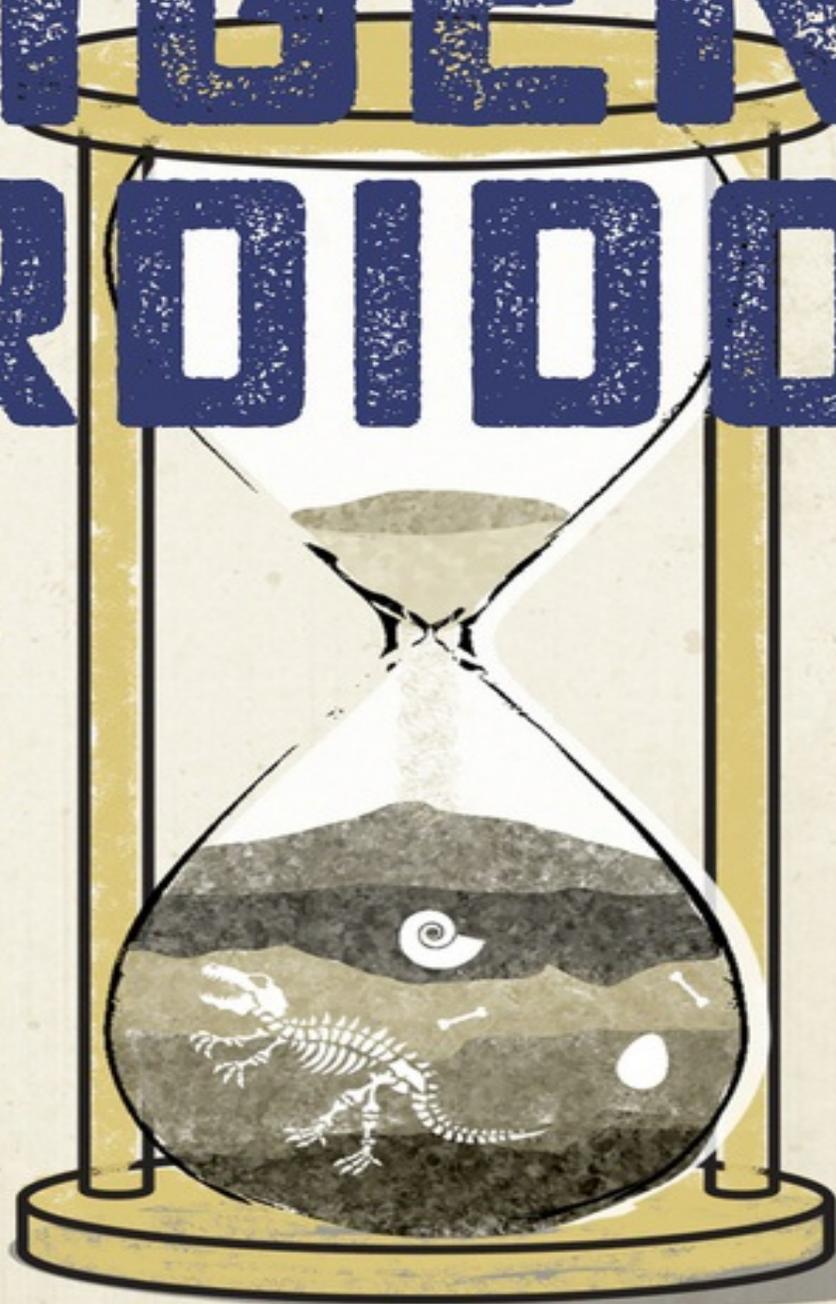


Alba Ferran Àngel
Vicente Llorens H. Luján

Tres locos por la paleontología

EN BUSCA DEL ORIGEN PERDIDO

Un recorrido de
casi 4000 millones
de años por la
historia de la vida
en la Tierra



PAIDÓS
para curiosos

Índice

Portada

Sinopsis

Portadilla

Dedicatoria

Un viaje extraordinario

1. ¿De donde sale esto de la paleontología?

2. ¡Habemus vida!

3. Grandes rasgos de la evolución de la vida en la tierra

4. Momentos de extinción y diversificación faunística

5. La colonización del medio terrestre

6. ¡Lagartos terribles!

7. Cuando los mamíferos heredaron la tierra

8. Los humanos ¿somos primates?

9. El éxodo miocénico hacia Europa

Epílogo. El futuro de la paleontología

Agradecimientos

Los autores

Notas

Nota aclaratoria

Créditos

Gracias por adquirir este eBook

Visita Planetadelibros.com y descubre una nueva forma de disfrutar de la lectura

¡Regístrate y accede a contenidos exclusivos!

Primeros capítulos

Fragmentos de próximas publicaciones

Clubs de lectura con los autores

Concursos, sorteos y promociones

Participa en presentaciones de libros

PlanetadeLibros

Comparte tu opinión en la ficha del libro
y en nuestras redes sociales:



Explora

Descubre

Comparte

SINOPSIS

¿De dónde venimos? Para responder esta pregunta, la Tierra nos permite algo muy curioso que consiste en ir rascando poco a poco hasta hallar restos fosilizados de organismos que nos dan información muy precisa sobre qué, incluso quién, había ahí.

En busca del origen perdido nos propone un trepidante viaje al origen de la vida en la Tierra en el que descubriremos de dónde venimos, cómo la madre naturaleza ha ido jugando sus cartas para llevarnos a lo que somos hoy e incluso información clave para interpretar hacia dónde vamos... ¿Volveremos a vivir una gran extinción?

Alba Vicente Rodríguez
Ferran Llorens i Carrera
Àngel Hernández Luján

EN BUSCA
DEL ORIGEN PERDIDO



PAIDÓS

Barcelona
Buenos Aires
México

*A todas aquellas criaturas que resultaron ser nuestro origen
nuestra verdadera razón de ser. En especial a nuestras
familias, amigas y amigos.*

UN VIAJE EXTRAORDINARIO

Estimado lector, estimada lectora:

Te ha caído en las manos un libro, este libro. Como autores, cómo no, te diremos que no es un libro cualquiera. Pero es cierto, ¡no lo es!

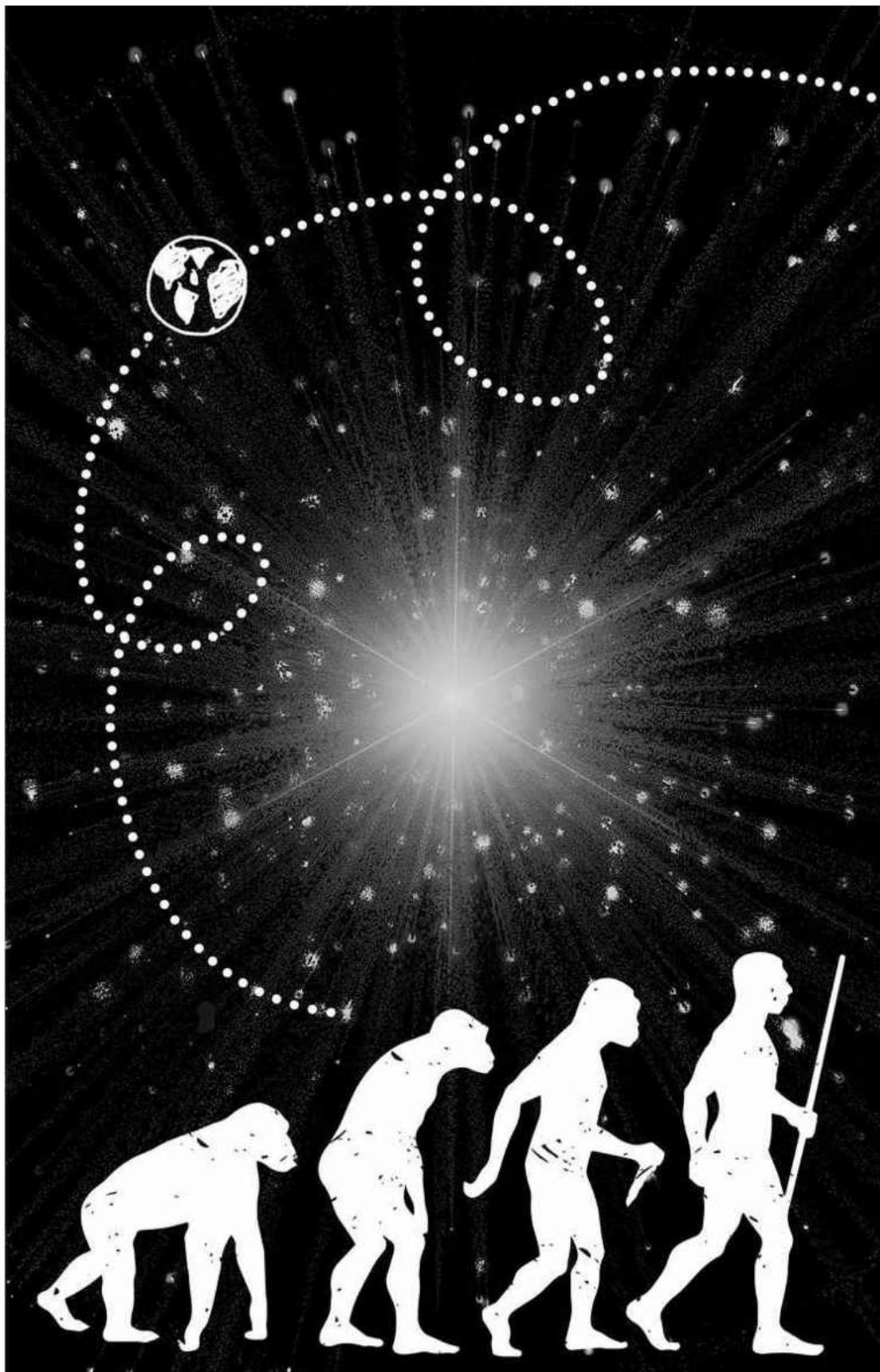
Para empezar, hablamos de algo tan serio como es la vida. Afortunadamente no nos referimos a nuestras propias biografías, si no ¡menudo bodrio! Nos referimos a la vida como hecho biológico, una vida que al final, y solo al final, hace que podamos hablar (ahora sí) de nuestras vidas como seres humanos, de la tuya, de las nuestras y de las de todos. ¿De dónde vengo yo, más allá de mi padre y de mi madre, más allá de mis abuelas y tatarabuelas? Pues sí, hablamos de hundirnos en el lodo para ir más allá de las raíces más profundas de cada árbol genealógico. Hablamos de ir en busca del momento en el que todos los seres vivos coincidimos, ¡hablamos del ORIGEN de los orígenes! Del *number one* de nuestros inicios. Y si bien sería justo pensar que tienes entre manos algo al más puro estilo enciclopédico, no te dejes engañar: aunque hemos trabajado este texto con el máximo rigor científico, serios no somos, y seriedades aquí no encontrarás.

Sí es cierto que la ciencia obliga y, como buenos paleontólogos, hay datos, muchos datos, fechas y nombres de todo tipo. No te vamos a engañar. Pero piensa que no es nuestra intención que vayas memorizándolo todo a medida que leas. Con poco nos basta. Y, por supuesto, si en algún momento

no recuerdas algún dato y lo necesitas, puedes volver al libro cuando te plazca y listos, ¡que para eso está el índice!

Tampoco vamos a poner de manifiesto descubrimientos científicos inéditos; muy al contrario, nuestra intención es dibujar esa historia vital como ha ido surgiendo a través del tiempo, realzando aquellos hechos *top* que nos hacen ver las cosas tal y como las vemos hoy.

En definitiva, nuestro objetivo es poner de manifiesto verdades como puños (hasta que alguien demuestre lo contrario, claro) y esperar que aprendas algo con todo esto. Como objetivo no está mal, eso de aprender, ¡pero es que aún hay más! Esperamos también que te unas al carro científico, que buena falta hace, porque hay espacio para todos y todas. Si avanzas en la lectura te darás cuenta de lo mucho que ha hecho la comunidad científica y lo mucho que queda por hacer. ¡Y eso podrías resolverlo tú! Trabajo infinito donde los haya, y muy bien recompensado moralmente. Si ni aprender ni unirte al equipo científico te parece suficiente, no te preocupes, a lo mejor con el libro conseguimos arrancarte alguna sonrisa y con eso, en los tiempos que corren, ya nos damos por satisfechos.



1

¿DE DÓNDE SALE ESTO DE LA PALEONTOLGÍA?

Lancemos una pregunta así, al tuntún. A ver si sabes quién fue la primera persona en llevarse unos cuantos fósiles a su casa. Si lo sabes, compártelo, porque por desgracia no tenemos ni idea. Además, no podemos pedir que el culpable levante la mano, al menos hasta que no se invente la máquina del tiempo, así que vamos a tener que ir buscando pistas por el camino. Siendo sinceros, tenemos alguna idea, pero claro, no podemos decir «la señora Juanita recogió unos fósiles años atrás». En cambio, lo que sí que tenemos claro es que seguramente lo hizo hace muchos muchos años. Miles, para ser más exactos.

Desde que tenemos cierta conciencia, los fósiles nos han llamado la atención y nos hemos sentido tremendamente atraídos por ellos; los hemos recolectado y conservado como pequeños tesoros que nos ha dado la madre Tierra. Y no hablamos solo de nuestra experiencia, en plan subidón de ego, sino del ser humano en general. Estamos casi seguros que desde que el *Homo sapiens sapiens* es el rey de la selva, se ha llenado los bolsillos de los pantalones, o de la protorropa que llevara en aquel entonces, de piedras (sí, de piedras), como si fuera una hiena carroñera. ¿Cómo que el *Homo sapiens sapiens*? Sus abuelos también. Lo que es seguro es que las formas extrañas, los diferentes colores e incluso el tacto de cada uno de los fósiles encontrados, les debieron parecer tan intrigantes como a nosotros la primera vez que vimos uno.

De entrada, hemos de tener en cuenta las circunstancias en las que se hallaban las primeras personas que se encontraron un fósil. Nuestros tataratatarabuelos y tataratatarabuelas no tenían el conocimiento actual, y a

nuestro parecer, cualquier cosa que se saliera fuera de lo común les podía generar un sinfín de preguntas a las que dar vueltas todo el santo día, intentando encontrar una respuesta. Porque la tele por aquel entonces no existía y lo de darse paseos para ir a pensar era el no va más del momento.

¿Cuál sería la reacción de uno de estos antepasados, vírgenes ante cualquier teoría evolucionista, al ver por primera vez restos de bivalvos petrificados (mejillones y almejas, entre otros) mientras caminaban en busca de algo que llevarse a la boca? ¡Bum! La semilla de la duda ha sido plantada y las miles de preguntas surgen al momento. ¿Mejillones de toda la vida, en lo alto de una montaña? Eso estaba muy, pero que muy lejos de donde habitualmente los encontraban. Pero ¿cómo era posible eso? ¿Quién en su sano juicio llevaría todos estos restos a lo alto de una montaña, tan lejos del mar? ¡Con lo que debían de pesar! Y lo más importante, ¿por qué no podían deleitarse con su jugosa carne? Con la comida no se juega, ¡eh! La respuesta a esta última pregunta es fácil: pues porque eran simplemente piedras. Ojalá lo hubiera sabido alguno antes de arriesgar su dentadura para comprobarlo.

«¿Cómo que son piedras?» Tú haznos caso, que sí, que son piedras. No seas agonías y sigue leyendo.

Retomemos la historia. Pensar que más de uno de nuestros antepasados se partió alguna que otra muela en el intento de hacerse una buena paella con mejillones de hace 60 millones de años (a partir de ahora Ma, del latín *mega annum*), duros como una mala cosa, da penita, pero algo de gracia tiene. O, por qué no, imaginarnos las innumerables historias que se debían de contar alrededor de una hoguera para intentar justificar estas rarezas, nos hace aún más gracia. Lo mejor de todo no son las preguntas que suponemos que se hacían, que en el fondo son bastante de sentido común. Lo mejor, sin lugar a dudas, debían de ser las respuestas, y como todo en la vida, cuanto más creativas, mucho mejor. Algunas seguro que eran relativamente lógicas y terrenales, ya sabes, siempre tiene que haber un hermano contenido en toda familia. Otras respuestas, por qué no, tenían que ser algo mágicas y disparatadas. Tenemos mucha fe en la creatividad y en la locura de nuestros antepasados; además, intentar justificar tales rarezas puede llegar a ser muy místico. Las pruebas nos indican claramente que el ser humano y el

misticismo son, sin duda, la pareja del año, la historia de amor verdadero más antigua del mundo, como si se tratara de una telenovela con un buen drama y una buena ida de olla.

Así que, para poder alejarnos un poco del misticismo que sinceramente nos gusta y nos repele a partes iguales, y entender un poco el origen perdido y la evolución de la vida en la Tierra, debemos adentrarnos en la paleontología como ciencia, dejándonos de puñetas mágicas y de ciencia ficción. Ahora bien, sin lugar a dudas, hemos de entender primero los conceptos básicos que rigen nuestra ciencia, y empezaremos por saber qué recórcholis es un fósil, más allá de que sea una piedra.

PERO ¿QUÉ ES UN FÓSIL?

Iremos directos al grano. La palabra *fósil* viene del latín *fossile* («que se ha de excavar»), que a su vez proviene del verbo también latino *fodere* («excavar»). Hasta aquí muchas complicaciones no se buscó Plinio el Viejo. Sí, Plinio el Viejo, del siglo i, fue el primero en acuñar este término para describir todo cuerpo extraño que saliera al excavar el suelo, es decir, los ovnis de la geología. Pero como todo, una cosa es la terminología o etimología (el origen de las palabras) y otra mucho más compleja es la definición real y actualizada de estas. A lo largo de los más de dos mil años desde su primer uso, inevitablemente el término *fósil* ha cambiado, y su definición se ha ceñido considerablemente.

Siguiendo con la idea básica de Plinio, actualmente se considera fósil cualquier resto orgánico, ya sea directo o indirecto. ¡Ay, amigo! Esto tiene truco. Podemos considerar directo todo resto, ya sea parcial o completo, de una planta o de un animal. Así pues, como restos directos incluiríamos fragmentos de hueso, hojas o troncos de un árbol o exoesqueletos de invertebrados, entre otros (cáscaras y caparazones, para que quede claro). En cambio, los restos indirectos son todos aquellos que nos indican la actividad vital de un organismo, es decir, las trazas de vida que este va dejando a su

paso. Eso incluye desde pisadas o marcas de locomoción, tanto de vertebrados como de invertebrados, madrigueras, marcas de depredación — es decir, mordiscos varios— y, en definitiva, un sinfín de posibles indicios de vida. Hay que tener en cuenta que cada fósil, ya sea directo o indirecto, puede considerarse una pieza de un gran puzzle. Pero no de un puzzle para principiantes, sino de uno de esos de miles de piezas, sin instrucciones, ni guías ni siquiera una triste foto del puzzle terminado para poder guiarnos. En definitiva, de esos que no acabas ni con la ayuda de media familia y al final las piezas terminan convirtiéndose en parte de la decoración de tu casa durante meses. Así que, si te dedicas a esto, cualquier pequeño detalle o pista bienvenida sea, ya que puede servir para completar un trocito de la historia de la vida en la Tierra, de la misma manera que una foto del puzzle acabado puede ayudarte a colocar las piezas en la posición correcta.

Volvamos a los conceptos básicos que nos interesan para entender un poco todo este lío. Tanto los restos directos como los indirectos se encuentran principalmente en las rocas sedimentarias. Estas rocas se forman tras la acumulación de partículas minerales que provienen de la meteorización o desintegración de rocas más antiguas, pero también se pueden formar gracias a la precipitación química o biológica.^[1] La acumulación de estos sedimentos en el tiempo —la sedimentación— resulta en la sucesión de diferentes estratos. Para que nos entendamos, podríamos definir como un sedimento el poso del café que se te queda en el fondo de la taza cada mañana, y los estratos, como las capas de un pastel que se van alternando piso a piso. Ay, los gastroejemplos... ¡Qué bien funcionan!

Como hemos dicho, las rocas sedimentarias contienen el mayor porcentaje de registro fósil, y eso es debido a que, para que un resto orgánico se preserve y lo encontremos hoy en día, es necesario aislarlo de los posibles agentes externos que lo puedan degradar. Es lo típico de la materia, que no se destruye, sino que se transforma..., en este caso en polvo, que para el caso, es lo mismo. El mecanismo estrella para aislar algo, ya sean los restos de la *pizza* que no te debiste comer ayer o los organismos de un ecosistema pasado, es ENTERRARLO, y hacerlo rápidamente. Enterrarlo, con muchos sedimentos, unos encima de otros, toneladas, ¡a lo loco! Además de enterrarlo, debemos

dejarlo en el olvido mucho, pero que mucho tiempo. Esto de levantar la tapa a ver qué tal se cuece, no: las manos quietas y el bicho a la olla.

Como no podemos estar con el pico y la pala enterrando bichos muertos a lo largo de la historia, el azar ha desempeñado un importante papel en la preservación de estos organismos. ¿Que el destino provoca una lluvia torrencial y nos entierra con barro un *Tyrannosaurus rex* que ha pasado a mejor vida? Pues nos viene de perlas, oye.

Cuanto antes quede enterrado mucho mejor, así la materia orgánica o las marcas de que por ahí teníamos algo vivito y coleando quedan aisladas lo antes posible de los agentes meteorológicos, las bacterias descomponedoras, los carroñeros o cualquier elemento que pueda «transformarlo» en polvo, es decir, destruir el futuro fósil. Todos estos factores externos han de quedar fuera en la ecuación de la fosilización si queremos un precioso rastro de hace 100 Ma (o más) en nuestros museos.

Ahora bien, ¿podremos encontrar fósiles en todos los recovecos de la Tierra? Tajantemente, NO. Para empezar, además de las rocas sedimentarias, tenemos las rocas ígneas y las rocas metamórficas. Las primeras se forman una vez que el magma —sí, esa pasta incandescente que sale de los volcanes— se ha enfriado y solidificado. Durante el enfriamiento de este magma o lava, los minerales se van formando a altas temperaturas y presiones, que a su vez varían en función de dónde ocurra el proceso. No está igual de calentito un magma cerca de la superficie terrestre que uno dentro del manto, el cual es un horno en el que no te querrías meter. De la misma manera, no existe la misma presión en la superficie que en el interior de la Tierra, con toneladas de peso encima.

Respecto a las rocas metamórficas, como su nombre indica, resultan de la metamorfosis de rocas ya existentes. Esta metamorfosis o cambio es provocado por la influencia de la temperatura y de la presión. Así que en pocas palabras estamos cocinando o aplastando algo mucho. Normalmente, son rocas sedimentarias a las que se somete a una elevada temperatura, debido, por ejemplo, al contacto con lava volcánica muy caliente, o alternativamente a elevadas presiones, como, por ejemplo, cuando dos placas tectónicas chocan la una contra la otra. Estas condiciones modifican la

estructura de la roca y dan lugar a nuestra pequeña metamórfica.

Los diferentes mecanismos de formación tanto de las rocas ígneas como de las metamórficas, hacen difícil la preservación de restos orgánicos en ellas. Se calcinarían y destruirían sin piedad, esto es así. Sin embargo, como hemos dicho antes, el azar desempeña un importante papel en la paleontología. En algunas ocasiones, se han podido observar restos fósiles en determinadas rocas ígneas, como pueden ser rastros de pisadas en cenizas volcánicas de algún animalito algo empanado que se paseó cerca de un volcán en erupción. Muy listo no era, pero gracias a eso tenemos indicios de que hemos tenido animales algo justitos toda la vida. También podemos ver lo que nos gusta llamar «fantasmas» en las rocas metamórficas. Estos «fantasmas» pueden ser fósiles presentes en la roca sedimentaria original que ha sufrido la misma metamorfosis que esta y que ahora solo se puede intuir que por ahí igual teníamos algún fósil, pero vete tú a saber qué. Rarezas con un porcentaje de representación muy bajo, pero que sí, se encuentran.

«Genial, entonces un fósil será todo resto orgánico o actividad de algún organismo que haya sido enterrado rápidamente bajo capas o estratos de sedimento.» Exacto, esa es la teoría básica, eso sí, los procesos de fosilización que se dan una vez enterrado el susodicho pueden ser diversos y mucho más complejos que todo esto.

Pasemos a ver cómo se cuece todo. *Cocer*, literalmente. Voz con eco, destellos y gritos: «¡La fosilización!». Amigas y amigos, aquí viene el momento crítico: cómo conseguir que un bicho muerto se convierta en piedra sin hacer movimientos extraños con una varita, al son de *petrificus totalus* («parálisis total») es algo complejo. Los procesos que se dan durante la transición entre un animalucho muerto y un fósil son lentos, pero siguen unas pautas comunes que van desde la muerte y posterior deterioro de las partes blandas de animales o plantas, el transporte y la rotura de los tejidos duros, y, finalmente, el enterramiento y la modificación de estos. Es, en este último punto, donde pasaremos de tener un resto orgánico a uno mineral, ¡*habemus* piedra! O mejor dicho, ¡*habemus* fósil! O aún mejor dicho ¡*HABEMUS CURRO!* Porque, señoras y señores, las personas que nos dedicamos a la paleontología nos encargamos de esto, de estudiar los fósiles, de teorizar sobre su origen, su

preservación y, en general, reconstruir su historia vital cual detectives.

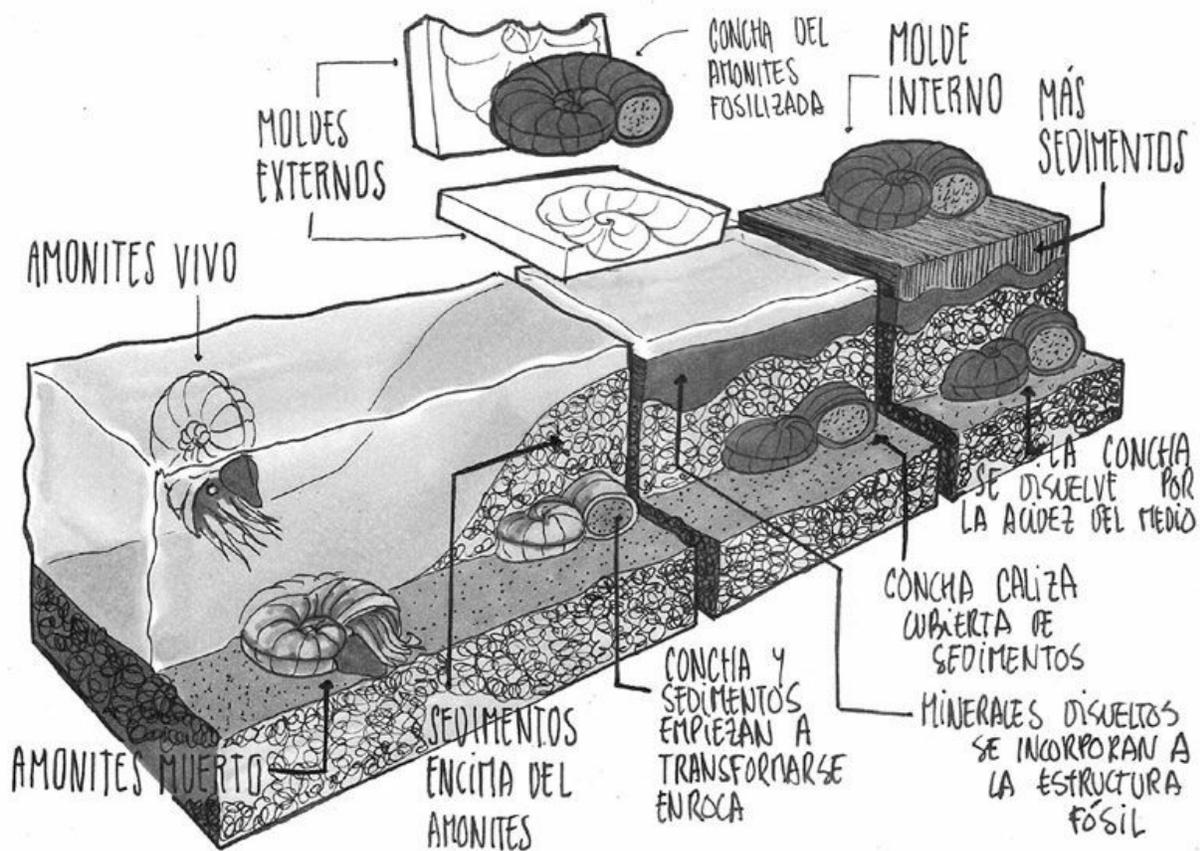
La paleontología es nuestro campo, nuestra ciencia predilecta, nos encanta. Tener curro, pagar las facturas, comer tres veces al día y viajar de tanto en tanto también, todo sea dicho. La palabra *paleontología* proviene principalmente de las palabras griegas *palaios* («antiguo») y *onto* («ser»), es decir, que estudiamos seres vivos antiguos, y así —con suerte— reconstruimos el pasado de la vida en la Tierra.

La historia vital es el conjunto de características biológicas relacionadas con la reproducción y la maduración que, desde un punto de vista adaptativo, reflejan la maximización del esfuerzo reproductivo a lo largo de la vida de un individuo.

Como buenos amantes de la novela negra, usar el concepto de *detective* para definirnos nos gusta, para qué engañarnos. Queda muy peliclesco y mola. Lo usamos principalmente porque lo tenemos bastante crudo para encontrar una libreta de notas donde salga escrita toda la cronología de la vida en la Tierra. Que sí, que fósiles hay muchos, pero cada uno es de su madre y de su padre, y muchas veces nos salen sin ton ni son, sin un aparente sentido. Así que toca ponernos la gabardina e investigar mucho y, con suerte, con mucho tiempo, sudor y lágrimas, sacaremos alguna conclusión interesante. Hay que tener en cuenta que tendremos ambientes mucho más favorables que otros para la preservación de estos seres. Nuestro registro fósil o las pistas que utilizamos para reconstruir el pasado de la vida en la Tierra son sesgados, y en muchas ocasiones tenemos vacíos en ciertos momentos. No podemos dejarnos llevar por las apariencias y debemos indagar siempre un poco más. ¡Vuelta a la gabardina!

Por ejemplo, los lagos y los mares tienen tasas de sedimentación mucho más elevadas, es decir, que las cosas se entierran mucho más rápido y, por lo tanto, todo animal que viva y evidentemente muera en estos ambientes o en

sus alrededores tendrá muchos más números de pasar a formar parte del catálogo del registro fósil. En cambio, en otras zonas, las posibilidades de enterramiento son más bien limitadas o casi nulas. Por otro lado, no todas las entidades producidas, es decir, no todos los restos de un organismo, tienen las mismas posibilidades de fosilizar. Las partes duras de los organismos, ya sean huesos, dientes o un caparazón de tortuga, entre muchos otros, fosilizan más fácilmente que las partes blandas, que se degradan con bastante rapidez.



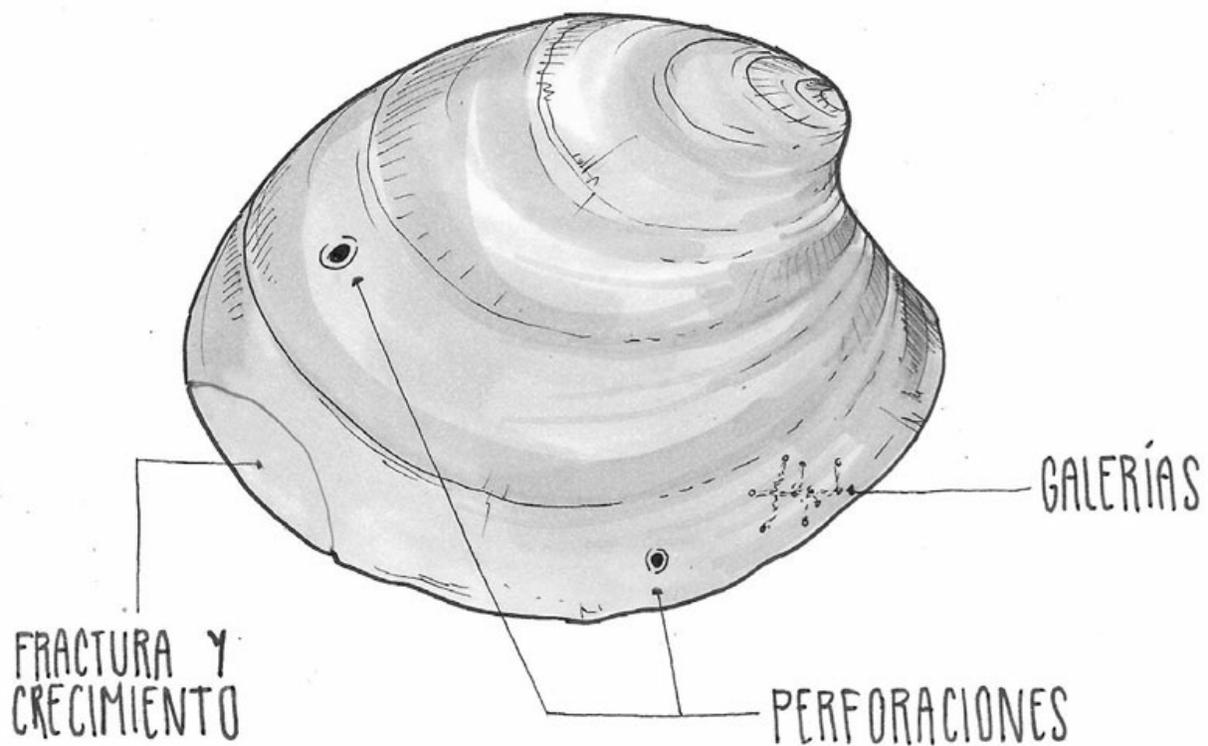
Si tenemos la suerte de que el proceso de mineralización se produzca antes que el deterioro de los tejidos blandos, podremos tener fósiles de preservación extraordinaria, que incluirían las partes blandas del organismo. ¡Si es que el registro fósil en sí está cargadito de sorpresas y con cada palada nos puede tocar la lotería! A los casos más evidentes que hemos expuesto

unas líneas más arriba, podemos añadir también restos estomacales, coprolitos (sí, excrementos fosilizados), impresiones de piel, plumas, pigmentos de coloración de estas plumas o hasta glóbulos rojos. Lo que oyes, mozo. En los últimos años se han descubierto incluso huesos de dinosaurio en los que se ha podido encontrar proteína animal en forma de colágeno. Los primeros restos descritos, que por aquel entonces parecían ser únicos, abrieron la veda a la búsqueda de tejidos como el colágeno en otros fragmentos de hueso. Nadie quería quedarse atrás en este campo, y quien la sigue la consigue, así que hoy en día ya disponemos de unos cuantos artículos que hablan del tema con nuevas evidencias, que, la verdad, impresionan bastante. Sin ir más lejos, en 2017 también se publicó sobre lo que parecen ser los restos más antiguos de colágeno, que datan del Jurásico.^[2] Viejos, viejos.

Pero tampoco nos vengamos arriba tan rápido y queramos montar nuestro propio Parque Jurásico, porque, por ahora, la probabilidad de extraer ADN y, coctelera en mano, marcarnos una clonación en toda regla, queda bastante lejos, la verdad sea dicha. Pero como hemos comentado, cada pieza del puzle nos viene genial para entender cada vez mejor a los seres vivos que habitaron la Tierra antes que la raza humana, y estas a su vez nos vienen de perlas para comparar con seres vivos actuales, como las aves u otros reptiles, así que, bienvenido sea.

Llegados a este punto, tener claro qué es un fósil y qué no ya no tiene mérito. Pero saber diferenciar un hueso de una icnita o de un tronco de árbol es solo el primer paso. El siguiente nivel es reconocer diferentes indicios, aunque no sean los más obvios a primera vista. Vamos a poner un ejemplo fácil y actual. Todos —bueno, todos igual no— los que nos hemos criado con una playa cerca, nos hemos hecho colgantes y pulseras utilizando conchas recolectadas entre baño y baño cuando éramos pequeños. Muchas de estas conchas tienen agujeritos, y como somos apañados a más no poder, los hemos aprovechado para pasar un cordel y listos, joyería primavera/verano: lista para colgar del cuello. Para que lo sepas, algunos de esos agujeros los hacen depredadores, sí, bichos que comen a otros bichos, así que si nos encontramos esa concha suelta es principalmente porque otro animal se ha

pegado un festín, y las pruebas del crimen son la huella dactilar en forma de agujero. Este método de perforar y servirse no se ha inventado ahora, así que también podemos ver estos agujeritos en conchas fósiles. Si nos ponemos en plan científico quisquilloso, en estas conchas podremos considerar que tenemos varios fósiles. El primero es el rastro directo, es decir, la concha; y el segundo, el rastro indirecto: la perforación también conocida como el agujerito de turno que ha hecho el animalejo glotón.



Vale, ahora que ya sabemos de qué hablamos, volvamos al origen. ¿Qué narices debieron de pensar esas primeras personas que vieron un fósil?

ESTO VA DE PIEDRAS MÁGICAS Y DRAGONES

Mucho antes de que se considerara la paleontología como una ciencia, o incluso de que se hablara de las primeras teorías evolucionistas, los fósiles han formado parte de nuestra cultura. Pero, como hemos dicho ya, no somos capaces de imaginar el impacto que debía tener la presencia de piedras con formas de animales y plantas en los seres humanos que las encontraron. Algunos de estos restos eran muy similares a los que los rodeaban, así que las interpretaciones podían tener más o menos sentido, o por qué no, ser del todo variopintas. Otros, en cambio, eran más raros que un perro verde, así que respuestas fáciles, lo que se dice fáciles y coherentes, no creemos que les viniera ninguna, al menos durante varias generaciones. Varias, por decir algo, porque aún hoy en día se discuten hipótesis que arrastramos de nuestros abuelos y abuelas paleontólogos.

DATO CURIOSO

Menos mal que hay gente que le pone un poco de sentido común al asunto. Si no lo hemos dicho aún, los griegos eran lo más, y entre otras muchas cosas, también atinaron al describir el posible origen de los fósiles. El señor Estrabón, que nació alrededor del año 64 a. C. (antes de Cristo: sí, sabemos que no es una medida muy científica, pero las escrituras están datadas así), es decir, más viejo que Matusalén, escribió ni corto ni perezoso diecisiete volúmenes titulados *Strabonis Rerum Geographicarum* —o La geografía de Estrabón, que lo de hablar en latín siempre le da intensidad a la cosa, pero cuesta—. En uno de sus volúmenes, hace un apunte sobre el posible origen marino de unas piedras encontradas en los bloques de roca cercanos a las pirámides de Egipto. Se trataba de Nummulites, un foraminífero (protista unicelular) que se encuentra desde el Paleoceno hasta la actualidad y que habita principalmente en medios marinos. Pero por aquel entonces, el populacho, mucho más creativo, creía que eran los restos petrificados de la comida de los currantes que construyeron las

pirámides. Forma lenticular, lentejas de piedra, fiambarrera de obreros... Acierto seguro. ¡Suerte que tenemos a los griegos!

A pesar de que poco sabemos sobre la interpretación que se les dio a los primeros fósiles encontrados, estos ya corrían por las manos de nuestros tatarabuelos (muy tatarabuelos). Algunos fósiles han sido encontrados en cuevas paleolíticas, lo cual indicaría que los llegaron a usar por aquel entonces, ya sea como elementos útiles en intercambios, ya sea como instrumentos decorativos, joyería o, cómo no, para utilizarlos en rituales religiosos o curativos. A pesar de que ciertas culturas, como la griega, ya acertaron con algunas de las teorías acerca del origen de los fósiles, la verdad es que en su gran mayoría han dominado las idas de olla y las locuras. Que si hay criaturas que se originan de manera espontánea en el barro, y que los fósiles en sí representan fallos en el proceso de creación, a teorías sobre dioses creando animales monstruosos al azar. No vamos a chivarnos de quién dijo que los fósiles representaban los restos de animales que murieron años atrás durante el diluvio universal descrito en la Biblia. Mucha gente se ha creído eso de que los bichos se quedaron haciendo cola para comprar billete para el arca de Noé, que ya tenía *overbooking*, y claro, a más de uno le pilló el diluvio así en bragas. Bueno, fue el geólogo John Woodward, allá por el año 1695. Chivatazo merecido. Tuvo sus cosas buenas, como todos, pero por aquel entonces hubo varios diluvialistas, uno de ellos el señor Woodward, que tenían una borrachera de Biblia total.

Como bien puedes deducir, el folclore popular se ha inspirado bastante en los elementos que el hombre ha encontrado a su alrededor, y los fósiles, cómo no, son el comodín para colar cualquier historia extraña. Y es que hasta hace relativamente poco, gran parte del imaginario popular se creía tan puro y creativo que solo le faltaba pedir derechos de autor para sentirse más reconocido. Pero, a ver, pensemos un poco fríamente: ¿qué es lo que más le gusta hacer al ser humano? La respuesta es fácil. Copiar, el plagio, la coctelera de ideas, señoras y señores. Inventar de cero lo hacen muy pocos, y si no, mirad hacia Hollywood para comprobarlo. Cansa mucho ser creativo.

Por eso, lo que se ha llevado durante mucho tiempo es recoger un hueso por aquí, un hueso por allá, y rápidamente montar un monstruo terrorífico que explique por qué se pierden los calcetines en la lavadora. Eso sí, hoy en día ya hemos pasado nuestra edad del pavo como especie, y después de madurar un poco, sabemos que el hombre es creativo, pero que tiene su límite. Así que ya intelectualmente crecidos, hemos empezado a mirar un poco más allá y buscar el porqué de las muchas creaciones fantásticas que recorren nuestros museos de arqueología, y que ahora sabemos que, probablemente, son el resultado de mucho tiempo libre y unas cuantas piezas de más de un puzle de hace millones de años.

Unos de esos geniales bármanes mitológicos eran los griegos, para qué engañarnos. Fuente inagotable de mitos y leyendas. Nada que envidiar a los guionistas de *Alien, el octavo pasajero*, claro que no. Que si cíclopes, que si grifos voladores, que si elefantes de guerra gigantes. ¿De dónde leches sacaban tanta inspiración? Vamos a dar una pista: llevamos hablando de ellos hace rato. Venga, otra pista: empieza por *f-* y acaba por *-ósiles*. Bien, acierto seguro. Pues sí, chaval, muchas de las descripciones de estas criaturas mitológicas provienen de zonas donde el registro fósil es elevado, y esto se ha podido saber gracias al estudio cruzado tanto de textos clásicos en los que se describen estos seres mitológicos, como de las batallas en las que los dioses se vieron involucrados, con mapas de grandes hallazgos paleontológicos.[3] Esto no ha sido un trabajo sencillo. Ha costado bastante llegar a un consenso que hoy parece estar bastante apoyado tanto por arqueólogos e historiadores como por paleontólogos.

Por si no nos crees, vamos a poner algún ejemplo de los seres mitológicos que más nos gustan, y que también son de los más conocidos: los grifos. Sí, esa quimera formada por un cuerpo de león, cabeza y alas de águila, y larga cola. Los grifos no son ni más ni menos que una invención sacada de la coctelera de ideas. La genial Adrienne Mayor, historiadora muy metida en esto del folclore, hizo sus primeras teorías acerca del origen de algunas criaturas mitológicas como el grifo. Según Mayor, las primeras descripciones de grifos hechas en el centro de Asia coinciden con zonas donde se ha descrito restos de *Protoceratops*. Los huesos de *Protoceratops* de los que

hablamos son de esos de mear y no echar gota de lo bien conservados que están, así que imaginaos la sorpresa por aquel entonces. Prosigamos. El *Protoceratops* es un ceratópsido. «¿Que qué?» Un CE-RA-TÓP-SI-DO. Es un tipo de dinosaurio herbívoro que va a cuatro patas y que se caracteriza por tener una boca en forma de pico sin dientes, una especie de volante o abanico óseo en la nuca y, en algunos casos, cuernos de diferentes tipos y tamaños. El *Protoceratops* es un ceratópsido pequeñín, muy mono, superadorable, de esos de «me lo llevo a mi casa de mascota». Tenía un volante relativamente pequeño en comparación con sus primos grandotes, entre ellos el *Triceratops*, pero las mismas características craneales distintivas. Es decir, tenían boca en forma de pico de loro (¡pista!) y un cuerpo robusto. Para los que llevan rato sospechando lo diremos claro. ¡Eureka! De ahí viene esa cabeza tan característica del grifo. El cuerpo ya es otra cosa: el *Protoceratops* alas como que no, y como hemos dicho, tenía un cuerpo más bien robusto. Así que como tiene pico de águila, pues se le ponen alas también. El resto ya fue un total despropósito, añadiendo un cuerpo de león para salir del paso y listos.

¡Claro que sí! Ya tenemos grifo cual cóctel de esos de muchos colores, pero que dejan una tremenda resaca al día siguiente.

han seguido patrones de creación muy similares. ¿Que vemos un cráneo raro de narices con un único orificio frontal? Pues no pensaremos que es un elefante, no, decimos que es de un señor muy grande que tiene solo un ojo y apañados vamos. ¡VIVAN LOS CÍCLOPES! Otros eureka no han sido tan apoteósicos: la presencia de mamuts pudo ser la inspiración para la creencia de que existían elefantes de guerra gigantes, el terror de cualquier ejército, vamos. Estas ideas, quieras o no, son algo más discretas. Igual les debió de pillar sin inspiración ese día, vete tú a saber.

DATO CURIOSO

Por cierto, ¿sabes quién fue Leonardo Da Vinci? Suponemos que te suena bastante el nombre. Este señor, pues, cómo lo diríamos, lo fue

todo, porque aparte de pintor era escultor, arquitecto, filósofo, inventor, científico, así en general, y bueno, para qué engañarnos, un largo etcétera de profesiones. Más que un *curriculum vitae* el suyo parece un listado de carreras universitarias. A lo que íbamos, Da Vinci, que no tenía suficiente con sus obras de arte y con ser un genio renacentista, también se marcó unos bailes en el campo de la paleontología.[4] Hay que decir que sus observaciones como naturalista fueron bastante acertadas. En sus libros de notas se observa perfectamente el dibujo del Paleodictyon, un icnofósil con una geometría fractal muy característica. «¿Fracta qué?» Un fractal es un cuerpo geométrico que se repite. Paleodictyon, en este caso, es similar al panal de una abeja, con múltiples rombos repetidos. ¡Reconocer estos restos en sus libretas fue toda una sorpresa, ¡y no fue la única!

En otras partes del mundo, sin embargo, el origen de los fósiles importaba menos. Que sí, que todos coincidían en que provenían de criaturas mágicas, pero vamos a lo importante de verdad: ¿se pueden vender?, ¿se pueden usar para algo? Si vienen de criaturas mágicas, tienen propiedades mágicas ¿no? Dime, Dios del capitalismo, ¿para qué nos envías esto si no es para forrarnos todos? La respuesta fue rápida, y vino en forma de sanidad pública, y no la nuestra en forma de colas interminables, la pública de verdad, la de la calle, la del boca a boca. Por ejemplo, la medicina tradicional china sigue usando aún hoy restos de fósiles con un uso medicinal. Estos se han interpretado en muchos casos como huesos de dragón que sirven para prevenir y curar enfermedades de corazón, riñones, hígado o intestinos. Solo hay que seguir la receta mágica para consumirlos y listos. Ni farmacia ni leches, polvo de dragón. Pero no ha sido únicamente la civilización china la única que ha usado fósiles en sus recetas medicinales o que les ha otorgado propiedades mágicas. Otras civilizaciones a lo largo de la historia de la humanidad se han subido al carro de la magia y la santería, ya sean los chamanes de las tribus nativas americanas, los marineros ingleses o los religiosos cristianos de toda Europa.[5] No se salva casi nadie en esto de creer que los restos petrificados

de criaturas pasadas pueden aliviarnos de algún que otro mal.

