a una dieta muy abrasiva y para excavar y alimentarse bajo tierra.

Hemos hablado de algunos sorprendentes ejemplos de gigantismo y enanismo, ¿pero cómo es posible que ocurra esto? ¿Qué determina que algunos animales se hagan gigantes y otros en cambio diminutos? No es debido a un único factor sino a un conjunto de ellos, entre los que se incluyen el aislamiento por estar en una isla o la limitación de recursos. Estos factores limitan el tamaño, lo que permitiría explicar el enanismo.

Mientras que la falta de depredadores permite que animales que en el continente son pequeños (para poder escapar y esconderse) ahora puedan aumentar de tamaño.



Algunos animales fósiles gigantes: A. Diente fósil perteneciente al tiburón *Carcharocles megalodon*, fue el animal acuático más grande que se conoce. Cortesía de Geosfera C.B. B. Fósil terrestre más grande descubierto hasta la fecha. Perteneció al titanosaurio *Patagotitan mayorum* de casi 40 metros de longitud. Foto: Wikimedia Commons.

familia Mayo' en honor, por un lado, a donde fue descubierto (la Patagonia argentina) y, por otro, a los dueños del rancho donde fueron encontrados los fósiles. Este colosal animal vivió en el Cretácico Inferior hace unos 100 millones de años, medía unos 37 metros de longitud, ¡como dos camiones colocados uno detrás de otro y tan alto como un edificio de siete pisos!, y pesaba 70 toneladas (unos 14 elefantes africanos).

Los fósiles acuáticos más grandes que se conocen son una especie de tiburón fósil llamada *Carcharocles megalodon* que significa 'diente grande'. Este gigantesco tiburón superó en tamaño tanto al tiburón blanco como al tiburón ballena, alcanzando los dieciocho metros de longitud y unas cincuenta y nueve toneladas de peso. ¡Solo es superado por la ballena azul! Vivió entre los 16 y los 2,6 millones de años y tenía un aspecto parecido al tiburón blanco, aunque más corpulento. Al igual que él era un terrible depredador que cazaba cetáceos (delfines y ballenas), mamíferos marinos (focas y leones marinos), tortugas y peces. Vivió prácticamente por todos los océanos del mundo ocupando tanto aguas costeras poco profundas como alta mar y grandes profundidades. Por supuesto, también



A lo largo de la historia de la vida en la Tierra ha habido numerosas glaciaciones. Algunas muy importantes han sido la Glaciación Huroniana hace 2500 millones de años, el evento *Snowball Earth*, hace entre 750 y 580 millones de años, o la Glaciación Cuaternaria. Foto: Wikimedia Commons.

Tiene sentido que las glaciaciones cuaternarias fueran las primeras en descubrirse, dado que su registro es reciente y aún son visibles sus efectos en muchos lugares, como las propias marcas dejadas por el hielo en las rocas o las propias rocas y sedimentos arrastrados por los glaciares y posteriormente depositados durante el deshielo. Con el descubrimiento y descripción de estas evidencias de glaciaciones se pudieron identificar evidencias semejantes en otras épocas de la historia de la Tierra.

Entre las causas que se han dado para estas glaciaciones están irregularidades en la órbita terrestre, los llamados ciclos de Milankovic, como la variación de la distancia de la Tierra al Sol, la excentricidad de la órbita terrestre o el ángulo que forma el eje de la Tierra con el plano de traslación alrededor del Sol. Otras causas pueden incluir las fluctuaciones del CO_2 en la atmósfera debido a variaciones del ciclo del carbono; o los cambios en las corrientes marinas, en ocasiones debidas al movimiento de las placas tectónicas, con la apertura o cierre de corredores.

IX

HOMININOS

82

¿CUÁL FUE LA CUNA DE LA HUMANIDAD?

Lo primero que hay que aclarar es qué significa la expresión «cuna de la humanidad». Los paleontólogos definimos con este curioso nombre el primer emplazamiento donde se encontraron nuestros antepasados. Es decir, en qué lugar aparecieron y por qué aparecieron en ese lugar.