Por suerte, cada vez son menos personas las que otorgan propiedades mágicas a los fósiles, y esto ha sido en parte gracias a nuestros abuelos y abuelas. Y no nos referimos a nuestros yayos y yayas, los que nos compraban helados a escondidas y nos venían a buscar al colegio. Nos referimos a nuestros abuelos científicos. Sí, yayo Darwin, yaya Anning y el resto de la compañía. Sus ideas trajeron loca a la comunidad científica, pero hoy en día no haríamos nada sin sus teorías.

LOS ABUELOS Y LAS ABUELAS DE LA PALEONTOLOGÍA

En algún momento de la historia de la paleontología pasamos de dar palos de ciego a empezar a hacer propuestas bastante interesantes, que, como ya hemos dicho, en la actualidad se han convertido en la base de cualquier paleontólogo y paleontóloga. Dónde poner ese límite es un poco complicado. ¿Podemos considerar las primeras teorías acerca de animales de piedra como el inicio de la paleontología como ciencia? Pues igual es pasarse un poco, pero no vamos a ser los que digamos: «¡He aquí el inicio! ¡Todo lo anterior a este momento son mamarrachadas de locos! ¡Sacrilegio! ¡Herejía!», y un largo etcétera de blasfemias para mostrar nuestra indignación a quien nos lleve la contraria. Como puedes intuir, a lo largo de la historia hay quien acierta y hay quien se le va de las manos, eso sí, entre pitos y flautas, siempre ha habido teorías bien encaminadas en esto de identificar los fósiles como lo que son: restos de organismos de otras épocas.

Para hacernos una idea, por un lado tenemos algunos aciertos como los de Estrabón (64 a. C.) al identificar restos fósiles de las pirámides de Egipto como Nummulites, o los de Heródoto (485-425 a. C.), que concluyó que estos fósiles, ya bien identificados por Estrabón, indicarían que el mar una vez ocupó lo que ahora es tierra firme. A su vez, tenemos las ideas de Aristóteles (384-322 a. C.), que nos vino a contar lo de que los animales salen

del barro en plan orcos de *El señor de los anillos* y que los fósiles son abortos, así, hablando rápido y mal. Aquí cada uno ha dicho lo que le ha venido en gana durante cientos de años, así que cada uno ponga donde crea conveniente el límite entre las locuras folcloristas y las teorías científicas con pies y cabeza.

Para que no nos lluevan las críticas en plan «¡claro que hay un momento clave!, paleontólogos de poca monta» —respuesta que, por un lado, nos rompería el alma, y por otro, rápidamente nos mandaría al rincón de llorar—, vamos a contar algunos hechos que han supuesto un importante empuje. Empuje del bueno, no solo para los paleontólogos de hoy en día, sino que han significado un cambio brutal en el paradigma de la evolución de la vida en la Tierra. Y vamos a matizar, porque, a pesar de que actualmente podamos considerar ciertas teorías como superválidas, las hostias que se llevaron sus promotores fueron de escándalo. La comunidad científica no siempre es amabilidad y buenas maneras, que si hay que darle palos a alguien y llamarlo loco se hace, ¡eh!, no nos quedemos cortos en esto de menospreciar teorías que no son la nuestra, milongas las justas y a la guillotina o a la hoguera rápido. Así que..., fácil, lo que se dice fácil, no lo tuvieron. Pero como hemos repetido mucho, a cabezotas no nos gana nadie, y mira por dónde, ahora son, cómo diríamos..., pues los Superman y las Wonder Woman, en versión probablemente menos atractiva, pero mucho más interesante, oye.

A ver por dónde empezamos... Por 1669, ¡ea! En ese maravilloso año, Nicolás Steno dijo que las glosopétreas, descritas mucho tiempo atrás por Plinio como lenguas humanas caídas del cielo durante los eclipses, se parecían a dientes de tiburón, pero que por sus marcas intuía que seguramente eran más antiguas que las actuales. Minipunto para Steno y colleja para Plinio, ay, este hombre nos dio una de cal y una de arena. En este libro verás que el tiempo es muy relativo y que comparado con el tiempo geológico contado en millones de años, cientos de años son nada. Pues eso, un poco después, tras la publicación en 1749 de *Histoire naturelle*, de Georges Louis Leclerc, conde de Buffon, las teorías diluvianas se ponen en duda. ¡Aplausos, leches, que esto es muy grande! Poner en duda la Palabra de Dios en un mundo tan católico tiene mucha traca.

Algo después, en 1812, Georges Léopold Chrétien Frédéric Dagobert Cuvier —Cuvier para los amigos, porque no veas con el nombrecito— dijo que los fósiles eran animales que habían muerto hacía ya mucho tiempo. Junto con el geólogo William Smith, llegó a la conclusión de que estos restos de animales pasados, encontrados en las formaciones rocosas, se podrían utilizar como referencia para otorgar una edad a los sedimentos. Así nació la base de la bioestratigrafía, es decir, la ciencia que se encarga de datar estratos en función de su contenido fosilífero. Cuvier era muy majo, y hoy en día se lo considera un poco el padre de la paleontología. Sin embargo, el colega, a parte de las cosas interesantes que dijo, también tuvo alguna que otra patinada, sobre todo debido a sus flirteos con algunas ideas catastrofistas. «Ya tardáis en volver a sacar a relucir los entresijos de la Biblia, eh...», pensarás. Las ideas que lanzaba la Iglesia al respecto tenían mucho poder en ese tiempo, e incluso Cuvier llegó a tirar por el suelo las primeras ideas evolucionistas presentadas por Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet Chevalier de Lamarck, ¡Lamarck sin más! Estos dos eran una real pesadilla para los pobres funcionarios del registro.

Por suerte, para Lamarck y para el futuro de la paleontología, por aquella época también surgieron muchos naturalistas y geólogos que aportaron mucho y se alejaron de las olas diluvianas y catastrofistas inspiradas en la Biblia. Poco después de las ideas de Cuvier, Charles Lyell publicó *Principles of Geology, Principios de Geología*, donde incluyó teorías sobre sedimentación y formación de los estratos, más allá de las teorías catastrofistas de la época.

Lo de Lyell marcó mucho a la comunidad científica, le tocó el corazón incluso al señor Darwin —sí, el famoso, el de la etiqueta de la botella de anís—. A mediados de 1800, Charles Darwin suelta la gran bomba. ¡La teoría de la evolución! Esta se incluyó en el *best seller* titulado *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*, traducido algo así como *El origen de las especies por medio de la selección natural o La preservación de las razas favorecidas en la lucha por la vida*. Obviamente, el equipo de marketing de aquel entonces le dijo que ni hablar del peluquín, que no le iban a poner ese

nombre, que se quedaban con *El origen de las especies*, que tiene más tirón y que lía menos al mercado. Fue publicado en 1859, y eso sí que supuso un antes y un después para todos, se crean las teorías propuestas o no. Porque, claro, si uno dice que las especies evolucionamos de nuestros antepasados..., otro tiene que defender todo lo contrario, ¿no? ¡He aquí el resurgir de los creacionistas! En fin, que Darwin dijo en pocas palabras que las especies evolucionan gracias a la selección natural, que no era que otra cosa que una batalla entre el mejor equipado y, digamos..., el menos aventajado. El ganador se lleva un boleto dorado que abre las puertas de su material genético a la siguiente generación, y así un no parar de luchas constantes por ser el mejor. Esta idea de las herencias genéticas fue estudiada por el señor Gregor Mendel, con sus famosos guisantes, allá por 1866, con resultados que más de uno se pasó por alto, todo hay que decirlo, pero que hoy en día se estudian en todos los colegios.



Mientras se gestaba la teoría de la evolución, los descubrimientos de

fósiles chanantes no cesaron. A principios de 1800, la familia Anning, con su negocio de venta de fósiles, hizo los primeros descubrimientos de ictiosaurios. En concreto, la señorita Mary Anning —a la cual podemos considerar la primera paleontóloga de la historia— se pateó ella solita, acompañada de su fiel perro, los acantilados de Lyme Regis, en Inglaterra. Hoy en día se conocen estos depósitos jurásicos bastante bien, gracias en parte a los grandes descubrimientos de reptiles marinos que hizo Mary. Ya en 1841, Richard Owen describe «lagartos terribles», así, sin tapujos. En realidad lo que tenía entre manos eran restos de dinosaurios, tanto huesos como icnitas, ¿recuerdas? Pisadas y restos de vida indirectos. También encontró restos de reptiles voladores (pterosaurios) y reptiles acuáticos, mayoritariamente marinos (plesiosaurios, mosasaurios y, como los Anning, ictiosaurios). A finales de 1800 ya teníamos unos cuantos estudiosos en el campo de la paleontología de dinosaurios y otros grandes reptiles que se peleaban por la fama, entre los más conocidos, el señor Othniel Charles Marsh y su archienemigo Edward Drinker Cope.

Ya casi entrando en el nuevo siglo, en 1891, Eugène Dubois describe los primeros restos de nuestro querido *Homo erectus*, ¡ay, qué bonito! No nos adelantemos a los capítulos venideros, solo deciros que el *Homo erectus* iba ya erecto, es decir, caminaba a dos patas (mal pensados). Tenía la cara simiesca, como de faltarle un hervor, y unos huesos craneales bastante gruesos y marcados, como para romper sandías a cabezazos sin hacerse ni un rasguño. Dubois, el muy chistoso, lo bautizó como *Pithecanthropus erectus*, algo así como «el mono hombre que camina erguido», aunque también se conoce como «el Hombre de Java», porque sencillamente se encontró ahí, en la isla de Trinil, en Java (Indonesia). Como vemos, hay veces que complicaciones, las justas, en esto de poner nombres.

DATO CURIOSO

Allá por 1677, el reverendo inglés Robert Plot describió en su libro

***Historia natural de Oxfordshire* un fragmento petrificado de lo que él interpretó como la parte distal de un fémur de elefante, la parte que está tocando la rodilla, para entendernos. Plot, siguiendo el método de anatomía comparada —vamos, que comparó esta muestra con restos de elefantes actuales— vio que tanto la forma como el tamaño del fragmento no se parecían en nada. Después de este primer intento de atribuir este fragmento óseo a algún animal, buscó una posible respuesta en lo que por aquel entonces era la fuente de conocimiento supremo, ¡LA BIBLIA!, claro que sí. De entre todas las criaturas extrañas que se presentan en las Sagradas Escrituras, a Plot le llamaron la atención Matusalén y compañía. Hombres grandes (grandes en tamaño también) y longevos (viejos a más no poder), y le vino la inspiración divina. ¡Gigantes! Lo que habían desenterrado no era el fragmento de un animal cualquiera, ¡era un trozo de gigante! Ahora todo tiene mucho más sentido, di que sí.**

Casi noventa añazos después, la identificación de este fósil aún estaba en el aire, y en 1763 el físico y naturalista Richard Brookes volvió a estudiarlo. No hay que emocionarse tan pronto, porque el asunto trae cola. Brookes, ni corto y ni perezoso, lo bautizó con el nombre de *Scrotum humanum*. No sé si hace falta explicarlo: gigantes + *Scrotum humanum...*, hazte una idea. Algunos autores defienden a Brookes diciendo que el nombre se puso por su parecido razonable, pero sin ninguna intención de describirlo como un *Scrotum humanum* como tal. Misterios. Por suerte, en 1824, este fragmento óseo se describió como un fragmento de *Megalosaurus*, considerado el primer dinosaurio descrito formalmente. Y sí, Plot tenía parte de razón: se trata de un fragmento distal de un fémur.

No es el *Homo* más antiguo que conocemos, pero supuso un descubrimiento muy importante por aquel entonces, ya que abrió la puerta para que muchas personas se adentraran en el mundo de la paleoantropología y la paleontología, especializándose en la evolución de nuestro linaje. Estos

últimos hicieron descubrimientos muy interesantes sobre la línea evolutiva hombre/mujer. En 1925, Raymond Arthur Dart hipotetizó sobre el posible punto de unión entre los seres humanos y el mono gracias al hallazgo de un cráneo de australopiteco. No fue hasta 1975, sin embargo, cuando el señor Donald Johanson describió a la famosa Lucy. Como sabemos que esto te sabe a poco porque somos un poquitín egocéntricos, más adelante tenemos unos capítulos calentitos en los que hablaremos un poco más sobre el origen y la evolución del ser humano y, así, todos contentos.

Ya en una época más moderna, la biología y la paleontología, la cual está dentro de la geología, se distanciaron un poco. Durante un tiempo, los profesionales de la biología creían que la paleontología era una ciencia menor, descriptiva y poco interesante. Nos menospreciaron, hablando claro. Pero ahora, los paleontólogos provienen de estas dos ramas de la ciencia, la biología y la geología, que, aunque parezca un tanto extraño, están bastante vinculadas. Durante el siglo xx, el descubrimiento de la radioactividad y, en consecuencia, la datación radiométrica, ayudó bastante a mejorar las dataciones y a delimitar un poco la sucesión en el tiempo entre las especies. Honestamente, esto nos ha ayudado mucho. Se consolidaron ideas, porque menudo caos había antes, y se establecieron tablas de datación que aún hoy se usan en todo el mundo. Una de estas tablas, algo resumida —todo hay que decirlo—, la hemos añadido amablemente en la página 276. Te recomendamos que la mires con calma y mucho cariño, que te armes con un buen lápiz para apuntar todo evento que te interese en ella y que al final la disfrutes con orgullo.

La paleontología sigue proliferando, y mucho. Ahora somos cientos de investigadores e investigadoras los que vamos perfeccionando y ampliando el conocimiento. Somos mejores detectives porque tenemos más datos, es decir, más pistas. Las piezas empiezan a encajar pero, ¡ay, madre!, aún tenemos muchos problemones que arreglar. La fama aún no ha llegado a nuestro campo, por desgracia, aunque sí disponemos de importantes rostros públicos, como el de Stephen Jay Gould —un gran divulgador científico— o Jack Horner —conocido por colaborar con taquillazos cinematográficos.

LA PALEONTOLOGÍA POPULAR Y LA GENERACIÓN *JURASSIC PARK*

Que no nos embauquen, la paleontología no se hizo popularmente conocida por los descubrimientos de Buffon, Cuvier, nuestra amada Mary Anning o incluso Darwin. La paleontología se ha hecho popular, como todo, gracias a la televisión y al cine. Somos sin lugar a dudas la generación de *Jurassic Park (Parque Jurásico)*, la película de Steven Spielberg, porque de la novela de Michael Crichton poca gente habla. De pequeños, nos enamoramos de la *Triceratops* enferma, del gigante *T. rex* y del *Velociraptor* abriendo puertas, los muy jodidos. Pero es que, claro, nuestra quinta ya llevaba tiempo obsesionada con Piezitos y compañía escapando de la extinción, o viviendo la vida cotidiana de Pecesaurio y su familia. Vamos, que, en definitiva, nos dieron un sinfín de bofetadas en forma de ciencia ficción que nos marcaron mucho. Bueno, nos marcaron... nos TRAUMATIZARON, sí, la palabra correcta es *trauma*. Qué me estás contando de la madre de Bambi, lo que nos hizo daño de verdad fue ver a Piecito sin su madre, dando vueltas por ahí sin un GPS en condiciones. Qué injusticia más grande.

Ese fue, en definitiva, nuestro caldo de cultivo personal, y, en parte, el empuje para que muchos decidieran embarcarse, ya crecidos, en la aventura de estudiar una carrera de ciencias. Como ya hemos dicho, fósiles hay muchos y muy diversos, lo que da lugar a numerosas disciplinas en las que centrarse. ¿Qué te gustaría estudiar tortugas fósiles?, adelante. ¿Que, por el contrario, lo que te gustan son los dientes de ratón?, también adelante. ¿Que en realidad a ti lo que te gustan son las flores? Pues a paleobotánica que vas. A pesar de la disciplina que escojas, desde las poco comunes a las más famosas, como el estudio de dinosaurios o primates, te aseguramos que la carrera la llevarás con orgullo, sin vergüenza alguna. Tenemos *merchandising* por un tubo, nos suscribimos a las revistas más importantes, y llevamos camisetas de museos de ciencias naturales como si fuéramos *hooligans* de un equipo de fútbol; y sí, nos creemos muy guais llevándolas,

así que no sufras. Para más inri, se ha de tener en cuenta que cada vez que decimos que somos paleontólogos, las preguntas referentes al famoso filme se disparan y, sí, al final todos respondemos como si fuéramos el doctor Alan Grant o la doctora Ellie Sattler de turno. Así, a lo loco.

Pero, claro, si los griegos entre otros ya utilizaron los restos fósiles de megafauna como fuente de inspiración para multitud de seres mitológicos, ¿qué esperábamos de Hollywood? Evidentemente, no hemos sido la única generación influenciada por el uso y abuso de los frutos que la paleontología ha dado al mundo. Ya en la novela de sir Arthur Conan Doyle, *The Lost World* o *El mundo perdido*, publicada en 1912, podemos leer sobre grandes dinosaurios y otros animales «prehistóricos» conviviendo así, sin más, incluso compartiendo escenas cotidianas con nuestros tatarabuelos los neandertales. Hagamos un breve inciso aquí, porque esto sí que no lo podemos pasar: lo del concepto *prehistórico* y su uso como comodín, tiene traca.

El término prehistoria se refiere tanto a una etapa de la historia que tradicionalmente ha estudiado a los seres humanos y su cultura, desde sus orígenes hasta la aparición de la escritura, como a la disciplina científica que la estudia.[6]

Es decir, que hasta que nuestros antepasados peluditos no aprobaron primaria y aprendieron a escribir un poquito, no lo consideramos Prehistoria, el parvulario de la historia del ser humano. Por lo tanto, podríamos decir que todos aquellos animales y plantas coetáneos a este período de tiempo, serían la flora y la fauna prehistóricas. Dentro de la Prehistoria podremos incluir el Paleolítico y el Neolítico, también conocidos como la Edad de Piedra, y, finalmente la Edad de Bronce y la Edad de Hierro, pero todo esto ya se explicará más adelante, cuando hablemos de los primeros homínidos (término para referirnos a todos los primates de la familia *Hominidae*) y de su

evolución.

A pesar de que la teoría está clara, tanto en la literatura como en el cine de ciencia ficción se utiliza este término como un cajón de sastre que lo incluye todo. Sinceramente, es un despropósito que no deja títere con cabeza y que tanto le da poner a un dinosaurio jurásico que a un diente de sable del Mioceno en el mismo carro.

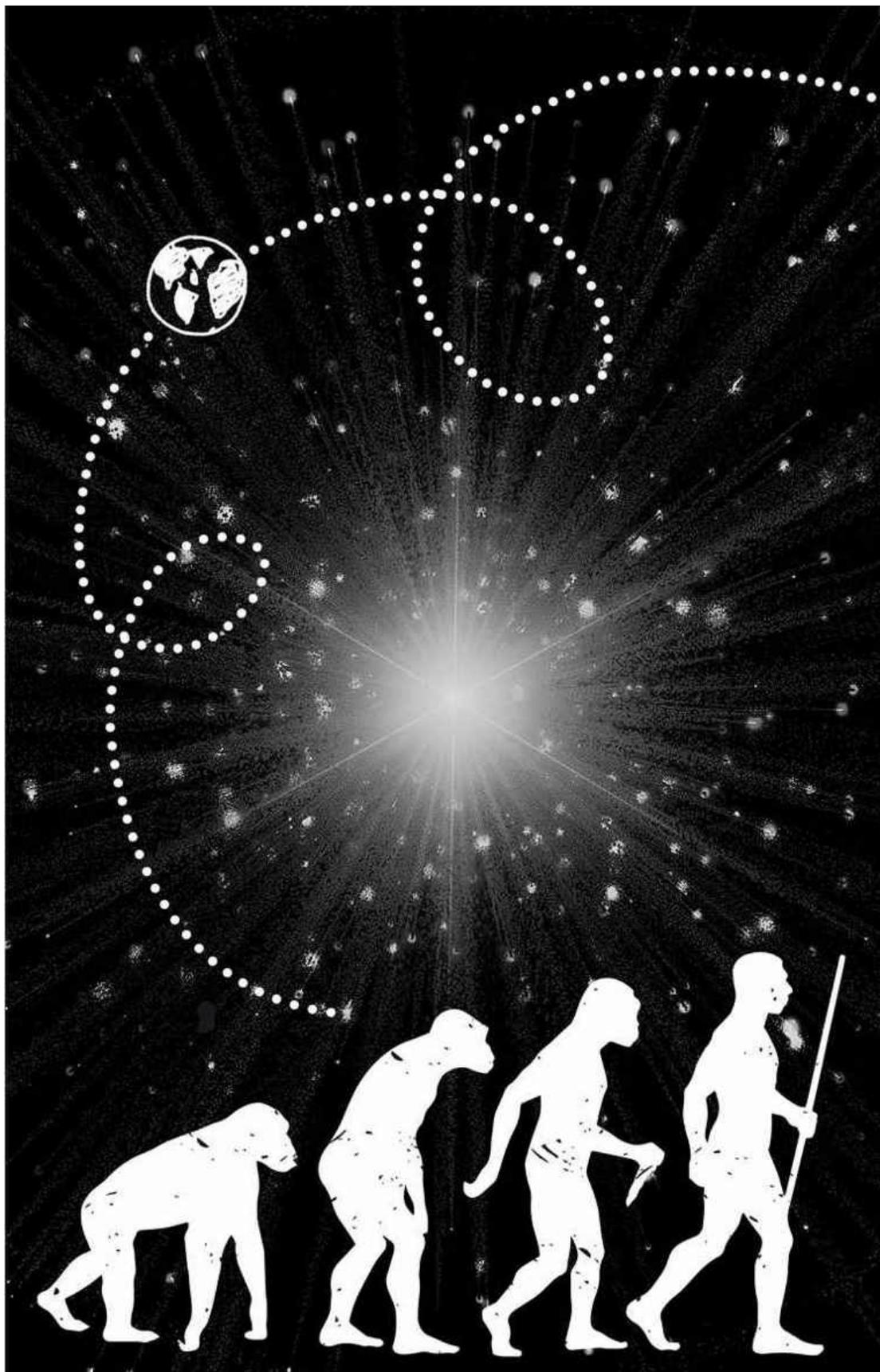
Vamos a tener que ir explicándonos mejor, porque nadie nos sigue. Como puedes ver en la tabla de los tiempos de la página 276, el Jurásico y el Mioceno están más bien distanciados. Más de lo que podéis estar tú y tu prima tercera, la del pueblo. El Jurásico, el período medio de la era mesozoica, está datado actualmente entre los 201,4 y los 145,0 Ma. Sin embargo, el Mioceno, ya en la era cenozoica, se data entre 23,03 a 5,33 Ma. Estas dos eras distan un total 121,97 Ma, casi nada, como un pestañeo de ojos. Por lo tanto, hemos de tener en cuenta que los animales y las plantas característicos de estas épocas, como los dinosaurios jurásicos o los dientes de sable del Mioceno, lo tenían muy crudo para haber coincidido, a no ser que volvamos a usar la máquina del tiempo de la que hablábamos al principio. Este es uno de los muchos ejemplos de cagadas populares. ¡Qué leches!, en realidad el criterio científico ha sido ninguneado a lo largo de la historia moderna. ¡Qué más dará la opinión de la comunidad científica, cuando puedes acuñar el término *licencia* para justificar disparates la mar de rentables! Hay infinidad de novelas y filmes que siguen la premisa del *max mix*, y te ponen neandertalas (sí, nos hemos inventado el término, qué pasa) en bikini luchando con dinosaurios, pero oye, *palante*. Cuantos más, mejor; y cuanto más raros, también mejor, así que todos juntos y a pastar.

La verdad es que, dejando de lado nuestro corazón de científicos puristas, estas adaptaciones cinematográficas de la década de 1920 son dignas de ver. Cine mudo con luchas entre dinosaurios de goma animados utilizando *stop motion* y un sinfín de otras locuras aberrantes que en el fondo nos encantan. Peliculones, vamos. En realidad, estas primeras obras abrieron la veda al cine fantástico y la presencia de grandes reptiles *godzillescos* de corchopán es cada vez mayor. Un deleite para los sentidos. Pero claro, no hay una de cal sin una de arena, y cuando uno se cansa de lagartos de cartón para hacer

chistes, pues buenos son los científicos locos. Necesitan menos maquillaje y efectos especiales y, en el fondo, también hacen bastante gracia. Así que, a pesar de los pesares, también nos hemos marcado unas buenas risas con la representación de lo que se supone que es un paleontólogo de hoy en día, como, por ejemplo, los que aparecen en series como *Friends*, donde tenemos a Ross Geller. Estridente a más no poder. Nos ganó el corazón a todos cuando decidió imitar el supuesto sonido del velociraptor, algo que sonaba más a mono en celo que a otra cosa; pero risas, te pegas las que quieras.

Esta es, en realidad, de las pocas veces en las que podemos ver a un paleontólogo relativamente «normal», en su día a día, de ir a comprar el pan y poner lavadoras, y no haciendo el papel de superhéroe corriendo delante de clones modificados genéticamente. Porque, vamos a ser sinceros, de superhéroes con doctorado protagonistas de estas movidas a la realidad hay un paso, uno bastante grande, uno en plan pisada de *T. rex*. Ni tenemos aventuras constantes, ni corremos delante de fieras mitológicas ni nada. Personalmente, nosotros solo vemos dos opciones: 1) rincón de llorar, 2) correr despavoridos o despavoridas con las manos en alto. Chivatazo: las innumerables horas de biblioteca hacen que gane la primera opción por goleada, pero estamos trabajando en ello. A nuestro pesar, tampoco nos buscan grandes magnates para incluirnos en sus proyectos locos. Eso solo le ha pasado al paleontólogo norteamericano Jack Horner cuando lo llamó Spielberg para asesorar el taquillazo. El resto, pan y agua; o polvo y piedra, para ser más exactos.

Así que ya sean paleontólogos y paleontólogas treintañeras o grandes popes de la paleontología actual, todos hemos mamado de la fuente de la fantasía. Esta ha sido la gota que ha colmado el vaso de nuestra curiosidad innata, y de nuestra necesidad de saber qué narices hacían estos animales y plantas antes de convertirse en las piedras que son hoy en día. Pero, a su vez, ha generado un fenómeno fan que ni las *beliebers*, lo que nos ha permitido crecer como ciencia a lo largo de los años, alimentada de los sueños de preadolescencia, de adolescencia y, por qué no, del pavo de los treinta que tenemos ahora mismo, que nos hace meternos en berenjenales de un calibre considerable solo por saber un poquito más.



2

¡HABEMUS VIDA!

EL ORIGEN DE LA VIDA

«¿Cuándo se supone que surgió la vida en la Tierra?» Pues no lo sabemos. ¡Hala!, ¡ya está!, ya se ha destapado el pastel. «¿Tan pronto?» Sí, tan pronto. Las cosas, cuanto más claras, mejor. «¿Y ya está...?» Bueno, realmente, si alguien por la calle te pregunta: «Oye, tú, ¿cuál es el origen de la vida?», siempre puedes optar por dos respuestas y quedarte tan satisfecho, sea cual sea tu elección:

- «No lo sé».
- «Dios creó la vida».

En caso de que quieras seguir el camino de las ciencias, escoges la primera respuesta. En caso de querer seguir el camino de la teología (el camino de Dios), eliges la segunda. Como científicos y científicas, te recomendamos encarecidamente optar por una tercera opción: escoger tu propio camino e intentar descubrirlo por ti mismo o por ti misma. Para hacerlo, puedes empezar por terminar este capítulo, y luego ya profundizas en aquello que más te interese sobre lo que te hayamos contado. Luego, claro está, podrías, por ejemplo, leer el capítulo del Génesis sobre la creación de la Tierra y de la vida, el primerísimo principio de la primera parte de la Biblia (el Antiguo Testamento) y beber directamente de una de las fuentes más lujosas del creacionismo. Después de tal indigestión, probablemente te sea más fácil elegir.

Hay que reconocer que desde hace un tiempo atrás, los que escribimos esto ya optamos por la primera respuesta. Sí, la que deja indiferente y no dice nada. Pero la que te permite bucear por cada una de las hipótesis para generar

tu propia opinión. Como se suele decir, todo tiene matices, y esto, por supuesto, también los tiene.

«No lo sé» es la respuesta más corta a una pregunta que puede ser excepcionalmente larga. Larga, ya que, de buenas a primeras, podríamos contraatacar al curioso asaltante callejero con algunas preguntas de vuelta, del estilo: «¿Y qué es o qué fue la vida?»; o «¿Qué hay antes del origen?», «¿Dónde se encuentra?», «¿Hay más de uno?»... Pequeñas cositas que a buen seguro hay que plantearse si se quiere abordar el asunto con cierta magnitud. Además, y ya solo con intentar responder a esta cuestión, bien puede merecer que rodees al desconocido con uno de tus brazos y lo encamines a algún sitio cómodo para propinarle un buen sermón.

Así pues, en este capítulo nos abrazaremos al «no lo sé» para atacar las opciones más secundadas que hoy nos ofrece la ciencia al respecto, así como para ver la importancia que tiene la temática para el ciudadano de a pie y lo que esto supone.

HOLA, ME LLAMO TIERRA Y QUIERO SER MADRE

Como ya hemos dicho, este intrincado tema nos ofrece una secuencia de preguntas acerca del origen a las que no resulta nada fácil responder. Y surgen muchas, además. Lo más lógico sería, antes que nada, procurar que puedas imaginar de alguna manera el entorno donde sucedió y cuándo fue eso. ¿Qué hay de la Tierra en aquel momento (si es que la vida se originó aquí)?

Diversos sistemas de datación han establecido que nuestro sistema solar tiene aproximadamente 4.600 Ma. Miles de millones de años. Si pensar en ello te produce jaqueca, ¡vamos bien! Es jaqueca de la buena. La Tierra tampoco se queda corta, pues aquí donde la ves, alardea de tener unos 4.570 millones de añazos. Igualmente, puede que resulte evidente, pero debemos pensar que, aunque se puedan llegar a cifrar estos acontecimientos, estos supusieron millones de años de transición (venga, más millones). Eso quiere

decir que ni al día siguiente de hace 4.600 Ma el sistema solar tenía el aspecto actual, ni la Tierra, justo después de esos 4.570 Ma, ya era una masa casi redondita colgada en la órbita número tres de su sistema solar, sin nada que la perturbara. Antes de eso, formaba parte de un sistema solar aún incipiente, una especie de disco protoplanetario compuesto de materiales microscópicos, inorgánicos y orgánicos, formados básicamente por helio (He), hidrógeno (H), nitrógeno (N), oxígeno (O), carbono (C), azufre (S) y silicio (Si). En el centro de este, existiría una estrella central llamada Protosol y, a su alrededor, unos cuerpos celestes diferenciados de su entorno llamados protoplanetas. Correcto, el Protosol será nuestro Sol y los protoplanetas, los futuros planetas del sistema solar.

A partir de ahí, estos irán aumentando su volumen, añadiendo materia a sus corpúsculos mediante procesos de acreción, que no quiere decir otra cosa que rapiñar materia estelar de su alrededor para ir creciendo desmesuradamente. Hubiese sido bonito ver crecer a nuestra Tierra; ahora nos toca ver cómo la destruimos día a día, todo un drama, pero aún con solución si nos pusiéramos todos manos a la obra (para más información sobre esta calamidad, consulta el epílogo de este libro).

Así pues, estos procesos de formación, que hacen estar en constante cambio para conseguir algo más de estabilidad, fueron cruciales para permitir la vida en nuestro planeta. De hecho, lo fue la etapa transitoria de formación del sistema solar, cuando todo se estaba poniendo en su lugar, ya aparecida la Tierra. Esta estuvo acechada por la caída de otros cuerpos celestes que hicieron imposible que la vida apareciera, debido a las altas temperaturas. Imposible hasta que, hacia los 4.400 Ma, esos impactos empezaron a disminuir de intensidad y, con ello, en nuestro querido planeta se pudo empezar a diferenciar la corteza terrestre del manto, solidificándose, y el vapor de agua atmosférico comenzó a condensarse para formar océanos, mares y lagos. En el fondo, resulta irónico: esos cuerpos celestes resultaron ser cuerpecillos adorables, puesto que, a lo tonto, fueron ellos los que brindaron a la Tierra la mayor parte del agua que después, como hemos dicho, se condensará. Sí, señoras y señores, la Tierra empieza a gozar de litosfera, hidrosfera y atmósfera. Y... ¡Plof! Magia potagia, ya tenemos un

lugar idóneo para acunar la vida... Supuestamente.

TEORÍAS Y PARANOIAS SOBRE EL ORIGEN DE LA VIDA

Bueno, bueno, bueno... ¿Y qué hay de la vida? ¿Dónde está? Pues bien, primero tengamos en cuenta dos hechos registrados que nos ayudan a situar el origen en un intervalo temporal más o menos estrecho y cerrado. Este intervalo empieza con *cuándo podría* haber aparecido la vida, hasta *cuándo sabemos* que ya había aparecido. Muy bien, pues ¿a partir de qué momento hubiese sido posible la vida? ¿Desde el minuto 1? Pues supuestamente, no; se calcula que hace 3.850 Ma se da el último gran evento destructivo terrestre relativo a cometas y meteoritos,[7] y que antes, debido a estos, la vida no hubiese sido posible o, en caso de haber florecido, hubiese vuelto a perecer. La impaciencia, como puedes ver, es muy mala consejera. El segundo *cuándo* nos transporta hasta hace unos 3.700 Ma. El señor Allen Nutman y su equipo descubren lo que resulta ser la primera evidencia conocida de un organismo vivo en unas rocas de Groenlandia, pero no unas rocas cualesquiera, eran sedimentos de hace 3.700 Ma.[8] ¡Estromatolitos!

Un estromatolito es una estructura sedimentaria laminar que generalmente forma ondulaciones. Su formación se asocia a la actividad metabólica de las cianobacterias en su proceso de captura de CO₂ ambiental y posterior liberación de O₂ y precipitación de carbonatos. Se asocian a ambientes de aguas no muy profundas.

El estromatolito no será, pues, el organismo fosilizado en sí, sino la evidencia de la actividad de ese organismo, en ese caso, de las cianobacterias.

«¿Un fósil indirecto, pues?» ¡Correcto! Tal y como aprendiste en el capítulo 1, muy bien. Lo bueno es que después de 3.700 Ma siguen formándose, aunque en ambientes muy restringidos.

Es posible que te digas: «¡Leñe! Pero si todo está en mirar las rocas de esa edad, ¡mirad y ya está! ¿no?». ¡Bieeeeeen! ¡Nos gustas! Pero desgraciadamente no tenemos tantas rocas de esa época en la Tierra y, de las pocas que hay, son menos aún las que quedan sin deformar ni erosionar. Eso quiere decir que en ese aspecto lo tenemos... bien crudo.

Igualmente no debemos olvidar dónde nos encontramos, una Tierra en la que atmósfera, hidrosfera y litosfera están en constante cambio. Como veremos en nada y menos, se plantea que realmente fue gracias a las reacciones entre los gases atmosféricos y por la interacción entre las moléculas orgánicas sencillas acumuladas en el agua, por lo que se pudieron dar los primeros pasos hacia la vida.

Muy bien, se supone que la vida es posible a partir de los 3.850 Ma y a los 3.700 ya la tenemos asegurada. Así pues, tenemos unos 150 Ma de margen para que surja, y todo en un ambiente muy, pero que muy cambiante. Ponte cómodo, se abre la veda a las teorías abiogénéticas.

La abiogénesis hace referencia a aquellos procesos químicos necesarios a partir de los cuales surge, de algo que es inerte, la forma más sencilla de vida.

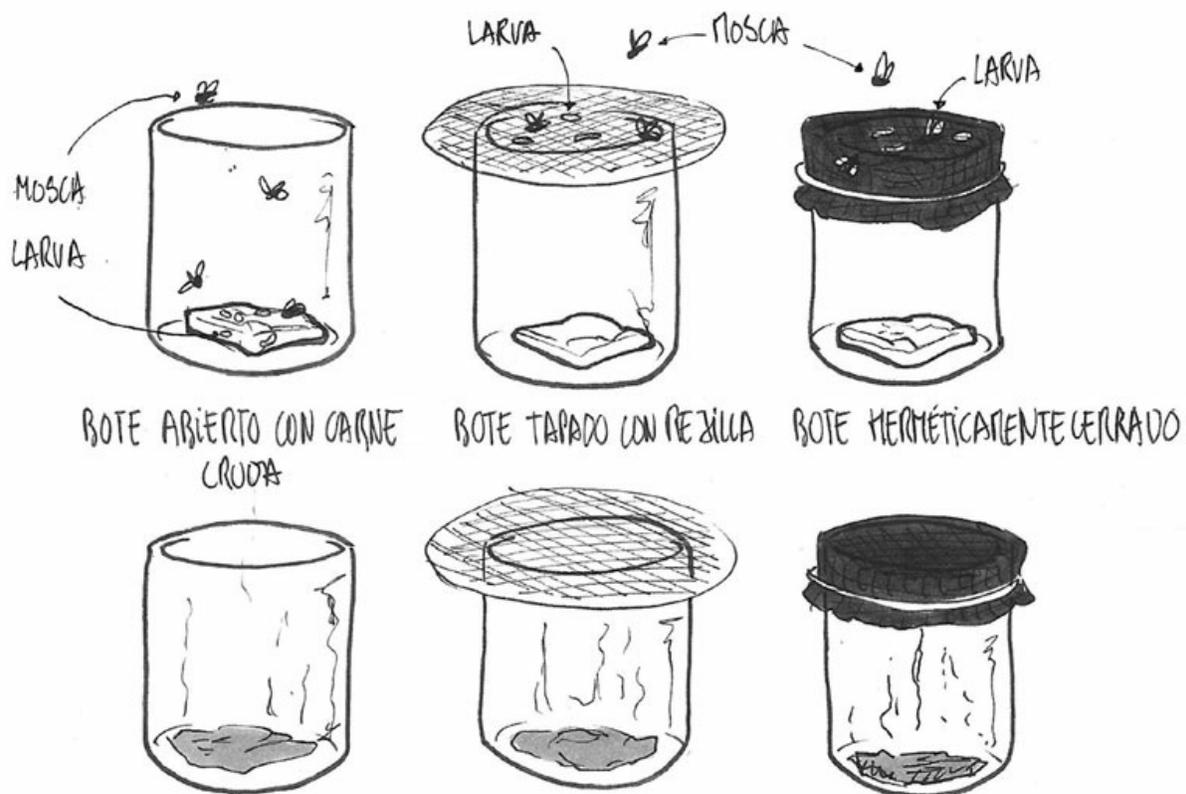
Eso es, de cómo pasamos de lo inanimado a lo animado, del apagado al encendido, de la química a la biología, aunque también hay dudas sobre si este paso fue gradual o no. Vamos a desgranar cada una de las teorías que corren por el mercado.

La generación espontánea

La generación espontánea se refiere a la teoría de que todos los seres vivos surgen de la nada, así como quien no quiere la cosa. Venga, en un abrir y cerrar de ojos te monto un circo con animales de todo tipo.

Esta propuesta fue formalmente lanzada un poco a lo loco por el gran Aristóteles a mediados del siglo IV a. C. Para quien no lo conozca, no le faltes al respeto antes de tiempo, seguro que Aristóteles era majete, de esos de invitarte al café matutino antes de entrar a trabajar; aparte fue el padre de la lógica y de la biología..., minucias. Además, esta teoría no es tan chorrada como parece, ya que resultó el no va más en biología y ciencias hasta los tiempos de Newton, más allá del año 1600. No, no, no estamos diciendo que fue Newton quien destapó la farándula; de hecho, tanto él como otros personajes de tribuna (Descartes, por ejemplo) la aceptaron. Bastante tenía el físico con entender el movimiento de la manzana como para preguntarse también de dónde había salido.

Fue el señor Francesco Redi, un contemporáneo de Newton, quien empezó a cuestionarse la calidad del asunto mediante un experimento bastante apañado y apto para todos los públicos. Redi agarró tres botes y metió un trozo de carne cruda en cada uno; dejó el primero abierto, el segundo, tapado con una rejilla, mientras que el tercero estaba herméticamente cerrado (entendiendo por *herméticamente cerrado* atar una tela a la boquilla del bote con un cordel, ¡hala, sin más!). Si no tienes olfato y te da poco asco la putrefacción en sí, te animamos a que lo pruebes. Para él, la teoría de Aristóteles hubiese resultado cierta si en los tres botes hubiera aparecido algo vivo. La espontaneidad de la vida en su más clara y fácil manifestación. Sin embargo, Redi se llevó un chascazo al ver que solo en el primero de estos botes —o solo en la primera condición experimental, si hablamos con propiedad— habían aparecido larvas blancas. Estas pertenecían a las moscas que, atraídas por la carne, habían dejado sus huevas ahí. Bufé libre para las moscas. En cambio, para sorpresa de Redi, en la carne de los botes tapados, es decir, la de las condiciones experimentales en las que se cerraba *herméticamente* la carne en su interior, no se encontró ni una larva, ya que había quedado fuera del alcance de las moscas. Después de esto, Redi lo tenía claro, la generación espontánea era una patraña, ¡sí señor!



Redi había diseñado un experimento digno de un feriante, de un trilero —«dónde está la vida espontánea, ¿aquí o aquí?»—, pero con sus hipótesis y sus variables bien claras. Aun así, a Redi le surgieron nuevas preguntas al respecto: ¿cómo era posible que la carne se pudriera en los tres potes al cabo de unos días? Si no había podido entrar nada, como mínimo en el hermético, ¿no?

Pues bien, no fue hasta algunas décadas más tarde cuando Antonie van Leeuwenhoek construyera sus microscopios de hasta doscientos aumentos, los cuales vinieron de perlas para resolver la duda existencial de Redi de por qué puñetas se pudre la carne. Como ves, por aquel entonces se tenía mucha fe en esto del hermetismo generado por un trapo y un cordel, pero, claro, lo que ahora nos parece absurdo, en la época de Antonie no lo era. Gracias al

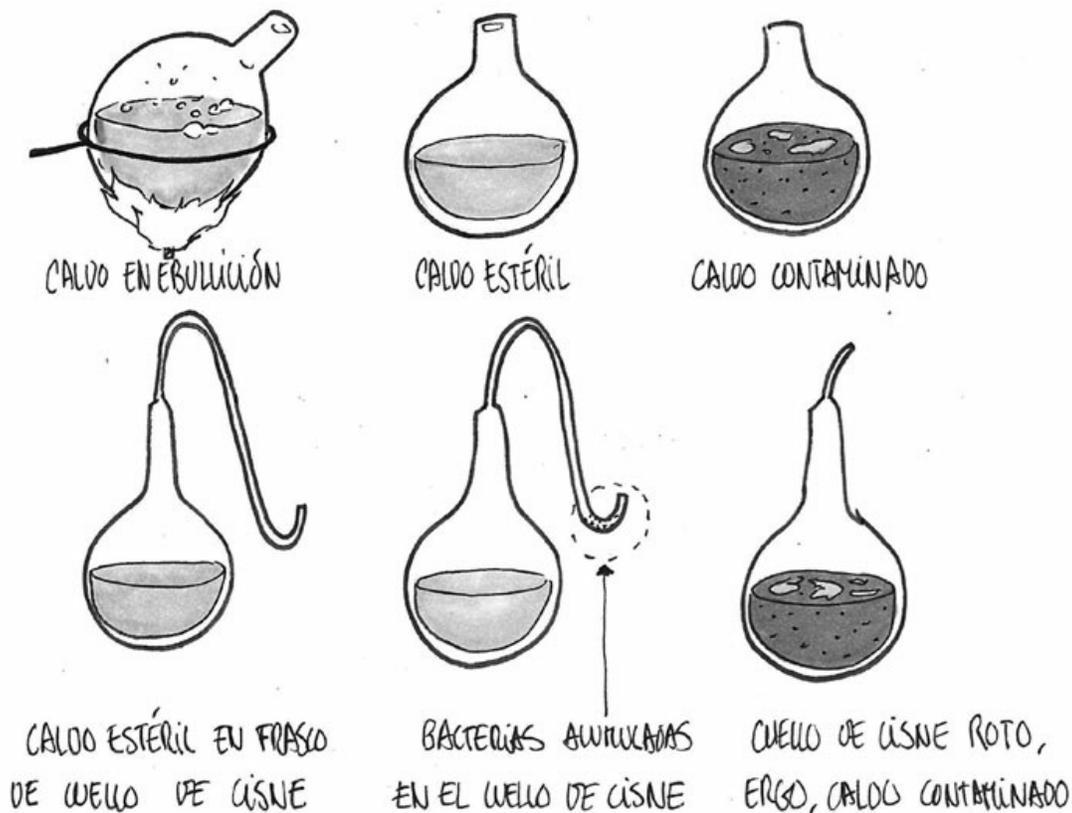
invento de Van Leeuwenhoek se observó que, aunque inapreciables a simple vista, la carne estaba repleta de organismos muy, pero que muy pequeños, que, claro, fueron también introducidos en los botes. Estos, y no la magia potagia, eran los responsables de la putrefacción de la carne. Lo era entonces y lo sigue siendo ahora. Así pues, donde se decía que solo se estaba poniendo carne muerta de la que posteriormente surgiría la vida, en realidad se estaba poniendo carne y, además, millones de seres vivos microscópicos. ¡Bravo!

DATO CURIOSO

En 1648, el científico Jan Baptist Van Helmont publicó en su *Ortus medicinae* que uno de los ingredientes básicos para cultivar la vida era el sudor humano, pues bien mezclado con el trigo y la ropa sucia, hacía surgir un fermento capaz de transformar el trigo en un roedor. Has leído bien, de trigo a ratón en un abrir y cerrar de ojos. Ni el bueno de Juan Tamariz. Ni variables, ni control ni hipótesis... Al garete el método científico. ¡Bah, *pa qué!* Él lo tenía claro, hombre: sudor + trigo = ratón. Eso sí, estos ratones trigueros no tenían ningún problema en reproducirse con roedores «normales» y generar descendencia. *Ten points*. Y a ver, señor, ¿cómo se le ocurrió? ¿Una excusa para no hacer la colada? ¡Hombreeeee...! Lo debieron enterrar como a un héroe, eso está claro.

Este hallazgo permitió la entrada del ser humano al micromundo y empezar a desarrollar la microbiología. Con el tiempo se dieron cuenta de la existencia de infinidad de organismos vivos de pocas micras de longitud a las que llamarían bacterias, responsables de muchos de los procesos que podemos ver a gran escala y omnipresentes en todos los ambientes terrestres. A no ser que te vayas más allá de los límites de la corteza terrestre, siempre podrás estar acompañado por alguna de estas minúsculas criaturas. Pero eso

no acaba de resolver la duda... Y los microorganismos, ¿sí se generan espontáneamente? ¡Esto parece el cuento de nunca acabar!



Después de todo este entramado llegó Louis Pasteur, en 1860, quien, al final, se llevó el gato al agua. Él puso un caldo en unos recipientes y los hirvió para eliminar todos los microorganismos que pudieran contener. Estos recipientes, además, tenían un cuello de cisne, es decir en forma de S que, gracias a la presencia de un líquido acumulado en sus codos, evitaba que los microorganismos externos penetraran, como si fuera un tapón, vamos. Sin microorganismos dentro ni microorganismos que pudieran entrar, se comprobó que, si no se rompían los cuellos, ninguna forma de vida aparecía ni llegaba al interior de los recipientes. De hecho, aún hoy se conservan dichos experimentos de Pasteur sin «contaminar». De ahí viene la *pasteurización*, que consiste en eliminar las bacterias de un líquido mediante

el incremento de la temperatura de este. Es casi magia, pero en realidad es solo «hervir y cantar».