Todo parece indicar que los primeros homínidos, nuestros primeros antepasados, aparecieron en África y habitaron selvas húmedas y lluviosas.

¿Quieres saber por qué?, pues porque los primates más próximos a nosotros, que son los chimpancés y los gorilas, son africanos y habitan en selvas tropicales húmedas.

Los gorilas se alimentan de vegetales tiernos, en cambio, los chimpancés se pasan mucho tiempo en los árboles alimentándose de frutos maduros, que en ocasiones complementan con caza en grupo. Los primeros homínidos tenían probablemente una alimentación más parecida al chimpancé y, como ellos, pasarían mucho tiempo en los árboles comiendo e incluso dormirían en las copas.



Restos encontrados del cráneo y esqueleto de Lucy, la hembra de *Australopithecus afarensis*. Aunque apenas llegaba al metro de altura, Lucy ya era capaz de andar de manera bípeda, como los humanos modernos. Tenía brazos largos y, aunque todavía vivía en los árboles, pasaba temporadas en el suelo buscando comida y carroñeando. Foto cortesía de Geosfera C. B.



La especie *Homo ergaster* habitó los alrededores del lago Turkana hace poco más de un millón y medio de años. Uno de los fósiles más famosos de esta especie es el Niño de Nariokotome o Niño de Turkana, que falleció a los nueve años de edad. En la imagen vemos su reconstrucción y el fósil del cráneo. Fotos: Wikimedia Commons.

Los hallazgos posteriores han permitido inferir mucha más información sobre esta especie, como que tenían herramientas más especializadas. De hecho inventan un tipo de industria lítica conocido como achelense o modo 2 (caracterizada por la talla bifacial y eje de simetría). Por otro lado, al ser más altos consumían menos energía al andar. Otro rasgo muy llamativo es que al *Homo ergaster* se le representa con mucho menos vello en el cuerpo. Además, tuvieron una cohesión grupal mayor en forma de clan. Esta especie se ha datado en 1,6 millones de años.

En 1985, Alan C. Walker descubrió al oeste del lago Turkana un cráneo de 2,5 millones de años de antigüedad, perteneció



Reproducción de un *Homo heidelbergensis* del Museo de la Evolución Humana de Burgos. Actualmente esta especie tiene controversia. Según algunos científicos no sería una especie válida. Foto: Wikimedia Commons, autor: Zarateman.

En cambio, para otros, no sería una especie válida, sino que directamente sería *Homo neanderthalensis*. El equipo de Atapuerca desde el año 2014 considera que sus veintiocho ejemplares serían de esta especie. Qué complicado, ¿verdad?

Vale, ¿y entonces cómo eran los *Homo neanderthalensis*? ¿Dónde vivieron? ¿Qué aspecto tenían?

Esta especie humana, en ocasiones llamada Hombre de Neandertal recibe su nombre del valle de Neander, en



En los yacimientos de la sierra de Atapuerca, en Burgos, se han descubierto una gran variedad de especies del linaje humano, con edades que van desde el millón de años hasta los 13 500 años. Todos los veranos tienen lugar las excavaciones paleontológicas. En la imagen vemos a paleontólogos y arqueólogos trabajando en armonía. Fotos: Wikimedia Commons.



De izquierda a derecha: esqueleto humano, esqueleto de chimpancé y esqueleto de gorila. En el esqueleto humano se puede observar cómo la columna vertebral sale vertical desde el cráneo, indicando una locomoción bípeda. En cambio, en el chimpancé y en el gorila la columna sale desde un orificio que ocupa una posición posterior en el cráneo, indicando una locomoción cuadrúpeda. Foto: Wikimedia Commons.

magnun) está ubicado en una posición basal, el animal es bípedo, como era el caso de los *Australopithecus* o como hacemos nosotros, los *Homo sapiens*. En cambio, si ocupa una posición posterior el animal anda a cuatro patas, como hacen los monos, los perros o los gatos.

Además, estos primeros antepasados tenían una pelvis (huesos de la cadera) más parecida a la de los humanos que a la de los chimpancés. La pelvis es un hueso muy importante que aporta mucha información cuando se descubre en un yacimiento. Nos informa sobre el sexo del individuo, el tipo de parto, las dimensiones corporales del individuo o la locomoción. En el caso de los *Australopithecus* su pelvis, aunque primitiva, mostraba unas interesantes semejanzas con la nuestra, como la forma de andar o las dificultades en el parto.

La cadera de los homínidos es muy especial. A continuación vamos a describirla para que lo entendamos mejor. La



La ubicación de la laringe nos permite que las cuerdas vocales puedan emitir sonidos más claros. Foto cortesía de Ana Rosa Gómez.

nuestros parientes pudieron tener diferentes lenguajes. ¿Cómo hablaría un neandertal? ¿Nos podríamos haber entendido con ellos?

La culminación de la aparición de nuestro lenguaje fue la aparición de la escritura, que se ha datado hace unos 6000 años, en pleno Paleolítico Superior. ¡Pero ningún sistema de escritura puede salir de la nada! Nos referimos a ellos como protoescritura, y son unas secuencias de signos o símbolos claramente destinados a transmitir algún tipo de información, aunque probablemente no tenían un contenido que llamaríamos lingüístico. Una vez nuestra especie logró la escritura, se termina la prehistoria y empieza la historia escrita. Pero de eso ya mejor os hablarán nuestros colegas los arqueólogos e historiadores...

X

PALEONTOLOGÍA APLICADA

91

¿CÓMO SABEMOS QUÉ FÓSIL ES MÁS ANTIGUO?

Puede que alguna vez te hayas quedado observando las formaciones rocosas en una montaña. La mayoría de las veces salta a la vista que estas montañas están formadas por capas de roca. Al menos, cuando hablamos de rocas sedimentarias. Capas y capas de roca que aparecen unas encima de otras. ¿Y si nos planteamos una pregunta? ¿Cuál de esas capas se depositó antes?

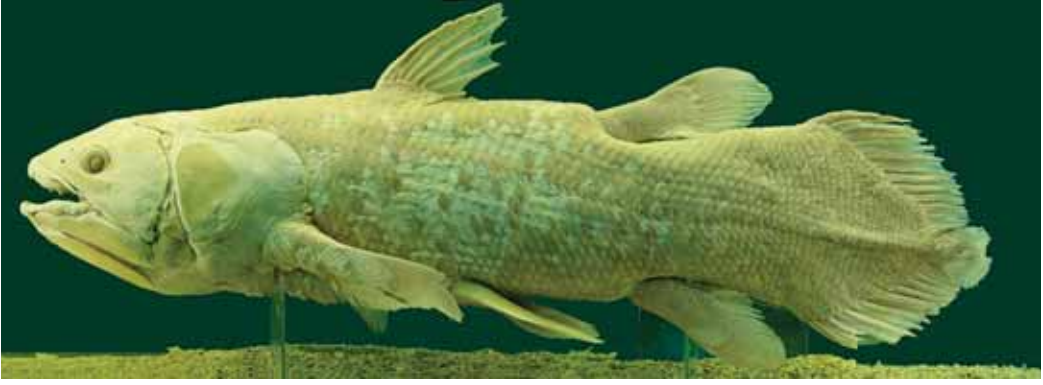
La lógica parece que nos arrastra a contestar que la capa inferior. Y así suele ser la mayoría de las veces. De esto se dio cuenta uno de los padres de la geología, el científico danés Nicolaus Steno, cuando en su obra *De solido intra solidum naturaliter contento dissertationis prodromus* enumeró los principios que tiempo después se popularizarían como los principios de Steno. El primero de ellos es precisamente que en una secuencia de capas, la más antigua, la que se depositó primero es la inferior. Y el segundo establece que estas capas sedimentarias, como se depositaron en medios acuosos, fueron originalmente horizontales. El tercero establece que esta sedimentación fue originalmente continua, interrumpida solo al llegar al límite de la cuenca.



Hormiga atrapada en ámbar. Foto: Wikimedia Commons, autor: Anders L. Damgaard.