Así pues, tanto la llegada del microscopio como los experimentos de Redi y de Pasteur permitieron descubrir que la materia viva no surgía por sí sola de lo inerte, sino que ya estaba presente en los ambientes sujetos a estudio, y permitió, consecuentemente, enterrar la teoría de la generación espontánea.

El caldo primigenio (o cómo cocinar una jugosa sopa primordial)

Aunque pueda parecer imposible, el mismo Charles R. Darwin añadió en 1860 un pequeño traspies en la segunda edición de su archiconocida obra *El origen de las especies*, publicada tan solo un año antes. Suponemos que sin pestañear ni un poco, Darwin dijo que la primera especie, el primer organismo vivo, la primera forma de vida... fue «alentada por el Creador». «¡Uy, lo que ha dicho!» Pues sí, sí, ahí con su revolucionaria teoría de la evolución de las especies (la cual ADORAREMOS en el siguiente capítulo), va y, en el último párrafo de la obra, se da la mano con Dios. Increíble.

Igual somos un poco malotes al contar estos trapos sucios, pero todo tiene un límite y NO, con esto no se juega, así que no dejamos pasar más tiempo y te contamos. No te angusties por eso, al fin y al cabo, Darwin deja muy claro en toda su obra la creencia de que todo individuo dependerá de una herencia biológica que le viene impuesta y del medio que tiene que afrontar, dejando de lado las fuerzas supremas. Es muy posible que, presionado por su entorno religioso, o quizá por la incapacidad de abordar todo este tema con el conocimiento de aquel entonces, Darwin dejara el origen de la vida ahí, sin tratar, al son de «yo en estos follones mejor no me meto, que ya me está cayendo la del pulpo».

Bueno, de hecho, Darwin no lo dejó de lado absolutamente, ya que, pasado un tiempo, buscó un medio más personal e íntimo para abordar el tema. No, no estamos hablando de las sesiones de cama con su mujer Emma,

sino de las cartas que intercambiaba con su estimado amigo, el botánico Joseph D. Hooker. A modo de *conspiranoia* anticreacionista, en una de esas cartas enviadas poco más de diez años después de la famosa publicación, Darwin puso de manifiesto su creencia de que el inicio de la vida podría ser ni más ni menos que químico. Indicó que unos compuestos originales reaccionaron entre sí debido a alguna fuente de energía del entorno, dando a luz algún compuesto «proteico» capaz de sufrir cambios aún más complejos con el tiempo y, con ello, albergar la primera forma de vida.

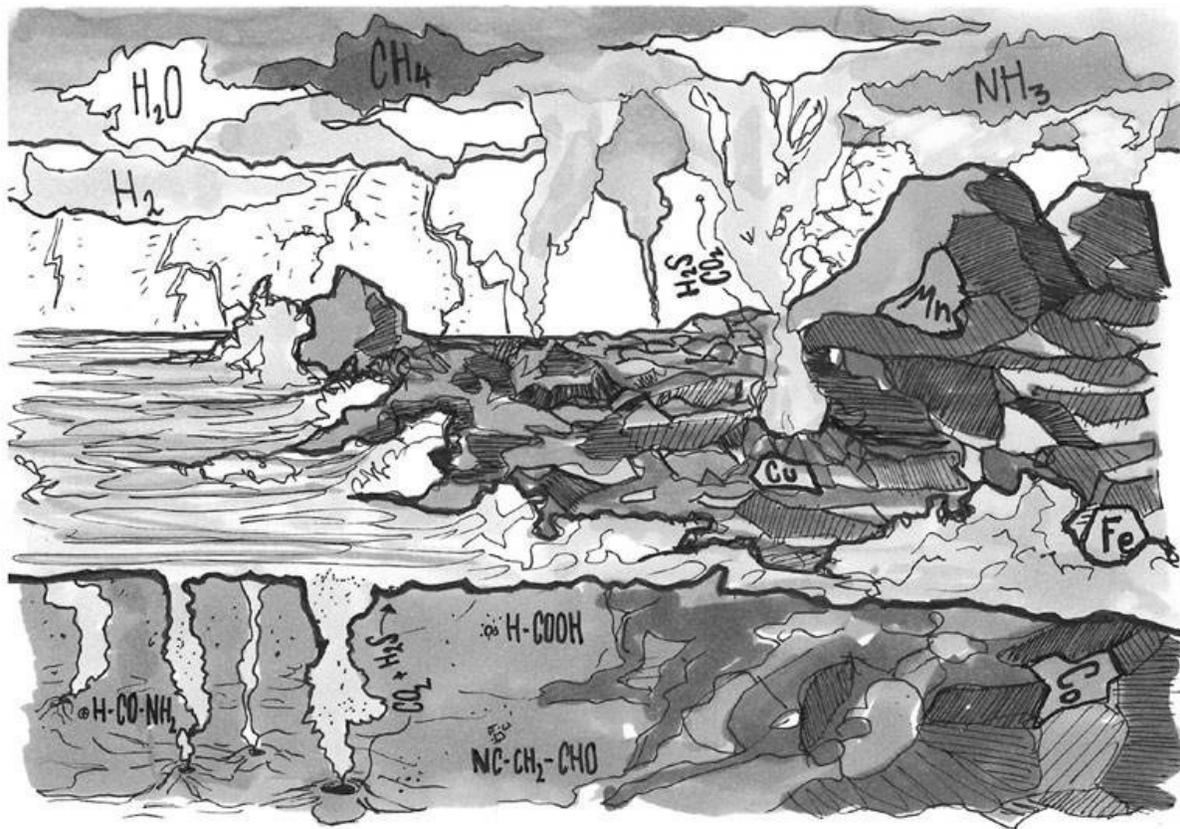
Proteico hace referencia a proteína. Una proteína es una molécula constituyente de los seres vivos que resulta imprescindible para su crecimiento, formada siempre por una base de hidrógeno (H), nitrógeno (N), oxígeno (O) y carbono (C).

¡Uf! Ya está, ¿lo ves? Aunque no lo publicara en ningún libro o artículo, al final Darwin sí se casó con el diablo. Esas cartas revelan, pues, que de él también surgió la idea de que el origen vital no está en otro sitio, sino en la química, ¡si es que era un genio ese hombre! Aunque se le den unas palmaditas (y bien merecidas), esto no se confirmó hasta la década de 1920, cuando Alexander I. Oparin y John B. S. Haldane desarrollaron esta idea.

Oparin y Haldane fueron dos grandes científicos contemporáneos que siguieron la estela dejada por Darwin en esas cartas. Ambos trataron de dar una explicación al origen de la vida más o menos de forma simultánea y los dos, el uno aquí y el otro allá (desde la Unión Soviética e Inglaterra, respectivamente), llegaron a plantear modelos teóricos parecidos. Como lector avisado, te darás cuenta de que no tiene nada de curioso el hecho de que sean modelos parejos, puesto que los dos tomaron como referencia las reflexiones de Darwin en su momento. Pero nada de *copy/paste*, los dos las desarrollaron con ideas propias.

¡Cuidado! Momento tedioso, bebe agua y siéntate. En sus modelos,

postulaban que el contenido gaseoso atmosférico de entonces estaba compuesto por metano (CH_4), amoníaco (NH_3), hidrógeno (H_2) y vapor de agua (H_2O) y que este podría haber reaccionado entre sí debido a diferentes fenómenos y condiciones ambientales corrientes, como, por ejemplo, las descargas eléctricas de las tormentas. A partir de ahí, un reiterado y jovenzuelo ciclo del agua haría concentrar gran cantidad de las moléculas inorgánicas y orgánicas sintetizadas en los océanos. Allí se habría generado una mezcla importante de compuestos en disolución que daría lugar a proteínas con capacidad de replicación.



Lo típico de poner en una cazuela un poco de todo lo que pillas, que seguro que te sale bueno. En resumen, una sopita haciendo chup, chup, y cargada de lo mejorcito de la época. Según ellos, con final feliz, ya que de allí

surgimos todos.

Más tarde vinieron el estadounidense Stanley L. Miller y el catalán Joan Oró quienes, en la década de 1950 consiguieron recrear, cada uno de ellos en su laboratorio particular, las condiciones terrestres que habían supuesto anteriormente Oparin y Haldane. Con alguna variante, los secretos del cocinero no se desvelan, Miller y Oró acabaron generando una gran diversidad de moléculas que hoy en día reconocemos en todos los seres vivos. En todos, no se dejaron ni uno. Miller logró engendrar esas susodichas proteínas básicas de manera experimental y, mejorando el asunto, vio que a menos oxígeno en la atmósfera primordial, más formación proteica. Oró, además, consiguió engendrar nucleótidos (adenina, concretamente), una de las bases de nuestros queridos y conocidos ácido desoxirribonucleico (ADN) y ácido ribonucleico (ARN). Un genio, vamos.

«¡Oh, Dios! ¡Qué bien! ¡Ya tenemos vida! ¡¡¡Hemos creado vida!!!» Hum... No. No, hijo (o hija), no. Miller y Oró fueron capaces de sintetizar biomoléculas en el laboratorio recreando un escenario hipotético, pero ¿acaso eso es vida?

Con esta teoría encima de la mesa, conseguimos entender cómo se podrían haber generado las primeras moléculas que más tarde formarían parte de un organismo vivo. Pero ¿cómo se pasa de «simples» moléculas a un ser vivo? En ese aspecto, la teoría del caldito se queda corta... Aunque es un buen inicio.

Impulsadas por la recreación de Oró, surgieron algunas ideas y variantes de este origen químico: ahora el ARN tenía las de ganar (o un pre-ARN que más tarde sería reemplazado por el primero) y no las «simples» proteínas, como hasta entonces se había creído.

El ARN es una molécula formada por una cadena simple de ribonucleótidos que contiene ribosa, fosfato y una base nitrogenada (adenina, guanina, citosina o uracilo). En un organismo sus funciones son bien diversas,

desde regular la expresión génica hasta actuar como catalizadores de varias reacciones químicas.

La teoría postula que el ARN, con sus funciones de almacenar información genética, transmitirla y duplicarla, actuando a su vez como proteína y siendo capaz de sintetizarlas, tendría que haber desarrollado una membrana a su alrededor para convertirse así en la primera célula que podría llevarnos al primer ser vivo. Es muy tentador pensarlo, sobre todo destacando su versatilidad en contraposición al ADN. ¡Si hasta los virus tienen ARN!

Fuente hidrotermal, fuente vital. Teoría del mundo hierro-sulfuro

Los que hemos nacido en la alocada década de 1980 nos sentimos plenamente orgullosos. Tenemos el privilegio de codearnos con el *boom* de las camisetas holgadas, haber compartido década con esos pantalones ajustados, con el uso excesivo de los flequillos, con nuestros queridos Alf, Son Goku, el Equipo A o la familia Simpson, hasta ser de los primeros en asustarnos con el entonces muy terrorífico *Thriller*, de Michael Jackson. Pero, por si fuera poco y generando envidia máxima, nacimos junto con la teoría del mundo hierro-sulfuro.

En 1988, el entonces abogado alemán Günter Wächtershäuser, que teorizaba sobre los orígenes de la vida en sus ratillos libres, pensó que el buscado origen podría haberse dado en las fuentes hidrotermales que, en aquel entonces, habrían abundado en las aguas de la Tierra. Nada sencillo, pero muy interesante.

Esas profundas fuentes hidrotermales se generan por la emisión puntual de gases volcánicos y ácidos provenientes de las zonas circundantes geológicamente activas, que hacen que la temperatura pueda subir hasta los cuatrocientos grados centígrados. Allí, en esos rincones bien calentitos, el

sulfuro de hierro (FeS) se combina con el ácido sulfhídrico (H₂S) que surge del vulcanismo para formar pirita (FeS₂), que es un mineral muy chulo, y liberar hidrógeno gaseoso (H₂). Simplificado, resulta en lo siguiente:



En esta fórmula, tanto la pirita como el hidrógeno son esenciales. El hidrógeno se combinaría con el dióxido de carbono (CO₂) o monóxido de carbono (CO) disuelto en esas primeras aguas que ya comentamos, para formar los compuestos orgánicos. Pero ¡solo con la ayuda de la pirita!, pues este mineral ofrecería su superficie cargada positivamente para unir esas moléculas orgánicas. Sin la pirita, la materia orgánica esencial no se podría formar. Y así es. Eso, en muy resumidas cuentas, significa que tendríamos un «metabolismo» temprano que serviría para formar moléculas orgánicas que, más tarde, se volverían celulares, dando origen a la vida.

El metabolismo es la capacidad que tenemos los seres vivos para intercambiar energía y materia con el medio que nos rodea. Es esencial para desarrollar nuestras funciones básicas.

La clave está aquí: Oparin, Haldane, Miller... defendieron la formación, en primer lugar, de unas biomoléculas que luego tendrían su metabolismo para replicarse, nutrirse, etcétera. En cambio, ese señor de nombre impronunciable sugirió que antes que las biomoléculas vino el metabolismo, es decir, primero fue la «capacidad de...», un metabolismo capaz de fijar CO₂ y producir materia orgánica, para luego formarse las células que darían paso a los seres vivos.

La panspermia

La incapacidad humana, a veces, hace echar las pelotas fuera de la cancha. Que levante la mano el que nunca ha escondido porquerías debajo de la alfombra. O el que nunca ha escurrido el bulto (el que sea). O el que nunca ha simulado entender, cuando entender era lo último que hacía.

A los humanos eso se nos da bien o, al menos, nos creemos que se nos da bien. La teoría de la panspermia viene a ser eso, una oda a las maniobras de escapismo a escala mundial. ¿Que no lo sabemos? Bueno, pues no es asunto nuestro y nos hacemos los *longuis* soltando algo como que hoy hará frío porque los grajos vuelan bajo.

A ver, todo tiene una razón de ser (curiosa frase para el tema que nos ocupa) y lo cierto es que tampoco es una teoría completamente gratuita. El análisis de algunos de los entes sólidos extraterrestres caídos en nuestro planeta (meteoritos en su mayoría) ha revelado que la materia orgánica no es exclusiva de la Tierra. Si te estás poniendo las manos en la cabeza para expresar tu sorpresa máxima, mal vamos, pues ya lo hemos comentado algunas páginas atrás. La parte interesante viene cuando en estos, esa materia orgánica no está presente de forma aleatoria, sino formando una cantidad de aminoácidos y otras biomoléculas que, para más inri, encajan con las que Miller sintetizó en su momento. Ahora sí es para saltar por la ventana de asombro. Si atas cabos, pensarás que esto indica que en otros planetas o cuerpos celestes también se han dado las condiciones necesarias para la formación de biomoléculas. Y de perdidos al río, algunos han pensado que la vida llegó aquí viajando por el espacio, encerrada en núcleos de meteoritos o cometas. Por lo tanto, podríamos perfectamente no estar solos en el universo. ¡Qué descanso existencial!

Pero, en fin, sabemos que te has dado cuenta de que, aunque esta teoría nos dice que puede que el origen sea externo y seamos todos primos hermanos de *Mi amigo Mac*, o que seamos bien considerados los que aún tememos la llegada de los *critters*, el pequeño problema de cómo leches surgió la vida sigue estando ahí. Como decíamos, la panspermia solo

desplaza el «problema» de lugar.

Así pues, visto lo visto, quédate con que no sabemos exactamente cómo empezó todo. Hoy en día estamos distraídos apuntando a un ARN (o sucedáneo) como principal sospechoso de primer reproductor, con capacidad limitada para fabricar sus propios componentes, asociado a un metabolismo reducido. A la vez, estamos mirando chimeneas humeantes de los fondos marinos para resolver la duda de la pirita de nuestro buen amigo abogado.

Lo cierto es que, como decíamos antes, aún no lo sabemos y, para muchos entendidos, es probable que no lo sepamos jamás de los jamases. Lo siento. Pero ni se te ocurra pensar que has leído para nada, ahora eres mucho, pero que mucho más sabio.

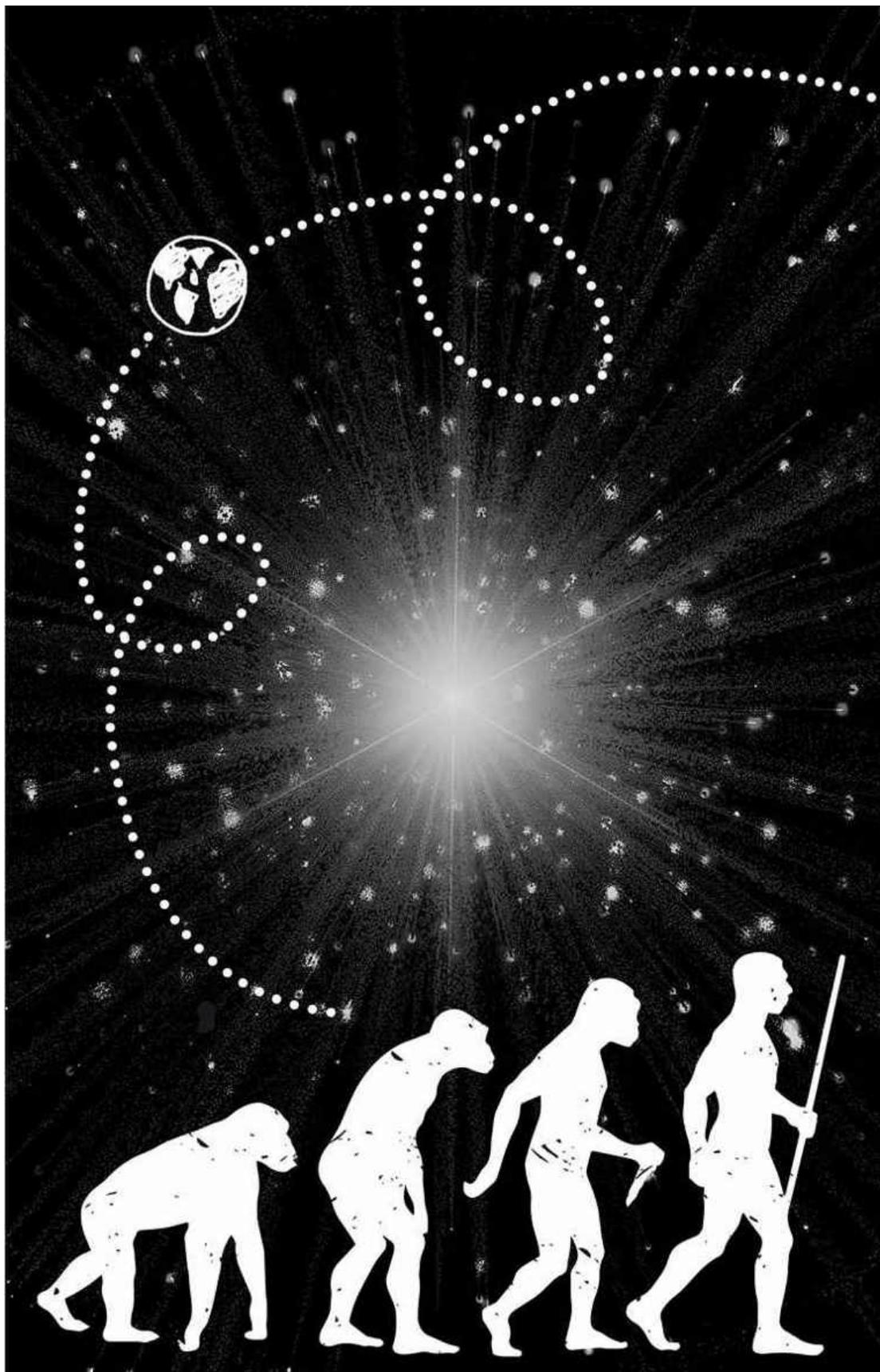
UN PARÉNTESIS PARA UN SER VIVO

«¡Vale, ya está! ¡Basta! ¡Decidme ya qué es un ser vivo, ya no aguanto más!» Sí, lo sentimos, llevas ya unos minutos leyendo sobre algo que no hemos descrito, se acepta. Pero creemos que era necesario que, antes de comentarlo, pudieras ver un poco la envergadura del asunto. Algo tan cercano como la vida, y cuesta un rato describirla. Y un rato largo, pues ha supuesto siglos de preguntas, descubrimientos y definiciones percederas, que han hecho que hoy podamos acercarnos un poco más a lo que creemos que es correcto. «Ya empezamos... Más historias no, por favor.» Sí, de acuerdo, vamos a ir al grano y a lo grande. El Instituto de Astrobiología de la NASA se queda con la siguiente definición de *ser vivo*:

Un ser vivo es un sistema químico automantenido que evoluciona como consecuencia de su interacción con el medio.

¿Cómo te quedas? Esta definición, genialmente descrita por Carlos

Briones en *Orígenes*,[\[9\]](#) defiende el fundamento químico del ser, así como el aspecto evolutivo inherente a toda especie que en un periquete comentaremos. El automantenimiento, ahí presente, resulta una parte importante, ya que nos otorga un metabolismo compartimentado. Además, esta definición debería englobar todos los especímenes de todas las especies de todos los mundos de todos los sistemas de todas las galaxias de todos los tiempos... Un marrón de definición. Pero, al parecer, todos estamos ahí descritos. Es pura poesía.



3

GRANDES RASGOS DE LA EVOLUCIÓN DE LA VIDA EN LA TIERRA

LA EVOLUCIÓN, MÁS ALLÁ DE PIKACHU

Sea como fuere que se originó el primer organismo, algo sin duda apareció. No sabemos ni dónde, ni cómo ni cuándo exactamente, pero surgió. Pasamos de un solo espécimen, el primero, hace más de 3.700 Ma, a los incontables de la actualidad, y, además, diferentes entre ellos (entre nosotros y nosotras, ¡vaya!). ¡Y tan diferentes! De microscópicos a kilométricos, de peludos a pelados, con esqueleto o sin él, algunos que vuelan, otros que planean, otros que por tierra merodean... Tan bellos que, ¿cómo no vamos a preguntarnos si no nos habrá creado un Dios? ¿Cómo voy a ser yo fruto de la madre naturaleza con la dentadura que tengo? Oh, y esas hojas tan grandes del bananero..., fuerza divina, seguro.

Sentimos el desengaño, pero no. Toda la historia de las criaturas de la Tierra la ha ido forjando la misma Tierra a través del tiempo. ¡De mucho tiempo!

Pero ¿cómo es posible? ¿Cómo pasar de una especie a millones? Antes que nada, y aunque sea evidente, vamos a decirlo: ese primer espécimen debe poder replicarse. Si uno no se replica, se va todo al garete. Imagina que, con lo que debió de costar que se originara el primer organismo, este surge sin la capacidad de replicación. ¡Menudo fastidio! Con él florece la vida, pero también se acaba. De hecho, hay quien considera que esto podría haber pasado en esas fases iniciales de formación de la vida de las que hemos hablado antes. Pero el hecho es que, ya sea en la primera intentona, ya sea a la centésima, ese organismo o algún otro se replicó y con él empezó la

historia de la vida.

A partir de entonces, y ya suponiendo que de un ejemplar se pueden ir formando varios gracias a su capacidad de replicación, la reflexión que seguro te asalta, lector o lectora, es: «Muy bien, supongamos que tenemos un montón de ejemplares de la misma especie, la primera. ¿Cómo se consigue una segunda, y una tercera, y una cuarta..., hasta llegar al supuesto número de especies actuales?». Pues es justamente aquí, amigas y amigos, donde entran en escena Darwin y su revolucionaria teoría.

Como ya te anticipamos en los primeros capítulos, las propuestas de Darwin supusieron un antes y un después en esto de la paleontología y de la biología en general. Pero antes de lanzarnos con sus teorías hay que situarse un poco. A inicios de la década de 1830 el mundo estaba repleto de maravillosas criaturas de belleza sin igual que Dios había creado para deleite y gozo del sentido humano. Un joven, curioso, hermoso y acaudalado inglés llamado Charles Robert Darwin, más o menos de acuerdo con la premisa anterior, se embarca a bordo de un velero bergantín llamado Beagle el 27 de diciembre de 1831. El cometido principal de Darwin era cartografiar las costas de América del Sur, Patagonia, Tierra del Fuego, junto con otras islas. Durante los casi cinco años que duró la expedición, aparte de cartografiar, Darwin se dedicó a recolectar especímenes y a hacer observaciones clave sobre geología, paleontología y biología del entorno, que repercutirían directamente en la construcción de una idea sobre la evolución de las especies. Esos especímenes y observaciones pasarían a ser el núcleo de la teoría que construyó durante los siguientes veinte años. Cautó como él solo y, según él, sin pruebas absolutas de la confirmación de su teoría, finalmente publicó en 1859 *El origen de las especies*, impulsado por un compatriota suyo, Alfred R. Wallace, quien también había reunido algunas pruebas para demostrar susodicha teoría. Después de tantos años de meticuloso estudio, Darwin no podía permitirse el lujo de que le pasaran la mano por la cara y, entonces, con la intención de ser él el primero en sacar a la luz la teoría, lanzó todo lo que tenía a los ojos del mundo con esa publicación.

Darwin estuvo muchos años observando y analizando la naturaleza, y buscó todo tipo de pruebas para demostrar lo que se puede leer en su

magnífico libro. En lo que respecta a la teoría de la evolución de las especies, podemos resumirla en lo siguiente:

- Las especies cambian continuamente de forma gradual a través del tiempo.
- Mientras que algunas especies se originan de otras ya existentes, otras se extinguen irremediabilmente.
- El origen de nuevas especies es posible gracias a la «variabilidad» en las poblaciones de especies anteriores. Esta variabilidad determinará si un individuo puede hacer frente al entorno en el que aparece y ser seleccionado naturalmente o, por el contrario, morir y pasar rápidamente a ser pasto del tiempo.
- Las especies parecidas descienden de un mismo ancestro común, es decir, están emparentadas.

Para que nos entendamos, Darwin defendía que un espécimen que acababa de ser engendrado no era al cien por cien igual morfológicamente a sus papás, sino que se distinguía de ellos por algún o algunos rasgos externos. Ese rasgo externo diferente podría ser heredado por su descendencia si se conseguía reproducir y, además, generaría, en esa nueva descendencia, nuevos rasgos externos diferentes (como ves, esto tiene pinta de nunca acabar). Esos cambios de generación en generación serían los responsables de generar esa «variabilidad» en los especímenes de una misma población para, a la larga, acabar surgiendo una nueva especie. «Pero ¿qué es una especie exactamente, y cuándo se puede decir que ha surgido una de nueva?»

Una especie biológica es un conjunto de miembros de una población natural, capaces de entrecruzarse entre sí y de generar descendencia fértil.

Así pues, teniendo esto en cuenta, cuando estas diferencias morfológicas impidan que dos individuos que formaban parte de una misma población no

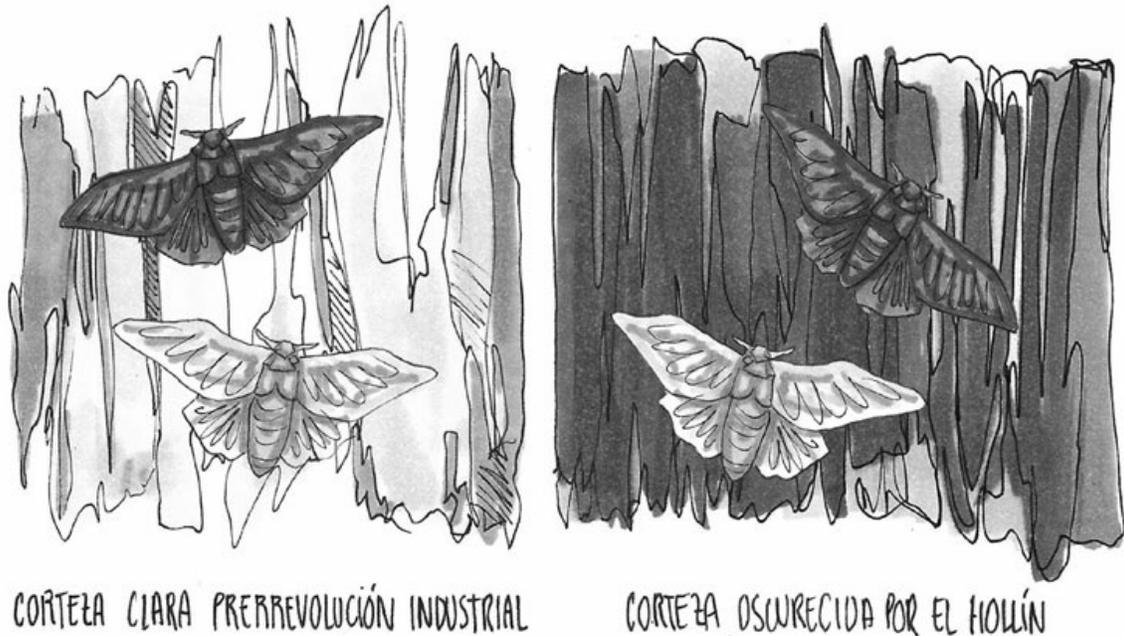
puedan engendrar descendencia fértil, estos ya no formarían parte de la misma especie. La barrera la puso aquí un tipo llamado Ernst Mayr, al que aplaudimos también por sus contribuciones a la biología evolutiva. A partir de entonces, esas dos especies seguirán su curso en la lucha por la supervivencia.

«*Shet, shet, shet, shet...* ¡Alto ahí! Si la paleontología estudia los bichos muertos, ¿cómo se sabe si dos individuos podrían haber generado descendencia fértil o no?» Boquiabiertos nos quedamos ante tal reflexión ¡Muy bien! Ciertamente, tenemos que decir que la definición de arriba es la que le puede servir a un biólogo hoy en día, pero, como muy bien entiendes, a los paleontólogos no nos sirve ni para fregar el suelo. A ver, evidentemente el límite propuesto por Mayr es útil en cualquier presente (por ejemplo, si nuestro presente fuera ahora mismo el Jurásico) ya que lo podríamos comprobar, pero deja de tener sentido cuando hablamos del pasado remoto. Así pues, como la mayoría de los fósiles nos dan información sobre la estructura corporal de los organismos, lo más lógico es poner el límite conceptual de *especie* mediante la comparación de rasgos morfológicos relacionados entre sí a lo largo del tiempo. Y así, según dijo Edward Wiley en 1978, para los que trabajamos en paleontología debe nacer el concepto de *especie evolutiva*, que sería un linaje o conjunto genealógico de poblaciones que evoluciona separadamente con un destino histórico propio.

Seguimos. Con el tiempo, podría ser que alguna variación heredada por algún conjunto de especímenes de una especie A resultara ser mucho más favorable en el entorno donde se desarrollaría la especie. Eso les podría dar cierta ventaja respecto a los otros especímenes de la misma especie y les podría facilitar, indudablemente, el éxito mediante la reproducción. Esa «ventaja», servida a modo de diferencia morfológica, la heredarán las generaciones posteriores, asegurando la supervivencia de estas. Un claro ejemplo de esto se puede ver en las *Biston betularia*, unas polillas que se encuentran habitualmente en la corteza de los árboles. Durante la industrialización estas cortezas se oscurecieron por el hollín, haciendo mucho más visibles a los predadores aquellas polillas de un color claro, mientras que las oscuras (presas fáciles hasta entonces) quedaban camufladas. Con el

tiempo, esta forma oscura o carbonaria (nombre popular) se convirtió en dominante.

La otra cara de la moneda nos ofrece la visión más trágica, en la que los especímenes no favorecidos por esas ventajas morfológicas podrían acabar por perecer y desaparecer, llevándolos a la extinción. Cabe destacar que, aunque se den variaciones suficientemente importantes como para que de una especie surja otra, no quiere decir que irremediamente una de ellas tenga que extinguirse, pues podrían coexistir perfectamente dependiendo de las condiciones externas y de la variación.



Así pues, el éxito de tu especie dependerá de esa morfología que ha heredado y de las variaciones que le han aparecido, sumadas a un entorno que tiene que ser favorable para que se pueda reproducir. Mucha suerte. Normalmente, el entorno ya juega a tu favor, ya que si tus padres se han podido espabilar en él, por ser tú una copia casi idéntica a ellos también deberías poder sobrevivir allí o tener probabilidades de hacerlo. Pero también

podría ser que os cayera un meteorito en la cabeza y todos a tomar por saco, a no ser que la variabilidad que hayáis acumulado os haya hecho resistentes o aptos para vivir en las condiciones que comportaría tal suceso. Con un cambio tan repentino de entorno, a ver quién es el guapo que consigue adaptarse a tiempo.

Volviendo a los tiempos de Darwin, como te puedes imaginar, soltar tales ideas a oídos de un mundo creado por Dios debió de ser la causa de más de un ataque al corazón. Poco a poco, a medida que fueron pasando los años, la comunidad científica también fue haciendo un ejercicio de aceptación, intentando contrastar las exposiciones que tanto Darwin como Wallace habían enunciado, y así se ha ido completando hasta como la conocemos ciento cincuenta años después. Hoy en día, la teoría sigue y sigue mejorando, aunque el concepto de base sigue intacto. Durante este proceso han sido claves los descubrimientos de Mendel, a partir del cual se abrió el campo de la genética (el estudio de la herencia de la que hablaba Darwin), así como el desarrollo de la misma genética de poblaciones, el protagonismo que se le da al azar para la evolución molecular y los diferentes hallazgos que han ido sacudiendo el campo de la biología evolutiva. Parte de estos descubrimientos posdarwinianos responden a muchas de las dudas que el autor se planteaba a lo largo de su obra y que fueron las responsables de alargar y alargar su publicación.

QUÉ APORTA LA PALEONTOLOGÍA AL ESCLARECIMIENTO DE LA EVOLUCIÓN

Te habrás percatado de que hablar de evolución significa hablar de tiempo. Y no de un tiempo cualquiera, sino de un tiempo pasado y más remoto de lo que a veces somos capaces de imaginar. Mucho más para los seres que tenemos una vida tan efímera.

Cuando hablamos de la evolución de las especies tenemos que invocar todo el arsenal de pruebas que podamos albergar para intentar sacar a la luz lo

máximo, aunque lo máximo sea muy poco. Algo que debemos entender es que conocerlo «todo» será imposible. Nunca seremos capaces de saber cada detalle escabroso de cada una de las criaturas que han poblado la Tierra. Seamos sinceros, ni tan solo se nos pasa por la cabeza llegar a conocerlas todas. Ni la mitad. Apenas ni un cuarto.

Una vez asimilado este hecho, ya estás a punto para lo que sigue: asimilar que no lo conoces todo es el motor para seguir buscando, ya que siempre tendremos la posibilidad de tener algo más que descubrir. Y la paleontología no es el único camino para averiguarlo. La biología molecular, la bioquímica, la embriología, la anatomía comparada, la etología, etcétera. Todas ellas son disciplinas de las que bebe la evolución, y con las cuales la paleontología se podría dar la mano a cada paso que da. No siempre es posible, ni mucho menos, pero cabe la posibilidad. Lo mejor es cavar hondo en cada una de ellas y ver si se pueden reconciliar con cada dato que tenemos para mejorar nuestra visión global de un todo que, como ya dijimos, es incompleto por naturaleza. Así pues, los paleontólogos, aunque tengamos nuestro radio de actuación limitado, siempre podemos buscar apoyo para nuestras investigaciones en aquellas disciplinas que comparten ese mismo objetivo. Hoy en día, por ejemplo, se puede hablar de paleogenética allí donde la paleontología se cruza con la biología molecular para secuenciar el ADN de especies extintas, ya sea mediante el mismo ADN o a partir de proteínas como el colágeno.

Habrás podido oler las flaquezas de la paleontología gracias a lo que te hemos contado en el primer capítulo. Sabes que si en realidad hace 3.700 Ma que la Tierra está habitada, sería más que un milagro poder conocer todas las especies que ha habido, sabiendo las dificultades que existen para que algo se fosilice. El fósil, pedestal del paleontólogo, en realidad es algo bastante anecdótico, ¿recuerdas? Ya no por las condiciones ambientales que se tienen que dar para que suceda, sino también por las características que tienen que tener los organismos para que la posibilidad de ser fosilizados sea elevada.

DATO CURIOSO

No creas que el interés en recrear el ADN se queda solo en reproducir bichos gigantes y aterradores de muchos millones de años. Recientemente se ha mostrado interés en secuenciar el de Leonardo Da Vinci para reconstruir su cuerpo y otros detalles que lo caracterizaron, como su agudeza visual. Como las autoridades francesas ponen trabas para acceder a sus restos en Amboise, los científicos interesados (entre los cuales también hay paleontólogos) intentan hacerse con huellas dactilares y restos encontrados entre sus obras de arte para conseguirlo. Sí, ahora ya nos valen hasta huellas dactilares... Cómo avanza la cosa, oye. Además, se dice que el genio era enormemente atractivo. Lo que nos faltaba por oír, olvidarse de la naturaleza de su don artístico para saber si era guapo o no.

Pero ¡es que aún hay más! Encontrar los restos de un espécimen no significa que tengamos todo el organismo allí, muerto de asco frente a nuestro martillo. A menudo, faltan esas partes más informativas que nos darían la clave. ¡Cuántos dientes se han encontrado sin maxilares (hueso del cráneo que forma parte del aparato masticatorio y que aloja buena parte de los dientes superiores)!

Pero bueno, sabemos de qué pie cojeamos y esta es una muy buena noticia. Igual que sabemos y tenemos comprobado que sin paleontología, demostrar la evolución sería tremendamente complicado, pues nos faltarían esas pruebas gráficas que tan necesarias son. Sí, somos seres muy imaginativos, y con esa imaginación a veces hacemos grandes cosas. Pero ¡qué difícil sería hablar del pasado de los tetrápodos sin poder besuquear los huesos del *Acanthostega*, uno de los primeros organismos que pisaron tierra firme! Darwin lo sabía y buscó ese apoyo para auxiliar su teoría. De hecho, «la paleo» ha sido siempre el sistema tradicional para husmear en la historia

evolutiva de la vida.

Al fin y al cabo, aunque con un registro fósil fragmentado, la paleontología nos ofrece esas pruebas materiales necesarias para poder aprobar con cierta base todo lo demás. Amén.

CONSTRUIR EL ÁRBOL DE LA VIDA: LA SISTEMÁTICA

Seas de la especie que seas necesitarás clasificar a los organismos que te rodean; ya sea porque necesitas alimentarte de alguno de ellos, porque tienes que huir de ellos, porque necesitas reproducirte con ellos y así unas cuantas combinaciones. Todo son necesidades y nadie en este mundo está solo. A nuestra especie, el *Homo sapiens*, además, no le basta con decir «este sí, este no», tenemos la bizarra majadería de quererlo todo ordenado para mantener nuestras mentes tranquilas, y no hacemos excepción con los seres vivos que nos rodean. Necesitamos que todos estén bien clasificados y tengan un nombre. A poder ser chulo. Es mejor gritar: «¡Cuidado, un tiburón!», que «¡Cuidado, una especie 4.225!». Nadie saldría despavorido, ¿no crees? Además, tener un trastorno obsesivo con esto de ordenar también nos ayuda a relacionar grupos entre sí. Que no es lo mismo que te ataque un tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*) que un tiburón mako (*Isurus oxyrinchus*).

Empecemos... ¿Cuántos somos?

Para que nos hagamos una idea (si es que esto es posible, dados los números inmensos de los que hablamos), hoy, la Global Biodiversity Information Facility (GBIF), en su *Catalogue of Life*, cifra el total de especies que actualmente viven en nuestro planeta en más de 1.727.442,^[10] y no ha terminado de contar. Ojo, porque la entidad, que tiene la hercúlea tarea de registrar todas las especies que habitan en nuestro planeta, está en un *non*

stop perpetuo de clasificación. No queremos deprimir a sus empleados, pero tienen mucho que hacer aún. Muchas otras entidades, por suerte, trabajan con ellos para contar una a una todas las especies y corroborar que, realmente, todo lo que se cuenta y se ha contado como especie lo sea de verdad. Cabe mencionar que parte de esa cifra se debe al hecho de enumerar también a cierta cantidad de virus entre los seres vivos, lo cual sería erróneo según gran parte de la comunidad científica, pero en fin, ¿qué son unos cuantos miles de especímenes frente a millones? ¡Invitemos a los virus a la fiesta!

Está claro que el número de invitados, al final, se te puede ir de las manos. Mediante cálculos aproximativos y extrapolaciones, algunos científicos se han aventurado a dar la cifra de 8.700.000 especies[11] solo contando seres eucariotas.

Los eucariotas son aquellos seres vivos que tienen células eucariotas, es decir, células con un núcleo definido que guarda la información genética. En este gran grupo nos encontramos los animales, las plantas, los hongos y algunos protistas (como las algas, los foraminíferos, los radiolarios, etcétera).

Ya para rematar y causar furor, si no se desprecian a nuestros compis procariotas que tanto nos dieron en su momento (como las bacterias) y que ahí siguen desde las sombras del mundo, nos podemos ir tranquilamente a la cifra de 1.000.000.000.000.000.000.[12] Un trillón de especies, ahí es nada. También podríamos decir que esa cifra, aun siendo tan elevada, no sería ni mucho menos estática, ni para arriba ni para abajo.

Se ha de tener en cuenta que, aparte de las extinciones naturales que siempre estarán presentes, desde que los humanos usamos nuestra fuerza para dominar todo lo que nos rodea, la cantidad de especies en nuestro planeta ha disminuido considerablemente, y puede seguir haciéndolo durante un tiempo más, por lo que parece.

Así que, ya sea por selección natural como artificial, la cifra real siempre estará bailando al compás del tiempo, tal y como has podido deducir a partir de lo que llevamos de capítulo.

Tras esta bofetada de realidad... ¡Levanta!, que no hemos terminado. Date cuenta de que si ya resulta inimaginable la tarea de dar nombre y clasificar a todas las especies que actualmente habitan la Tierra, añade a esto el factor tiempo y vete tú al Proterozoico a contar y nombrar bichos. Hay 3.700 Ma de evolución de especies para nombrar. Esto es más que complicado. De hecho, es imposible, llámanos aguafiestas. Está claro que quien dijo «nunca digas nunca jamás» esta no la pensó, lo sentimos, pero aquí hay que decir nunca. Ya solo con pensar que el registro fósil es incompleto se va todo al traste. «¡Oooooooh!» Sí, lo compartimos, pero estamos con lo de antes, se trata de ser positivos, y eso para la humanidad significa que siempre quedará algo por descubrir, y eso es muy bonito (llámanos románticos si quieres).

Plantar el árbol

Llegados a este punto en el que nuestro afán (llámese afán, llámese necesidad) nos empuja a dar nombre a todo lo que nos rodea, nace la *sistemática*.

La sistemática es el estudio de la diversidad de la vida en la Tierra, tanto para los organismos extintos como para los actuales, y se encarga, además, de buscar las relaciones entre estos a lo largo del tiempo.

La sistemática debería ser el quid para clasificar tantos y tantos organismos de antes y de ahora. Y lo es. Como se desprende de arriba, debe contentarnos, como mínimo, en dos aspectos:

- Primero, dar nombre a las especies.
- Segundo, relacionar especies entre sí a través del tiempo.

El primer cometido de la sistemática, lo de dar nombre a los especímenes, así como describirlos e identificarlos, lo resuelve la *taxonomía*, mientras que lo de relacionarlos entre sí a través del tiempo, lo hace la *cladística*. Tanto una como otra son imprescindibles hoy en día para el conocimiento absoluto de una especie.

Regar el árbol

Si hablamos de taxonomía, hay que hablar, sí o sí, de Carl von Linné (o Carlos Linneo, como lo llaman por aquí). Linneo ya se encargó en sus tiempos mozos de dar la clave para una buena nomenclatura de los especímenes y, dada su gran utilidad, aún la conservamos hoy. Esa nomenclatura se basa en el sistema binomial (de *bi*, «dos», y *nomial*, «nombre»: «dos nombres»), que seguro que conoces si has llegado hasta este punto de la lectura. *Homo sapiens*, por ejemplo, es uno de ellos y, si buscas en cualquier sitio, verás que fue el mismo Linneo quien puso el nombre. De hecho, se pegó el curro de confeccionar una lista con TODOS los organismos que se habían descrito hasta entonces, junto con los que él mismo añadió. Un montón de nombres, un saco entero. Corría la década de 1750. Así pues de *Homo sapiens*, el primer nombre es *Homo*, que es el nombre genérico e indica el género del espécimen, y el segundo es *sapiens*, el nombre específico, es decir, el que indica la especie. No hace falta nada más para nombrar un organismo. *Homo habilis*, entonces, pertenecería al mismo género que *Homo sapiens*, ya que comparten el primer nombre, pero sería una especie distinta, ya que el segundo nombre, *habilis*, difiere de *sapiens*.

Lo mejor de todo no es la infame cantidad de nombres que puso Linneo, ni su paciencia ni la infinita cuantía de nombres que se pueden poner gracias a este sistema género-especie, sino la jerarquía que implica tal nomenclatura, tan mágicamente armónica con la famosa

teoría de la evolución que Darwin tejería cien años después.

Linneo propuso estos dos rangos para describir una especie, pero más tarde aparecen otros seis, dando un total de ocho rangos actuales, que son los que siguen: dominio, reino, filo, clase, orden, familia, género y especie. En la práctica, se ha visto que necesitamos más de ocho rangos para las descripciones, naciendo grupos intermedios del tipo subgénero (entre género y especie), superfamilia (entre orden y familia)..., hasta que se te va de las manos. Quédate con los ocho que comentamos antes, el resto es paja (necesaria, pero paja).

DATO CURIOSO

Eso de dar nombre puede ser algo muy divertido, no solo nos sirve para ordenar, sino también para alardear un poquito. Eso sí, uno no puede inventarse un nombre como le dé la real gana. Existen una serie de directrices establecidas por el Código Internacional de Nomenclatura Zoológica que, básicamente, te dice qué puedes y qué no puedes hacer a la hora de poner un nombre, como dar a una especie tu propio nombre, un nombre ya existente o utilizar a un organismo feo para insultar a tu archienemigo. En general, los nombres indican, en latín o griego, algo acerca del bicho en cuestión, pero, aun así, existe una brecha en el código que ofrece una gran ventana al humor y suspicacia del padre/madre de la criatura, pudiendo con ello rendir homenaje a personajes conocidos, amigos, mascotas... Así, pueden nacer nombres referentes a personajes de ficción tales como *Allodaposuchus hulki*, en honor del forzudo personaje de la editorial Marvel, Hulk, ya que el cocodrilo en sí disponía de unas fuertes inserciones musculares que hizo pensar en el descamisado forzudo verde. Algo similar sucede con *Daenerytanais maieuticus*, un crustáceo con marsupio utilizado para albergar algunos huevos, que tiene el honor de recibir su nombre genérico de Daenerys

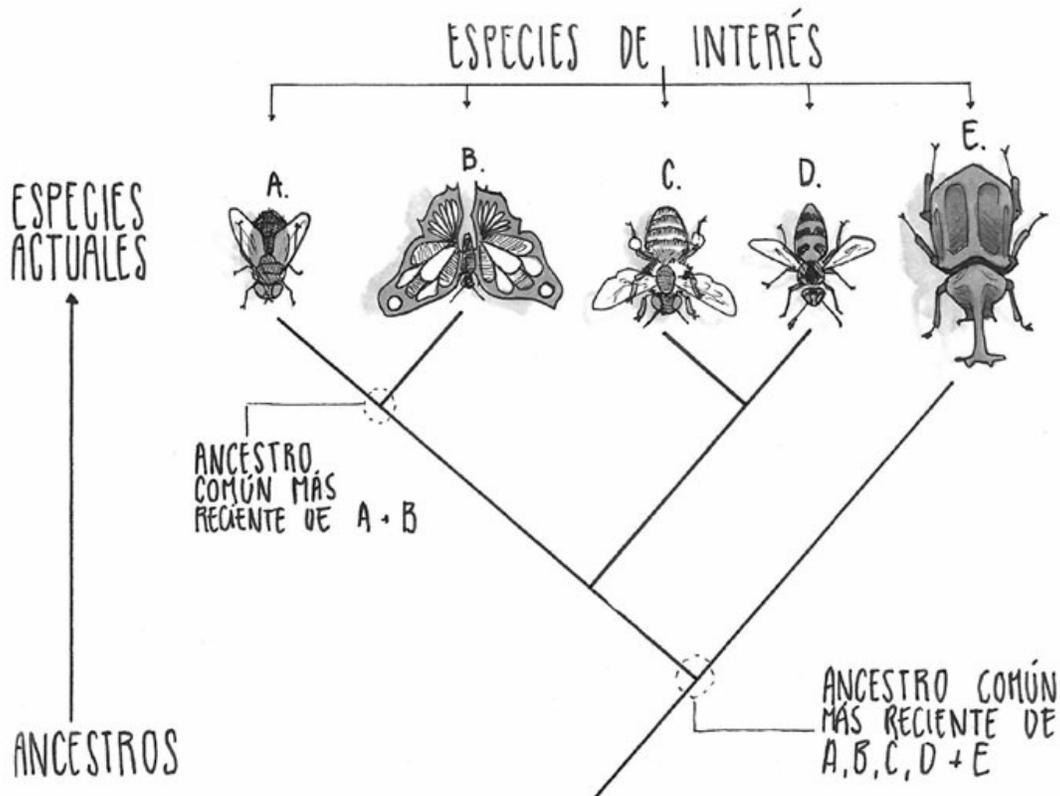
Targaryen, la madre de dragones de G. R. R. Martin en su saga de literatura fantástica *Canción de hielo y fuego* (seriada como *Juego de tronos*). Un ejemplo para una persona de carne y hueso sale del dinosaurio saurópodo burgalés *Europatitan eastwoodi*, como gesto al reconocido y variado trabajo de Clint Eastwood. Y ya para temas personales, se puede llevar la palma el entrañable Richard Fortey, quien nombró cantidades infames de trilobites, al más atractivo del cual le puso el nombre de *Parapilekia jacquelinae*, en honor a la mujer más bella del mundo: su esposa, claro.