Incluso en el caso de que un mosquito que hubiera picado a un dinosaurio quedara atrapado en resina, se conservara como ámbar y, además, este ámbar fuera muy impermeable y se conservara parte de la materia orgánica del interior del mosquito, tendríamos un problema. Y es que, como los mosquitos se alimentan de sangre, la digieren. En su aparato digestivo sus enzimas se habrían puesto a digerir la sangre del dinosaurio, por lo que es muy improbable que llegara a conservarse algún fragmento grande del ADN del dinosaurio. ¡Sería más probable encontrar fragmentos del ADN y otras biomoléculas del propio mosquito! Y aún así, sería todo un hallazgo...

A pesar de que a día de hoy resulta improbable el hallazgo de ADN de dinosaurio en ámbar, estos peculiares fósiles no



Espécimen de *Latimeriachalumnae* expuesto en el Museo Natural de Viena.
Foto: Wikimedia Commons, autor: Alberto Fernández Fernández.

de profundidad; y solo ascienden a aguas más superficiales por la noche para alimentarse, donde en ocasiones pueden ser vistos alrededor de arrecifes.

Otro caso es el de las metasecuoyas. Estos árboles se conocieron primero en el registro fósil, siendo descrito el género a partir de material fósil del Jurásico Superior en 1941. Con el tiempo se descubrieron también restos fósiles del Cenozoico, e incluso ejemplares vivos en China! Estas metasecuoyas vivas llegan a alcanzar los cincuenta metros de alto, e incluso se han empezado a usar como árboles ornamentales.

También se consideran fósiles vivientes los ginkgos, los últimos árboles de la división Ginkgophyta, que aparecieron durante el Pérmico, fueron muy abundantes en el Mesozoico, y hoy no abundan, salvo cuando se usan también como árbol ornamental. Entre los animales también consideramos fósiles vivientes los tuátaras, reptiles del género *Sphenodon* que no han cambiado su anatomía prácticamente en doscientos millones de años, y que fueron mucho más abundantes en el pasado.

Estos son solo unos cuantos de los seres vivos que no han cambiado en millones de años. Y es que, si bien solemos pensar en la evolución como un proceso de cambio constante, la naturaleza rara vez cambia, a menos que tenga una buena razón para ello. Cuando un animal tiene una característica que resulta una ventaja a la hora de sobrevivir o reproducirse, esta tiende a conservarse. Y es que, si algo funciona bien de una manera, ¿para qué vamos a cambiarlo?

XI

PRESENTE Y FUTURO DE LA PALEONTOLOGÍA

98

¿QUÉ NOS ENSEÑAN EN LOS MUSEOS?

En los museos nos enseñan gran cantidad de cosas: nos enseñan increíbles colecciones del pasado, con animales y plantas fascinantes, colecciones clásicas recogidas y recuperadas hace mucho tiempo. Nos acercan a lugares lejanos que no podríamos visitar tan fácilmente, nos enseñan recreaciones de cómo eran los animales y los paisajes en el pasado. Además, son una fuente de información y conocimiento increíble, puesto que en ellos trabaja gente muy competente, que se dedica a actualizar las exposiciones para que estén al día con los nuevos conocimientos científicos.

Si tuviéramos que definir qué es un museo y para qué sirve, una buena definición podría ser la siguiente, tal como dice la ICOM (Consejo Internacional de Museos): los museos son instituciones permanentes, sin ánimo de lucro, que están al servicio de la sociedad y su desarrollo. Pero también deben estar abiertos al público, para que la gente pueda visitarlos.

¿Sabías que los museos de ciencias tienen cantidad de funciones? La primera y primordial es la de la conservación