La categoría «especie» queda incluida en la categoría más amplia de «género», lo que significa que de un género pueden salir varios nombres específicos. Como has podido ver, el género *Homo* incluye las especies *sapiens* y *habilis* (entre tantas otras: *antecessor*, *heidelbergensis*, *ergaster*...); todas ellas pertenecen al mismo género y eso es y será así por siempre jamás. En usos prácticos esto significa que evolutivamente están muy, pero que muy relacionadas. Estas mismas reglas se pueden seguir para los ocho rangos existentes. El primero, «dominio», el más general, contendría a todos los que le siguen; el segundo, «reino», a todos los demás a su derecha, y así hasta llegar a «especie». En cierto modo, este sistema en el que un rango engloba a los siguientes da por supuesta cierta relación de parentesco entre unas especies y otras, y es por eso que la taxonomía propuesta por Linneo funciona tan bien hasta la actualidad, ya aceptada la evolución como hecho biológico.

El árbol crece

Los científicos que tienen el placer de nombrar y describir una especie nueva, también tienen el honor de indicar al populacho qué relación tiene esa con todas las demás especies conocidas. Llegamos a la cladística. Así pues, el bicho ya tiene nombre, pero ¿qué relación de parentesco evolutivo tiene con

el ser humano? ¿Y con las hormigas cortadoras de hojas (de nombre *Atta colombica*)? ¿Y con el cactus del vecino? Esto también es muy gracioso, pues se puede resolver con un dibujo. Cuatro líneas si nos apuras.



Este conjunto de líneas tan chulo y ramificado que has visto se llama *cladograma*. En cada cladograma hay dos objetos básicos: los nodos, que son las intersecciones entre líneas y que representan un antepasado común entre los especímenes que nacen de él, y las líneas entre nodos (internodos), que representarían el cambio de una especie a otra a través del tiempo (cuanto más abajo en el dibujo, más antiguo será). Entonces, si tienes dos finales de línea (dos especies) que surgen de un mismo nodo significa que estas dos especies tienen un ancestro común, que se encuentra en ese nodo.

Como puedes entender, en cada publicación científica donde se da a

conocer una nueva especie no se reproduce el monumental árbol genealógico de las especies (llamado árbol filogenético) reconocido hasta el momento, sino que se corta a conveniencia del autor, convirtiendo el árbol en *clado*. Nos explicamos: a lo mejor estoy dando a luz a un pequeño insecto, pero para descubrir su espacio en el mundo de los seres vivos no me va a resultar útil que veas el parentesco entre este y una ballena, por ejemplo... Pues corto y ya. Así, un clado comprende el antepasado común de un grupo de interés, más todos sus descendientes, sin tener que representar todo el árbol de la vida.

Ya supondrás que este tema no es coser y cantar, ni mucho menos y, cuanto más rascas, más problemas salen. Existe una cantidad perversa de complicaciones a la hora de establecer qué rasgos o caracteres de cada espécimen hay que tener en cuenta para decidir si una especie es antepasado común de otra o no: quién va en qué nodo. Muchas veces la complicación es tal que se puede asistir a una lucha libre verbal entre científicos que tienen por objetivo clarificar asuntos de esta magnitud. Aunque al fin y al cabo eso es bueno para la ciencia, no deja de ser un tanto feúcho.

El árbol se poda

Así, entrar en este mundo de la cladística puede ser como entrar en *Dentro del laberinto* con David Bowie, «donde todo parece posible y nada es lo que parece». El asunto se empieza a poner feo con las convergencias y las divergencias.

Tanto un ave como un murciélago como un pterosaurio tienen (o tenían) alas; aun así, si uno tiene la oportunidad de analizarlos detalladamente, verá que se parecen como un huevo a una castaña. Lo mismo sucede con el tiburón, el delfín y el ictiosaurio, los cuales comparten una morfología general, pero al estudiarlos con lupa ves que ni hablar del peluquín. En ambos casos, uno podría pensar que estos comparten una relación de parentesco evolutivo especial y cercana, ya que su estructura, sus rasgos externos más

evidentes, así parecen indicarlo. Nos sabe mal explotar la burbuja del imaginario, pero esto no es así. De hecho, el antepasado común (el nodo compartido) de aves y murciélagos, por ejemplo, no tenía alas. Sin embargo, en algún momento dos especies distintas, provenientes de ese ancestro común sin alas, empezaron a desarrollarlas. Estas dos nuevas especies probablemente tuvieron que adaptarse al mismo tipo de ambiente (el medio aéreo en ese caso). Con el tiempo, este carácter morfológico pasará a formar parte de todas las especies descendientes, tanto de aves como de murciélagos.

Esta coincidencia evolutiva también se repite en los tres protagonistas acuáticos que hemos ejemplificado: tanto el tiburón, como el delfín o el ictosaurio han optado por desarrollar una forma de huso en sus cuerpos. Esta forma es ideal para moverse dentro del agua, así que es obvio que los organismos acuáticos que tengan que adquirir cierta velocidad dentro del agua acaben por evolucionar a esas formas. Las especies que no apostaron por el caballo ganador probablemente perecieron, ya que no podían equipararse en agilidad subacuática. Incluso si nos ponemos a construir algo con la intención de que vaya muy rápido dentro del agua, seguro que acabamos construyendo algo parecido a un submarino de guerra. Caballo ganador.

Estos rasgos (ya sean morfológicos, fisiológicos, etológicos, etcétera) que hacen que dos organismos o sus estructuras se parezcan teniendo antepasados distintos se llama *convergencia evolutiva* o, simplemente, *convergencia*.

Evidentemente, también tenemos el acontecimiento contrario. Dos organismos con un antepasado común podrían adaptarse a ambientes diferentes y, mientras lo hacen, cambiar de apariencia y de comportamiento. A partir de entonces y a medida que vaya pasando el tiempo, cualquier linaje de organismos podría divergir más y más hasta adoptar formas y comportamientos muy diferentes a los de sus ancestros. Ahí ya tenemos organismos aparentemente muy dispares, pero con un ancestro común más o menos cercano. A este fenómeno se lo llama *evolución divergente* o *divergencia*. Un caso de manual vuelven a ser las extremidades de los diferentes mamíferos actuales: la mano de un humano y la de un caballo no se parecen en nada, pero sí, adivinas bien, tienen un antepasado común, con

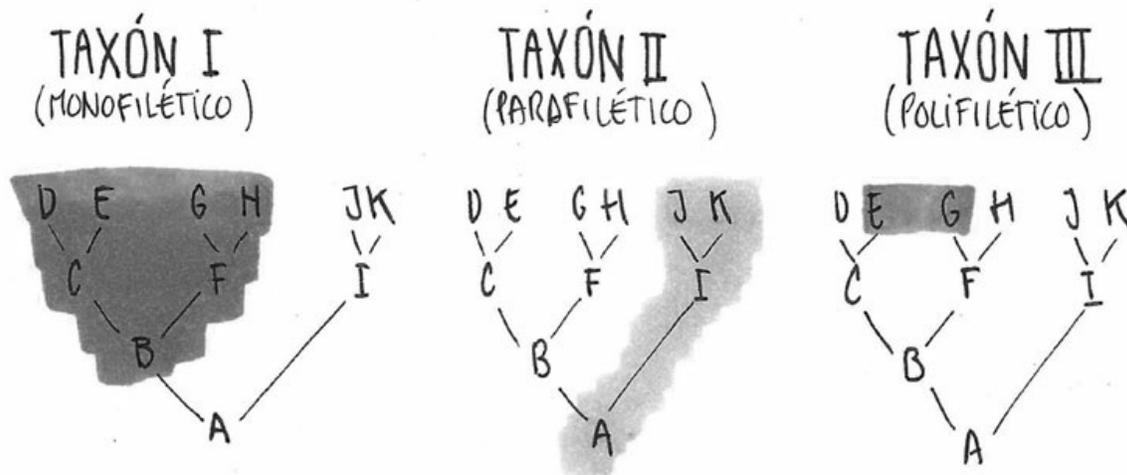
lo cual de una misma mano han salido otras dos tan diferentes debido a las distintas presiones ambientales con las que se han ido topando las sucesivas especies.

Más allá de la comparación de rasgos entre taxones que nos brinde una convergencia o una divergencia evolutiva, topamos también con los grupos *monofiléticos*, *polifiléticos* y *parafiléticos*. Estos conceptos nacen nuevamente de la comparación entre taxones, cuando quieres equiparar un grupo con otro. Lo único que tenemos que hacer para distinguir cada uno de ellos es ver qué pasa con dos de sus factores base: por un lado, observar si se tiene en cuenta el ancestro común entre los dos grupos comparados y, por el otro, ver si se tienen en cuenta todos los descendientes derivados.

Considerando lo dicho, hablaremos de un grupo monofilético (del griego *mono-*, «uno») cuando en este se incluya tanto el ancestro común más reciente compartido entre los dos subgrupos, como a todos sus descendientes. Date cuenta de que en este caso estás comparando dos grupos (aquí llamados subgrupos), pero que en realidad, por considerar el ancestro común, hablas únicamente de uno.

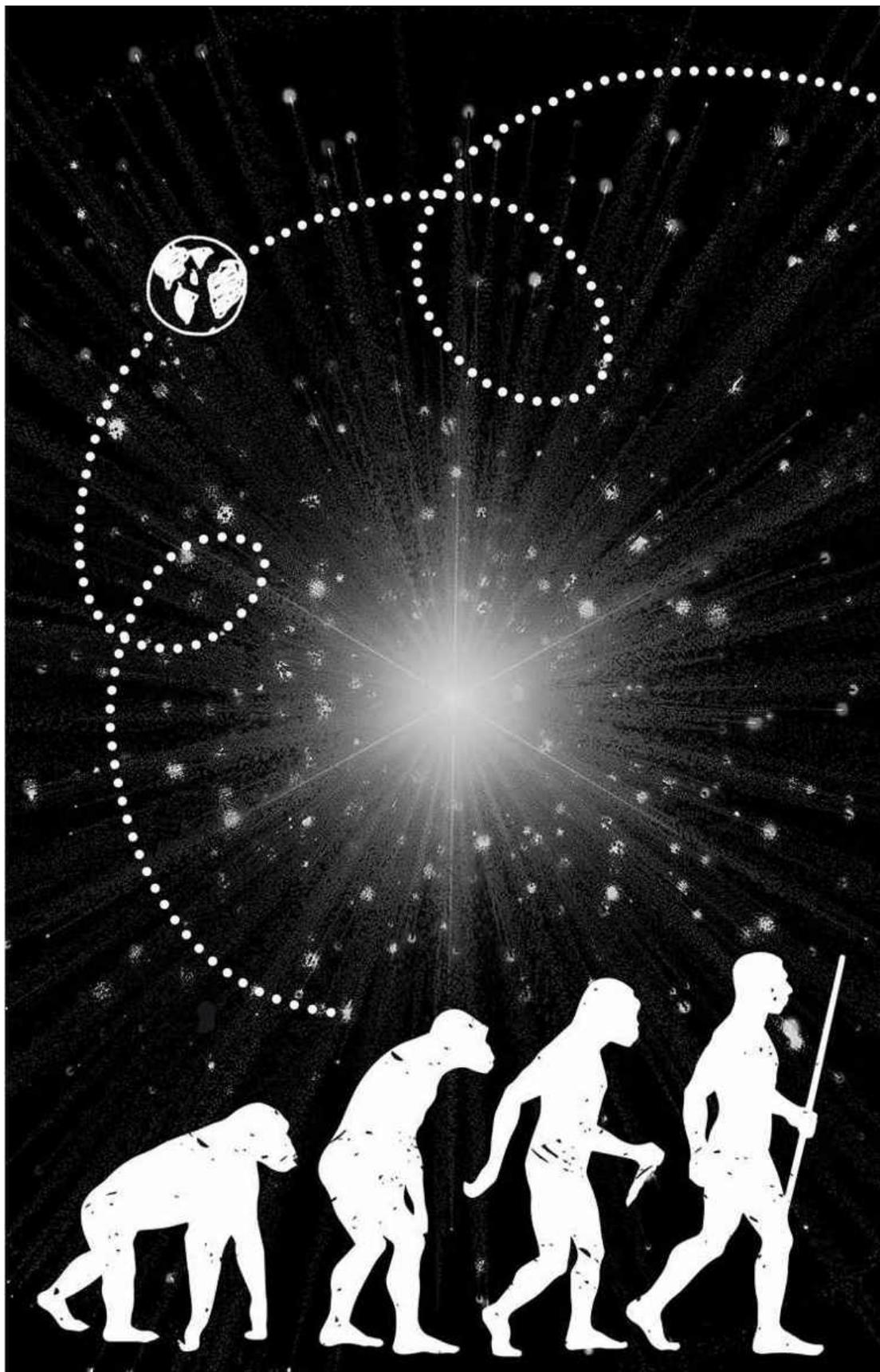
Los parafiléticos (del griego *para-*, «al lado de») incluyen, en cambio, su ancestro común más reciente, pero ahora ya no tienes en cuenta a todos sus descendientes, como pasaba en el caso anterior. Por último, en los grupos polifiléticos (del griego *poli-*, «muchos»), ya el *summum*, no se incluyen ni el ancestro común más reciente entre ellos ni a todos sus descendientes, por descontado.

Vuelve a fijarte en que estarás hablando de un tipo de grupo u otro en función de los dos factores base comentados, el ancestro común más reciente y los descendientes derivados. El monofilético incluye los dos (2/2); el parafilético, tan solo el ancestro común más reciente (1/2), mientras que el polifilético, ninguno (0/2).



«¡Vale, lo he entendido todo!» Perfecto, porque entonces te darás cuenta de que, a un paleontólogo, lo que más le va a interesar es encontrar aquellas estructuras en varios organismos que, por más diferentes que puedan parecer, le cuenten y relacionen especies con un antepasado común. Es decir, resolver divergencias antes que convergencias. Deshacer el camino de las divergencias nos puede llevar a un nodo en el cladograma, o sea, a un ancestro común entre dos especies. Clarificar una convergencia nos indica que, aunque hayamos dado con una asociación evolutiva directa errónea, tenemos que continuar por otro camino y seguir buscando.

La sistemática, entonces, será nuestra herramienta fiel a la que acudir ante tanto atontamiento provocado por el capricho de la evolución. Con ella damos más luz a lo que Darwin empezó en su momento, ponemos en evidencia la evolución y seguimos el camino para atrás en la búsqueda del primer organismo con el que empezó todo.



4

MOMENTOS DE EXTINCIÓN Y DIVERSIFICACIÓN FAUNÍSTICA

Vamos a meternos un poco en la prensa rosa de la vida en la Tierra. A continuación vamos a exponer datos jugosos explicando un poco los *baby boom* de turno y las extinciones al estilo *Dallas* que tanto nos gustan. Sí, vale, somos conscientes de que hemos visto mucha tele, y comparar una extinción masiva con *Dallas* tiene pecado. Pero ¿y lo que nos gusta exagerar? Dramatismo, que eso vende.

Continuemos. La vida en la Tierra, para qué engañarnos, no ha sido nunca fácil y a lo largo de su historia ha estado inmersa en un sinfín de cambios y momentos críticos que, a menudo, han sido catastróficos para muchos de los seres vivos que la han habitado. Desde los ya temidos impactos de meteoritos a cambios en la temperatura de la superficie terrestre. Y es que hay que tener en cuenta que un ecosistema vivo se encuentra en un equilibrio fácilmente perturbable y que en cualquier momento puede generarse un efecto dominó de un calibre inimaginable. Como cuando resbalas bajando la escalera y te llevas a tres o cuatro por delante.

Así que bien, podremos distinguir claramente momentos muy favorables para el desarrollo de las comunidades terrestres y otros..., pues no tanto. En los buenos momentos, la vida se abre camino y las poblaciones se diversifican mucho, llegando a representar momentos muy importantes en la historia evolutiva de la Tierra. Pero todo lo que sube tiene que bajar, eso ya lo dijo Newton, y estos momentos de felicidad se ven interrumpidos por crisis bióticas que resultan en la extinción de muchos grupos, a menudo importantes. Y luego empieza de nuevo el ciclo, no te preocupes.

CARA Y CRUZ DE LAS EXTINCIONES

Empecemos con la cruz. Una extinción es, sin más, una rápida y extendida disminución de la biodiversidad en la Tierra; es decir, cuando muchos y varios seres vivos pringan a la vez en un abrir y cerrar de ojos.

Como podrás suponer entonces, una pista para descubrir una extinción en el pasado es que una cantidad considerable de bichos y bichas desaparezcan del registro fósil de un momento a otro. Y es tal cual, algunos de ellos han pasado la tierra durante millones de años y, de un momento a otro ¡PAM! Adiós muy buenas. «Ya, pero ¿y la chapa que me habéis dado con que el registro fósil es incompleto y todo eso? A lo mejor faltan bichos porque no se han fosilizado, y ya está...» Qué bien hablas. Correcto, pero este hecho no viene solo. En estos casos, las especies no han desaparecido solas del registro fósil enigmáticamente, sino que lo han hecho junto con muchas otras. Curioso, ¿no crees?

Además, siempre hay otras cosas que hacen saltar las alarmas, y aquí, nuevamente, el trabajo conjunto con científicos de otras ramas es fundamental para entrever qué rayos pasó en cada caso. Uno de estos frecuentes matrimonios se produce entre el geólogo y el paleontólogo (si es que el paleontólogo no es también geólogo, o viceversa), pues, a veces, la desaparición de tal cantidad de especies va acompañada de cambios en el registro sedimentario que añaden pistas interesantes sobre el asunto. ¡Te juramos que son interesantes! Si hay un cambio brusco en la sedimentación, coincidiendo con una de estas disminuciones en la biodiversidad, y a más a una escala geográfica relevante, podemos empezar a sospechar «algo grande».

Dependiendo de los organismos directamente emparentados que se extingan en el suceso, estaremos hablando de una extinción de una especie entera, de un género, de toda una familia..., siguiendo el orden creciente de los rangos taxonómicos que te introducimos en el capítulo anterior. Podríamos decir que a más grande el rango taxonómico extinguido y el número de ellos, más catastrófico ha sido el acontecimiento.

Sabemos que razonas bien, así que avanzamos y te respondemos que sí, aunque tengamos el registro fósil fraccionado, se pueden hacer estimaciones para decir si se extinguieron el cuarenta, el cincuenta o el sesenta y pico por ciento de especies, familias..., o lo que nos echen. Para disminuir un poco el error, se cuentan solo los rangos taxonómicos de especies marinas ya que, como habrás deducido del capítulo 1, esas son las que tienen más posibilidades de fosilizarse y, por lo tanto, las que mejor representan la biodiversidad del momento respecto a un ambiente; aunque esto no quite que se intente visualizar el desastre en tierra firme. Y sí, sabemos que no es exacto, pero tampoco es eso lo que esperamos: buscamos números aproximados para poder valorar la magnitud del asunto, y los grandes números hablan por sí solos.

DATO CURIOSO

Algo que se tiene que saber es que si una especie se extingue, pues adiós muy buenas, no esperes verla nunca más. La vida es dura y las cosas son así, no hay segundas oportunidades. No habrá más amonites, ni más trilobites, ni velocirrautores, ni dientes de sable, ni dodos... Esto no es como jugar a *Super Mario Bros.*, al traste todos ellos. Podremos fantasear gracias a la ciencia ficción, pero ya está. Y con los humanos igual, los *Homo sapiens* desapareceremos y no habrá más que nuestra cantidad desorbitada de mierda perenne para recordar a las especies que nos sobrevivan que pasamos por aquí. Y ya está. Por suerte sucederá lo mismo con las cucarachas, pero aún falta acabar con ellas una vez; solo con una será suficiente...

Pero también hay que decir que las extinciones masivas no son todo muerte, grito y desolación, por mucho que ni la palabra *extinción* ni *masiva* le lleven a uno a pensar en el amor y la alegría. Lo que para unos puede ser su

destino final, para otros puede significar la oportunidad de su vida para engendrar y proliferar la especie, ya sea porque las nuevas condiciones generadas por el cataclismo potencian el desarrollo de esas especies que no habían destacado hasta entonces, o porque estas pasan simplemente a ocupar un nicho ecológico que como consecuencia ha quedado vacío, aumentando considerablemente su número de especímenes.

Un nicho ecológico es un hábitat cualquiera (marino, terrestre, arbóreo, etcétera) que es compartido por varias especies que se nutren de los mismos recursos para subsistir. Se suele relacionar con la competencia interespecífica, ya que si una especie usa un recurso de ese nicho, afectará a las otras especies que lo habiten que también lo utilicen, generando fácilmente competencia por él.

Este aprovechamiento se ve claro en el registro fósil y también se da hoy en día en cualquier rincón. Es fácil de entender. Es la parte bonita de la extinción, la recuperación, el período de risas y regocijo, de besos y abrazos... Hasta que vuelve a suceder.

Pero reiteramos, no siempre tiene que ser la *Jungla de cristal* para todo el mundo. Para empezar, tenemos dos tipos de extinciones: las masivas y las de fondo. Las primeras, que suenan fatal y son las que nos ocupan aquí, son las que se llevaron por delante el mayor número de familias taxonómicas y supusieron, en cada caso, el fin para más del 45 % de la biodiversidad global. Las otras, aunque también causaron estragos considerables y por eso son merecedoras de respeto, fueron más de estar por casa y no significaron una caída tan abismal del número de especies en el planeta.

ANTES DE LAS EXTINCIONES DE AÚPA

Sí, en este libro nos ocuparemos de las grandes sacudidas, y lo haremos en nada, pero antes de eso, déjanos hacer un par de paradas que creemos que son obligatorias.

Primera parada. Ediacara, el hola y el adiós de la fauna más bizarra

Cierto es que la fauna de Ediacara, aparecida hace unos 600 Ma, es de lo más raro que se ha visto en la vida. Para dar de comer aparte, sin excepciones. Además de raritos (cosa que nos encanta), tienen el privilegio de ser los primeros multicelulares complejos. ¡Ya puedes aplaudir! Con ellos, pasamos de tener microbios (hablando en plata y sin querer menospreciar) a organismos estructurados complejos con simetría radial y bilateral... Todo un hito en la historia de la vida. «No me impresiona, porque no sé qué leñes es eso de las simetrías.» De acuerdo:

Tiene simetría cualquier cuerpo que, de alguna manera, se repite x veces especularmente, es decir, como si tuviera un espejo. Un humano tiene simetría bilateral (de bi, «dos»), puesto que se le puede poner un espejo de arriba abajo y lo que se ve en el espejo es prácticamente idéntico a lo que le queda al otro lado. Una medusa, por ejemplo, tiene simetría radial, ya que si pones el espejo arriba, pasando por el centro del organismo, lo pongas como lo pongas, el espejo devuelve siempre la misma imagen.

Dicho esto, que los organismos pasen a tener algún tipo de simetría significa que su grado de complejidad estructural se elevó un montón en algún momento anterior, cosa que evolutivamente tiene mucha importancia. Ahí ya te hemos impresionado. Pues esta característica tan importante nace en la historia con esos organismos (al menos que sepamos por ahora).

La fauna de Ediacara aparece en algunos yacimientos paleontológicos (lugar donde se encuentra una acumulación importante de restos fósiles) alrededor del globo, siendo los más importantes los hallados en Australia, cerca de la ciudad de Adelaide, en las llamadas colinas de Ediacara, de donde toman el nombre. Además, los encontramos en China, Rusia, Groenlandia o Namibia. Sí, raros, pero bien que se esparcieron por la Tierra en un breve período de tiempo. Todos estos lugares tienen algo en común, pues representaban ambientes variables en salinidad (a veces muy alta), cambiante concentración de oxígeno diatómico (O_2), temperatura y saturación de ciertos minerales para la construcción de las partes duras de las cuales gozaban algunos.[13]

En química, las moléculas diatómicas son aquellas que están formadas por dos átomos, que pueden ser del mismo elemento, como, por ejemplo, el oxígeno (O_2), o de un elemento diferente, el monóxido de carbono (CO).

Con todo esto, los peculiares bichos ediacáricos aparecen después de un lapso GLACIAL (o sea, tremebundo) al que sucumbió el mundo durante el período criogénico (qué originales que somos a veces), hace poco más de 630 Ma, hasta los 540 Ma. Este período de tiempo, llamado Ediacárico (adivina por qué), engloba a esta fauna que para algunos fue un quiero y no puedo de la vida, un intento fallido de la biota que desapareció sin más debido a quién sabe qué. Se comenta que algunos vivían aferrados al suelo marino, mientras que otros lo hacían pastando por esas praderas submarinas de mares poco profundos. Entre la fauna de Ediacara más famosa,

encontramos a *Kimberella*, con su simetría bilateral, parecida a unas castañuelas bien chulas; *Spriggina*, que como no tenemos ni idea decimos que podría ser como un artrópodo y, además, depredador, ¡hala!; *Mawsonites*, que sería como una *frisbeemedusa* rellena de arpones y veneno, un amor de bicho; *Dickinsonia*, el ¿gusano?, ¿liquen?, ¿medusa?, ¿coral?, más genial que hayas visto nunca, o *Tribrachidium*, del cual se conservan impresiones en el sedimento y nadie sabe qué pudo ser. Como ves, cuánto intento de clasificar lo que no conocemos con todo lo que sí, ¿eh? Como decíamos, tenemos la necesidad de clasificarlo todo, por raro que sea.

Esta magnífica fauna se volatiliza antes de la llamada explosión cámbrica, momento en el que sí surgen organismos con las morfologías base que conocemos hoy. A partir de entonces, empieza el Eón Fanerozoico (del griego *phaneros*, «visible», y *zoos*, «ser vivo», referente a los seres vivos ya visibles en el registro fósil), que contiene la era paleozoica y esta, a su vez, el período cámbrico, el cual empieza en ese momento. No te líes, que no es tan complicado. Lo más seguro es que su enigmática desaparición diera pie al desarrollo de la fauna que nos precede y de la cual tan mágicamente aparecimos, lo que nos lleva a la segunda parada.

Segunda parada. La fauna de Burgess Shale, el detalle de lo antiguo

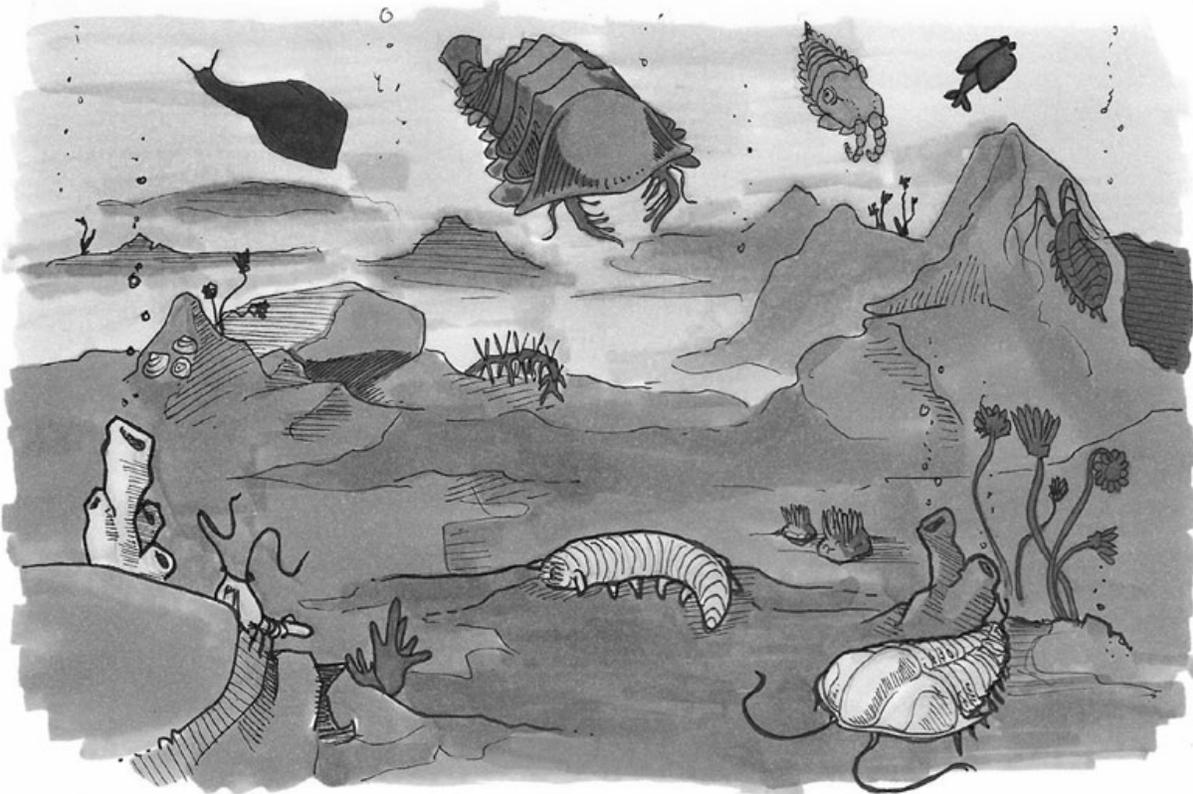
Si bien este conjunto también tiene opciones de salir en alguna película de las que nos gustan (abrimos la veda para productores y directores de cine que nos estén leyendo), algunos de ellos pueden relacionarse perfectamente con taxones actuales, algo no tan evidente para los personajes anteriores.

Esta fauna se encuentra originariamente en los sedimentos del yacimiento de Burgess Shale, de hace unos 520 Ma, (aún en el período cámbrico), en la Columbia Británica del Canadá, aunque en 2011 también se hallaron especímenes contemporáneos en China.[\[14\]](#) Lo mejorcito de todo es el grado de detalle de cada uno de ellos, hasta las partes más blandas de sus cuerpos,

perfectamente conservados en las lutitas arcillosas del yacimiento, antes un mar somero. Suponiendo que te has leído el capítulo 1 del libro, ya sabrás a qué se debe esta espectacular conservación. Y si no, vuelve para atrás.

Algo que ha excitado enormemente a especialistas desde tiempos remotos es el hecho de que muchos de ellos se puedan relacionar directamente con algunos de los bichos que podrías ver ahora mismo mirando por la ventana. La mágica conservación ayuda, ya te lo decimos, pero no deja de sorprender. Entre ellos se cuentan medusas, esponjas, gusanos, moluscos varios y (redoble de tambores) artrópodos. A estos se les puede otorgar la aparición de órganos sensoriales articulados, estructuras locomotoras y sí, cerebro también. Todo ello se relaciona con las capacidades que se les atribuyen a nuestros protagonistas de sección, como son la depredación, la competencia o la bioturbación, grandes armas en un entorno ecológico digno de ser la cuna de los duelos y de la rivalidad.

Algunos de los que no te puedes perder para nada son *Pikaia*, que sería como una lombriz achatada por los lados y considerado padre y señor de todos los vertebrados por tener notocordio y cordón nervioso dorsal; *Anomalocaris*, el artrópodo depredador por excelencia de sus tiempos, que podía llegar hasta un metro de longitud, con un par de ojos saltones con infinidad de pequeñísimas lentes en cada uno de ellos y unas garras delanteras prensiles que no metas la mano ahí; *Opabinia*, otro cazador caracterizado por tener patitas con branquias con las que moverse, cinco ojos para tener una supervisión y una probóscide con pinza en el extremo (similar al *gadgetobrazo*) para agarrar comida; *Hallucigenia*, que como su nombre indica, alucinas cuando lo ves: otro con cuerpo de gusano, pero con sus siete pares de tentáculos bajo el cuerpo y sus siete pares de espinas por arriba; *Waptia*, cual gamba minúscula; u *Olenoides* y *Naraoia*, unos de los primeros trilobites que aparecen en el mundo para dar guerra. Para que te puedas hacer una idea, aquí va un regalo visual.



Se dice que algunos de estos organismos fueron experimentos de la evolución que quedaron atrás, un poco como pasó con los de Ediacara. Pero en este caso, el éxito fue supuestamente mayor, ya que la semejanza entre ellos y los grupos actuales resulta más que evidente, cosa que indicaría una notable supervivencia de estos.

LAS CINCO MUERTES NO ANUNCIADAS

Vale, ya podemos empezar con las extinciones masivas. «De acuerdo, ¿por qué hay extinciones a gran escala? ¿Hay algo que las produzca normalmente? ¿Siempre la palman los mismos grupos?...» Sí, sabemos que son preguntas que atormentan habitualmente los desayunos familiares y que

producen largas noches en vela, así que vamos a intentar dar su respuesta sin más dilación.

Como expertos en muertes raras, tenemos que decir que se han detectado, del período cámbrico en adelante, cinco grandes extinciones. Si consultas la tabla de los tiempos, verás que es a partir de unos 540 Ma para acá. Antes del Cámbrico tenemos un problema. Bueno, viene a ser el mismo problema de siempre: la falta de información paleontológica, sin bichos duros y esas cosas que nos permitan ir más allá con nuestras especificaciones. El caso es que ha habido cinco momentos clave en que muchas de las especies se despidieron del mundo, más o menos a la vez, para no volver jamás. Ya te avisamos de que era muy dramático.

Ha sido habitual a lo largo de la historia de la geología acordar un cambio de unidad geocronológica en función de eventos sucedidos a escala global y que han quedado registrados en los diferentes sedimentos.

DATO CURIOSO

Ese sesgo de «paleoinformación» que venimos señalando se hace especialmente evidente desde los 3.700 hasta unos 600 Ma, momento en el que los organismos ya empiezan a gozar de partes duras aptas para la buena fosilización. Ya en el Paleozoico, no es que reboen los fósiles, pero empezamos a estar algo más contentos.

Ese vacío evidente de más de 2.700 Ma antes de llegar al Cámbrico se podría explicar pensando que las bacterias fueron las reinas del baile en nuestro planeta, por no decir las únicas que bailaban al compás del tiempo. No las vimos, pero la liaron parda. Después de los 3.700 Ma, momento en el que, como comentamos, ya no se duda de la presencia de cianobacterias, estas se habrían pasado con la fotosíntesis, hinchándose a glucosa a más no poder y expulsando grandes cantidades de oxígeno. Ese O₂ se fue acumulando y acumulando, formando parte de la atmósfera terrestre. A más

millones de años que pasaban, más concentración de oxígeno en la atmósfera, llegando a ser las responsables de la formación de nuestra capa de ozono, establecida ya hace unos 2.000 Ma. Y es que 1.700 Ma expulsando O₂, dan para mucho. Durante ese tiempo las cianobacterias fueron ganando batallas a las bacterias más primitivas (muy sensibles al oxígeno), posibilitando un crecimiento más rápido de los organismos mediante la obtención de más cantidad de energía gracias al gas.

Esta victoria de los primeros organismos fotosintéticos en detrimento de las bacterias no fotosintéticas pudo suponer la primera gran extinción masiva relatada en nuestro planeta. Aun así, la falta de evidencias tangibles hace que quede un poco oculta en la historia de la vida.

Las unidades geocronológicas son las divisiones de tiempo que utilizamos para formar la tabla de los tiempos geológicos, como la que hemos incluido en este libro. Esas divisiones son, de mayor a menor intervalo temporal: eón, era, período, época y edad. Se construyen a partir del registro geológico presente en la corteza terrestre, con las rocas acumuladas y transformadas a lo largo del tiempo.

Una extinción masiva es, evidentemente, algo suficientemente importante como para saltar de una unidad a otra (de un período a otro, por ejemplo) y que, además, puede quedar perfectamente evidenciado en el registro geológico y paleontológico. De este modo, te vas a dar cuenta de que con las extinciones masivas terminan unas unidades y empiezan otras. Y tiene mucho sentido, ya que con un evento tal, las condiciones terrestres pueden variar suficientemente como para facilitar un cambio radical de algo que ha podido caracterizar la Tierra hasta aquel entonces, como son sus organismos o sus

sedimentos. En ese caso, la extinción irá acompañada de la posterior radiación de otros seres vivos que irán transformando el panorama terrestre, renovando a su paso el registro fósil.

Como verás, en cada una de ellas detallaremos las causas que hoy en día se sustentan como más probables, así como la cantidad estimada de organismos fallecidos, y cuáles fueron los taxones que las protagonizaron.

Primera extinción: Ordovícico/Silúrico (O/S), 444 Ma

Es posible que aún quede algún rezagado que no lo sepa, y por eso lo comentamos sin problema: el clima terrestre no ha sido igual a lo largo de la historia de la Tierra. La evidencia surge cuando se piensa en el período de formación del globo comentado en el capítulo anterior; ahí no hay duda, pero, una vez que se forman la litosfera, la hidrosfera y la atmósfera, y evolucionan hasta como las conocemos hoy, ¿ahí qué? Pues tampoco. Primero, piensa que, aunque las tres hayan mantenido más o menos su estructura a lo largo de un extenso período, están en constante cambio y dependiendo las unas de las otras, y a estas también se podría añadir la biosfera. Una no cambiará sin más dejando las otras libres de transformación, aunque sea poco a poco. Toda esa historia de las cianobacterias expulsando O_2 y formando la capa de ozono es un ejemplo práctico de ello. En la Tierra todo cambia generalmente a un ritmo lento y, en ese cambio, siempre se busca el equilibrio.

Dicho esto, entenderás que no se puede mover ficha sin más, pues todo movimiento tiene un precio y unas consecuencias. Contamos esto porque, aunque en todas las extinciones masivas hay un trasfondo de cambio climático, es en esta, quizás, en la que se intuye una relación más directa y global entre un cambio climático terrestre sin causas externas y una disminución implacable de la biodiversidad en la Tierra.

Sucedió entre 450 y 440 Ma, en el tránsito entre el Ordovícico y el Silúrico. Por aquel entonces, la vida se concentraba en las plataformas continentales de los mares y océanos, y la tierra firme se hallaba dividida

entre dos masas bien diferenciadas la una de la otra, llamadas Proto-Laurasia y Gondwana. El primer continente acaparaba buena parte del ámbito ecuatorial terrestre, desplazándose hacia el norte a la vez que se iba fragmentando en otros tres: Laurentia, Siberia y Báltica, gracias al infatigable y gentil movimiento de las placas tectónicas. Algo similar a cuando tus amigos y tú juntáis todas las colchonetas inflables (placas tectónicas) en la piscina (manto líquido) y al cabo del rato os soltáis y quedáis a la deriva. Gondwana, no muy distante al inicio, partía silenciosamente hacia el sur, escondiendo bajo la manga la carta de la muerte venidera.

La tectónica de placas (del griego tekton, «el que construye») es la teoría que nos cuenta cómo se formó la litosfera, dando una explicación para la formación de las placas que la conforman, así como su desplazamiento y la interacción entre ellas. Es útil, además, para entender gran parte del vulcanismo y la sismicidad existentes en nuestro planeta.

Como decíamos, Gondwana derivaba hacia al sur con el paso del tiempo. A lo mejor piensas que muy bien, que felicidades, pero es ese hecho, precisamente, el que cambió el futuro para una cantidad infame de biota y lo que la condenó al fracaso o al cambio forzado. Al emigrar hacia el polo sur, Gondwana se precipitó al vacío de un frío aterrador que congeló las aguas continentales, seguramente forzando la formación de un casquete polar que acentuó el descenso de la temperatura global, derivando el mundo a una glaciación extrema. Además, este movimiento coincide con el levantamiento de los Apalaches, constituidos por roca silicatada que habría absorbido gran cantidad de CO₂ presente en la atmósfera al formarse, con lo cual la Tierra no habría podido retener demasiado el calor ya que le faltaría bastante de ese potente gas invernadero. Eso añadió *fresquíbiri* al asunto.

El frío asestó un primer golpe que sacudió a familias enteras de trilobites, braquiópodos y graptolites, pero, como puedes deducir, el frío no lo fue todo y aquí no acabó el cuento. La formación del casquete polar también precipitó un descenso global del nivel del mar que secó las plataformas continentales, que hasta entonces estuvieron repletísimas de vida y salero. Desastre máximo, pues es ahí donde se concentraba la vida... Ambos factores, frío y alejamiento del mar, borraron del mapa el 86 % de las especies del planeta. Toda una pena.

Las condiciones empezaron a restablecerse millones de años después, cuando Gondwana fue abandonando el polo sur, devolviendo con ello el calorcito al globo y, consecuentemente, provocando la fusión del hielo y la inundación de las plataformas continentales. Esta extinción resultó ser la segunda peor en la historia de la vida, solo superada por la del Permo-trías, relatada más adelante. Los supervivientes ocuparon los espacios acuáticos que quedaron libres, desarrollándose y permitiendo la aparición de nuevas especies.

Segunda extinción: Devónico/Carbonífero (D/C), 360 Ma

Empezó hace unos 380 Ma y terminó a unos 360 Ma. A ver, 20 Ma de extinción, lo sabemos, a lo mejor es pasarse un poco, pero es así y todo tiene una explicación..., que básicamente es que se engloban dos momentos clave en ella, separados por unos milloncetes de años: los llamados fenómenos Kellwasser (Devónico Superior) y Hangenberg (tránsito del Devónico al Carbonífero), nombres horribles que no esperamos que recuerdes una vez que hayas pasado de página. Cualquiera diría que son dos matones a sueldo.

El primero de ellos, Kellwasser, parece que hizo más estragos en la fauna marina, haciendo hincapié en los grupos de invertebrados, como los corales y sus arrecifes. El segundo, Hangenberg, pilló a los vertebrados por banda y los dejó temblando en un rincón, tanto a los marinos como a los terrestres, siendo más generoso con los invertebrados.

La verdad es que las causas de las extinciones están un poco en el aire y en el poderío imaginativo de cada cual, pero todo apunta a que los cambios en el nivel del mar jugaron malas pasadas. Kellwasser habría llegado durante el cierre de mares y océanos entre las grandes superficies terrestres del momento, Eurasia (masa continental formada por Europa y Asia conjuntamente) y Gondwana. Hangenberg debió de apretar el gatillo con un baja-sube del nivel del mar de unos cien metros, cargándose ecosistemas por doquier. Al final no íbamos tan mal encaminados con eso de «matones».

Por aquel entonces, la vida ya se había asomado a tierra firme, con variopintas plantas que hundían sus raíces en el suelo duro y anfibios más o menos grandotes que merodeaban tímidamente por las orillas (de todo ello encontrarás suficiente información en el capítulo 5). Además, en los mares, aparte de bichos como los braquiópodos, amonites, conodontos, foraminíferos o trilobites, el mar gozaba ya de peces, algunos de ellos inmensos, como el acorazado placodermo *Dunkleosteus*, o sea «aterrador», toda una pesadilla de los mares devónicos, además de algunos tiburones que también asustaban lo suyo.

Con todo, esta extinción también fue muy severa, llevándose especies a saco, el 83 % de ellas y un 20 % de las familias, especialmente de amonites, placodermos (adiós al *Dunkleosteus*) y otros peces como los acantodios, foraminíferos, conodontos, estromatopóridos, corales, a los adorables facópodos —entre otros trilobites—, y a algunos tiburones y tetrápodos basales. Esos son los que lo pasaron mal, pero mal mal. Otros que no tanto, pero que cuidado, fueron los braquiópodos, los briozoos, los equinodermos y los ostrácodos que habitaban ya un tanto más en la superficie.[\[15\]](#)

Esa gran masacre devónica que dejó los mares desnudos de grandes depredadores fue, una vez más, la clave para que otros pudieran desarrollarse a sus anchas y fardar de haber superado con creces el segundo varapalo de la vida. Entre ellos se encuentran los tiburones y otros condriictios y algunos de los tetrápodos que, sin saberlo, alcanzarán el éxito evolutivo muchos millones de años después.

Tetrápodos (del griego tetra-, «cuatro», y -podo, «pata», así pues: «cuatro patas») son todos aquellos organismos que descienden de los peces con aletas lobuladas, las cuales evolucionaron a patas (dos delanteras y dos traseras), y que gozaban y gozan de un sistema pulmonar para captar O₂ atmosférico, como, por ejemplo, los humanos. En próximos capítulos lo explicaremos ampliamente.

Tercera extinción: Pérmico/Triásico (Permo-trías o P/T), 252 Ma

De las cinco, esta es, sin duda alguna, la que se lleva la palma, la peor, la más colosal, la que sí dejó el planeta en bolas después del asunto. Por algo será que a esta extinción se la llama «la Gran Muerte» (no apta para menores de dieciocho años), y es que cargarse a más del 90 % de la biodiversidad no es moco de pavo, y más teniendo en cuenta que, por aquel entonces, la Tierra gozaba de una biota plena, diversa y bien adaptada a lo que el planeta ofrecía. Si has fisgado ya en la tabla de los tiempos sobre cuándo debió de suceder por el nombre que recibe, habrás visto que fue hace unos 250 Ma (252, para precisar más), en el tránsito del período pérmico al triásico, coincidente también con el cambio de la era paleozoica a la mesozoica. Como introdujimos antes, esto ya da una idea de la magnitud del asunto, pues el suceso cambió radical e indudablemente la historia de la biosfera en la Tierra (cambiar por decir algo, porque en realidad la lio parda).

Quizá porque sea más fácil de imaginar, ya que las consecuencias pueden ser más evidentes y directas, son muchos los que pronunciando *extinción masiva* piensan irremediabilmente en un meteorito enorme cayendo sobre la Tierra, dando paso a olas impresionantes, ondas expansivas, fuegos, vientos,

etcétera. Pero no tiene por qué ser siempre así. Sí que es cierto que para algunos pocos esta extinción fue más bien rápida (como se podría dar con la caída de un meteorito) y no muy extendida en el tiempo, pero, para la mayoría de científicos, fue gradual (se barajan en torno a 15 Ma), con varias fases de actuación y, además, con diversos agentes que la causaron.[16] En este caso, pues, está generalmente aceptado que fueron muchos los factores que intervinieron en la desaparición de una comunidad tan grande.

Para empezar, a finales del Paleozoico, la Tierra no era como la conocemos hoy. Hace 265 Ma, toda la extensión de tierra del planeta conformaba un supercontinente llamado Pangea, que sería más o menos como si todos los continentes de hoy estuviesen juntos, uno al lado del otro, dejando todo lo demás para océanos. Fue en ese momento y en esa situación cuando el nivel del mar empezó a bajar, y lo hizo unos doscientos cincuenta metros en 15 Ma. Vale, 15 Ma, pero son doscientos cincuenta metros. A lo mejor piensas que con ese tiempo aún podrías terminar las palomitas y acabar la peli para luego recoger tus cosas y emigrar, pero no funcionan así las cosas. Si te vas ahora mismo a la playa más cercana y le bajas el nivel doscientos cincuenta metros, verás lo que significa, te cargas todo el ecosistema marítimo somero dejándolo al descubierto, aumentando el porcentaje de tierra firme a tus pies. Las comunidades de bichos costeros, sobre todo aquellos que vivían pegados al suelo (como corales, crinoideos, briozoos y braquiópodos), no tuvieron mucho tiempo para reaccionar, y supusieron las primeras bajas en ese trágico período.

Pero aquellos que tenían más facilidad para moverse también sufrieron, directa o indirectamente, ya que la bajada del nivel del agua destruyó sus ecosistemas prontamente. Debes saber que existe una franja de columna de agua en la que los rayos solares pueden penetrar fácilmente, llenando mares y océanos de luz, pero a cierta profundidad, estos ya no llegan. Hoy en día y generalizando (ya que depende de la turbidez de las aguas, la incidencia de los rayos solares, la cantidad de atmósfera encima del agua...) esa profundidad a la que puede llegar la luz del sol es de unos doscientos metros como máximo —la llamada *zona fótica*—. Fíjate que si hoy mismo bajas esos doscientos cincuenta metros el nivel del mar, en poco tiempo, pasas a

iluminar el fondo y las aguas que no estaban antes bañadas por el sol. Por lo tanto, la vida móvil que hubiese podido mudarse se habría ido encontrando con un ambiente acuático para el que la mayoría no estaba preparada. Entre ellos, encontraríamos a los peces, a cefalópodos como amonites y ortocerátidos, a los míticos trilobites, a gasterópodos, bivalvos y también foraminíferos.

Y no nos olvidemos de los que habitaban la tierra, pues estos también tuvieron que adaptarse a un clima mucho más seco debido a dicha regresión marina, aumentando la inestabilidad climática y el calentamiento global.

Pero no termina aquí la cosa, ni mucho menos, ¿o te pensabas que todo este preludio era solo por un movimiento de agua? No, hombre, no. Ya a finales del Pérmico se produjo un evento volcánico colosal que convirtió la Tierra primero en una nevera, y luego en un auténtico horno. Todo empezó en lo que actualmente es Siberia; allí, un vulcanismo continuo y severo fue la razón de la emisión de cantidad de ceniza y gases a la atmósfera, como dióxido de carbono (CO₂) y dióxido de azufre (SO₂), importantísimos para la formación del efecto invernadero, acompañados de una abrumadora e incesante cuantía de lava que *pa qué*.

Con la emisión de gases se consiguieron dos efectos contrarios y correlativos en el tiempo, que generaron sus consecuencias directas e indirectas. Por un lado y en primer término, los gases empezaron a impedir que la luz solar penetrara como antes en la atmósfera, generando cantidad de problemas para los organismos fotosintéticos que dependían de ella y, consecuentemente, a los organismos que estaban sujetos al porvenir de los fotosintéticos... Por si fuera poco, a menos luz solar, menos radiación y, por lo tanto, menos calor. Vino un frío que pelaba, de esos de las «tierras de más allá del muro», de George R. R. Martin. Las temperaturas descendieron en picado, pero por poco tiempo... Una vez que el polvo, la ceniza y los gases se repartieron por doquier, la Tierra se empezó a calentar más y más debido al efecto invernadero. Ahí está el efecto contrario. Primero se enfrió y luego se calentó poco a poco, hasta unos seis grados más de media (que no es poco). Pero aquí hay gato encerrado (aunque aún no había gatos como tales), y sucedió algo más debido a este calentamiento que puso las cosas aún más

difíciles para todo aquel que estaba dispuesto a sobrevivir...

Es habitual que en las cavidades que forman las moléculas de agua se encuentren moléculas de gas, formando conjuntamente *hidratos de gas* (mayormente de gas metano). Lo más frecuente es que estos hidratos, encontrados de forma abundante en los sedimentos marinos y oceánicos, se encuentren en su fase sólida debido a las bajas temperaturas y las altas presiones. ¡Ajá! ¡Bajas temperaturas y altas presiones! Como ya sabes por lo todo anterior, la temperatura global subió una brutalidad y, además, también disminuyó la presión en la que se encontraban esos hidratos, ya que la cantidad de agua que tenían encima de ellos también se redujo... Pues bueno, como ves, esos hidratos dejaron de estar a baja temperatura y alta presión, lo suficiente como para que pasaran de su estado sólido a un estado gaseoso, lo que les hizo subir directamente a la atmósfera. ¡Toma ya! La eyección de los hidratos de gas metano a la atmósfera disparó aún más la temperatura mundial, puesto que el gas metano, aparte de ser otro *gas invernadero*, es de los peores para ello. Ya tenemos el horno. ¿A que suena como una de tus peores pesadillas?

Pero es que no se ha terminado, por mucho que parezca imposible. Subir tanto la temperatura terrestre tiene más contras, y una es lo que sucede con los mares y los océanos. Por lo que puedas saber de lo que pasa hoy en día, nuestros océanos gozan de todo un sistema de corrientes submarinas (llamadas corrientes oceánicas) que son las encargadas de transportar nutrientes y oxígeno a cascoporro por todo el globo, de norte a sur y de este a oeste. En el Pérmico también había y ese aumento térmico se cargó esa red de transporte nutricional submarina que impidió la correcta oxigenación de las aguas, condenando a una profunda situación de anoxia a todos aquellos héroes de la vida del medio acuático.

Esas fueron las fatalidades que causó la abrumadora emisión de gases del vulcanismo siberiano, pero ¿y qué pasa con las emisiones de lava? Hoy sabemos que la cantidad de lava emitida ocupó una superficie de hasta 1,5 millones de kilómetros cuadrados en menos de un millón de años, con un espesor que podía ir del medio kilómetro hasta los cuatro. Increíble. Tal dosis de lava básica, una vez solidificada, dio lugar a los basaltos tal y como los

podemos ver hoy en Siberia, los llamados *traps* de Siberia. El término *trap*, en términos geológicos y en lengua sueca, hace referencia al paisaje escalonado del que ahora goza esa región debido a las coladas basálticas solidificadas.

El basalto es una roca ígnea volcánica de grano fino y color oscuro. Es, de lejos, la roca ígnea más abundante en la superficie de la Tierra, y forma la mayor parte de los fondos oceánicos. Va asociado a un «vulcanismo de pH básico», que comporta una emisión de lava muy fluida, sin generar explosiones en el cono volcánico. Tiene muy poca concentración en sílice, y su mayoría se presenta en los piroxenos y plagioclasas, minerales que abundan en ellos.

Esa lava, claro está, salía de las profundidades de la Tierra y, una vez allí arriba, en superficie, tendría que ocupar un espacio, ¿no crees? Pues bien, salió y salió y fue aposentándose en los fondos marinos que, como dice la palabra, estaban llenos de agua. Esa agua, a su vez, viéndose desplazada por la lava, tendría que ir a parar a algún sitio, ¿verdad? Y así empezó a conquistar ese territorio perdido hacía unos 15 Ma, adentrándose en tierra firme y destruyendo la mayor parte de la plataforma continental de Pangea, junto con todos sus ecosistemas. Ese aumento del nivel del mar, llamado también transgresión marina, supuso subir unos doscientos metros el nivel del agua, con lo que, como decíamos, recuperó un tanto el territorio que perdió en la funesta regresión que abría el cúmulo de desastres. Y con esto, por fin, culminó el gran y fatídico peor evento de la historia para los seres vivos. O... ¿quizá no?

Aunque supuestamente fueran muchos los factores que causaron la extinción que nos ocupa, ¿por qué marginar a los meteoritos, asteroides y cometas tan prontamente? ¿No podrían estos codearse con el resto de los

asesinos? Pues claro que sí, como has visto, aquí hay espacio para todos. Sin embargo, las evidencias de un choque extraterrestre no son tan claras como lo son, por ejemplo, para el famoso caso del impacto sucedido entre el Cretácico y el Paleógeno (conjeturado aniquilador de los dinosaurios y compañía, que podrás leer en pocas líneas). En primer lugar, debemos de tener en cuenta que la mayor parte de la Tierra es y ha sido mar u océano (seguro que te suena eso de «Planeta Azul») y, por lo tanto, si surge eso de que cae una gran roca, siempre será más probable que caiga en zona oceánica que en zona terrestre. «¿Y qué?» Bueno, verás, el problema aparece cuando vemos que la edad de la corteza oceánica no supera apenas los 200 Ma de antigüedad debido a todos los procesos de creación y destrucción de corteza involucrados en la tectónica de placas. ¿Lo pillas? Seguro que sí, pero lo aclaramos igual: si cayó un asteroide en la corteza oceánica hace 250 Ma, la nunca encontraremos un cráter que lo evidencie, ya que, como hemos dicho, 200 Ma es lo más antiguo que tenemos (con alguna pequeña salvedad). Pero entonces pueden pasar dos cosas: 1) que no cayera en la corteza oceánica, con lo cual podríamos conservar un cráter de esa edad, o 2) tener más evidencias del impacto en el resto del globo, más allá del cráter, como, por ejemplo, restos de minerales de impacto formados solo a altas temperaturas y presiones, esparcidos por allí, o aminoácidos extraterrestres, por ejemplo.

Si eres un amante de los bólidos, tenemos de todo, no te preocupes. Por lo que respecta a la cuestión 1, algunos encontraron su respuesta en el noroeste de Australia, con un posible cráter de impacto de unos doscientos kilómetros de diámetro.[17] Durante el 2017 se han publicado datos sobre el descubrimiento de un posible cráter de unos doscientos cincuenta kilómetros de diámetro al noroeste de las Islas Malvinas, sepultado por capas de sedimentos más recientes, atribuido a finales del Paleozoico,[18] aunque relacionarlo directamente con el desastre del Permo-trías a lo mejor es correr demasiado. La cuestión número 2 como decíamos, también tiene respuesta, pues se han encontrado minerales asociados a impactos de meteoritos y otras pistas en la composición de los sedimentos de entonces que así lo hacen pensar.

Pero en fin, lo que te hemos contado ya es suficientemente apocalíptico

como para que el supuesto asteroide causara mucho más daño a las pobres criaturas. Con o sin impacto, los efectos negativos fueron impresionantes.

Según parece, del 50 al 75 % de las familias marinas y terrestres se quedaron atrás en este trance, que supuso una pérdida en torno al 96 % del total de especies que habitaban el planeta. Una hecatombe en toda regla, tanto para vertebrados como para invertebrados u organismos fotosintéticos. A todos les dieron *pal pelo*.

Para los tetrápodos eso implicó dejar atrás al 75 % de sus familias, lo cual significa el momento de mayor pérdida en toda su historia. Dentro de los tetrápodos, los reptiles y los anfibios perdieron en torno al 70 % de sus familias taxonómicas. Los insectos, que nunca jamás de los jamases han recibido un varapalo, se despidieron de un 30 % de sus órdenes taxonómicos. [19] Eso sí son palabras mayores. Sin sufrir bajas en toda la historia y al final del Pérmico, ¡PLAM! Un poco de Permo-trías tendría que haber en todos los insecticidas. Los trilobites fraguaron entonces, dejando atrás su extensa historia de resistencia y éxito justo al terminar el Paleozoico. Y las plantas, pobrecitas, sufrieron también un importante exterminio, sobre todo las productoras de semillas en las altas latitudes, ahí con el biruji, y en las regiones tropicales húmedas.[20]

En resumen, por si las moscas: la extinción del Permo-trías culmina hace 252 Ma y barre como el 96 % de la vida. Hace 265 Ma empieza una regresión marina que hace bajar el nivel del mar unos doscientos cincuenta metros en 15 Ma, arrasando ecosistemas y disparando un calentamiento global. A unos 252 Ma, ya en el trance Permo-trías, el severo vulcanismo siberiano que acontece acentúa el calentamiento mundial y causa la liberación de los hidratos de metano que desmadran la temperatura terrestre, ahogando todo lo posible, anulando las corrientes oceánicas y asfixiando ecosistemas. Las coladas del mismo vulcanismo empujaron el agua unos doscientos metros para arriba, inundando las costas de Pangea y con ello sus ecosistemas. Aparte, cabe la posibilidad de un meteorito coincidiendo por ahí con el vulcanismo —por si éramos pocos, parió la burra—. Ciertamente, ese trance no se merecería el título de «época del organismo», o al menos no iría acompañado de algún calificativo positivo.

Pero como decíamos, cuando acaban las cosas para unos se crean oportunidades para otros. Esta extinción masiva que aniquiló casi todo lo que era aniquilable, permitió que otros pudieran extender su territorio y que aparecieran nuevas especies dispuestas a tomar el mundo, aunque tardaran unos 100 Ma en recuperar ese esplendor perdido. De hecho, las comunidades de especies marinas que sobrevivieron y evolucionaron en ese momento «gracias» a ese desastre siguen hoy dominando nuestros océanos, aunque ese estrago lo cambió todo, y ya nada es como fue hace más de 250 Ma.

Cuarta extinción: Triásico/Jurásico (T/J), 202 Ma

Vale, ya llevas leyendo un huevo de líneas sobre lo peor que le puede pasar a uno y, si ya estás destrozado después de tanta muerte y destrucción, hacemos una pausa gracias a este evento masivo, aunque parezca contradictorio. En otro caso (si tienes los ojos inyectados en sangre y quieres más terror y sufrimiento) pasa directamente a la siguiente extinción, y ya volverás a este punto cuando tengas más pajaritos y regocijo en la cabeza.

La cosa está en que, aunque en este punto de la evolución vital también nos encontramos con una extinción de las grandes, no hay por dónde agarrarla. Vale, se sabe que sucedió hace 201,5 Ma, en la transición entre los períodos Triásico y Jurásico, y que fulminó en torno a un 76 % de las especies del planeta (20 % de las familias), pero ¿qué fue lo que sucedió...? «Vete tú a saber» es la respuesta/resumen por excelencia que se da, así que imagina (y hablamos de científicos, no de los muchachos o muchachas de *Mujeres y hombres y viceversa*). Como ya prácticamente puedes dar clases sobre esto por la experiencia que tienes, te invitamos a que te unas a la comunidad científica que intenta detallar una respuesta al asunto. ¿Que no sabes en qué campo de las ciencias te quieres meter? Ponte ahí y ¡hala!, que hay miga.

Que si cambio climático, que si vulcanismo con emisiones de *gases invernadero*, que si el metano otra vez, que si todo junto... No, no hemos

dicho nada de meteoritos, pero, oye, al paso que vamos también vale. Algunos lo asocian al resquebrajamiento del supercontinente Pangea, que dio a luz al océano Atlántico, y a sus consecuencias. La cuestión no está nada clara. Los que sí lo tuvieron claro fueron los conodontos, pobretes, que se fueron al traste en esta mística defunción. Algunos que estuvieron a punto, pero no, fueron los corales, los amonites y algunas esponjas, y otros que sufrieron mogollón, pero que supieron dar el callo fueron los bivalvos, los braquiópodos, los gasterópodos y los foraminíferos.[21] En tierra, destaca la disminución de algunos taxones de plantas, junto con muchas familias de arcosaurios y terápsidos. Ese vacío ecológico en suelo firme es el que permitió a los dinos y compañía «hacerse» y dominar el globo durante el Jurásico y el Cretácico. Lo que hablábamos de aprovechamiento catastrófico.

Quinta extinción: Cretácico/Terciario o Cretácico/Paleógeno (K/T o K/Pg), 66 Ma

¡Bienvenidos al momento más estudiado de todo el registro geológico! Esta famosísima extinción, ocurrida hace 66 Ma, es la culpable de que hoy tengas que jugar con muñecos de *Triceratops* en vez de montar encima de alguno de ellos mientras le frotas la cresta. «Sí... ¡Maldito meteorito!» Bueno, no avancemos acontecimientos (pasados). Sabemos que te ha llegado a los oídos eso del meteorito y el ¡CABOOOM! —«¡Aaaahhh! ¡CORRED!», debieron proferir en sus lenguas los diferentes bichillos, corriendo delante de una nube de polvo y muerte (eso al menos los que tenían la posibilidad de correr). Pero no están todas las cartas echadas en el asunto o, al menos, no tenemos a un único «culpable» el día de hoy.

Los hechos son los hechos, y las evidencias también, y tener un cráter gigante datado en el tránsito del Cretácico al Terciario quiere decir algo. Cambió la historia de la Tierra, eso seguro, lo dicen tanto la geología como la paleontología, pero se barajan también otras posibilidades que podrían dar al famoso asteroide un papel un tanto secundón.

En 1980, el equipo de Luis Walter Álvarez hizo una publicación en la que se ponía de manifiesto un exhaustivo estudio de los sedimentos finicretácicos de varias regiones.[22] En ellos se encontraron elevadas concentraciones de iridio (Ir), que llevó a pensar en el impacto de un cuerpo extraterrestre de unos diez kilómetros de diámetro. Más tarde, se complementa con el estudio del descubrimiento de nuestros ya amigos aminoácidos extraterrestres en el susodicho sedimento, además de algunos minerales con marcas de impacto, de espinelas ricas en níquel (Ni) y de stishovita y diamantes (formados solo a muy altas presiones y temperaturas); en conjunto, todo este montón de indicios reflejaron el impacto de algo realmente colosal y extraterrestre. Nuevamente, pues, la geología extendió la mano a la paleontología, ya que los sedimentos indican un cambio radical a escala global que coincidió con la desaparición de cantidad de familias biológicas. Aunque pueda sorprender, fueron estos sedimentos los que hicieron pensar en el impacto, antes que el descubrimiento de un cráter que, según los cálculos evidenciados en la publicación, debía de tener el monstruoso diámetro de unos doscientos kilómetros. A partir de ese momento, entre los científicos se declaró una especie de orden de búsqueda y captura de impactos meteoríticos de tales características y no fue hasta 1991 que se dio con el sospechoso *number one*, de 181 kilómetros de diámetro. Medio oculto en el golfo de México, el cráter en cuestión mostraba su centro cerca de la población de Chicxulub, en la actual península del Yucatán (México), de la cual recibe el nombre.

Debió de ser un espectáculo vivir esos instantes antes del impacto en la Tierra. Cayó en el mar, y eso desencadenó una serie de consecuencias más que terribles. Provocó *tsunamis* con olas de hasta trescientos metros de altura que penetraron la tierra hasta trescientos kilómetros, terremotos de una magnitud de más de 10, vientos de hasta mil kilómetros por hora en el radio más cercano que también levantarían los suelos con la onda expansiva, triturando todo a su paso, y ¡hala!, la capa de ozono a tomar por saco (al menos temporalmente). Además, la atmósfera más cercana habría llegado a temperaturas de varios centenares de grados centígrados, reduciendo a polvo y ceniza a cualquier habitante a menos de unos cuatro mil kilómetros. Un impacto de esta magnitud también tuvo sus consecuencias más allá de este

radio: la Tierra sufrió un calentamiento atmosférico global que fue acompañado por lluvias ácidas incesantes que duraron meses, polvo en suspensión que neutralizó la fotosíntesis en casi todo el planeta, y un rápido enfriamiento de su superficie debido a la falta de radiación solar (aunque durará poco debido al efecto invernadero). Con todo esto no hubiera valido eso de intuir un terremoto e ir corriendo a una colina para ver la (de)función y salvar el culo. No, no, aquí pocos culos se salvaron, y no fue gracias a eso.

Después de que la teoría del asteroide iluminara fugazmente nuestro raciocinio, ya entrada la década de 1980, reaparecía en cartel la posibilidad de que esos cambios en la biodiversidad de finales del Cretácico, ya reconocidos antes del trabajo de Álvarez y compañía, fueran debidos a eventos volcánicos importantes en lo que hoy es la India. Estos sucesos comportaron desmedidas emisiones de lava y gases como el SO_2 y el CO_2 , que hubiesen cambiado el clima terrestre de forma radical, así como la química de los océanos. Los gases y los aerosoles emitidos contribuyeron a bloquear la luz solar durante tiempo, con lo cual vuelven a fastidiarse los organismos fotosintéticos de forma directa. Un vulcanismo de esta calaña también es un factor de aumento de la concentración de iridio en la corteza terrestre, como sucede con los impactos meteoríticos, pero en este caso, la acumulación es más lenta, pudiendo tardar en depositarse de diez mil a cien mil años.[23] Esta continua emisión de lava daría lugar a las formaciones de basaltos que hoy ocupan quinientos mil kilómetros cuadrados de superficie con un grosor de dos kilómetros, en el centro-sur de la India, en la zona conocida como el Decán. La disposición de las capas basálticas en esa zona de la India es lo que le ha dado el nombre de *traps* del Decán, que seguro que te suena si te has leído la «Gran Muerte» unas páginas atrás. Se calcula que esa enorme cantidad de lava fue expulsada de forma episódica y que pudo durar varios millones de años, coincidiendo el período de vómito máximo con el límite Cretácico/Paleógeno.[24]

Pero, una vez más, eso no fue todo, pobretes organismos. Se sabe que en los últimos millones de años del período Cretácico se dio una fuerte regresión marina a escala mundial que dejó al descubierto lo que antaño fueron mares poco profundos. Esto no es como ir a la charca a pescar y ver que el agua está

un poco más para allá. Estamos hablando de un montón de agua marina que retrocede kilómetros desnudando la roca hasta entonces cubierta por agua salada. Pasar en poco tiempo de ambiente marino somero a ambiente continental, parecido a lo que sucedió en la Pangea del Permo-trías. Si te paras a pensar, ¿dónde crees que hay más diversidad de organismos en el ambiente marino? Pues precisamente en esas zonas poco profundas, donde llega la luz solar y cercanas al medio terrestre. Y allí es, por lo tanto, donde más fulminó esta regresión global. Y por hipotetizar que no quede, oye, este descenso del nivel del mar también habría generado un aumento de la temperatura global. Todo esto tiene que sonarte, no fastidies.

En resumidas cuentas: a finales del Cretácico empieza a desarrollarse otro vulcanismo severo a más no poder que va emitiendo gases de forma espeluznante en el hemisferio sur, en tanto que el nivel del mar baja de forma vertiginosa a escala mundial, las temperaturas globales aumentan y, ya como traca final, en el hemisferio norte cae un pepino de diez kilómetros que pone la tierra patas arriba, para los que aún no habían pillado que este era el fin. Si realmente hay alguien ahí que diseñó esto para esas pobres criaturas habrá que aplaudirlo por macabro, por muy Dios que se haga llamar. Eso no se hace, hombre. Como ves, algunos sucesos recuerdan a aquello acontecido hace unos 252 Ma, pero aquí podemos intuir que todo fue mucho más rápido.

¿Y cuál es la esquila? ¿Quién no superó el límite Cretácico/Paleógeno? «¡Los dinosaurios!» ¡Y dale, siempre con lo mismo! Sí, parte de los dinosaurios se quedaron atrás, la mayoría, pero muchos otros grupos también lo hicieron con ellos. Pues bien, entre pitos y flautas, si tenemos en cuenta todo el período de decaimiento (desde que empieza el vulcanismo del Decán y el movimiento marino, hasta la culminación meteorítica junto con sus consecuencias) desaparecen entorno al 75 % de los organismos. ¡Toma ya! Esto incluye, aparte de los dinosaurios no avianos de toda la vida (puedes consultar el capítulo 6 para mucha más información sobre qué demonios acabamos de decir), a todos los pterosaurios, mosasaurios, plesiosaurios, amonites, belemnites, rudistas y otros moluscos, algunas familias de dinosaurios avianos y mamíferos marsupiales, a más del 80 % de los lagartos y serpientes, muchos grupos de cocodrilos, algunas familias de plancton y,

evidentemente, un conjunto bestial de vegetales que, de rebote, se llevaron a muchos otros organismos diversos que dependían directamente de ellos.[25] Algo sorprendente es que la disminución de especies acuáticas fue tremebunda en territorio marino, pero aquellas que habitaban las aguas dulces fueron poco castigadas, seguramente porque su alimentación dependía más de los desechos y despojos de otros y no tanto de la fotosíntesis. Entre los héroes más destacables hay familias de diatomeas, radiolarios, foraminíferos, braquiópodos, gasterópodos, tortugas, peces, anfibios y algunas de cocodrilos.[26] «¿Y qué, qué pasó con los mamíferos?» Pues aquí estamos. Nuestros primos fugitivos de la guadaña se cuentan entre la pequeñísima cifra del 10 % de los vertebrados terrestres que sobrevivieron. Es posible que ayudara el pequeño tamaño que tenían entonces, que junto con su capacidad de hibernación en lugares como refugios bajo el suelo, les habría permitido hacer un calvo a las muertes que acechaban ese fúnebre tránsito.

Y bueno, para explicar tamaña extinción nos quedamos con todas las hipótesis. Se podría decir que el aumento de temperatura y el cambio climático subsiguiente que azotaba los últimos millones de años del Cretácico, ya fuera debido al vulcanismo del Decán como a la regresión marina global (o a la suma de ambos), empezaron a mermar seriamente la biodiversidad planetaria y ayudaron a impedir una notable recuperación de la biota después del gran impacto meteorítico. Seguramente, el asteroide fuera la gran gota que colmó el vaso y el protagonista que bajará el telón a un período en que todo parecía ir ya de capa caída.

Para que puedas digerir adecuadamente tal cuantía de información, en la página siguiente encontrarás una imagen resumen de lo dicho.

Y para terminar tan catastrófico capítulo, solo queremos que reflexiones como ser humano sobre cuál es tu papel en el mundo y qué puedes hacer para parar el declive biótico que nos acecha. Una sexta gran extinción ha comenzado, y el responsable queda lejos de ser un cometa o un volcán... Es más triste y terrorífico que todo lo que hayas podido leer en este capítulo. Puedes ir a ver el epílogo del libro para más información. ¡Qué mal rollo de capítulo, oye!

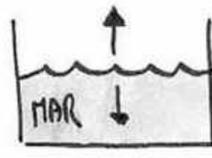
CRETÁCICO - PALEÓGENO (K/Pg 66 Ma)



75%

GRUPOS MÁS AFECTADOS
GRANDES REPTILES
ARONITES
RUOSTAS
...

TRIÁSICO - JURÁSICO (T/J 202 Ma)



??

76%

GRUPOS MÁS AFECTADOS
ARCOZAUROS
CONODONTOS
ARONITES
...

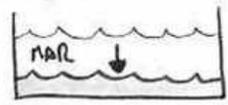
PÉRMICO - TRIÁSICO (P/T 252 Ma)



96%

GRUPOS MÁS AFECTADOS
TETRAPODOS
PECES
TRILOBITES
...

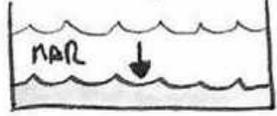
DEVÓNICO - CARBONÍFERO (D/C 360 Ma)



83%

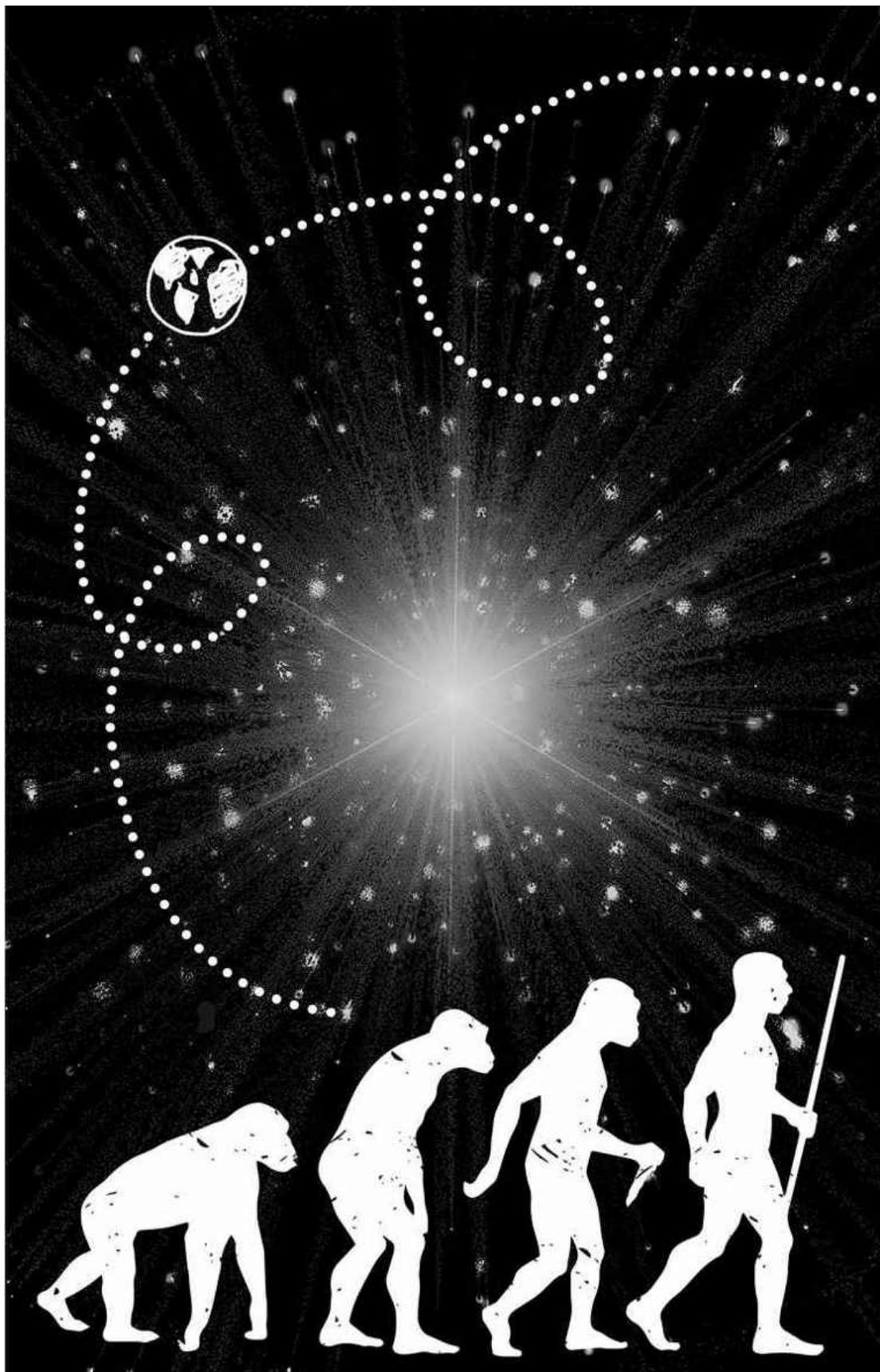
GRUPOS MÁS AFECTADOS
PLACODERMOS
EQUINODERMOS
CORALES Y ARRELIFES EN GENERAL
...

ORDOVÍCICO - SILÚRICO (O/S 444 Ma)



86%

GRUPOS MÁS AFECTADOS
TRILOBITES
BRACHIPODOS
GRAPTOLITES ...



5

LA COLONIZACIÓN DEL MEDIO TERRESTRE

Hay varias cosas básicas que mamá tierra ya remodeló en sus años mozos para facilitar que la vida se abriera camino. ya hemos expuesto un poco cómo era el cotarro hace 4.000 ma en el capítulo 2, pero como somos unos pesados, volvemos a la carga. una de las modificaciones más importantes fue, sin lugar a dudas, conseguir bajar el termostato del globo terráqueo. la temperatura en la tierra debía descender lo suficiente como para albergar agua líquida en su superficie, y no solo en estado gaseoso como hasta entonces. estas masas de agua acogerán, unos pocos millones de años después, las primeras moléculas orgánicas.

Como nos gusta más una piscina que a un niño un caramelo, la vida, como es obvio, surgió en el agua. Las primeras células vinieron a formar algo parecido a una célula procariota primitiva, que, pasados unos 1.000 Ma, resultaron en las primeras cianobacterias. Estas fueron las principales responsables de la oxigenación de la Tierra. Pero como todo acto tiene sus consecuencias, también las podremos considerar las primeras genocidas, ya que su actividad provocó el colapso de todas aquellas formas de vida anaeróbicas, es decir, las que no necesitaban el oxígeno y a las que, en el peor de los casos, les era letal. ¡Ups!

Una célula procariota es un organismo unicelular que no tiene un núcleo cerrado, es decir, cuyo material genético está disperso por el citoplasma. En cambio, los organismos eucariotas, como recordarás, tienen su ADN en el núcleo. Las células eucariotas constituyen los tres

mayores grupos de organismos multicelulares (plantas, animales y hongos).

Extinciones aparte, la oxigenación de la atmósfera terrestre llevó su tiempo, no es como quien infla un globo a pleno pulmón. Los organismos fotosintetizadores campaban a sus anchas durante el final del Arcaico y principios del Proterozoico, mientras la Tierra, día tras día, o mejor dicho, milenio tras milenio, se adaptaba y se preparaba para que los primeros terrícolas dieran el salto. Durante el Proterozoico (de 2.500 a 541 Ma), fueron ocurriendo otros cambios en la superficie terrestre. La corteza oceánica ganó suficiente grosor para ser subducida, dando pie a los primeros movimientos de placas (la famosa tectónica de placas), las células eucariotas aparecieron y las cianobacterias coparon las aguas poco profundas, formando, en muchos casos, bioconstrucciones de estromatolitos. Estas bioconstrucciones llegan incluso a ocupar zonas lagunares o pequeñas acumulaciones de agua dentro de las masas terrestres. ¡Locura y despiporre! El oxígeno resultante de tanta fotosíntesis se acumula como bien hemos ido contando y, tras unas sesiones de solárium, las moléculas de O_2 se transforman en O_3 (ozono). Así que... ¡Plof! Ya tenemos la famosa capa de ozono para protegernos y reducir la radiación en la superficie terrestre. Esta protección extra hace que la Tierra fuera mejorando día a día sus condiciones, y que ya no hubiera quien frenara la dispersión de la flora y la fauna. Muestra de ello es la tremenda diversificación que se observa en el período Ediacárico. «¡Ah! Las faunas de Ediacara, ¿uno de los procesos de gran diversificación del capítulo 4?» Exacto. Los mares se saturan de formas de vida cada vez más complejas, de manera que la superficie terrestre empieza a ganar adeptos.

Tras este breve momento de contextualización al estilo «en capítulos anteriores...», proseguimos.

LA TIERRA NOS ABRE SUS PUERTAS

Como hemos visto, decidir, así, a loco, salir de la seguridad de los mares a la superficie terrícola, no era una cuestión única del estilo «me tenéis harta, me voy», como quien compra un billete solo de ida a un *resort* de vacaciones con pulserita de todo incluido.

El *resort* la Tierra no tuvo nada bueno que ofrecer durante muchos millones de años, en cambio sus aguas, como hemos dicho, estaban ya cargaditas de vida con ganas de ver mundo. Los aventurados que se atrevieron a salir, que seguro que los hubo, debieron de pasar a mejor vida rápido, porque por muy bonita que sea ahora nuestra querida Tierra, su superficie al principio de los tiempos era jodida. Las temperaturas eran elevadas, lo que comportaba una rápida deshidratación, probablemente la causa número uno de gran parte de la mortalidad de todo aventurero. Porque siendo sinceros, ni la superficie terrestre era idílica para la vida ni los seres vivos tenían el traje perfecto para vivir en ella. Era como atreverse a hacer un viaje al espacio exterior, pero sin un traje de astronauta en condiciones. Idea nefasta donde las haya.

A pesar de que los mares eran ya muy diversos, a las masas terrestres aún les faltaba madurar un poco para recibir visitas. Y no solo hablamos de los cambios atmosféricos, incluida la regulación de la temperatura, sino de la presencia de ambientes costeros que facilitarían la salida de los organismos vivos de los océanos o el desarrollo de los suelos,[\[27\]](#) es decir, la parte superficial de la corteza formada tras la meteorización o desintegración de las rocas. Esta parte más exterior de la corteza terrestre es considerada la zona biológicamente activa. Tierra fértil donde las plantas puedan enraizarse y obtener sus nutrientes básicos, así, simplificando el asunto.

Todas estas condiciones imprescindibles para la vida se fueron adquiriendo entre el Cámbrico y el Ordovícico. Este período fue tectónicamente muy activo, es decir, se movía todo mucho, dando lugar a la generación de esos espacios tan deseados: los márgenes costeros. No fue hasta el Ordovícico que los intentos de colonización fructificaron, a pesar de que grupos como las plantas ya tenían opciones desde hacía tiempo. A finales del Ordovícico, ya se registran evidencias geológicas de la formación de suelos. Uno de los factores que nos sorprenden más durante este proceso fue

el importante papel de las lluvias ácidas. Hoy en día, escuchamos la expresión *lluvia ácida* y salimos todos corriendo, nos ponemos las manos en la cabeza y nos armamos con pancartas en contra de la contaminación atmosférica. Por aquel entonces, el CO₂ atmosférico era muy alto, debido en parte a las abundantes emisiones volcánicas y la insuficiente acción de los organismos fotosintetizadores, lo que resultaba en precipitaciones más ácidas de lo normal. Estas lluvias, en lugar de ser negativas para el medio como pasa hoy, sirvieron para meteorizar con mayor facilidad las rocas, es decir, erosionarlas, hasta proporcionar los elementos imprescindibles para la formación de los suelos de manera más rápida y efectiva.[28]

DATO CURIOSO

La tabla de los tiempos geológicos no nos la bajó Dios en forma de tablilla o de piedra de Rosetta en señal de su cordialidad, para que a los que nos dedicamos a la geología y a la paleontología y no tenemos mucho tiempo libre, nos sea fácil estudiar los fósiles que encontramos. Cada uno de los pisos de esta tabla ha sido estudiado y caracterizado en alguna zona del mundo. Por ejemplo, el Jurásico se describió gracias al estudio de rocas de origen marino de la zona de Jura, en Suiza. Como bien has intuido por este capítulo, el Ordovícico fue una época dorada. Locura y despiorre como a la salida de una discoteca a las siete de la mañana. Este piso se encuentra entre el Cámbrico y el Silúrico, todos ellos descritos en el siglo XIX en Gales. Por aquel entonces, los científicos tenían mucho carácter y eran muy dignos, y se enfadaban si alguien les llevaba la contraria. En 1835, el geólogo inglés Adam Sedgwick describió el período cámbrico, y el geólogo escocés Roderick Murchison, hasta aquel entonces amigo de Sedgwick, describió el Silúrico. Lo lógico era dejar hueco para que un tercero o tercera (nos resistimos a pensar que no había geólogas capaces) pudiera describir el período comprendido entre estos dos pisos. Al

estilo de «ni para ti ni para mí», poniendo paz en la riña... ¡Pues no! Los dos alargaron sus pisos, uno para arriba y otro para abajo, así, ¡A LO LOCO! Querían copar el espacio para la posteridad sin mayores argumentos. Así que, en un alarde de buena fe y para solventar este despropósito, el geólogo inglés Charles Lapworth (también amigo de Sedgwick) propuso en 1879 nombrar a este período como ordovícico. ¡Qué desfachatez! Meterse en una pelea de señores inteligentes que lleva décadas librándose. En mala hora se metió el pobre Charles. Con todo el lío, el nombre de ordovícico no fue aceptado en Inglaterra hasta 1960, a pesar de su ya abundante uso internacional.

No tenemos una de cal sin que haya una de arena, así que ese CO₂ que nos venía tan bien para la formación de suelos era uno de los principales limitantes para que la vida saliera de los mares, ya que causaba un efecto *invernadero*, que resultaba en temperaturas de más de cuarenta grados centígrados en la zona del paleo-ecuador. Con el tiempo, la oxigenación y la fijación del CO₂ debidas a la reducción del vulcanismo y a la acción de los organismos fotosintetizadores, hizo que las temperaturas bajaran lo suficiente como para facilitar la colonización de la Tierra. Paralelamente a estos cambios en la superficie, los primeros colonizadores, en forma de plantas, se armaron de valor y de los elementos necesarios para sobrevivir fuera del agua.

EL JARDÍN DEL EDÉN PALEOZOICO

Pues sí, los primeros terrícolas fueron plantas. Estas eran algo parecido a un musgo (briofitos) que se dispersaron pasito a pasito, habitando la superficie terrestre discretamente hasta colonizarla casi por completo, ya en el Devónico. El origen de estas plantas terrestres ha sido muy discutido, ya que no se tiene muy claro si provienen de un único precursor o si surgieron a

partir de varios organismos. La teoría predominante, sin embargo, es que las plantas terrestres progresaron a partir de organismos pluricelulares eucariotas, en concreto a partir de las carofitas.[29]

Las algas carofitas son un grupo de macrófitos acuáticos (plantas acuáticas) pertenecientes a la división Chlorophyta.[30] Son algas verdes que habitan principalmente en aguas dulces, pero también toleran aguas con cierta salinidad, como las presentes en lagunas mareales.

Las primeras fases de colonización estaban estrechamente relacionadas con las grandes masas de agua, ya que como puedes imaginar, esas primeras plantas no tenían muchas adaptaciones a esto de crecer al aire libre expuestas a los temibles agentes meteóricos, y en especial a la temible deshidratación. Por no tener, no tenían ni hojas, ni raíces, ni vasos conductores ni nada que se le pareciera. Así pues, del Ordovícico Medio al Devónico se fueron armando de numerosas modificaciones que les permitieran alejarse cada vez más de las grandes masas de agua.

Una adaptación es una característica biológica heredable que lleva a cabo una determinada función para la supervivencia y la reproducción de una especie.

Las plantas cubrieron la epidermis de sus órganos con ceras y polímeros insolubles, formando lo que se denomina cutícula. Sus esporas eran cada vez más efectivas, lo que les permitía evitar la desecación con mayor facilidad. Ya en el Silúrico, estas primeras plantas terrestres desarrollaron algo parecido a los estomas, poros que regulan el intercambio de gases y a su vez la pérdida

de agua, además de órganos como los tallos o las hojas. Apareció un sistema conductor bastante apañado que les permitía transportar los diferentes nutrientes por la planta (tubos y traqueidas) e incluso se atrevieron con un sistema de soporte y fijación más complejo y eficiente.[31] Vamos, que estaban a lo loco con la creatividad evolutiva y ya empezamos a distinguir elementos bastante comunes y que nos sonarán a todos como las raíces, los tallos y las hojas visibles en las primeras plantas complejas, como los *Cooksonia*. [32]



Durante la transición del Silúrico al Devónico aparecen nuevas plantas, entre ellas el género *Psilophyton*, considerado el posible ancestro de todas las plantas angiospermas (plantas con flor). Como puedes ver, en el Devónico las plantas empiezan a dispersarse y diversificarse considerablemente dando lugar a los primeros ecosistemas, colonizando más allá de las zonas de

marismas e introduciéndose cada vez más en las partes interiores del continente. En este período de tiempo las plantas dan otro empuje evolutivo importante. Aburridas de ver el mundo solo a unos pocos centímetros del suelo, en el Devónico Medio sus tallos evolucionan hasta formar una estructura compleja, aparece la madera como tal y le da robustez al tronco. Ahora, armadura en mano, ya pueden echar la vista al cielo y crecer en vertical. Para aguantar estas estructuras verticales, las plantas del Devónico se calzaron con un sistema de raíces nuevo, más complejo, enraizando cada vez a mayor profundidad, no solo para aferrarse mejor al suelo y sostener toda su estructura, sino para adquirir de manera más efectiva el agua y los minerales necesarios del suelo. Esto a su vez hizo que la capa de suelo, es decir, de tierra fértil, fuera cada vez más profunda.

En el Devónico Superior ya tenían hojas tal y como las conocemos hoy en día, y un sistema de ramificación que les daba un aspecto arborescente. Las semillas también hacen su aparición estelar. Esta protección les permitió alejarse aún más de las fuentes de agua y adentrarse así en las masas terrestres. Como consecuencia, de todos estos cambios tenemos algo primordial. ¡Los primeros bosques! Esta locura vestida de verde hace que ya para el Carbonífero ocupen grandes masas forestales por toda la superficie terrestre, gracias en parte a los grandes progresos que las plantas hicieron y a las condiciones ambientales con climas cálidos y húmedos. El Carbonífero lucía alegremente un aspecto selvático copado en su gran mayoría de plantas similares a los helechos arborescentes, árboles emparentados con las coníferas actuales como los pinos o plantas como los *Calamites*, una versión gigante de lo que actualmente son sus descendientes, las colas de caballo (equisetos, no la cola del animal). Sin embargo, fueron los licópsidos, unos árboles parecidos a las palmeras que colonizaron abundantemente las zonas pantanosas, los que ayudaron a darle nombre a este piso. Los restos de estos licópsidos se acumulaban en las zonas inundadas donde habitaban, dando lugar (con mucho tiempo y paciencia) a importantes depósitos de carbón que fueron explotados por el hombre unos cuantos millones de años después. Vamos, que no es casualidad que se escogiera el término Carbonífero, que en pocas palabras significa «portador de carbón» para nombrar este período.

DATO CURIOSO

¿Les tienes miedo a los insectos? Si la respuesta es sí, amigo, cuando se invente la máquina del tiempo no, repetimos, no viajes al Carbonífero. Durante el Devónico, aparecieron los primeros insectos, pero no fue hasta el Carbonífero superior cuando se diversificaron, se expandieron por los diferentes continentes y crecieron en tamaño. Los insectos carboníferos llegaron a tener tamaños de dar susto. Ciempiés de más de dos metros de largo o libélulas carnívoras con una envergadura de ala de hasta setenta y cinco centímetros. Susto no, lo siguiente. Se cree que el tamaño asombroso de los insectos carboníferos tiene que ver con el oxígeno atmosférico.[\[33\]](#) De hecho, la oxigenación de la Tierra debido a la creciente presencia de bosques fue tal, que por aquel entonces se estima que la atmósfera tenía un 35 % de oxígeno (hoy en día tenemos un 21 %), lo que facilitó el crecimiento de los miembros de este numeroso grupo. Pero no sufras, durante este período de tiempo también había insectos con un tamaño más normalito, los cuales proliferaron hasta hoy en día.

Hemos de decir que aunque las coníferas no fueran el grupo dominante durante esta etapa, los antepasados de los pinos, los cipreses, o los del enebro, de cuyos frutos sacamos la ginebra, tomaron carrerilla ya en el Pérmico y controlaron el cotarro. La fiesta no les duró mucho, ya que antes de acabar el Mesozoico las angiospermas, o plantas con flor, saltaron al estrellato y se apoderaron de los bosques terrestres. Bosques, jardines, el balcón de tu casa y todo. Las angiospermas siguieron una estrategia muy interesante. Se originaron discretamente dentro del agua, como toda forma de vida en este planeta. Las primeras eran algo parecido a un loto, pero poco después ya se atrevieron a ocupar las zonas inundadas que coníferas y compañía rechazaban por exquisitas. Finalmente, se armaron de valor, les dieron un susto a las

coníferas y durante el Cretácico se apoderaron de la Tierra. Hasta ahora.