100

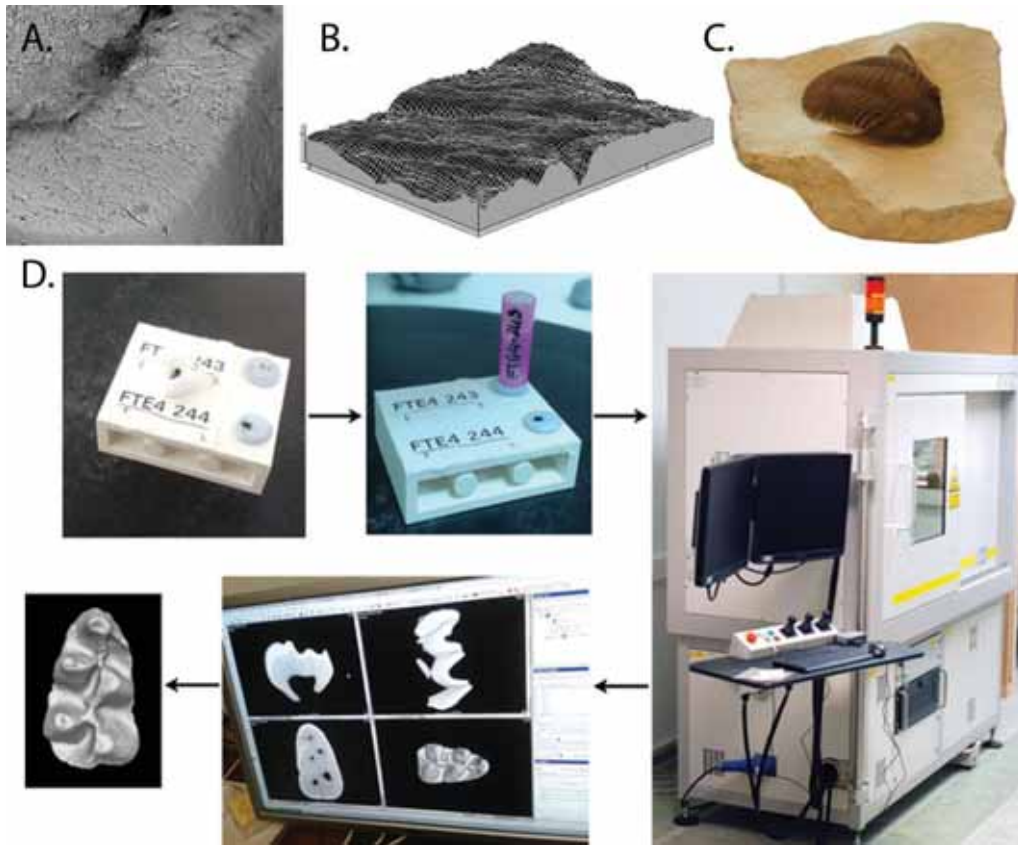
LA PALEONTOLOGÍA ESTUDIA EL PASADO, PERO... ¿TIENE FUTURO?

Claro que sí. La paleontología es una ciencia que está en continua renovación: constantemente se están descubriendo nuevos fósiles, que ponen a prueba nuestras hipótesis y teorías. Siempre se busca el eslabón perdido entre especies, pero además muchas veces esos mismos fósiles suponen un reto para averiguar a qué organismos pertenecieron y qué aspecto tenían, ya que no siempre tienen representantes actuales.

Por otro lado, las técnicas se actualizan y mejoran constantemente, y no solo las lupas, que cada vez tienen más aumentos y nos permiten obtener más detalles, sino que además siempre se están buscando nuevas metodologías de estudio. A continuación vamos a conocer mejor alguna de estas técnicas:

El microdesgaste dental es una metodología, que como su propio nombre indica, mide el desgaste de los dientes de los mamíferos. Se utiliza para inferir las dietas tanto de animales actuales como de animales que ya se han extinguido.

¿Sabías que el microdesgaste proporciona información sobre la dieta que tuvo el individuo en el período justo anterior a su muerte? Pues sí. Y es que resulta que los diferentes alimentos, al ser masticados por los animales, dejan unas marcas muy características en sus dientes. Por supuesto estas marcas son minúsculas, y solo somos capaces de verlas al microscopio. Lo curioso es que cualquier alimento deja marca, desde las frutas, las hierbas o las semillas, hasta los insectos y los pequeños mamíferos. Aunque como te habrás imaginado, en función del alimento la marca es de una manera o de otra. Contando y estudiando estas marcas podemos averiguar una gran cantidad de parámetros, desde reconstruir la dieta que tenían los animales, detectar si había estacionalidad en su alimentación (es decir, si en una época del año comían una cosa y en otra época del año, otra diferente), e incluso reconstruir las condiciones ambientales en las que vivían, ya que el microdesgaste vincula directamente el individuo con su hábitat correspondiente.