EL OCÉANO SE NOS HACE PEQUEÑO

Mientras las plantas no cesaban en su afán de colonizar un nuevo mundo, los animales, más conservadores, tardaron algo más en salir del agua. Del Silúrico Medio al Superior, cuando las plantas ya habían aposentado un poco el terreno, los primeros artrópodos colonizaron la tierra. Ciempiés, arañas, ácaros, escorpiones, crustáceos varios e incluso los primeros insectos alados fueron los pioneros. Eso no quiere decir que los mares se despoblaran de estos grupos, ni hablar: escorpiones marinos del género *Eurypterus* compartían aguas con famosos invertebrados como los amonites y los primeros vertebrados. Estos últimos gestaron sus planes maléficos de evolución dentro de la seguridad de los mares. Vamos, que somos más de gestar los planes en casa y en pijama desde los inicios.

En el Cámbrico, estos primeros vertebrados vinieron de la mano de los peces, que se convirtieron en los protagonistas indiscutibles de las aguas del Ordovícico Medio al Superior. Como es evidente, no eran peces normales y corrientes, así que no esperes atunes ni salmones, porque no. Estos primeros pececillos no tenían un esqueleto interno osificado como el que conocemos hoy, pero ya disponían de un sistema digestivo, bastante básico todo hay que decirlo, y señores y señoras, ya disponían de notocordio con un cordón nervioso dorsal, característica común en todos los cordados, filo al que pertenecemos.

El grupo dominante durante el Ordovícico eran los peces agnatos, un grupo caracterizado principalmente por carecer de mandíbula. Eran raros, para qué engañarnos, pero raros a nuestro ojo crítico humanoide, porque por aquel entonces las mandíbulas, porción del cráneo que forma parte del aparato masticatorio que aloja los dientes inferiores, no existían, así que no estaban tan mal. Uno de los grupos de agnatos más conocidos eran los ostracodermos, que en lugar de tener un esqueleto interno como Dios manda

tenían escamas y placas óseas externas que cubrían parte de su cuerpo, a modo de coraza. Por loco que parezca hoy en día, aún hay peces que pertenecen al grupo de los agnatos, como las lampreas y los mixinos. Poco queda de esos peces con escamas y armaduras de caballero. Los representantes actuales tienen una estructura anguiliforme, la piel desprovista de escamas y una boca en forma de ventosa. Aunque esto te parezca muy poca cosa, las lampreas y los mixinos han sobrevivido a millones de años de evolución, mientras que sus familiares y amigos no. Así que un respeto.

El jolgorio y la dominancia de los peces sin mandíbula no duraron mucho porque la evolución premiaba a los más rápidos y mejor dotados. Así que pronto surgieron los primeros peces mandibulados, que ni cortos y ni perezosos, adelantaron vilmente a sus compañeros y se colocaron en el número uno de la pirámide evolutiva. Fueron los reyes durante el Silúrico y el Devónico debido en gran parte a su gran invento: la mandíbula. Se dice, se comenta y se rumorea que la formación de la mandíbula resultó de la modificación del tercer y cuarto arco branquial. La función original de esta modificación consistía en bombear una mayor cantidad de agua a través de sus agallas, ya que los peces sin mandíbula eran filtradores (se alimentaban filtrando el agua). Más tarde se dieron cuenta de que para qué quieres comer bichitos microscópicos cuando te puedes comer un buen atún o un salmón al punto usando tus perfectas y nuevas mandíbulas.

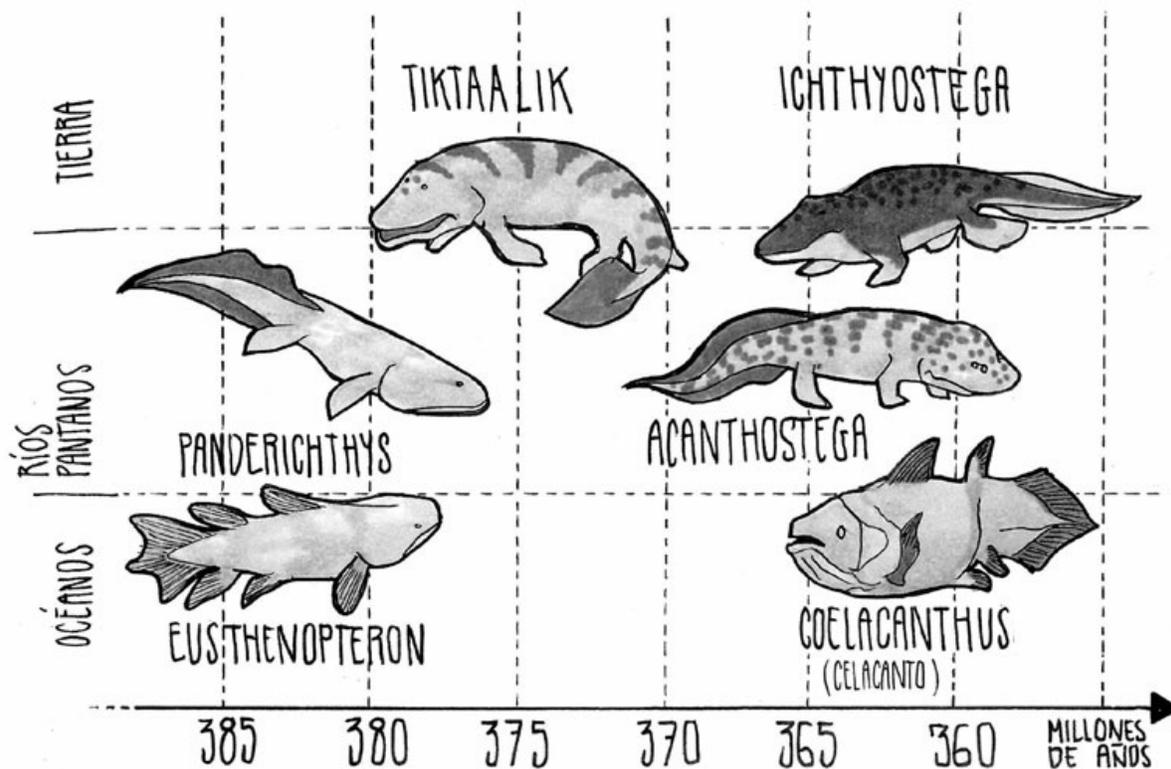
Estos primeros peces mandibulados se tomaron en serio esto de comer grandes filetes de merluza porque llegaron a convertirse en tremendos depredadores. Entre los primeros peces con mandíbula, destacan los placodermos o peces acorazados. Sí, señor, porque no solo se instalaron unas mandíbulas de aúpa, sino que también cubrieron su parte cefálica con placas óseas a modo de yelmo. Uno de los más temibles fue el género *Dunkleosteus*, que encima alardeaba de medir unos seis o siete metros de largo. Vamos, que era un SUPERDEPREDADOR con mayúsculas. Los placodermos no solo se sacaron de la manga mandíbulas estremecedoras y un casco, sino que también hicieron innovaciones importantes relacionadas con otras estructuras óseas como la columna vertebral. Elementos que hoy en día nos resultan bastante básicos.

Estos peces con mandíbulas se denominan gnatostomados y aparte de estos temibles placodermos también incluiríamos dentro del grupo a los peces cartilaginosos (condrictios), como los tiburones, por ejemplo, y a los peces óseos (osteíctios), que como bien indica su nombre, sustituyeron el cartílago de su cuerpo por huesos. Y en este punto vamos a poner un poco más de atención y detalle, que para eso son nuestros ancestros (pista de las gordas). Los osteíctios se pueden dividir en dos grupos de peces: los actinopterigios (aletas radiadas) y los sarcopterigios (aletas lobuladas). Estos últimos incluirían los peces pulmonados y los tetrápodos. ¡Tachán! Esto es muy importante porque, señoras y señores, los humanos somos tetrápodos, así que, haciendo un *spoiler* del capítulo siguiente, de aquí vendrán los primeros animales terrícolas.

Los primeros valientes en cruzar la meta

Como introdujimos, los tetrápodos surgen de los peces sarcopterigios en el período devónico, como también lo hacen los peces pulmonados. Algunos de estos peces, como los dipnoos (*Dipnoi*), ya están dotados de orificios nasales conectados a un sistema pulmonar, de ahí que también se los conozca como peces pulmonados. Este sistema les posibilita respirar sin usar la boca, ¡curioso que no veas!

Pero, bueno, no perdamos de vista a los tetrápodos que nos interesan. De hecho, hablamos más concretamente de los tetrapodomorfos para presentar al conjunto de protagonistas que vienen al caso, y que son, nada más y nada menos, que todos aquellos bichos con forma de tetrápodo. Apunta; por géneros, tenemos: *Ichthyostega*, *Acanthostega*, *Eusthenopteron*, *Gogonasus*, *Panderichthys*, *Elpistostege*, *Tiktaalik*, *Elginerpeton* y *Ventastega*. Es lo que hay, nombres difíciles para bichos peculiares, cada uno con sus cosicas. Ahora verás.



A POR EL KIT DE SUPERVIVENCIA TERRÍCOLA (O CÓMO CONVERTIR UN PEZ EN UN TETRÁPODO)

Y una vez que te sabes los nombres, toca un poco de anatomía básica. Porque está claro que si tú agarras un pez por la cola y lo echas al lodo para que espabile, lo máximo que puedes esperar del condenado es un movimiento al estilo «ataque salpicadura de Magikarp», que con suerte y un poco de habilidad lo devuelva al agua de donde lo sacaste. Así no se convierte un pez en un tetrápodo, si es lo que querías. Eso es una putadilla, no una transición. Como ya aprendiste en el capítulo 3, una transición es la primera materialización del cambio evolutivo, la cual implica tiempo, errores, dolor, sufrimiento y algún que otro éxito al alcance de muy pocos. Para que haya esa «transición» tampoco hace falta creer, «simplemente» sucede, tal y como

te contamos, cuando las especies son empujadas a través del tiempo al precipicio de un ambiente cambiante. O tienes la suerte de haber nacido con esa variabilidad que te permita sobrevivir al medio o despídete del mundo. Así de cruel... Bueno ahora no nos llores que ya lo sabías.

Pero ¿por qué fracasa Magikarp en el lodo? Con razón, lo primero que te debería venir a la cabeza es por qué no puede respirar fuera del agua. Muy cierto. Seguro que, si no hay nada ni nadie que se lo zampe antes, la primera causa de muerte del animal vendría en forma de asfixia, pues el sistema branquial de los peces no está preparado para extraer O₂ del aire. Ahora bien, ¿y si pudiera respirar como nosotros? ¿Entonces qué? Entonces nada (no nos referimos al verbo *nadar*), el pececillo seguramente esperaría la muerte por inanición o sequedad, pues su cuerpo no estaría adaptado para ir a buscar alimento en el medio terrícola, ni para reproducirse allí, ni para relacionarse... ni nada. Como puedes imaginar, de ser vivo le quedaría poco. Así pues, no bastaría con modificar el sistema de respiración. También habría que hacer algunas alteraciones en su anatomía. Y que su cuerpo estuviese adaptado al medio comportaría un montón de cambios, mil detalles anatómicos que, una vez los vieras, se te caerían al suelo... «¡Y todo gracias a los ajustes y reorganizaciones genéticas!» Qué satisfacción oírte decir eso, respetable aprendiz, lloramos de alegría. Y estos, a su vez o viceversa, implicarían cambios mecánicos y de comportamiento. Para nosotros, uno de los significados más puros de *belleza* nace en el cambio que permite el éxito casual en un mundo natural, junto con todo lo que conlleva, y el Devónico, sin duda alguna, se lleva la palma en eso.

Así pues, ves que es mucho lo que hay que cambiar para dar un paso firme en suelo duro, aunque lo más obvio inicialmente sea pensar en cambios en la cámara branquial. En resumen, necesitamos una buena capacidad de locomoción, extracción de O₂ del aire, un mecanismo de alimentación adecuado fuera del agua y, para culminar, órganos adaptados a una atmósfera terrestre (hay que pensar que recibirán más radiación, sufrirán cambios térmicos más rápidos..., y un largo etcétera). Allá que vamos.

Modificar la cabeza y sus alrededores

Si comparamos la jeta de cualquier tetrápodo con la de un pez, vemos que a los tetrápodos se les alarga bastante en comparación, como si les hubiese caído un árbol encima. En general, podríamos decir que sí, que se alargó, desplazándole los ojos hacia arriba poco a poco, casi como hoy tendría un cocodrilo, y haciéndole unas órbitas aún más grandes. Y algo que destaca enormemente en el registro fósil es, además, que los huesos del morro se debieron unificar en gran medida, reduciendo así el número de huesos en la cabeza.[34] Pasaron de tener un montón de huesecillos craneales a unos pocos, juntándose y ganando robustez.

«¿Y los dientes? ¡Los peces no tienen dientes!» Pero ¿CÓMO QUE NO TIENEN DIENTES? ¿Tú no has visto *Tiburón*? Esas piernas que flotan en la peli no se desmiembran a sorbos, ¡madre mía, menudo pez ese! Aunque entendemos la reflexión, no la perdonamos. Con algunas salvedades, cierto es que muchos de los peces no tienen dientes, y algunos se dedican a comer abriendo la boca y avanzando, a ver qué pillan. Cuando hablamos de tetrápodos, nos referimos a seres ya provistos de dientes, en parte por lo que comentamos antes del cuarto arco branquial. Se puede decir que los primeros tetrápodos eran carnívoros y se alimentaban en el agua,[35] comiendo peces con carne de la buena. Con ellos se les pusieron los dientes largos, y nunca mejor dicho, pues de los pequeños dientes de los tetrápodos basales fueron surgiendo dientes cada vez más preparados para la depredación y la fiesta carnívora.

Aparte de esto, un cambio interesante que a veces se pasa por alto es el cuello. ¿Qué pasa si llamas a un pez por detrás? Pues es tan penoso como cuando uno lleva collarín, que para ver quién te llama necesitas girar todo tu cuerpo para ganar algo de visibilidad; sinceramente, da mucha pena; un tetrápodo, al gozar de cuello, podría simplemente buscar la solución en girar la cabeza dejando su cuerpo más en reposo. Pero ¡ojo! Que sostener una cabeza entre los hombros nunca había sido tan difícil. Estamos hablando, nuevamente, de transiciones, ¡y a uno no le aparece un cuello porque sí de la

noche a la mañana! Eso implica toda una serie de transformaciones graduales en el cráneo, que pudiera ir cambiando de forma y generando espacio para acoger unos fuertes músculos por detrás, además de tener que recibir un conjunto de vértebras cervicales modificadas (como se comenta para la columna vertebral), vivir una evolución de la clavícula para la inserción de los músculos y facilitar la adaptación de las extremidades anteriores y, aún más, adaptarse a la osificación de ese notocordio[36] que ya vimos por primera vez en *Pikaia* y que caracteriza a los vertebrados. Así, todo aquello que envuelve el cuello, como los hombros, también sufrió cambios radicales. A los pececillos ya les iba (y les va) bien la ausencia de cuello y hombros, pues una excelente hidrodinámica ya apuesta por ello.

Cambiar el cinturón pélvico y el tronco

Si algún día quieres reír un rato y no sabes cómo, vete a mirar la pelvis de un pez. Si es que los huesecillos que la forman apenas están conectados con la columna vertebral, ¿tú te crees? De risa. Nada que ver con los primeros tetrapodomorfos que, sorprendentemente, ya tenían su ilion, isquion y pubis (los tres famosos huesos pélvicos). Estos aún estaban juntos, formando un mismo hueso bastante robusto, pero ya con su agujerillo para aposentar la cabeza del fémur.[37] Esto es IMPORTANTÍSIMO, oye, ya que la pelvis determina la constitución de las patitas traseras y, por tanto, le dice al bicho cómo se puede desplazar y cómo no. Lo que conocemos como locomoción, vamos. Eso supuso un cambio en la longitud y la musculatura de las extremidades de los primeros tetrápodos, ya que la propulsión de sus cuerpos se centró en obtenerla de las patas traseras y de ese mismo cinturón.

La columna vertebral también se modifica que no veas en la transición de pez a tetrápodo. Te lo puedes imaginar debido a que ya hemos dicho que el cuello pasa a ser un factor importante, lo que no deja de ser una prolongación de la misma columna. Sus vértebras empiezan a gozar de verdaderas cigapófisis, las cuales permiten la unión entre ellas y son el sustento base

para unas costillas bien desarrolladas.[38] Cuidado, porque el tema de las costillas no es moco de pavo, pues si te las tocas, verás que son las que te protegen muchos órganos internos del tronco (como los benditos pulmones), y risas las mínimas, que se fueron abriendo y curvando a través de los tiempos. Asimismo, la evolución de la columna vertebral, junto con la de las extremidades, será una de las claves para que los tetrápodos terrestres acaben manteniendo el cuerpo alejado del suelo y dejen de arrastrar su panza por el lodo, facilitando así el éxito de la locomoción.

Desarrollar las extremidades

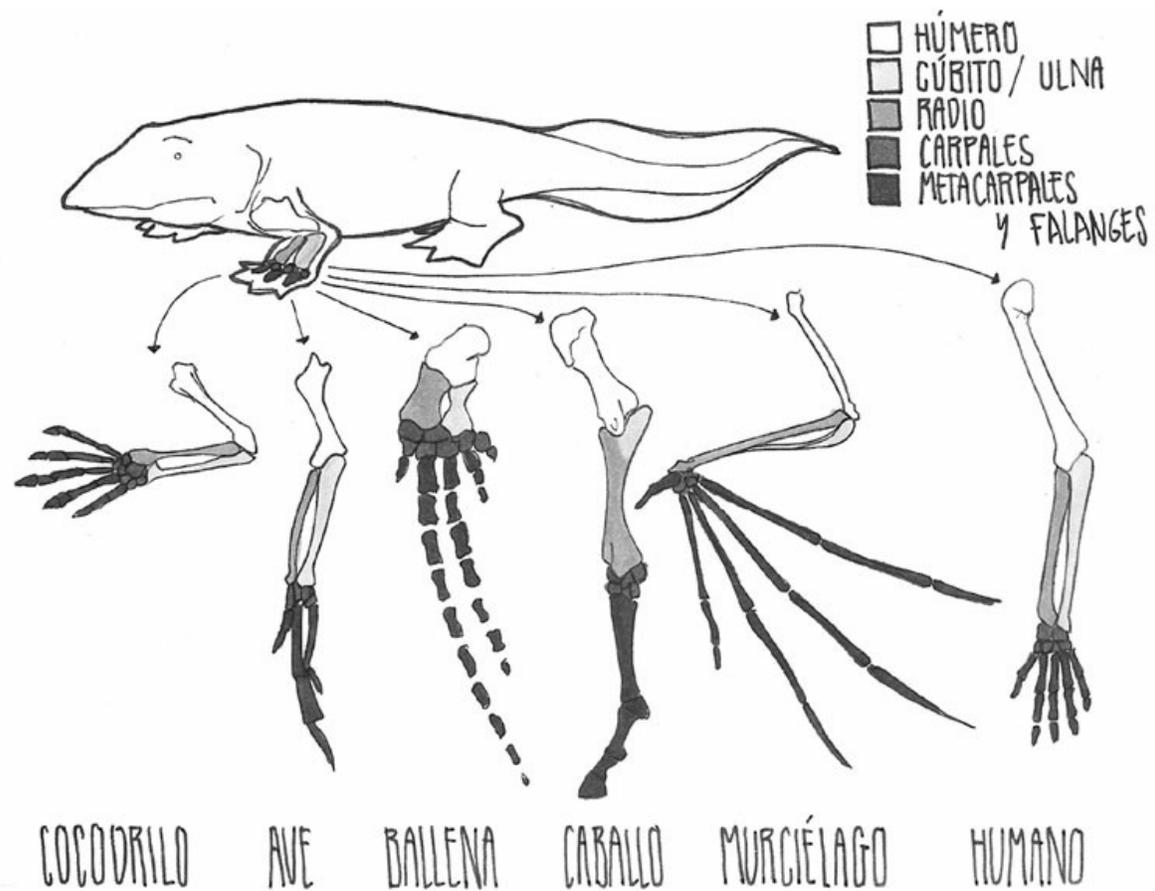
Como venimos anunciando a bombo y platillo, algo que también cambia «rollo Transformers» son las aletas —o extremidades, en todo caso—. Magia potagia, de las aletas salen brazos, piernas y unas muñecas bien chulas con unos cuantos dedos en cada una. «¡Cinco!» Pues no, no tiene por qué, la verdad, pero tú sigue con lo tuyo.

De las aletas anteriores acabaron desarrollándose los huesos largos del húmero, el radio y la ulna (este último es el cúbito para ti, humano), que conformaron lo que fue la extremidad delantera del tetrápodo, sin tener en cuenta muñecas ni manos. De las posteriores, los archiconocidos fémur, tibia y fíbula (el peroné humano), que formaron los huesos largos de sus extremidades traseras. Ya puedes intuir que con ello consiguieron un alargamiento de las extremidades. Si te pierdes y tienes un brazo o pierna humanos por ahí, puedes mirarlos, ya verás qué largos son y seguro que te sitúas. Inicialmente eran huesos cortos, aunque más o menos robustos, que configuraban la parte más proximal de la aleta.

En anatomía, se utiliza la terminología proximal y distal para hacer referencia a la cercanía o lejanía de las partes del cuerpo de las que se habla, siempre tomando

como referencia la situación del corazón del bicho en cuestión. Así, la parte proximal de un hueso, por ejemplo, será su parte más cercana al corazón, mientras que la distal será la más alejada.

Las conexiones entre estos seis huesos largos (tres para el brazo y tres para la pierna) y las respectivas manos y pies, para entendernos, se logró mediante la aparición de un conjunto de huesos de estructura compleja que permite mucha libertad de movimientos. Esos son los huesos carpos y tarsos, o los que conforman las muñecas y los tobillos, en idioma pagano. Aparte, por aquel entonces estos pequeños huesos también facilitaron poder concentrar el impulso adecuado y necesario para la locomoción en un sistema terrestre y semiacuático. Es sabido que los tetrapodomorfos más antiguos conocidos ya con piernas y brazos corresponden al género *Elginerpeton*, coincidiendo en tiempo con el *Eusthenopteron*, este último con filias más acuáticas que el primero; de hecho, solo hay que verlo: se parece mucho a un pez.



Esas maravillas de patas culminaron con los dedos, y aunque muchos paleontólogos coinciden en que estos se formaron a partir de la modificación de algunos de los huesos distales de las aletas, hay otros que afirman que no, que aparecieron nuevitos. Una curiosidad de lo dicho la presenta el tetrápodo *Acanthostega*, que tenía ocho dedos en cada pata en vez de cinco; el *Ichthyostega*, que tenía siete; y el *Tulerpeton*, con seis. Y no, no sabemos cómo hacían las peinetas con tanto dedo. Pero ojo al dato, que tuviesen dedos no implica que andaban por doquier en tierra fuera del agua pues, tal y como leerás en breve, el mismo *Acanthostega* tenía más dedos que nadie, pero le iba el agua que no veas, cosa fácilmente deducible por el sistema branquial interno del que gozaba. Igualmente, los que chuleaban de tener muchos dedos dejaron de hacerlo cuando terminó el período devónico, después del famoso episodio de Hangenberg ya comentado en el capítulo anterior, pues todos

aquellos que tenían más de cinco dedos fueron víctimas de la evolución y se quedaron por el camino.

Crear el sistema de respiración

La migración del O₂, como has leído, fue un evento trascendental para nuestros amigos. Cuando estos tetrapodomorfos se vieron con la necesidad de ir abandonando el agua, tuvieron que cambiar el sistema de respiración, sí o sí, para asegurar su supervivencia. Así, el sistema branquial, regalo para todo ser acuático, en algunos casos pasó a ser un lastre fuera del agua, donde se secan los filamentos que lo componen, pegándose entre ellos y provocando la repentina muerte de los susodichos. Que se ahogan, vamos. «Y yo que pensaba que uno solo se ahogaba en el agua.» Pues ya sabes algo más.

No hace falta decir que para salir de entre la espada y la pared, la creatividad natural ya les brindó unas cavidades vascularizadas tremendas llamadas pulmones. Y un par, hala, por si acaso. Pero, una vez más, piensa que todo fue transitorio, y esas cavidades inicialmente no fueron ni muy eficientes ni muy grandes, sino más bien como unas pequeñas cámaras con tracto para la captación del aire, localizadas detrás del cráneo en los primeros valientes, como es el caso del *Eusthenopteron*.^[39] *Panderichthys* también tenía una pequeña cavidad para ello, pero en ese caso le daba unas cuantas vueltas a las de *Eusthenopteron*, ya que aparecen asociadas a canales respiratorios más desarrollados. Piensa que el sistema branquial no fue incompatible con el pulmonar, y mal lo hubiesen tenido si hubiera sido así. Eso quiere decir que algunos pudieron utilizar tanto uno como otro en función del lugar donde estaban: que estoy en el agua, utilizo las branquias; que estoy en tierra, protopulmones, para qué os quiero. Ese fue el caso tanto del *Acanthostega* como del *Ichthyostega*.

Poco a poco, estas cavidades se fueron desplazando al interior del tronco, donde, como ya hemos dicho, serían protegidas por el regimiento de costillas de estos animales. Allí fueron ganando espacio para tomar tamaño y

desarrollarse, lo cual acabó por brindar un sistema de respiración de narices. Esto se compaginó con la migración de las fosas nasales hacia la parte más dorsal de la cabeza, que, más o menos, migraron como lo hicieron los ojos, es decir, de una posición lateral a una superior a su morro.

Además, ojo al dato, porque realmente resulta impensable que estos cambios anatómicos fueran hechos aislados: si les cambió la posición de los ojos, les «apareció» cuello, el morro se les alargó... ¡Eso tuvo que cambiar su comportamiento! ¡Sí o sí! No podrían comer igual, ni relacionarse con los demás de la misma manera, ni desplazarse como antes ni nada de nada. Pero una cosa lleva a la otra, como la otra lleva a la primera; los cambios anatómicos hacen cambiar el comportamiento, pero también puede suceder a la inversa. Es una evidencia más de lo que conlleva estar sometido a los cambios de mamá naturaleza, pues una pequeña modificación te puede llevar a lo tonto a tener que cambiar toda tu anatomía. Ya ves tú, el oxígeno se muda de casa y, hala, la gracia entera, a evolucionar, señores.

¡Y llegó el huevo!

¡Benditos huevos, qué gran invento! Fritos, duros, batidos, al plato, mullidos... Suculento manjar, sea como sea. «Pero ¿qué tiene que ver el huevo con los tetrápodos?» Para empezar, y poder relacionarlo con la temática que nos ocupa, hay que decir que...

Un huevo es un recipiente orgánico que, siendo el resultado de la fertilización de un óvulo, contiene un cigoto en el que un embrión animal se puede desarrollar hasta que se pueda valer por sí mismo.

«¿Me lo comentáis porque los primeros tetrápodos ponían huevos?» No, no es eso. A ver, la gracia máxima del huevo es que, dentro de él, existe un

medio acuoso en el que el embrión puede respirar y alimentarse. Es decir, dentro de él se crean unas condiciones acuáticas, pero en realidad está fuera del agua. Así, esta fue la solución para la reproducción ovípara en un medio terrestre y seco. Recuerda que nuestros compis de capítulo están abandonando el agua, donde se reproducían hasta entonces, y sus alevines debían de pasar del todo este ciclo vital. ¡Ahora la cosa cambia! Sí, vale, necesitan de esas condiciones acuosas para sobrevivir, pero como el ambiente los obligó a retirarse del agua, la solución finalmente pasó por desarrollar sus embriones en unas condiciones parecidas dentro de un recipiente sólido, donde se pudieran alimentar y crecer estando fuera del agua. La aparición de la cáscara, en ese sentido, fue vital para el éxito del huevo en condiciones secas, pues dio el aislamiento necesario para que los embriones pudieran soportar el cambio.

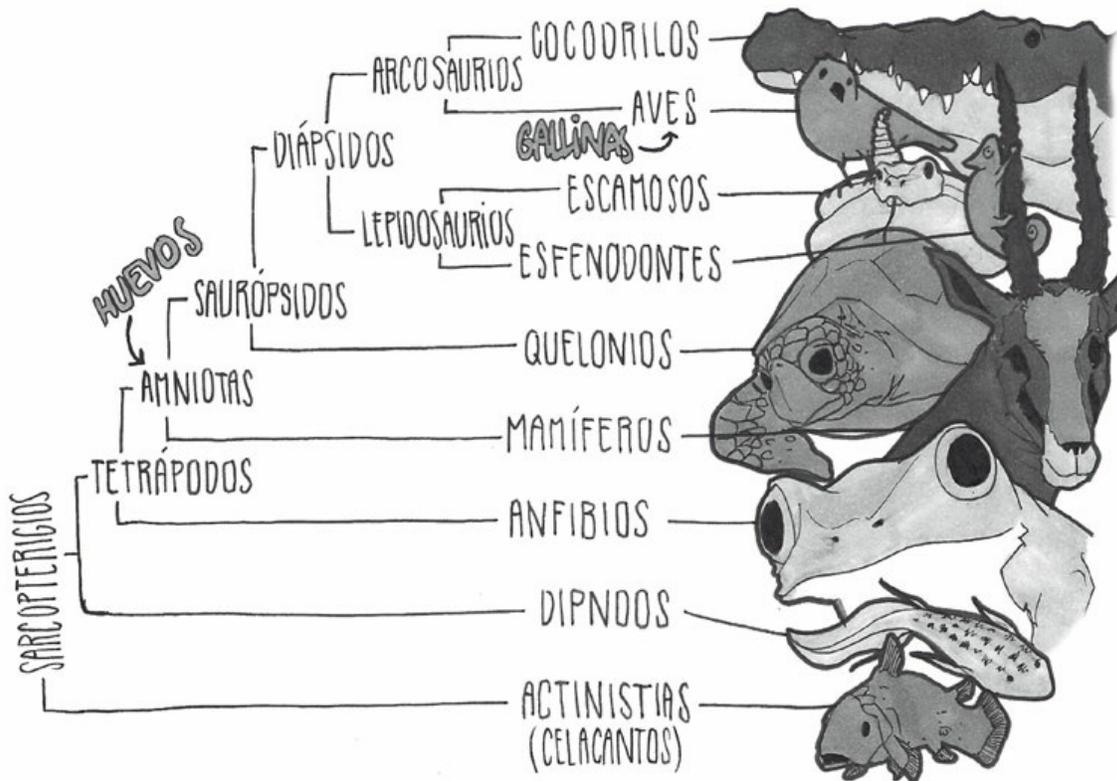
Aparte de los huevos, que tuvieron para salir del agua, algo que también marcó la diferencia fue que a algunos de ellos también les aparecieron escamas, muy útiles para protegerlos aún más del medio al que se mudaban. Con todo, ¡además modificaron sus pieles! En primer lugar, con escamas, engrosando y endureciendo la piel. Ahí, en ese preciso momento, nació la razón de ser de las marroquinerías. Pero como puedes pensar, si es que te estás mirando las pelambreras, es que de algún sitio tuvo que salir ese pelo que tienes por ahí, donde sea. Pues bien, la reflexión es buena, porque tanto el pelo como las plumas evolucionaron de esas escamas originales que, en realidad, se fueron modificando poco a poco hasta, por ejemplo, llegar a ser ese pelo negro del sobaco. Nadie lo quiere, pero lo que ha sudado para llegar a ser lo que es... Y sí, lo mismo sucedió con el plumaje, del cual ya hablaremos en el capítulo siguiente.

DATO CURIOSO

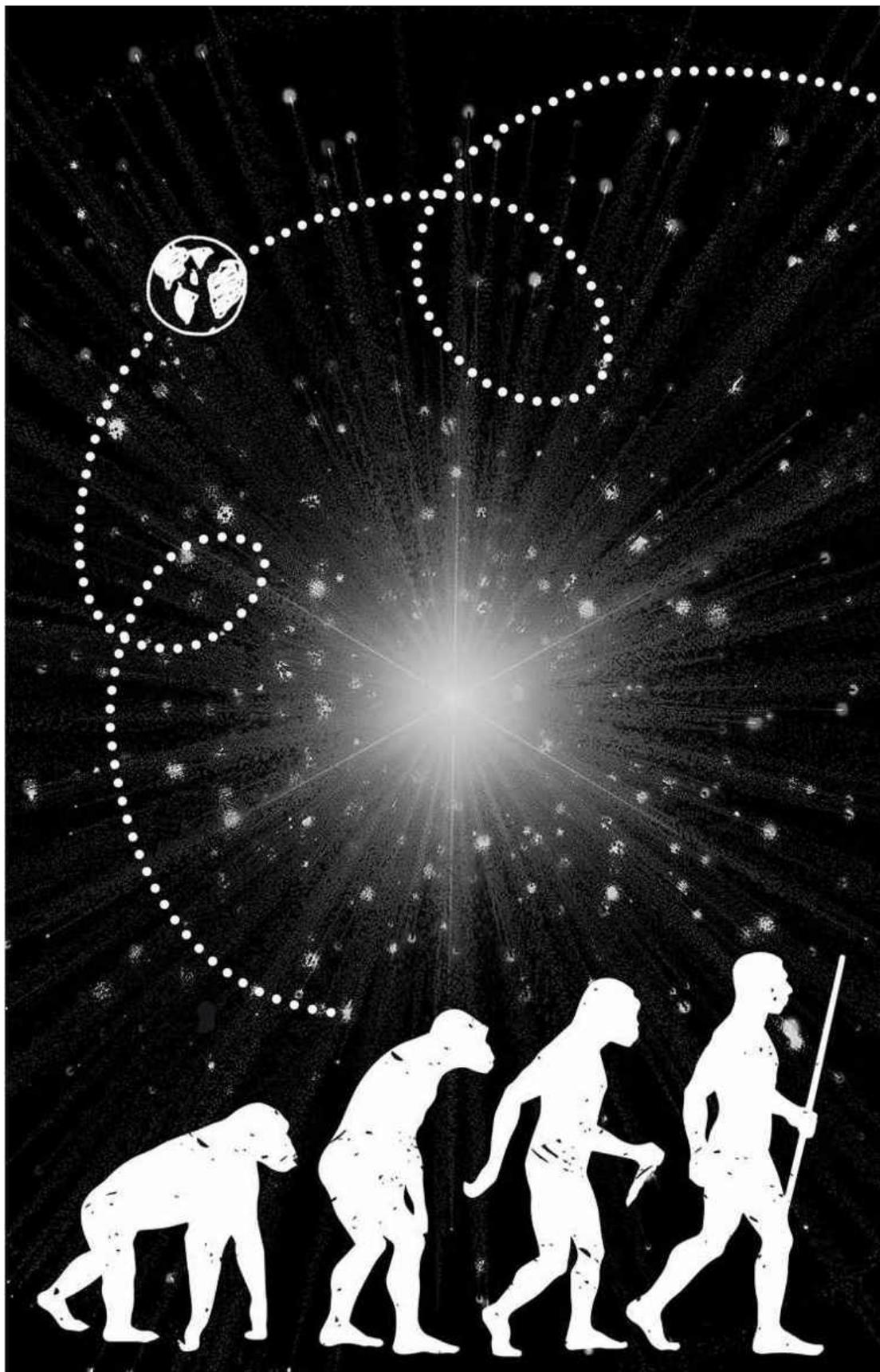
Qué fue antes, ¿el huevo o la gallina? ¿La gallina o el huevo? ¿Los dos a la vez? ¿Ninguno? A menudo se plantea esta pregunta como si

fuera la incógnita por excelencia en el mundo de la ciencia, el no va más de las preguntas sin resolver, el misterio de los misterios... La problemática nace cuando uno reflexiona sobre el hecho de que las gallinas ponen huevos y, de ellos, salen polluelos que más tarde podrán ser gallinas que, más tarde, pondrán huevos de los que saldrán polluelos que, más tarde, podrán ser gallinas que... Y así toda la mañana. Haces la reflexión tirando para atrás en el tiempo y, hala, la duda está servida.

Pero nada más lejos de la realidad, de incógnita nada, pues la paleontología hace años que resolvió este misterio. He aquí, pues, la respuesta: los huevos aparecieron hace más de 300 Ma, bastante después de la aparición de nuestros queridos tetrápodos, mientras que las gallinas, con su pico y todo puesto, hace unos ocho mil años. ¡Qué jovenzuelas! Así pues, si atas cabos, verás que la primerísima gallina de todos los tiempos, tuvo que salir de un huevo que puso algún ave que se parecía, pero que no era una gallina. Ahora ya sabes, cuando alguien pregunte, reparte conocimiento y responde con seguridad: ¡EL HUEVO!



Estas dos características tan bellas, huevos y escamas (somos conscientes de que suena a programa culinario de éxito), básicamente se pueden poner en el mismo saco, por proteger de forma externa al individuo que las goza. Esto con toda seguridad marcó la diferencia entre amniotas y el resto de los tetrápodos. Como puedes suponer, no todos los tetrápodos pasaron por el arco del huevo y la piel escamosa y, por tanto, hubo quienes tuvieron la posibilidad de no tener que hacer todo esto para sobrevivir. Así, los que se escaquearon de este camino evolutivo, fueron los anfibios. Los que no, pues aquí nos tienes, los sinápsidos y los saurópsidos. Pero bueno, esta ya viene siendo otra historia, contada, cómo no, más adelante, en los capítulos que siguen.



6

¡LAGARTOS TERRIBLES!

Lagartos terribles, así, ni corto y ni perezoso es como describió a los grandes reptiles el señor Owen. Seguro que se asustó solo de pensar en lagartijas de quince metros de largo, ¡y quién no! Está claro que el susto te lo llevas solo de pensarlo. Ahora bien, ¿qué narices sabemos de los grandes reptiles? O mejor aún, ¿qué narices sabes de los grandes reptiles?

Seguramente sabrás que la idea de grandes reptiles se traduce fácilmente al concepto *dinosaurio*. Muchos dinosaurios. Altos, bajos, que corren mucho o que van lentos como una abuela. Así, al tuntún, llenamos un enorme cajón de sastre con todo mezclado. Que sí, que sí, que todo bicho viviente con aspecto reptilesco me sirve. ¿Que nada cual sirena? Dinosaurio acuático. ¿Que vuela a lo loco? Dinosaurio volador. ¿Que corre detrás de ti como el cobrador del frac y abre puertas con las manos? Dinosaurio, pero dinosaurio con malicia de la mala. Etiquetar cosas siempre funciona y nos da credibilidad, así que le ponemos la etiqueta de dinosaurios a nuestra caja imaginaria y listo, lo convertimos en una verdad absoluta, aunque sea una trola como una casa. «Pero, entonces, ¿los dinosaurios no son reptiles?» Vamos a responder rápido, sin lugar a dudas, sí, lo son, pero si formulamos la pregunta al revés, ¿todos los reptiles son dinosaurios?, respondemos igual de rápido, sin lugar a dudas: NO. Un NO rotundo, de esos de pegar con el puño en la mesa.

Por suerte o por desgracia, los dinosaurios se han convertido en la gallina de los huevos de oro de la paleontología. Estamos al cien por cien de acuerdo con lo de la gallina —aquí consenso seguro— y esperamos que al acabar el capítulo te sumes al carro. Sin embargo, lo de que se lleven la fama absoluta, pues no nos gusta tanto. Aunque podría ser muy sencillo ponerle a todo el mismo nombre y salir todos ganando un poquito, creemos que cada animalejo viene de su madre y de su padre, y merece un poquito más de atención. Por

eso, aunque todo el mundo sepa más o menos qué es un dinosaurio, los años de fama innegable han colaborado a la hora de generar un poco de caos y de malos entendidos. Sigue leyendo y pongamos algo de orden en todo este lío dinosauriano.

NO TODO SON DINOSAURIOS EN LA VIÑA MESOZOICA

Si tenemos en cuenta el conocimiento popular, por norma general, la gente es capaz de distinguir un cocodrilo de una serpiente y una serpiente de una lagartija. Pues bien, todos ellos son reptiles. Los reptiles tienen una larga historia evolutiva, se diversificaron sobre todo durante el Jurásico y el Cretácico, y dominaron la Tierra durante mucho tiempo, casi una era entera: la mesozoica (ve a mirar la chuleta de los tiempos, va). Como hemos dicho, no todos los reptiles del momento eran iguales, aunque tuvieran parientes cercanos. Por aquel entonces ya teníamos serpientes, cocodrilos y lagartijas, entre otros, que, como ya sabes, no son dinosaurios, así que ya podemos ir sacando de nuestra caja comunitaria todos estos grupos.

«A ver, entonces, ¿qué nos queda? ¿Dinosaurios voladores, dragones y bichos acuáticos que dan más miedo que un tiburón?»

Aquí viene el punto clave que debemos tener claro antes de ponernos a hablar definitivamente de los famosos dinosaurios. Y es que, como hemos dicho, no todos los reptiles, por grandes y terroríficos que parezcan, pertenecen a este grupo. Unos de los errores más comunes cuando hablamos coloquialmente de grandes reptiles es este: juntarlos a todos.

Vamos a ser directos. Los únicos dinosaurios que vuelan son los pájaros. ¡Bum! Soltamos la bomba. No solo eso, los dinosaurios, a no ser que se despisten, no nadan ni mucho menos se convierten en los reyes de mares y océanos. A ver quién vuelve a decir lo contrario en voz alta después de leer esto. Esta es, tal vez, la manera más sencilla y simplista de intentar distinguir o clasificar grandes reptiles. Está claro que hay muchos matices, y podemos

llegar a encontrar dinosaurios con hábito nadador, o que estén muy relacionados con medios acuáticos, como el temido *Spinosaurus*.^[40] Pero puestos a generalizar, nos quedamos con esta simplificación que, *grosso modo*, nos va bastante bien.

Recapitulemos un poco. Durante el Mesozoico, tierra, mar y cielo estaban dominados por reptiles. A pesar de las posibles excepciones, encontramos reptiles particulares en cada uno de estos reinos, es decir, grupos especializados para cada hábitat. Así, podremos tener reptiles con un hábitat volador, otros con un hábitat terrestre y otros, por qué no, con un hábitat acuático muy bien desarrollado, cual delfín dando saltos en el mar.

Si miramos hacia arriba, no arriba en el capítulo, sino al cielo mesozoico, podremos observar grandes reptiles alados que vivieron por aquel entonces. Son los pterosaurios. Sí, pterosaurio, nada de dinosaurio volador, hablemos con propiedad. La palabra *pterosaurio* viene del griego y significa «lagarto alado». Los pterodáctilos, que pertenecen al género *Pterodactylus*, son un claro ejemplo de pterosaurio y, además, uno de los más conocidos a pie de calle. No obstante, tenemos numerosas especies de pterosaurios que ocuparon la Tierra. Este tipo de «lagartos» pueden llegar a superar los diez metros de largo de punta a punta de las alas. Vamos, que si te vuelan por encima, fácilmente te hacen un eclipse solar, dejándote en la más terrible de las sombras.

De los cuatro dedos que los pterosaurios tienen en sus manitas, se pueden distinguir tres que usaban como garras y un cuarto como volador. La estructura de sus alas estaba formada por una membrana que iba de la punta del dedo volador o dedo meñique —si lanzamos una analogía con nuestra mano—, hasta el tobillo del susodicho pterosaurio. En nuestras manos, el dedo meñique es pequeñín, así que imagínate volar gracias a una membrana que salga de este dedo. Parece imposible, pero los pterosaurios lo solucionaron rápido. Una de las modificaciones fue alargar las falanges de su cuarto dedo, el meñique, hasta conseguir esas envergaduras de más de diez metros, una superficie de ala enorme y una capacidad de vuelo inimaginable. La membrana principal de las alas era el braquiopatagio, que salía del cuarto dedo; sin embargo, en función de la especie, también pudieron desarrollar

membranas que iban de hombro a hombro, el propatagio, o membranas que iban de tobillo a tobillo, el uropatagio. Otras características interesantes son la forma del cráneo, la presencia de dientes o la cola. De hecho, todos estos rasgos morfológicos nos permiten distinguir varios grupos. Por un lado, tenemos los pterosaurios más primitivos, que tienen dientes, cola larga y cabezón, los ranforrincoideos y, por el otro, los pterodactiloideos, con características algo más modernizadas. Así pues, con el paso del tiempo los pterosaurios empiezan a acortar sus colas, a engrandecer sus alas favoreciendo un vuelo más planeador, pierden los dientes y alargan el cráneo formando un pico, dando lugar a este segundo grupo de pterosaurios 2.0: los pterodactiloideos.

«¿Ahora que ya tenemos claro lo de los reptiles voladores, que pasaba en los mares, me vais a decir que no hay dinosaurios que nadan?»

En los mares nos pasa algo similar, ni dinosaurios ni leches, reptiles marinos. Si bien hemos dicho que los pterosaurios estaban estrechamente emparentados con los dinosaurios, cuando hablamos de reptiles marinos, pues como que no. Algunos de los reptiles marinos más conocidos tienen más relación con lagartijas, serpientes y varánidos, que con los dinosaurios en sí. De los grupos de reptiles marinos podemos destacar los ictiosaurios, descubiertos por nuestra querida Mary Anning. También tenemos plesiosaurios y mosasaurios, que dominaron los mares durante el Cretácico Superior, después de la extinción de otros reptiles como los ictiosaurios y los plesiosaurios. Todos ellos tienen las extremidades o patas modificadas en forma de aletas, que les dan unas capacidades natatorias de escándalo. En algunos casos también desarrollaron largas y potentes colas que les servían también para nadar. La versión *turbo* de los reptiles marinos.

«Entonces, solo nos queda una opción, ¿los dinosaurios son solo reptiles terrestres?» ¡Equilicuá, amigo, equilicuá! Son un grupo de reptiles terrestres, sí. Aunque como ya hemos comentado, cada uno se adapta a la vida a su ritmo. Tenemos dinosaurios que caminan en una posición bípeda, sobre las dos patas traseras, mientras otros iban a cuatro patas, incluso tenemos algunos que se adaptaron a nadar de vez en cuando, pero, por lo general, los dinosaurios dominaron las grandes masas de tierra a su ritmo.

DATO CURIOSO

Como hemos dicho, el concepto de *puzle* se ha aplicado bastante en esto de reconstruir fósiles. Encontrar un mismo animal o planta conservado a la perfección con todas sus piezas, pues como que no. Eso es más difícil que te toque la lotería sin comprar un boleto. Así que lo pertinente es montarte una quimera. Una pieza de aquí y una pieza de allá, hasta obtener una idea global, siempre siguiendo un criterio de rigurosidad bastante serio, ¡eh!, nada de montar algo sin orden ni concierto.

Total, que esto de coger piezas sueltas no siempre ha salido bien. Montar un dinosaurio puede conllevar los mismos problemas que montar un mueble *low cost*. «¿Siempre hay un maldito tornillo que sobra?» ¡Exacto! Eso mismo le pasó al matrimonio Mantell, Gideon y Mary Anning, cuando encontraron los restos del primer *Iguanodon* descrito. Todo bien hasta que decidieron reconstruir al pobre bicho. Del *Iguanodon low cost* les sobró un hueso con forma cónica que no había manera de colocar en su posición correcta. Los Mantell no tenían ni idea de lo que era, así que, ni cortos y ni perezosos decidieron encasquetarlo como un cuerno. ¡De cuerno en la punta de la nariz, señores! Pobre bicho. Ahí, todos los días expuesto con un cuerno que no valía para nada. De hecho, la pieza en cuestión era una falange distal (la de la punta) del dedo pulgar del *Iguanodon*. Vamos, que parece que esté haciendo el gesto de OK todo el rato, así que nada que ver con cuernos.

Lo gracioso de esto es que la palabra de los Mantell era tan de fiar, que durante la Exposición Universal de Londres de 1851 se decidió construir una réplica del *Iguanodon* con el cuerno en la punta de la nariz incluido. La réplica, que era grande de narices, se colocó en un parque para que todo el mundo la pudiera admirar y no cubiertas sus ansias de mostrar tales resultados, se decidió montar una cena de gala

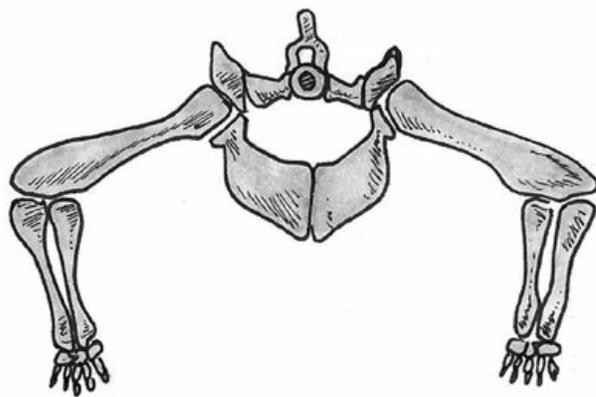
para celebrarlo. La cena en sí se organizó dentro de la réplica para darle más intensidad al asunto. Un poco ridículo hoy, si ves las reconstrucciones del momento.

¡POR FIN, LOS DINOSAURIOS!

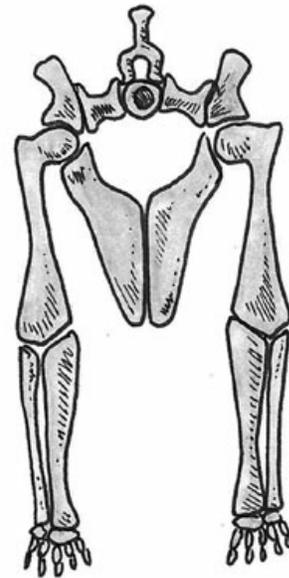
Genial, la caja nos ha quedado bastante vacía ahora que ya tenemos un poco más claro lo que no es un dinosaurio, así que ahora lo que nos toca explicar es lo que sí es un dinosaurio. Los dinosaurios son vertebrados, en particular reptiles, que surgieron durante la base del Mesozoico (Triásico) y se diversificaron mucho hasta su extinción a finales del Cretácico. Los dinosaurios, como otros reptiles totalmente terrestres, cubrieron su piel de escamas, que los aislaban del medio y les permitieron abandonar completamente su relación con el agua. Eso no quiere decir que no la necesitaran en su día a día, seguían necesitando beber o hacer sus puestas de huevos en los terrenos blandos, cerca de lagunas y lagos. Lo que queremos decir es que su ciclo de vida ya no pasaba por una fase acuática, como ocurre con los anfibios, por ejemplo.

Una de las diferencias principales que nos permiten separar otros reptiles de los dinosaurios tiene que ver con sus extremidades. Más bien, con la postura de sus extremidades. Como lo oyes, tener las patas posicionadas de una manera o de otra tiene consecuencias muy importantes, y los dinosaurios, en un alarde evolutivo, decidieron llevarle la contraria a miles de años de evolución y colocar sus extremidades posteriores (pierna, tobillo y pie) en una postura erecta, exactamente igual que la nuestra, los mamíferos. El resto de los reptiles, incluidos pterosaurios y mosasaurios, entre otros, tienen una postura reptiliana, es decir, los huesos de sus extremidades posteriores están en una postura arqueada situada a los lados de la cadera. Además de esto, las tenían por lo general cortitas, situando su cuerpo muy cerca del suelo. Este gran cambio supuso el inicio de una serie de modificaciones que les permitieron adaptarse a andar erectos, ganar agilidad y, cómo no, poder

pegarse alguna que otra carrera. Entre pitos y flautas, consiguieron alargar sus extremidades bastante, sobre todo las traseras, y modificar algunos de sus huesos para poder ganar estabilidad y ligereza. Aguantar esos cuerpos grandotes no es una tarea sencilla.



POSICIÓN REPTADORA



POSICIÓN ERECTA

Todos estos cambios les fueron de perlas y, claro, con el *tunning* pertinente que se pegaron, pues pasó lo que tenía que pasar: que se volvieron las reinas del baile. Dominaron las masas terrestres de todo el mundo y, claro está, se diversificaron y proliferaron un montón. Clasificar tal enormidad de dinos no es nada fácil, así que a lo largo de varias décadas se ha utilizado un criterio básico para organizar tanta diversidad de formas. El criterio principal fue propuesto por Harry Seeley en 1888, que estableció dos órdenes principales de dinosaurios basándose en el tipo de cadera que presentaran.

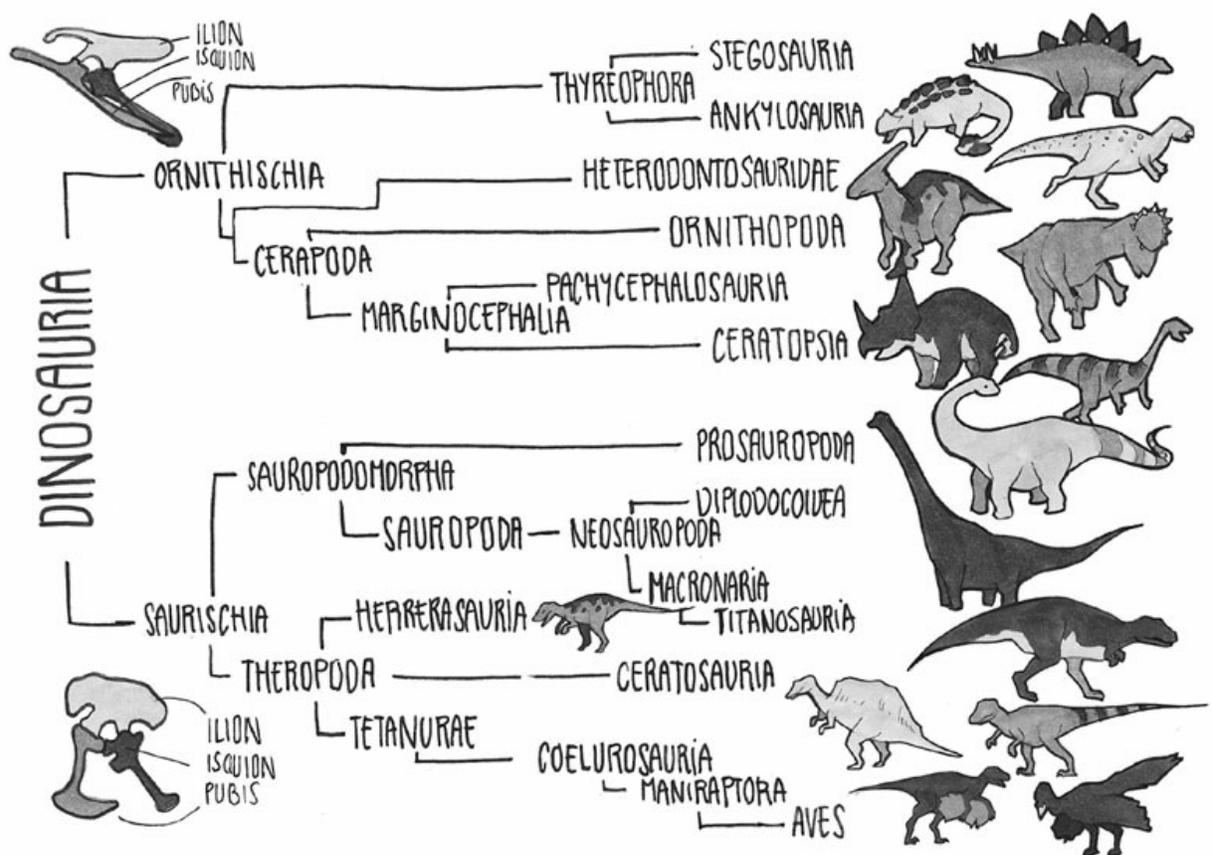
[41]

Estos dos linajes evolutivos, marcados por el tipo de pelvis, ya se podían

distinguir en el Triásico Superior. De esta manera podremos separar los dinosaurios ornitisquios, con una pelvis típica de ave, de los saurisquios, con una pelvis típica de reptil. Las diferencias principales de cada pelvis vienen dadas por la posición de sus huesos (pubis, ilion e isquion). Por ejemplo, los ornitisquios tienen el isquion y el pubis hacia abajo, posicionados hacia atrás. En cambio, los saurisquios tienen el pubis posicionado hacia delante y el isquion hacia atrás.

Como ya te hemos dado unas nociones de cladística en el capítulo 2, vamos a mostrarte gráficamente esta clasificación.

Según esta clasificación, los ornitisquios incluirían a los tireóforos, que son los dinosaurios acorazados, y a los cerápodos, un grupo bastante diverso y completito que describiremos en breve. Los tireóforos tienen el cuerpo recubierto de placas óseas formando algo similar a un exoesqueleto de placas y espinas. Tanto los estegosaurios, con una batería de placas en su dorsal a modo de cresta punki, como los anquilosaurios, dinosaurios cubiertos con osteodermos por todo su cuerpo estilo tanque, son tireóforos. Por otro lado, tenemos a los cerápodos. Dentro de este grupo incluimos a los ornitópodos, que son dinosaurios con pico de pato como los hadrosaurios y los marginocéfalos, los cuales tienen modificaciones bastante llamativas en la zona craneal. En este último grupo destacaremos a los paquicefalosaurios, dinosaurios con un engrosamiento de los huesos del cráneo. «¿Esos dinosaurios que parecen rapados cual monje trapense?» Exacto, cabezones con el cráneo al descubierto que en momentos de crisis usaban para propinar unas buenas leches. Aparte de los paquicefalosaurios, tenemos a los ceratópsidos, es decir, el famoso *Triceratops* y toda su familia, con llamativas cornamentas y un reconocible abanico poscraneal que varía mucho en función de la especie.



Todos estos dinosaurios comparten la estructura y disposición de los huesos de sus caderas, aunque cada grupo tiene una locomoción particular. Los hay mayoritariamente bípedos, como los ornitópodos, o los hay que van a cuatro patas, como los anquilosaurios o los ceratópsidos, entre otros. Todos ellos son fitófagos, es decir, vegetarianos, herbívoros o como lo quieras llamar. Se alimentan de vegetación, eso no quiere decir que todos coman exactamente lo mismo. El estudio de la dentición de cada uno de estos grupos o incluso de diferentes especies dentro de los mismos, nos muestra preferencias en sus hábitos alimenticios. Tenemos a dinosaurios a los que les gusta comer brotes tiernos y otros que se atreven con una vegetación algo más dura. Tanto la forma del diente como las marcas de desgaste nos ayudarán a interpretar una u otra tendencia.

«Genial, ahora vamos a lo *gore*. ¿Dónde están los carnívoros, la sangre, el bistec y la parrillada?» Ay, alma de cántaro, los temidos terópodos los encontraríamos en el otro linaje, el de los saurisquios. Pero como hemos dicho, esta clasificación de los dinosaurios está basada en la disposición que presentan los huesos de la pelvis y no en su dieta. Así que dentro de los saurisquios, e incluso dentro de los terópodos, encontraremos tanto dinosaurios fitófagos como carnívoros.

En el clado de los saurisquios se incluyen los sauropodomorfos y los terópodos. Los primeros incluyen prosaurópodos y saurópodos, es decir, los típicos de cuello largo de película, que caminaban a cuatro patas y que, al igual que su cuello, tenían una cola muy larga, la cual probablemente les daba algo de estabilidad. Los animales más grandes que han pisado la superficie de la Tierra han sido saurópodos. Uno de los más grandes, el *Argentinosaurus*, alardeaba de unos treinta metros de longitud, además de unas cincuenta a cien toneladas de peso. Ligerito, lo que se dice ligerito, no era, eso está claro. Mantener el tipín pesando alrededor de cien toneladas no es tarea sencilla. Los saurópodos también eran fitófagos y, debido a su tamaño, se intuye que tenían que ingerir una cantidad bastante impresionante de vegetación a lo largo del día. Estas vacas cretácicas se concentraban en el bufé libre de la parte media y alta de los árboles, es decir, podían comer algo que no fuera única y exclusivamente brotes tiernos. A pesar de la cantidad de vegetación que tenían que ingerir para mantener ese cuerpazo, su sistema de masticación no era muy eficiente[42] y dependían en gran parte de la digestión estomacal, que, aparte de los ácidos digestivos, estaba completada por gastrolitos. Los gastrolitos son piedras redondeadas que tenían en sus estómagos y que los ayudaban a machacar y mezclar toda la vegetación que se metían entre pecho y espalda.

Para completar el clado de los dinosaurios con cadera de lagarto tenemos a los terópodos. «¡Por fin!»

Los terópodos se dividen en dos grandes grupos: los ceratosaurios —no confundir con los ceratópsidos— y los tetanuros. Podremos incluir un tercer grupo, los herrerasaurios, que se han considerado la rama más primitiva de los terópodos durante mucho tiempo, aunque actualmente lo que seguro que

se sabe es que eran unos saurisquios basales que evolucionaron hasta tener una dieta carnívora. La competición que se marcaron con los terópodos no duró mucho, ya que estos ganaron la batalla con relativa facilidad, quedándose como los dinosaurios carnívoros por excelencia y dejando a los herrerasaurios algo de lado (se extinguieron, para ser más exactos).

Hasta el Jurásico Inferior la mayoría de los terópodos formaban parte de los ceratosaurios, sin embargo, en el Jurásico Medio los tetanuros se diversificaron y se dividieron en importantes grupos, en los que incluiríamos a *Dilophosaurus*, *Allosaurus* o *Spinosaurus*. Este grupo era extremadamente diverso, y encontramos desde formas muy pequeñas a grandes depredadores de película, como el susodicho *Spinosaurus aegyptiacus*. A pesar de que todos ellos tenían caracteres compartidos, dentro de cada grupo tenemos ciertas particularidades morfológicas y de comportamiento, incluyendo, claro está, la dieta. Y vamos a romper un mito. ¡No todos los terópodos son carnívoros! Algunos de ellos, como los terizinosaurios, eran fitófagos.[\[43\]](#) Como lo oyes, el hermano raro de la familia. Las características morfológicas de estos dinosaurios son entre aterradoras y adorables. Al igual que el resto de los terópodos, los terizinosaurios tienen una posición bípeda, sin embargo, y a pesar de que comúnmente se conozca a los terópodos como grandes dinosaurios con bracitos cortos, como de nuestro querido *T. rex*, esto, a los terizinosaurios no les pasa. Las especies que forman este grupo tenían unos brazos bastante grandes, incluso a simple vista, desproporcionados para su cuerpo. Se cree que la forma de sus brazos, la presencia de largas garras y la morfología de sus dientes estaban adaptadas a una dieta basada en plantas. Lo dicho, el hermano raro de la familia.

DATO CURIOSO

Son muchos los artículos, blogs, vídeos y cualquier medio actual que se nos ocurra que hable de las licencias cinematográficas que Steven Spielberg se tomó al hacer *Parque Jurásico*. Vamos, que hay

innumerables comentarios sobre las cagadas del filme, porque, claro, haberlas, las hay, y con la continuidad de la saga, se multiplican con el tiempo, eso está claro. Estas «cagadas» no son por falta de criterio, ni mucho menos. Con Jack Horner controlando el cotarro, el filme debería ser exquisito a los ojos de cualquier experto, pero por desgracia Hollywood manda, y el *Velociraptor* no da miedo si lo llenamos de plumas y lo ponemos del tamaño de un pavo. Tampoco mola que el *Tyrannosaurus rex* tenga un aspecto más similar al de un ave, es decir que ve lo suyo, en lugar de decir que su mirada estaba basada en el movimiento. O, por qué no, ponerle al *Dilophosaurus*, el dinosaurio que escupe veneno de la primera película, un collar en forma de vela alrededor del cuello, estilo lagarto de King. Tampoco parece tener mucho sentido llamarle Parque Jurásico si te dedicas a mezclar especies jurásicas como el *Dilophosaurus* con otras del Cretácico Superior, como el *Triceratops*. En fin, te animamos a seguir buscando «erratas» en las películas con contenido paleontológico, no hay desperdicio.

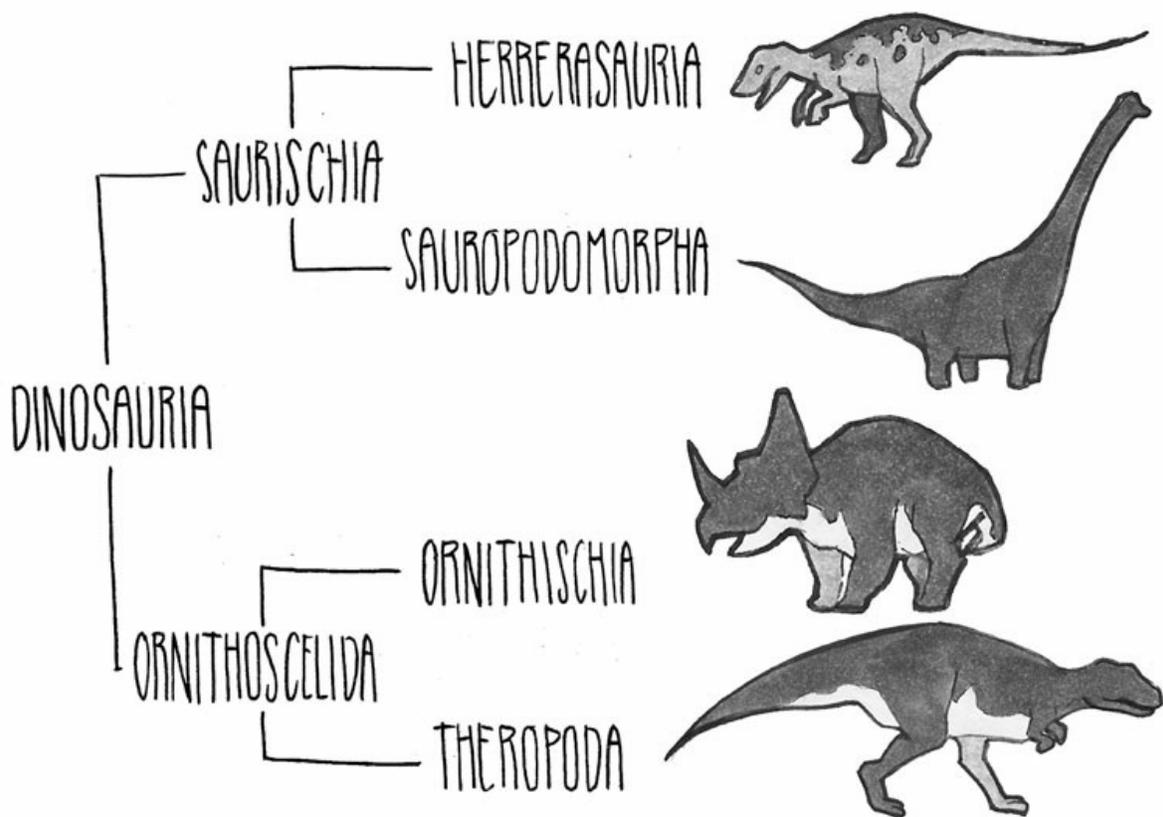
AGITEMOS UN POCO LA COCTELERA

Este criterio de clasificación basado en las caderas de los dinosaurios lleva aplicándose desde 1888; evidentemente, los análisis más recientes han ido incorporando nuevos caracteres a la ecuación, pero hasta hoy, todo parecía cuadrar con la propuesta de Seeley. Basar la clasificación de todo el orden Dinosauria principalmente en un carácter parecía ya una idea un poco corta de miras, así que las nuevas propuestas ya se hacían de rogar con ansias encubiertas. El señor Baron y sus colegas han sido los responsables de agitar un poco el árbol de la clasificación descolocando a la comunidad científica con sus resultados.[\[44\]](#)

Esta sacudida del antiguo árbol nos presenta una nueva opción con dos grandes clados independientes. A diferencia de la propuesta anterior, Baron y

compañía se basan en el estudio de numerosas especies, considerando características que se habían dejado de lado e incluyendo en el análisis muchos arcosaurios dinosauromorfos, es decir, taxones que no son dinosaurios, pero que tienen un ancestro común. Los resultados son bastante claros. Por un lado, tenemos a los saurisquios y, por el otro, a los ornitoscélidos. ¡Bum!, grupo nuevo. El equipo de los saurisquios se queda más o menos igual. Tenemos a los sauropodomorfos, que como ya hemos comentado incluirían principalmente a los conocidos como cuellilargos junto con los herrerasaurios. Los terópodos, compañeros de los sauropodomorfos en la clasificación anterior, se quedan fuera de este clado.

Así que a los terópodos les toca buscarse nuevos colegas. Estos se dan la mano con los ornitisquios, para formar parte del nuevo clado de los ornitoscélidos. Baron y compañía han recuperado el término *ornitoscelia* propuesto por Huxley en 1870 y que significa algo así como «patas de pájaro». Ambos grupos comparten muchas características similares en sus estructuras óseas.



Esta nueva clasificación aún está en boca de todos levantando masas de fans y de detractores. Tendremos que ver con el tiempo cómo encajan los análisis de la fauna dinosauriana con esta nueva propuesta. Particularmente, la idea de Baron y compañía nos parece más que interesante, y más teniendo en cuenta que en el nuevo taxón propuesto, el de los ornitoscélidos, incluiríamos a todos los dinosaurios que presentan plumas, ya sean terópodos u ornitiscios basales, característica que hoy solo tienen las aves.

Un taxón es cada una de las entidades en las que se clasifican formalmente los seres vivos.

«Ahora, ¿qué tienen que ver las aves en todo este berenjenal?» Sigue

leyendo y nos cuentas luego.

«ES SOLO UN PAVO GRANDE»

Qué razón tenía el niño de *Parque Jurásico* cuando tuvo las narices de echarle en cara al doctor Grant que el *Velociraptor* era solo un pavo grande. Primero, porque el *Velociraptor*, tal y como lo conocemos los paleontólogos, es más o menos del tamaño de un pavo y no la reconstrucción que hicieron en la saga, más similar a un *Deinonychus* que a otra cosa. Por otro lado, el chaval, hecho pitonisa, ya atinó con esto del parentesco que hay entre dinosaurios y aves.

«Ya estamos otra vez. ¿Cómo que pájaros?» Que sí, que sí, que los dinosaurios no se extinguieron durante el límite entre el Cretácico y el Paleógeno, o al menos, no todos. Hoy en día aún tenemos revoloteando sobre nuestras cabezas algunos de sus nietos emplumados.

Podríamos decir tranquilamente que las aves son terópodos. Si volvemos a nuestros árboles cladísticos veremos que según la clasificación de Seeley, los terópodos se encuentran en el clado de los saurisquios, junto con los sauropodomorfos. Sin embargo, si consideramos la clasificación de Baron, los terópodos están dentro del clado de los ornitoscélidos, junto a ornitisquios. Recordatorios aparte, si miramos en detalle la evolución de los terópodos a lo largo del Mesozoico, podremos situar con algo más de precisión la aparición de las aves. Durante la diversificación que sufrieron los terópodos tetanuros en el Jurásico Medio, surgieron los alosauroideos y los celurosaurios. Pues bien, por lioso que parezca, las aves provienen de los celurosaurios, los cuales ya empezaron a mostrar características morfológicas avianas comunes en los pájaros que tenemos revoloteando en el jardín.

A los antepasados de las aves los llamamos terópodos no avianos, es decir, que aún no eran pájaros, pero se les acercaban bastante. Ya empezaron a aligerar sus huesos para poder, en un futuro, levantar el vuelo. Modificaron tanto los huesos de sus «muñecas» como los de su pectoral (coracoides y

esternón) para aumentar la maniobrabilidad de sus muñecas y para tener unos pectorales de infarto. Como ves, todas estas mejoras tienen un objetivo claro: lanzarse a volar de una vez por todas. Quizás una de las características que llama más la atención y que nos hace saltar más rápidamente la alarma de que tenemos un ave entre manos es la presencia de plumas. Muchos de estos terópodos no avianos ya tenían su cuerpo recubierto de plumillas, como un pollito recién nacido. Con el tiempo, pasamos de tener este plumón a desarrollar un sistema complejo, con plumas hechas y derechas. Los análisis en detalle han permitido identificar puntos de inserción de estas plumas en las ulnas (el cúbito en el brazo humano). Estas protuberancias del hueso se ven claramente en las aves actuales, las cuales tienen una batería de plumas remeras muy potentes que les permiten alzar el vuelo.

Los datos, cada vez mayores, han permitido identificar varios grupos de terópodos no avianos que presentan estas estructuras en los huesos. Desde velocirraptores[45] (*Dromaeosauridae*) a tericinosaurios,[46] es decir, que presentar plumas no era una rareza, sino que era algo común en los terópodos, incluso si nos apuras, en algunos ornitisquios basales,[47] el otro grupo de ornitoscélidos propuesto por Baron y compañía. Los yacimientos españoles también han colaborado en esto de lanzar puentes entre las aves y los dinosaurios. El descubrimiento hecho en el yacimiento de Las Hoyas (Cuenca) en 2003 y publicado en 2010 resultó en la descripción de un nuevo dinosaurio con chepa, el señor *Concavenator corcovatus*, el cual también presenta estas protuberancias en sus ulnas que indicarían la inserción de plumas.[48] Ahora bien, ¿dónde ponemos el punto y aparte en este árbol evolutivo? ¿Dónde separamos terópodos no avianos de los avianos?

Pues parece que el punto de inflexión llegó con el descubrimiento de *Archaeopteryx* en depósitos alemanes del Jurásico Superior, hace aproximadamente 150 Ma. Casi nada. De hecho, muchas discusiones han sido acerca de este fósil de excepcional preservación. Que si es el ancestro de las aves, que si en realidad es solo un dinosaurio con plumas, que... Como siempre, a lo largo de los años se han desarrollado discusiones para todos los gustos, pero si algo somos los paleontólogos, es pacientes, así que con el tiempo se han encontrado otros restos similares a los de *Archaeopteryx* que

han permitido cerrar el tema de una vez por todas. Así que nos decantamos por apoyar a todos los bandos, el *Archaeopteryx* tiene características de dinosaurio no aviano y características de aves, ni para ti ni para mí, somos la Suiza de la paleontología.

Este dinopájaro del tamaño de un pollo con cola ha arrojado luz acerca de la transición entre dinosaurios y aves. Como hemos dicho, presenta características dinosaurianas, como unas mandíbulas llenas de dientes, patas con tres garras y un segundo dedo hiperextensible de infarto —sí, el mismo dedo que los velocirraptores usan para abrir puertas—, además de una larga cola huesuda. Por otro lado, destaca su cuerpo repleto de plumas o el conjunto de modificaciones en su estructura ósea propias de un animal volador, es decir, características avianas.

Así que, en la actualidad, podemos decir tranquilamente que el *Archaeopteryx* es una de las aves más antiguas del mundo, además de confirmarnos que una pequeña-gran rama del árbol evolutivo de los dinosaurios sobrevivió al desastre de la extinción. Menos suerte tuvieron el resto de los dinosaurios, que cayeron como moscas hace 66 Ma.

«¿Por qué un grupo tan grande, diversificado e IMPRESIONANTE, sí, en mayúsculas, desapareció de la faz de la Tierra?» Si sientes intriga, sigue leyendo, que vienen tiempos tumultuosos para los dinosaurios. Agárrense, que vienen curvas.

DATO CURIOSO

¿Qué pensarías si vieras un caminito de pisadas por una pared? La respuesta lógica sería algo similar a «por ahí ha pasado algún animalillo despistado». Ahora bien, ¿qué pensarías si vieras un caminito de pisadas por una pared y, además, para más inri, consideraras la Biblia como la fuente del conocimiento supremo? Lógicamente dirías «por ahí ha pasado algún animalillo despistado..., con la Virgen María y el Niño Jesús encima». ¿Una mula gigante con

la Virgen María y Jesús? Bravo, claro que sí. Como hemos dicho, como fuente de inspiración, buenos son los restos paleontológicos. Esta invención bíblica se puede ver en la ermita del santuario de Nuestra Señora de Pedra Mua (Piedra de Mula), en el cabo Espichel (Portugal). En realidad, se trata de un trazo de huellas (icnitas) de dinosaurio, que se encuentran en los depósitos jurásicos de la zona y que han dado lugar a una infinidad de chistes que corren por internet, en los que, en un subidón de locura imaginativa, ponen a un dinosaurio montado por la Virgen y el Niño, así, subiendo la montaña, rompiendo las leyes de la gravedad como si nada.

LA MASCLETÀ CRETÁCICA Y EL FIN DE LOS DINOSAURIOS

Hace ya unos 66 Ma que la gran mayoría de los dinosaurios la palmó. Ese trágico día de agosto, por inventarnos algo y darle gracia a esto, el reino de los reptiles calló dejando huérfanos a mares, cielos y tierra.

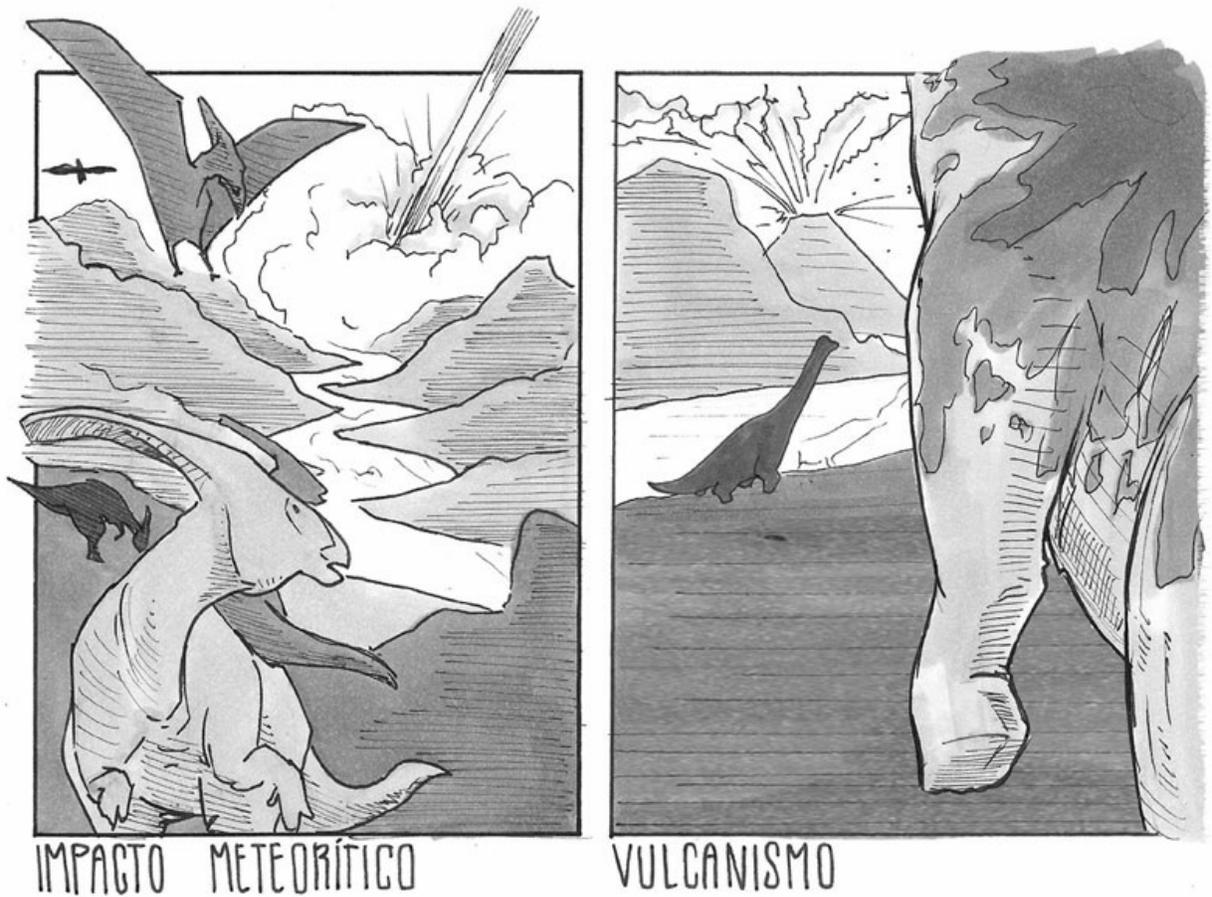
«¿Un día negro en la historia de la vida en la Tierra?» Hombre, pues sí, pero como has aprendido en el capítulo 4, no hay una de cal sin una de arena. La flora y la fauna de la Tierra han sufrido varios momentos en los que grandes e importantes grupos han desaparecido por completo y han sido sustituidos por otros. Esta sustitución sigue una premisa clara: «¡Quien fue a Sevilla perdió su silla!». Uno de estos momentos clave en la historia de la Tierra se vivió durante el paso de la era cretácica a la era terciaria, hace 66 Ma, que es el momento en que grandes reptiles, no solo los dinosaurios, desaparecieron.

Como te hemos contado, la teoría más discutida desde la década de 1980 es la del impacto meteorítico presentada por Walter Álvarez y su equipo.[\[49\]](#) Un pepinazo en toda regla que hizo temblar los ecosistemas de la Tierra de lo lindo. El señor Álvarez basó sus teorías en el famoso nivel de iridio encontrado en diferentes puntos del globo terrestre, indicando que los efectos

de este impacto se hicieron notar en toda la Tierra, y no solo en la pista de aterrizaje del asteroide en cuestión.

Vamos a refrescar un poco las ideas. El iridio es un elemento raro; es decir, en la Tierra, de manera natural, no es muy común, pero en asteroides y meteoritos, sí. Así que la idea más plausible al encontrar una cantidad fuera de lo normal de iridio es que te ha venido un paquete del espacio exterior. Y lo ha traído una compañía de envíos con muy mala leche, eso está claro. El asteroide, pequeño, lo que se dice pequeño, no era, y para prueba el cráter de Chicxulub. Llámalo tonto al asteroide... Si se ha de caer furtivamente en la Tierra, buenas son las aguas caribeñas ¿no?

El impacto, además de la pertinente capa de iridio extraterrestre, tuvo efectos devastadores y provocó el colapso de los ecosistemas de la Tierra. Las pobres plantas que sobrevivieron a los *tsunamis* e incendios provocados por el impacto se enfrentaron a una larga noche que pudo durar años. Así que de fotosíntesis nada, y al hoyo que se fueron también. Sin plantas, las cadenas tróficas se desmoronaron, incluidas las de los dinosaurios, si bien es cierto que la resiliencia de las plantas fue de escándalo y los bosques se recuperaron con cierta velocidad.[\[50\]](#) Otros grupos, incluidos los dinosaurios y otros grandes reptiles, no corrieron la misma suerte.

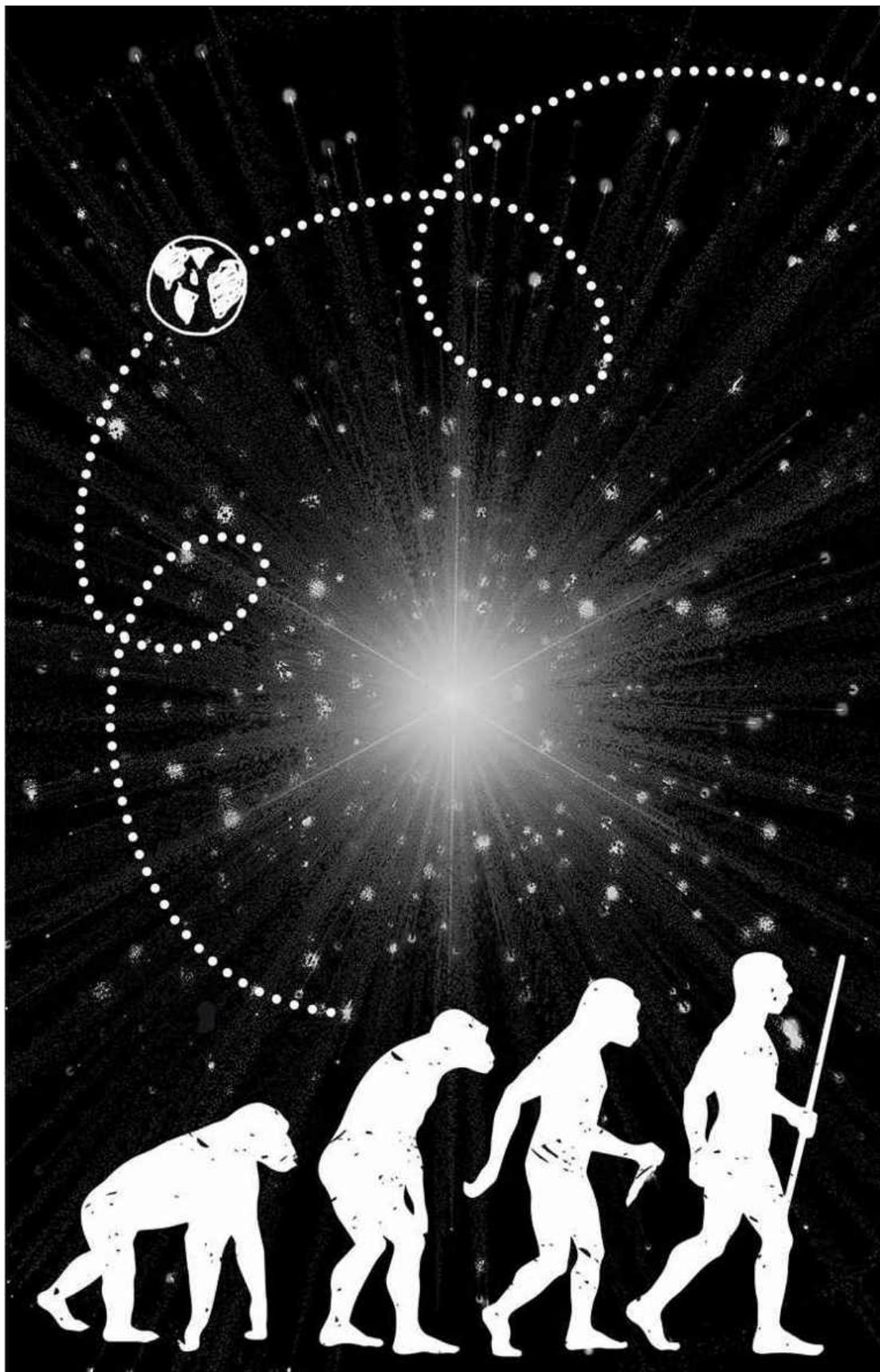


Aunque la teoría de Álvarez es sólida de narices, siempre hay quien le pone la puntilla al asunto, y en muchos casos con razón, claro. Como bien hemos comentado, hay otras teorías que intentan dar una justificación plausible a la extinción masiva del límite Cretácico/Paleógeno, y una de ellas es el contexto global en el que se encontraba la Tierra antes y después del impacto de Chicxulub.

«¡Ni Pekín ni Pokón, el Decán!» Exacto, vemos que tienes una memoria prodigiosa. En el capítulo 4 ya hemos comentado que la Tierra, durante los últimos millones de años del Cretácico, estaba calentita y tenía un vulcanismo muy, pero que muy activo. El pepinazo del gran asteroide no mejoró las cosas, todo lo contrario, se activó más aún si cabe, añadiendo más gases, más polvo y más cenizas a la atmósfera. «¡Como si no tuviéramos suficiente con

todas las historias que saltaron por los aires tras el choque!» Exacto, nos indignamos igual o más, pero el destino de la Tierra estaba escrito. Estaba escrito en el GPS del maldito asteroide.

Ya sea únicamente producido por el impacto del Chicxulub o acompañado de su letal cómplice, el vulcanismo del Decán, la Tierra de finales del Cretácico no era un *resort* de vacaciones idílico. Sobrevivir a esas condiciones debió de ser, sin duda, una batalla épica donde las haya, y los ecosistemas cayeron, o debilitados por el asedio constante o por muerte casi súbita derivada de los eventos catastróficos.



7

CUANDO LOS MAMÍFEROS HEREDARON LA TIERRA

De aquí en adelante, nos vamos a meter de lleno en un trepidante viaje en el tiempo que nos sirva para entender cuándo y cómo surgieron los primeros mamíferos: la clase Mammalia. Este es el grupo al que pertenecemos, y en el que, además, se incluyen animales tan dispares como los delfines, los murciélagos o los lémures. Como es obvio, el surgimiento de los mamíferos no fue un abrir y cerrar de ojos, así que para ponernos un poco en el contexto, debemos volver a finales del capítulo 5, hacer un poco de memoria y retener algunos datos en la mente.

Como somos buena gente, haremos un breve resumen taxonómico de la situación «evolutiva» que había hasta el momento. Como si fuéramos bajando escalón tras escalón de una escalera de millones de años, empezaremos por el superreino Eucariota. Bajamos al siguiente nivel y nos encontramos en el reino Animalia, filo de los Cordados, subfilo Vertebrata, luego pasamos por el infrafilos de los Gnathostomata, es decir, los peces mandibulados. Estos darán lugar a los peces cartilaginosos, como los tiburones (condrictios), y a los peces óseos, como las sardinas (osteíctios). Pues bien, los osteíctios se dividirán en actinopterigios y sarcopterigios. Dentro de los sarcopterigios, o los peces con aletas lobuladas, encontraremos grupos como los peces pulmonados y... redoble de tambor: la superclase de los tetrápodos. Lo del redoble de tambor te ha de dar pistas, pero ya te anticipamos, como si fuera un *spoiler*, que de estos primeros tetrápodos saldrán los mamíferos.

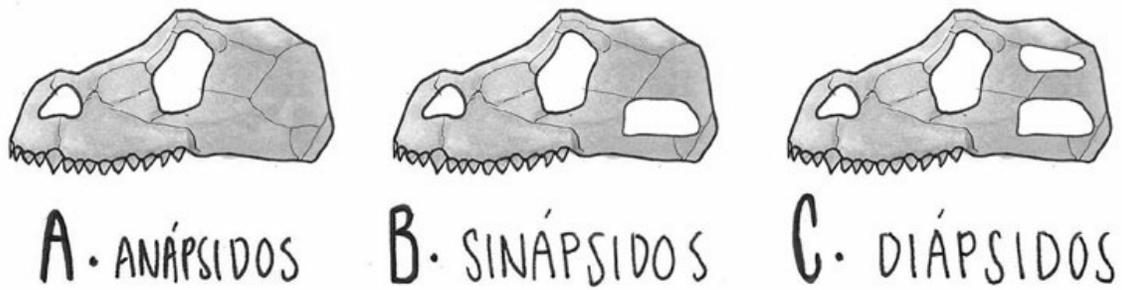
Toda esta lista taxonómica, dicha sin respirar, impresiona bastante; ahora bien, lo que en el plano taxonómico parece un salto sin importancia, en realidad pasamos de la superclase Tetrapoda a la clase Mammalia. Así, sin pestañear, esto parece fácil, pero biológicamente requiere unas cuantas

modificaciones importantes. Vamos, que llovió lo suyo antes de pasar de los primeros tetrápodos, bichos bastante torpes fuera del agua, a los mamíferos tal y como hoy los conocemos. Algunos de ellos todavía siguen siendo torpes fuera del agua, pero, oye, son mamíferos al fin y al cabo.

PREPARANDO LA POCIÓN MAMIFEROIDE

Entre una cosa y la otra, la colonización de las grandes masas terrestres por parte de los tetrápodos costó lo suyo. Mientras los anfibios se mantuvieron fieles a sus masas de agua para su supervivencia, el clado de los amniotas se inventó, durante el Carbonífero Inferior, un nuevo artilugio para poder campar a sus anchas por el mundo: EL HUEVO. Con unas cuantas coberturas y membranas bien apañadas, los nuevos huevos evitarían la desecación y, por tanto, permitirían la colonización de la superficie terrestre. Para más inri, la invención del huevo permitiría la emancipación de los amniotas de los medios acuáticos, así que podían pastar a sus anchas por tierra firme sin temor alguno.

A largo del Carbonífero Superior y del Pérmico, los amniotas se dividirán en tres grupos mayoritarios: anápsidos, sinápsidos y diápsidos. Esta división está basada en el número de oberturas o fosas temporales que se encuentran en el cráneo, justo detrás de las oberturas oculares. Por un lado tenemos a los anápsidos, los cuales no tienen fosas temporales; los sinápsidos, que tienen una; y los diápsidos, que como bien indica su nombre, tienen dos.[51]



Los anápsidos estarían representados por varios grupos de reptiles ya extintos, como, por ejemplo, el grandullón *Scutosaurus*, un pareiasaurido de finales del Pérmico, o reptiles acuáticos como los mesosaurios. Estos últimos nos podrían llegar a recordar a los mosasaurios que te explicamos en el capítulo 6, pero en realidad surgieron en momentos y grupos diferentes. Durante mucho tiempo, también se consideró a las tortugas como anápsidas, sin embargo, recientemente se ha visto, para sorpresa de muchos, que en realidad son sinápsidas.[\[52\]](#) Notición donde los haya.

Los diápsidos, que por el contrario tienen dos fosas temporales, estarían representados por grupos como los cocodrilos, pterosaurios, dinosaurios (aves incluidas), serpientes y lagartijas, entre otros reptiles. Por último, tenemos a los sinápsidos, es decir, aquellos con una única fosa temporal en su cráneo. De este grupo en particular es de donde vienen los mamíferos, sin embargo, por allá, en el Pérmico, los sinápsidos estaban representados por pelicosaurios y otros reptiles mamiferoides primitivos y deberemos esperar algo más hasta encontrar verdaderos mamíferos.

«¿Reptiles mamiferoides? ¿Qué clase de engendro me habéis preparado?»

Por voluntad propia, ninguno, Dios nos libre de meternos en tales berenjenales. La culpa la tiene la evolución, que es muy caprichosa. Estos reptiles mamiferoides, por muy aspecto reptiliano o incluso dinosauriano que tengan, ¡no son reptiles! Tanto los mamíferos como los verdaderos reptiles son vertebrados amniotas, ¿estamos de acuerdo en esto? Sin embargo, las similitudes entre los reptiles y estos mamíferos más primitivos no van más

allá de un parecido externo, ya que biológicamente, son de calle dos grupos independientes. De hecho, estos primeros reptiles mamiferoides, con pinta más bien de Godzilla a cuatro patas, ya presentaban algunas particularidades interesantes que nos llaman la atención, y no por su inclinación reptiliana, sino por sus características más bien mamiferoides.

Y con todo esto que te hemos contado te preguntará qué es entonces un mamífero y qué es eso de tener rasgos mamiferoides. Pues bien, los mamíferos como tal tienen unas particularidades morfológicas y estructurales que nos hacen distinguirnos de otros taxones. Destacaremos en primer lugar que son endotermos (de sangre caliente, vamos), que alimentan a las crías con leche materna, que tienen un único hueso en la mandíbula (el dentario) o que tienen el cuerpo cubierto de pelo, o al menos la gran mayoría de ellos. Algunos cetáceos lo más parecido que tienen al pelo son las barbas que tienen dentro de la boca, que usan como filtro a la hora de alimentarse. Nada que ver con la función del pelo de cualquier mamífero terrestre.

Con los años, se han ido estudiando y reconociendo estas características en diferentes organismos considerados, *a priori*, mamíferos. Sin embargo, llegar a un consenso acerca de la definición del clado Mammalia no ha sido una tarea fácil, o al menos no cuando hablamos del registro fósil. Durante mucho tiempo, hubo ciertas discrepancias sobre cómo se definía esta clase, y sobre quién estaba y quién no estaba incluido en ella. Esta problemática venía principalmente por estos dos argumentos.[\[53\]](#)

1. Si añadimos todo taxón con alguna característica mamiferoide al clado, estaremos incluyendo grupos muy dispares y posiblemente alejados de lo que se considera hoy en día un mamífero.
2. Si, por el contrario, solo aceptamos como mamíferos verdaderos las formas que presentan todas las características mamiferoides, nos dejamos en el tintero taxones muy próximos, primitivos, claro está, pero próximos.