Nuevas metodologías usadas en paleontología para el estudio de los fósiles. El microdesgaste dental permite inferir la dieta de los animales y reconstruir ambientes. A. Fotografía de microscopio electrónico mostrando las marcas dentales de lirón fósil, usando la técnica clásica de microdesgaste. Modificado de Oliver *et al.* 2014. B. Análisis de textura de microdesgaste dental de una muela de primate actual usando un microscopio confocal. Modificado de Estalrrich *et al.* 2015. C. La fotogrametría permite generar modelos en 3D. En la imagen se observa un trilobites (artrópodo fósil). Cortesía de Geosfera C. B. D. Microtomografía computerizada o CT-SCAN. Proceso de escaneado de un diente fósil de hámster para obtener una imagen 3D del diente. Fotos: Adriana Oliver.

que un TAC humano, pero es un aparato más pequeño, que permite meter objetos de hasta veinte centímetros y quince kilos. Es muy útil para obtener modelos tridimensionales del interior de dientes y cráneos. ¡Te permite averiguar cómo eran las estructuras internas, si estaban mineralizadas y todo ello sin que los fósiles sufran ningún daño!

Otra técnica muy usada últimamente es la paleohistología, que consiste en estudiar los huesos fósiles, concretamente la microanatomía de estos.

AGRADECIMIENTOS

AGRADECIMIENTOS ADRIANA OLIVER

Quiero agradecer especialmente la ayuda de Iñaki Oliver y Héctor Herreras. Sin ellos este libro no habría sido posible. Quiero agradecer a mis compañeros y amigos paleontólogos su ayuda: María Ríos, Paloma López, Ana Rosa Gómez, Enrique Cantero, Susana Fraile, Verónica Hernández, Juan Cárdbaba, María Presumido y Pak Gascó. También quiero agradecer la ayuda de Antonia Pérez. A Jaime Mora quiero agradecerle el que se acordara de mí y me diera esta maravillosa oportunidad.

AGRADECIMIENTOS FRANCISCO GASCÓ

Todo gran proyecto necesita de mucho apoyo y muchas manos amigas. Sin Adri, mi otra mitad en este libro, este proyecto no habría sido posible. Y sin el apoyo de familia y amigos, que saben demasiado cómo tratarme durante mis etapas de estrés, tampoco. Mi familia paleontológica ha sido el caldo de cultivo en el que me he formado y en especial quiero dar las gracias a mis compañeros y amigos de Geosfera, Paleoymás y Grupo de Biología Evolutiva de la UNED, con quienes trabajo actualmente codo con codo. Y a ti, que estás leyendo este libro, ¡Gracias por apoyar este proyecto!

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

ARSUAGA, J. L. y MARTÍNEZ, I. *La especie elegida*. Madrid: Temas de Hoy, 1998.

Libro muy divulgativo sobre el proceso de la evolución humana y la hominización. ¿Somos tan especiales como creemos ser, o somos una mera especie más en la historia evolutiva de nuestro linaje? Los codirectores del Proyecto Atapuerca Juan Luis Arsuaga e Ignacio Martínez acercan el proceso de la evolución humana a todos los públicos en este libro, adictivo y fácil de leer.

BENTON, M. J. *Paleontología y evolución de vertebrados*. Lleida: Perfils, 1996.

Un manual de paleontología de todos los grupos de vertebrados indispensable en la estantería de todo paleontólogo o aficionado. En él se puede recorrer la historia evolutiva de los vertebrados desde los primeros cordados y peces sin mandíbula hasta la megafauna de mamíferos. Michael Benton es paleontólogo y profesor de paleontología de vertebrados en la Universidad de Bristol, Inglaterra.

Las imágenes se insertan con fines educativos.
Se han hecho todos los esfuerzos posibles para contactar
con los titulares del *copyright*.
En el caso de errores u omisiones inadvertidas,
contactar por favor con el editor.