La clásica dicotomía a la hora de tomar decisiones en la vida. Quién entra en tu equipo Mammalia y quién no. El ser o no ser de la filogenia.

Menos mal que hay personas que nos han ayudado en esto de decidir, que

nos han quitado el marrón de encima, hablando claro, y que han preferido utilizar el clásico argumento de «ni para ti ni para mí» para solucionar el problema. De esta manera se pactó que se incluirían en el grupo corona del clado Mammalia todas aquellas formas que cumplen las reglas a rajatabla. El resto, lo meteremos en el grupo troncal, un cajón de sastre donde entrarían todas estas formas primitivas (extintas) que ya empezaban a alardear de tener propiedades mamíferoides, pero que, sinceramente, aún les faltaba un par de hervores.

En taxonomía, se considera un grupo corona o crown group el clado monofilético que incluye todos los organismos vivos y extintos con un ancestro común. En resumidas cuentas, un grupo compuesto por una especie y sus descendientes. Sin embargo, el grupo troncal o stem group es un grupo parafilético formado por un ancestro y todos sus descendientes extintos, pero en el que excluimos los organismos o representantes vivos del grupo.

Ahora que entendemos un poco lo que conlleva ser mamífero, entraremos en materia. Algunos autores,[\[54\]](#) sabiamente, han descrito tres fases claras en su evolución. La primera de ellas, la más primitiva o basal, se dio en el Carbonífero Superior (Pensilvánico), cuando encontramos las primeras formas amniotas terrestrializadas. En este período de tiempo se vivió una constante alternancia de apariciones y extinciones de especies, seguida de un florecimiento de formas de tamaño medio y gran tamaño. Así, dominaron los sinápsidos primitivos llamados, como ya sabes, reptiles mamíferoides, los cuales eran tanto carnívoros como herbívoros. Con el tiempo, estos sinápsidos basales fueron desarrollando cada vez más características propias de un mamífero, aunque aún estaban lejos de tener todas las cartas en su poder para formar parte del clan Mammalia.

Algunas formas carnívoras de sinápsidos de pequeño tamaño dieron lugar a la rama de los primeros mamíferos durante el Triásico Final. Empezamos lo que sería la segunda fase, que se dará durante el Mesozoico. Como hemos dicho en el capítulo anterior, el Mesozoico fue la era de los dinosaurios y otros grandes reptiles, así que si hacemos una rápida regla de tres, nos damos cuenta de que cuando hay alguien que domina, hay «otro alguien» al que no le queda más que acatar las reglas del juego. Los mamíferos poco pintaban a los ojos de las faunas dinosaurianas, pero no ser el protagonista de la película no te impide hacer un buen papel secundario. Los mamíferos esperaron su turno, se radiaron y se diversificaron durante el Mesozoico, y para ser sinceros, reinaron en las sombras como el mejor de los mejores.

«En poca palabras, vivían atemorizados y escondidos en sus madrigueras haciendo sus cosas evolutivas y tal.» Seas quien seas, nos has leído la mente.

De esas grandes o medianas formas de la primera fase, ya no queda nada. Para mantenerte en las sombras has de ser pequeño, sí o sí, pasar desapercibido para no convertirte en el menú de alguien. Así que, del dicho al hecho, los mamíferos mesozoicos se hicieron pequeños. Aparte de reducir su tamaño, aprovecharon para mejorar algunas cosillas que tenían pendientes, como quien remodela la cocina de su casa en verano.

La tercera ola llega a finales del Cretácico. La extinción masiva del Cretácico/Paleógeno eliminó por completo a los grandes reptiles y nos privó de la posibilidad de disfrutar de los dinosaurios, más allá de las aves. No hay mal que por bien no venga: la extinción de tantos grupos dejó un montón de nichos ecológicos vacíos listos para ser ocupados de nuevo. A pesar de que algunos grupos de pequeños mamíferos no se libraron de la extinción, el resto de los supervivientes que llevaban ya muchos años en la sombra se diversificaron de manera exponencial, como hoy en día hacen los ratones, durante el Cenozoico, ocupando la Tierra de punta a punta. Así, encontramos formas de todo tipo y tamaño, habitando en lugares de lo más dispares. La quinta extinción en masa supuso la extinción de muchos grupos importantes, sin embargo, a los mamíferos les permitió simple y llanamente convertirse en la clase dominante hasta exactamente el día de hoy.

Pero vamos a ver en detalle que pasó en estos momentos clave de la

evolución de los mamíferos.

LOS REPTILES MAMIFEROIDES

Podemos considerar este momento como la primera ola evolutiva que dio lugar a la base de los mamíferos. Como hemos visto a lo largo del capítulo, los mamíferos evolucionaron de un grupo de vertebrados amniotas primitivo, perteneciente al grupo de los sinápsidos, llamados también reptiles mamiferoides. Estos sinápsidos primitivos se incluyen dentro del grupo parafilético de los pelicosaurios. Un cajón de sastre donde meteremos a diferentes familias. Las formas más basales, los caseosaurios, tenían unos cráneos algo primitivos en comparación con el resto de sus parientes, que estaban bastante especializados. Al resto de los pelicosaurios, que son más modernos, se los describe como a los eupelicosaurios. Este gran clado contiene los grupos que ya empiezan a mostrar características cada vez más mamiferoides. Podríamos destacar a los primeros amniotas vegetarianos, los edafosáuridos, y a los esfenacodóntidos, como el *Dimetrodon grandis*, los cuales se convirtieron en temibles y grandes depredadores carnívoros.

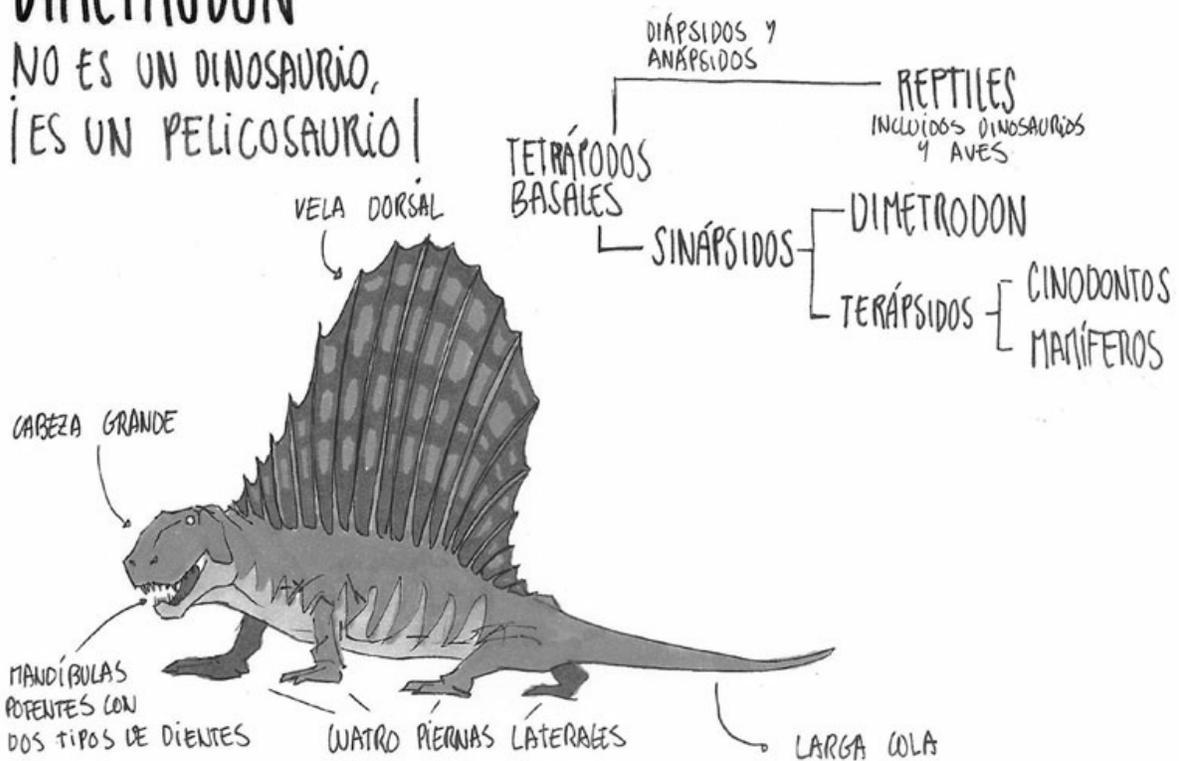
Todos ellos tenían la sangre fría y presentaban unas vértebras parecidas a las de los reptiles, pero que se caracterizaban por tener unas espinas neurales bastante alargadas. En múltiples ocasiones, estas apófisis estaban tan superdesarrolladas que, a modo de mástil, sujetaban y daban consistencia a una especie de vela formada de piel y colocada dorsalmente. En la espalda de toda la vida. Esta vela tenía abundantes vasos sanguíneos por donde circulaba su sangre y que probablemente les permitiría termorregularse.^[55] Ampliar la superficie de piel expuesta al sol era una de las maneras más eficaces de calentarse y enfriarse, así que estos pelicosaurios con vela, como el *Dimetrodon grandis*, dieron en el clavo con su nuevo invento. Aparte de esto, tenían una larga cola, un cráneo bastante grande en comparación con sus compañeros más primitivos, unas mandíbulas fuertes y una dentadura formada por dientes de diferentes tamaños. Este último hecho denota una

cierta especialización, cosa bastante importante y que tiene una relevancia evolutiva que verás más adelante.

Las formas más avanzadas de pelicosaurios, concretamente aquellas que se incluyen en el grupo de los esfenacodóntidos, es decir, *Dimetrodon* y compañía, fueron sustituidas poco después por los primeros terápsidos. Como puedes intuir por lo que llevamos de capítulo y, como se puede ver en el cladograma que acompaña la representación de *Dimetrodon grandis*, la evolución de los sinápsidos sigue un patrón de matryoska bastante claro, donde un grupo incluye al otro y así repetidas veces hasta el fin de sus días. Pues bien, los primeros terápsidos surgieron durante el Pérmico y fueron los amniotas dominantes hasta el Triásico Inferior, antes de que los dinosaurios y otros grandes reptiles dominaran la tierra durante el Mesozoico. Este grupo representa un punto medio entre los reptiles mamíferoides o sinápsidos no mamíferos y los mamíferos como tales. Existe un amplio consenso acerca del origen de los terápsidos, los cuales se cree que derivaron de los esfenacodóntidos como *Dimetrodon*. Tienen importantes similitudes con este grupo, como la presencia de unos caninos largos y la forma del maxilar y de la mandíbula, entre otras. Sin embargo, los terápsidos ya desarrollaron un sistema locomotor mucho más eficiente situando sus patas debajo del cuerpo, como lo hacen los cocodrilos actuales, y no en posición lateral. Esta postura algo más erguida mejoraría su locomoción sin lugar a dudas. Además de esto, mejoraron sus mandíbulas considerablemente, consiguiendo así unas mordidas mucho más potentes. Lo de tener amables pelicosaurios herbívoros pastando libremente como que ya no se llevaba. Esta mejora fue en parte debida al mayor tamaño de su órbita temporal, permitiendo así la inserción de la musculatura.

DIMETRODON

NO ES UN DINOSAURIO,
¡ES UN PELICOSAURIO!



Terápsidos primitivos hay muchos y con particularidades curiosas. Los hay con unos cráneos superdesarrollados como los dinocéfalos o con una dentición formada únicamente por dos caninos superiores y un pico, estilo ceratópsido, como en los anomodontos. Estos últimos dieron lugar a los teriodontos, que fueron ya el *sumum* de chulos, y en los que se incluirían los gorgonópsidos y posteriormente los terocéfalos. Los primeros gorgonópsidos eran pequeños carnívoros adaptados a alimentarse de sus presas solo valiéndose de largos caninos situados tanto en el maxilar como en la mandíbula. Esta característica tan distintiva ha hecho que se los considere los primeros «dientes de sable». Los gorgonópsidos, por muy chulos que fueran, evolutivamente eran más bien poco innovadores, ya que conservaban todavía muchas características primitivas. Sin embargo, en el Pérmico Superior consiguieron ser los carnívoros dominantes, hasta que llegó la crisis

del Permo-trías, dejándonos sin estos dientes de sable tan molones.

De un grupo aún más moderno de teriodontos, los eutirodontos, surgieron los terocéfalos, los cuales se encuentran con relativa abundancia durante el Pérmico Superior, pero, en cambio, se hacen bastante raros ya en el Triásico Inferior. También eran carnívoros y, aunque los grupos más basales se parecían bastante a los gorgonópsidos, con el tiempo acabaron por ser más pequeños, pero evolutivamente algo más apañados. Ya casi tenían todas las características mamíferoides en su poder. No hay mal que por bien no venga. Aparte de las mejoras locomotoras, entre otras cosas, este grupo ya tenía un paladar secundario y unos dientes bastante especializados (heterodontos), donde podemos ver incisivos, grandes caninos y molares.

Como ya te habíamos anticipado, la dentición y la forma de sus mandíbulas desempeñarían un papel esencial en la evolución de los sinápsidos basales. Gracias a este proceso evolutivo, poco a poco, redujeron los huesos cuadrado y articular, los cuales unían el dentario con el hueso escamoso del cráneo. Además, alargaron el dentario de tal manera que al final se podía unir él solito directamente al escamoso. Los huesos cuadrado y articular quedaron sin función aparente, por el momento.

Todos estos rasgos se encuentran bien desarrollados en los cinodontos. Los cuales, para nuestra suerte, fueron los únicos terápsidos supervivientes durante la crisis de finales del Pérmico, al menos los únicos que tuvieron un cierto éxito. Los cinodontos están ya muy cerca de esos primeros mamíferos que surgieron durante el Triásico. De hecho, podríamos destacar la presencia de géneros como el *Cynognathus* «cabeza de perro» o el *Probainognathus*, de los cuales definitivamente vendrían los primeros mamíferos. A modo de resumen, y por si quieres investigar un poco, te dejamos una escalerilla con la distribución de grupos (algunos de ellos citados en el texto) que fueron clave en la evolución de los primeros mamíferos, desde los ancestrales pelicosaurios a los primeros mamíferos como tales.

Pelicosaurios

Eothyris
Haptodus
Sphenacodontidae

Terápsidos basales	<i>Biarmosuchus</i> Gorgonopsidae Therocephalia
Cinodontos no mamíferos	<i>Procynosuchus</i> <i>Thrinaxodon</i> <i>Probainognathus</i> Tritylodontidae Tritheledontidae
Mamíferos	Mamíferos

EL ORIGEN DISCRETO, O NO, DE LOS MAMÍFEROS

Como se puede ver hasta la extinción del Permo-trías, el linaje que dio lugar a los primeros mamíferos tenía todas las de ganar. Desde que los primeros anfibios terrestres se empezaran a adaptar a la vida en tierra firme, el linaje del que provenimos fichó por el equipo ganador. Recuerda que los primeros reptiles se dividieron entre saurópsidos, (anápsidos y diápsidos), que darán lugar a las aves y reptiles modernos, y los sinápsidos, que se multiplicaron y diversificaron dando lugar con el tiempo a los primeros mamíferos, único grupo actual de sinápsidos. Lo que parecía entonces una apuesta ganadora se quedó en un discreto «ha cantado línea», en lugar de gritar «¡¡BINGOOO!!» a lo loco. Una pena, porque a pesar de las modernizaciones típicas de un ganador que los sinápsidos habían conseguido, como, por ejemplo, una dentición heterodonta especializada o el desarrollo de una locomoción eficaz, la extinción devastadora de finales del Pérmico supuso un antes y un después bastante negativo. Acabó con gran parte de los sinápsidos, los cuales llevaban unos cuantos millones de años de dominancia, siendo sin lugar a dudas los superdepredadores de tierra firme. Tristemente, se fueron a la casilla de salida y dejaron la partida aparcada, al menos de momento. Esto significó un golpe muy duro para el linaje de los mamíferos, pero fue un caramelo para los saurópsidos, concretamente para los grandes reptiles, los cuales se convirtieron en el nuevo grupo dominante durante todo el Mesozoico.

Como te hemos anticipado, esta segunda fase en la evolución de los mamíferos significó pasar de ser los chulitos del patio a vivir escondidos en la biblioteca. Siguieron con su tendencia a hacerse más pequeños, siguiendo la estela de esos terocéfalos más pequeñines del Pérmico. Muchos de ellos ya habían desarrollado una dieta insectívora, e incluso algunos acabaron por ser herbívoros. Sin embargo, los sinápsidos de finales del Pérmico ya parecían estar escogiendo otro camino más allá de esos grandes cazadores carnívoros. Igual habían visitado a alguna pitonisa que los avisó del percance catastrófico que estaba por venir. Vete a saber.

Pitonisas aparte, después del Permo-trías empezó el Mesozoico y con él, su nuevo reinado bajo las sombras. A finales del Triásico y principios del Jurásico, los primeros mamíferos, o sus parientes más cercanos, como los morganucodontes, que ya tenían pinta de ratilla, eran pequeños insectívoros de hábitat nocturno.[56] De ahí viene que en muchas ocasiones se utilice el concepto de *shrew* o *rat-sized animals*, lo que vendría siendo animales del tamaño de una musaraña o de una rata.

DATO CURIOSO

No todo fue bajar la cabeza y esconderse en madrigueras durante el Mesozoico. Los mamíferos somos de por sí peleones y, si no, que se lo digan a las presas del *Repenomamus giganticus*. Con lo de *giganticus* ya puedes suponer que, contradiciendo la tendencia mesozoica a empequeñecerse, algunos mamíferos se rebelaron y decidieron hacerse bien grandotes.

El *Repenomamus giganticus* era un tejón de más de un metro de largo que habitó la China cretácica.[57] Su tamaño, aunque no impresione a simple vista, era muy superior a lo que los mamíferos y el resto de la fauna mesozoica estaban acostumbrados. Era mucho mayor incluso que algunos dinosaurios de pequeño tamaño como los dromeosáuridos. Estos manirraptores emplumados (terópodos

carnívoros) no solo debían temer al *Repenomamus* por su gran tamaño, sino también por su potente dentición. Sus grandes caninos y sus afilados incisivos nos indican que este tejón era carnívoro. Estas sospechas ganan fuerza después de encontrar restos de *Psittacosaurus*, un ceratópsido de pequeño tamaño, en el estómago del *Repenomamus*. [58] Al parecer, la muerte de este espécimen le pilló en plena digestión.

El porqué del tamaño tan pequeño de los mamíferos mesozoicos aún se discute, pero se asocia principalmente a una cuestión de repartición de nichos ecológicos. Mientras que los grandes depredadores y herbívoros vivían diurnamente, el único nicho colonizable que quedaba libre requería vivir en la nocturnidad.

Adaptarse a la vida nocturna tiene sus cosas. No podían ir a lo loco, sin comprarse un kit de supervivencia en condiciones. Mira lo bien que les fue a los primeros tetrápodos hacerse con uno. Aparte de las modificaciones que ya habían puesto en marcha, como, por ejemplo, la invención de un nuevo molar con tres cúspides (formando un triángulo interior) llamado tribosfénico, o la mejora en la eficiencia en la locomoción ganando agilidad y velocidad, continuaron necesitando *gadgets* de última generación. Necesitaban distinguirse completamente de los reptiles y los precisaban YA. Así que... ¡Nos vamos de compras!

Primera planta: surtido de sentidos

Las adaptaciones que habían surgido en los terápsidos basales estaban, casi en su gran mayoría, enfocadas a la mejora de la mandíbula. De hecho, la sucesión de géneros y especies destacados se basa en eso, en las mejoras mandibulares. Sin embargo, todo parece indicar que la evolución de esta zona craneal les iba a venir de perlas a estos pequeños roedores para ganar alguna que otra habilidad sensorial.[59] ¿Te acuerdas de que los huesos de la mandíbula, el cuadrado y el articular, estaban a disposición? Pues bien, estos

huesitos acabaron por ser desplazados hasta formar parte de lo que actualmente es el oído (martillo, yunque y estribo, por si te saltaste las clases de Biología en el instituto). Una remodelación en toda regla. En comparación con los reptiles, que tienen únicamente un hueso en el oído, esta nueva estructura formada por tres huesos asegura una transmisión del sonido mucho más eficiente en los mamíferos. Cosa que les debió de venir de perlas a esos pequeños insectívoros nocturnos a la hora de salir a buscar alimento. Esta transición se puede ver en una de estas primeras *rat-sized animal*, del género *Morganucodon*, encontradas alrededor del tránsito del Triásico al Jurásico. Tiene nombre de malo de *El señor de los anillos*, pero es adorable. Tenía características primitivas y modernas a la vez, es decir, tenía dos puntos de unión entre el dentario y el cráneo, vía cuadrado y articular como en los reptiles, pero también se unía directamente como en los mamíferos. *Morganucodon*, el avaricioso de las estructuras óseas, lo quería todo. Pero lo que es más curioso es que, mientras que el modo de vida nocturno de los mamíferos basales les había dado un sistema auditivo complejo, el modo de vida diurno de los reptiles los había premiado con un sistema de visión del color mucho más complejo,[\[60\]](#) cosa que los mamíferos no tenían.

Segunda planta: estufas y ropa de abrigo

De noche hace frío, eso lo sabemos aquí y en la China popular. Y en invierno aún más. Ir por la vida achicharrándose bajo el sol era un lujo que solo los reptiles tenían. Por lo tanto, los mamíferos lo tenían claro: «o nos apañamos algo o morimos de frío». Del dicho al hecho, los mamíferos aprendieron a generar su propio calor sin depender del sol como medio para calentarse. «¿Y cómo lo hicieron?» En resumidas cuentas, los mamíferos son menos eficientes que los reptiles, ya que utilizan peor el oxígeno disponible y la comida. Muchos reptiles comen de uvas a peras, y la verdad lucen la mar de bien. En cambio, los mamíferos aprovechan tanto la comida porque nuestro metabolismo no es muy eficiente y tiene pérdidas. Es decir, nuestras

células pierden energía, y la pierden en forma de calor, lo que nos mantiene vivitos y coleando sin tener que salir al sol cada cinco minutos a pesar de que dé mucho gustito. Muchos vemos el sol en vacaciones y da gracias.

Este aparente punto débil nos ha venido de perlas. Eso sí, una vez que produces el calor, has de conservarlo. Aislarse del exterior es tan clave como generar calor. ¿A ver quién es el listo que pone la calefacción en casa y deja las ventanas abiertas? NADIE. Los mamíferos llegaron a la misma conclusión, por eso recubrieron su cuerpo con pelo. Al principio, solo teníamos bigotillos sensoriales, pero allá por el Jurásico Medio ya se dieron cuenta de que esos bigotillos podrían servir para algo más y, al poco, ya nos encontramos con los primeros mamíferos peludos corriendo por la Tierra.

Kit en mano, bienvenida seas, diversificación mesozoica

Gracias a estas adaptaciones que llevaron a cabo los mamíferos, estos pudieron diversificarse mucho durante el Jurásico Superior y el Cretácico Inferior, a pesar de estar bajo el régimen de los grandes reptiles. Durante este período ya nos encontramos con los principales grupos de mamíferos que han habitado la Tierra. Tenemos a los tricodontos, los multituberculados, los placentarios, los monotremas y los marsupiales. Los tricodontos deben su nombre a sus dientes de tres cúspides (puntas) mientras que los multituberculados los tienen con múltiples cúspides. Como ves, aquí se sigue usando la técnica básica de elegir un elemento morfológico característico y usarlo como base para ponerles nombre. Estos dos grupos de mamíferos pasaron a mejor vida ya hace un tiempo. Los primeros se originaron en el Triásico, pero durante el Cretácico se fueron directos al hoyo. Los multituberculados, por el contrario, dieron algo más de guerra. Se originaron durante el Jurásico, algo más tarde que los tricodontos, y se extinguieron en el Oligoceno, ya en el Cenozoico.

El resto de los grupos que tenemos en el registro fósil están, aun hoy en día, vivitos y coleando, así que tienen historia para rato. Tenemos la subclase

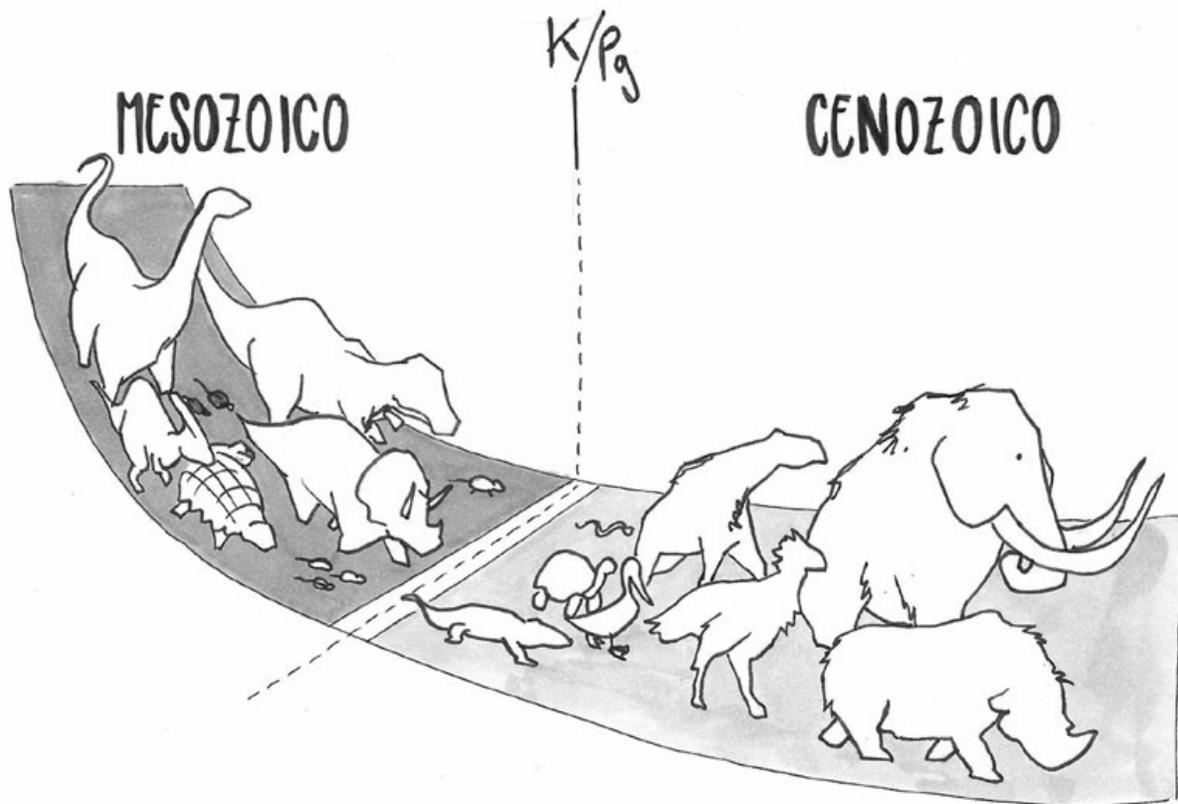
de los proterios (orden de los monotremas) y la subclase de los terios, divididos en metaterios (orden de los marsupiales) y euterios (orden de los placentarios). Placentarios y marsupiales gestan a sus crías en el útero durante un período de tiempo determinado, alimentándose gracias a la placenta. La diferencia entre estas dos infraclases es que los placentarios retienen a sus crías durante un período de tiempo suficiente como para que estas se desarrollen por completo; sin embargo, los marsupiales tienen partos, digamos, prematuros. Las crías pasan muy poco tiempo en el útero y, una vez que nacen, se acaban de desarrollar por completo en el marsupio (la bolsa de los canguros, vamos), donde se aferran a las mamas de sus madres hasta que crecen lo suficiente antes de soltarlas al mundo cruel. Los humanos somos placentarios, y después de nueve meses salimos hechos unas y unos piltrafas, pero claro, no todos los animales tienen unas mamis con atención las veinticuatro horas. Los marsupiales más archiconocidos son los canguros y los koalas; vamos, que Australia se lleva la palma en esto de los marsupios.

Por último, tenemos a los monotremas. Para darte pistas sobre este grupo, su nombre proviene de las palabras griegas *mono*, que significa «único», y *trema*, que significa «agujero». Hagan sus apuestas. Sí, los monotremas tienen un único agujero; de hecho, técnicamente se llama *cloaca* y no tiene nada que ver con el alcantarillado de tu ciudad, sino con las salidas que tiene el cuerpo de un vertebrado. Los monotremas tienen el sistema urinario, excretor y reproductor todo en uno, en la cloaca. Esta característica es compartida con reptiles, cocodrilos o tortugas, entre otros, pero no solo se parecen a estos grupos por su cloaca, sino también porque tienen las patas situadas lateralmente o estructuras óseas que no concuerdan mucho con placentarios y marsupiales. Por si todo esto no crea estupor, son ovíparos, es decir, que sus hembras ponen huevos. En resumidas cuentas, los monotremas son una infraclase de mamíferos bastante rara, de hecho, solo tienen dos representantes actuales. Las equidnas, que parecen erizos con una boca alargada tipo pico o trompetilla, y los ornitorrincos, que parecen salidos de una coctelera genética de dar susto. Estos últimos tienen un pico de pato, patas de nutria y cola de castor, y para rematar, los machos van equipados con un aguijón venenoso en sus patas traseras. Son tan raros que en lugar de

amamantar a sus crías a través de los pezones, las hembras segregan la leche materna por unos poros de la piel y las crías lo lamen, «rollo cascada». Vamos, que sudan la leche, en pocas palabras. La evolución es caprichosa como ella sola, pero a pesar de las rarezas de este curioso género, que hicieron dudar a más de uno en esto de clasificarlos como a mamíferos en lugar de reptiles con pelo, este grupo tiene todas las características necesarias para ser un mamífero. Existe aún una discusión acerca de su origen: hay quien defiende que son mamíferos muy primitivos, pero sin embargo, otros creen que no son para nada primitivos, sino que son un linaje de los terápsidos que se separó durante el Carbonífero Medio.[61]

QUIEN FUE A SEVILLA PERDIÓ SU SILLA

Tras el pepinazo que dio lugar a la extinción de finales del Mesozoico abrimos paso a la tercera y última ola. Justo después de la extinción del Cretácico/Paleógeno, en el Paleógeno basal, ya se puede observar la rápida recuperación de los mamíferos, los cuales se diversifican muchísimo. Las aves, únicos dinosaurios supervivientes, también lo hacen. Cabe decir que los que más se diversificaron fueron los placentarios de la subclase de los euterios, sin embargo los marsupiales lo hicieron también bastante bien.



Estas nuevas generaciones se encontraron con un mundo bastante diferente. Durante el Cenozoico la Tierra sufrió importantes cambios biogeográficos influenciados en gran parte por la distribución de las masas terrestres. El supercontinente Pangea, ocupado por los reptiles mamíferoides, se había acabado de romper y ahora teníamos una distribución cada vez más similar a la actual. Hacía tiempo que Pangea nos dio a Laurasia (situada en el norte) y Gondwana (situada en el sur), las cuales se fueron partiendo en trozos cada vez más pequeños, dándonos a principios del Cenozoico las placas de África, la India, Australia y Sudamérica, lo que era la antigua Gondwana, y Norteamérica, Europa y Asia, la antigua Laurasia. Este complejo sistema insular resultó en el aislamiento biológico de sus floras y faunas, las cuales tenían escasas conexiones, que se formaban y se rompían alternativamente. Vamos, que nuestros mamíferos estaban algo estresados

con tanta presión a sus espaldas. Pero ellos resistieron y, a pesar de los infortunios, encontramos innumerables ramificaciones dentro del árbol de los mamíferos y disfrutamos de radiaciones simultáneas ocurriendo en las diferentes masas de tierra.

Fue ya en el Eoceno cuando importantes órdenes se formaron, como, por ejemplo, los perisodáctilos o los artiodáctilos. Sin los grandes reptiles dominando la Tierra, los mamíferos, hartos de ser pequeños, empezaron a crecer. Para finales del Paleoceno ya habían incrementado su masa considerablemente. Pero su avaricia no llegó hasta pasados unos cuantos millones de años, cuando llegaron a sus máximos. Desde el Oligoceno hasta el Mioceno Inferior encontramos a uno de los mayores mamíferos que han pisado la tierra. El *Paraceratherium*, un perisodáctilo de casi ocho metros de altura (de pies a cabeza) y de casi quince toneladas de peso. Para que te hagas una idea, tenía cabeza de rinoceronte, un cuello que jirafeaba bastante y un cuerpo parecido a un elefante. A pesar de estos parecidos, el amigo paraceraterio solamente está emparentado con los rinocerontes. Otros perisodáctilos de escándalo eran los calicotéridos, también emparentados con los rinocerontes y los caballos actuales.

Los perisodáctilos y los artiodáctilos son dos órdenes de mamíferos ungulados, un clado de placentarios que se caracteriza por estar apoyado y caminar sobre sus dedos, normalmente cubiertos por una pezuña. Los perisodáctilos —representados actualmente por grupos como los caballos o los rinocerontes— se caracterizan por tener un número impar de dedos, mientras que los artiodáctilos —actualmente tenemos camellos, cerdos o cabras— tienen un número par de dedos.

Los cambios ambientales ocurridos en el Neógeno, con la presencia de

grandes campos de pasto, favorecieron mucho la diversificación de estos perisodáctilos y artiodáctilos, siendo los primeros herbívoros dominantes durante el Oligoceno. Sin embargo, este período de tiempo también se caracteriza por tener importantes fases de calentamiento global que fundió los polos, inundando las masas terrestres y favoreciendo aún más la formación de estas pequeñas islas. Por aquel entonces, Europa tenía un clima más bien subtropical, nos habría encantado quedarnos por allí, ser isleños nos pega bastante. Entre los mamíferos placentarios, los que se diversificaron más, como hemos dicho, ya encontramos los primeros ancestros de linajes como el de los lobos, gatos, caballos, ciervos o camellos.[62]

Surgieron infinidad de nuevas familia de placentarios. Los proboscídeos (elefantes) también florecieron durante el Neógeno. Surgieron también los sirénidos o manatíes, los cingulados, parientes de los armadillos, entre los que destaca la presencia de los gliptodontes, unos grandes mamíferos acorazados que se extinguieron para desgracia nuestra. También tenemos a los pequeños roedores, perezosos y primates (que tienen capítulo propio) y los grandes carnívoros. No nos olvidamos de ellos. Surgen los falsos dientes de sable y posteriormente los dientes de sable como *Smilodon*. Un sinfín de grupos, la mayoría de ellos con representantes actuales.

Después de esta explosión de los mamíferos llegó el Cuaternario. Este período fue crucial para la megafauna del momento. Se la conoce como la era de las glaciaciones. Además, durante este período se produce la hominización, en otras palabras, la evolución de los humanos y humanas que de por sí, ya afectamos bastante a la Tierra. A pesar de que los procesos de glaciación empezaron mucho antes, en el hemisferio norte fueron especialmente duros durante este período. Estas temibles glaciaciones se iban alternando con temporadas cálidas. Las épocas cálidas tampoco eran una fiesta, porque hacían subir y bajar el nivel del mar inundando las grandes masas durante algún tiempo. Vamos, que por activa o por pasiva, nuestros mamíferos vivían estresados con tanto cambio climático.

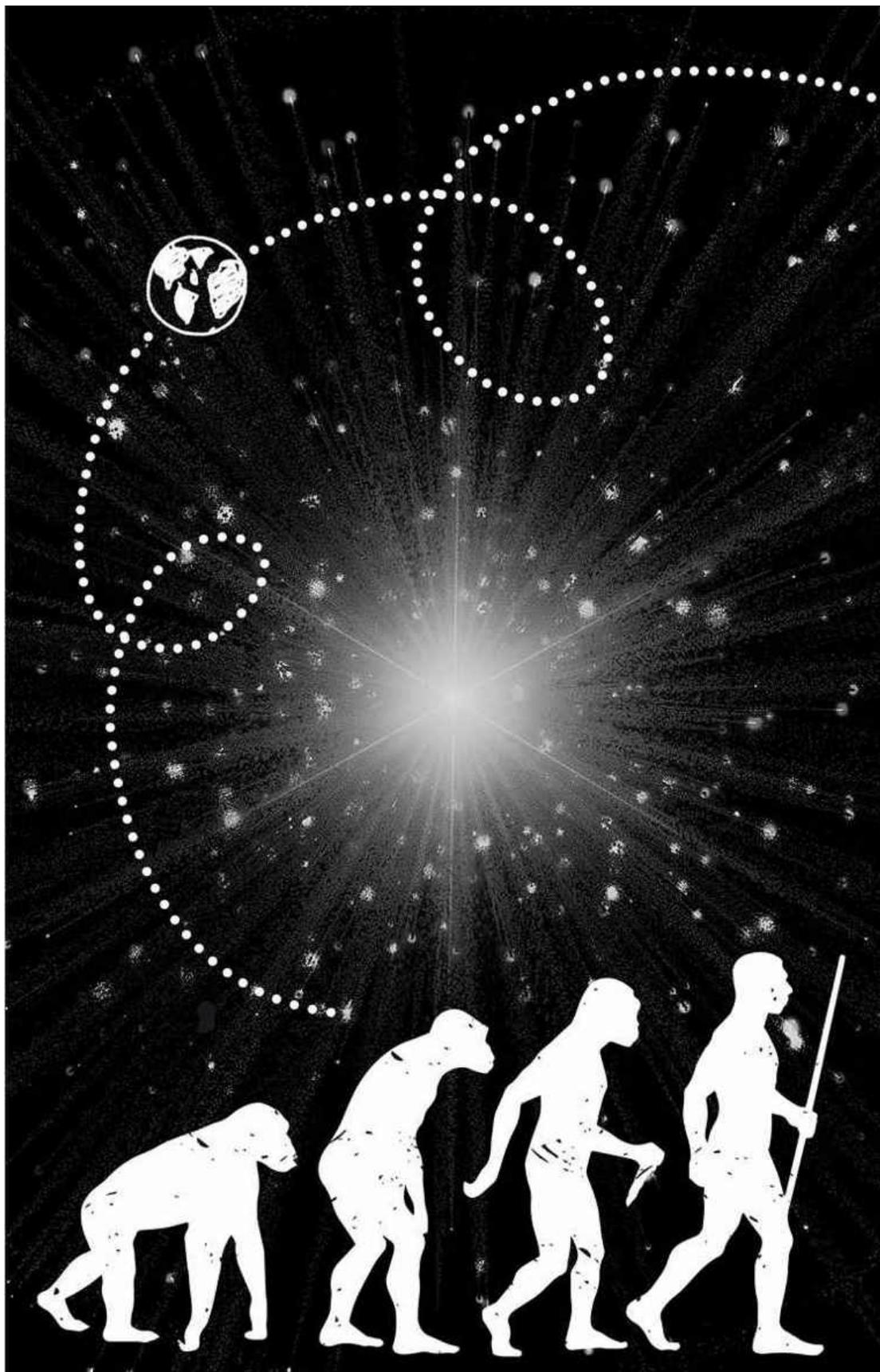
DATO CURIOSO

Por extraño que parezca, uno de los enclaves paleontológicos más productivos de la Edad de Hielo no viene de los grandes bloques congelados de Siberia, sino de la soleada California, y lo hace de la manera más curiosa posible.

Como te comentábamos en el primer capítulo, la naturaleza es muy caprichosa y los mecanismos de fosilización llegan a ser muy variados. Uno de estos mecanismos de preservación digamos que raros se encuentra en el Parque Hancock en Los Ángeles.[63] Por rabia que nos dé, Los Ángeles no solo alberga el Paseo de la Fama y las mansiones hollywoodienses, sino que también tiene yacimientos paleontológicos famosos. El Pit 91 o Pozo 91 es uno de los más conocidos mundialmente. Durante el Cuaternario, grandes lagunas de brea, un hidrocarburo más denso que el petróleo, quedaron expuestas en superficie convirtiéndose en trampas mortales para todo aquel que se acercara. Desde animales despistados, hasta carnívoros y carroñeros que iban a por presas aparentemente fáciles. Todos quedaban pegados al alquitrán, para morir, habitualmente por inanición. Con el tiempo se hundían hasta quedar cubiertos por completo. En estos pozos encontramos los llamados subfósiles. El ambiente anóxico (sin oxígeno) de los pozos evita los procesos de descomposición y conserva los diferentes subfósiles sin que se produzca una remineralización.

El último gran evento antes de encontrarnos con las faunas casi como las que conocemos hoy en día se dio hace unos doce mil años, cuando los últimos grandes mamíferos se extinguieron. El final del Pleistoceno dio lugar a una nueva temporada cálida, el Holoceno. Este cambio vino acompañado por la extinción de grupos tan guais como los mamuts lanudos, los perezosos

gigantes o los osos de las cavernas. Aún hay quien discute si esta extinción fue o no debida a la acción humana o si por el contrario fue el resultado de un cambio ambiental.[64] Por acción humana no solo se entiende la caza indiscriminada por parte de nuestro linaje más directo, sino que se incluirían factores como la eliminación o modificación del hábitat, la introducción de otros predadores o el superdesarrollo de poblaciones.[65] Viendo todo este listado de acciones negativas que ejercimos en nuestros compañeros mamíferos nos decantamos por pensar que igual algo sí que influimos.



8

LOS HUMANOS ¿SOMOS PRIMATES?

Es casi seguro que en algún momento de tu vida te habrás preguntado si los humanos y las humanas somos primates. Sabemos que esta es la típica pregunta que surge después de ir al zoo y ver las monas saltando de un lado a otro, o simplemente en el sofá de casa, viendo algún documental de safaris. A nosotros la respuesta nos sale casi instintivamente. ¡Pues claro! A partir de aquí, rápidamente, uno se da cuenta del gran parecido que hay entre nosotros y estos animales. Y es totalmente normal. Esas similitudes físicas se dan porque compartimos el 99 % del material genético. Ni más ni menos. ¡Lo que puede llegar a hacer ese 1 % de diferencia! En fin, los humanos y las humanas tienen importantes atributos no presentes en otros animales, lo que los hace sumamente especiales (y cómo nos gusta oírlo y decirlo, ¿eh?). Dominan el lenguaje escrito, el pensamiento simbólico, la conciencia de su propia existencia y el sentido ético. Este último, por desgracia, no le funciona siempre bien a todo el mundo, pero qué le vamos a hacer.

Para empezar a complicar las cosas con nombres que no tienen perdón, podríamos decir que biológicamente los humanos pertenecemos al orden de los mamíferos placentarios. Como recordarás, todos los placentarios gestan las crías en la placenta y, pasado un tiempo, nacen ya en un avanzado estado de desarrollo. En nuestro caso, ese tiempo es nada más y nada menos que de nueve meses. Nueve mesecitos de desarrollo.

«Pero ¿por qué nos parecemos tanto a los primates?»

Pues porque ese 99 % del que hablábamos viene de tener ancestros comunes. Aunque cueste creerlo, los estudios moleculares y paleontológicos sugieren que todos los primates estamos estrechamente emparentados con los lémures voladores y las musarañas arborícolas, a los que podríamos considerar nuestros pequeños y lejanos primos peludos. Sin embargo, hemos

evolucionado siguiendo patrones distintivos, lo que hace que los primates actuales tengan tantas formas diferenciadas. Podemos variar considerablemente en tamaño, desde los 227 kilos y 180 centímetros de altura en el gorila de montaña (sí, algunos pocos de nosotros podemos superar esas cifras), hasta los 44,1 gramos y 8,6 centímetros del lémur ratón de Madagascar. Para gustos, colores, en esto de los primates. ¡Y todo gracias a la evolución!

Entender de dónde venimos se convirtió muy pronto en un objetivo que cumplir a corto plazo. Pero en esto de la paleontología, los términos cortos no sirven, son demasiadas las cosas que hay que analizar, exactamente millones de años, ni más ni menos, en muy poco tiempo, lo que da una vida humana (comparada con millones de años es una insignificancia). La ecuación no es nada exitosa, pero, poco a poco, lo vamos consiguiendo. Asumido esto, las personas dedicadas a la paleoprimatología han empezado a desgranar nuestras propiedades más genuinas, para así tirar del hilo evolutivo hacia nuestros antepasados más lejanos.

Ahora sabemos que, en el plano evolutivo, los primates nos caracterizamos por tener manos y pies prensores. «¿Y eso qué es?» Pues eso es que normalmente el pulgar y el dedo gordo del pie son oponibles para poder agarrar las cosas como Dios manda. No te preocupes si eres incapaz de agarrar cosas del suelo con los pies, viene siendo normal entre nosotros los humanos, ya que esta característica prensora es bastante más habilidoso en las manos. Además de esta habilidad prensora, a nuestras manos y pies se les ha de añadir el factor uñas, que no son para nada como las garras que tienen otros animales. «¡Como que no tenemos garras!» Pues no, sabemos que puede ser una decepción para todos los fans de Lobezero, pero nuestras uñas son lo que se viene llamando planas, por lo tanto, de garras, nada.

«¿Y de dónde viene la mano? ¿Y el pulgar, y por qué podemos agarrar cosas mejor que otros primates?» No nos liemos con temas que ahora no tocan. Las cosas a su debido tiempo y en su debido capítulo. Este tema lo solucionaremos más adelante.

Otro de los factores que hemos desarrollado, y que otros primates no tienen, y que podríamos considerar EL FACTOR, es nuestra capacidad para

gritar contra viento y marea, desde lo alto de un abismo «¡TODO ES POSIBLE!». Bueno, casi todo. Así a lo loco, a diestro y siniestro. Esta capacidad que nos distingue de otros primates no es nuestra habilidad para hacer memeces subido a una escalera, que también podría ser, sino nuestra inteligencia. Nuestro elevado grado de encefalización, y eso no quiere decir que tengamos la cabeza grande, sino más bien que el cerebro es grande en comparación con el tamaño del cuerpo. Esto nos ha permitido a lo largo de la historia conseguir grandes hitos que han influido mucho en nuestra historia evolutiva y, por suerte o por desgracia, la de los que nos rodean.

Para terminar de introducirte como primate, hemos de decir que nuestro rasgo más derivado es la presencia de una bula petrosa.[66] «¿Mande?» Que sí, la bula petrosa o hueso petroso, que simplemente es una extensión del hueso temporal (uno de los huesos del cráneo), que te sirve para proteger principalmente la región auditiva. Sí, en los mamíferos la audición ha sido un tema muy *top*.

¡Hala!, ahora que ya te conoces un poco más, entenderás a toda esa *troupe* de investigadores e investigadoras que se llevan rompiendo los cuernos para entender el origen de nuestra especie, ¿no? A partir de ahora y en el siguiente capítulo, intentaremos darte algunas claves para entender de dónde vienen todas y cada una de estas características humanoides y descifrar quiénes son nuestros parientes más cercanos.

LA CLASIFICACIÓN DE LOS HUMANOS Y LA BÚSQUEDA DE SU ORIGEN

Cuando te contamos las bellezas de la evolución en el capítulo 3, ya hablamos de lo mucho que podían ir cambiando las especies a lo largo del tiempo, y hoy, para nosotros los primates, eso significa tener un cladograma que *pa qué*. No hace falta que lo gritemos a viva voz para que nos creas cuando decimos que durante la evolución de los primates se han producido muchas muchas, pero que muchas, ramificaciones. Esto nos ha dado un

bonito y frondoso árbol genealógico evolutivo que llega hasta nuestros días. Muy bonito, como un ramillete de flores, pero muy complejo a la vez. Para conocer el origen de nuestro grupo y entender *grosso modo* este tremendo árbol nos tenemos que agenciar dos ayudantes:

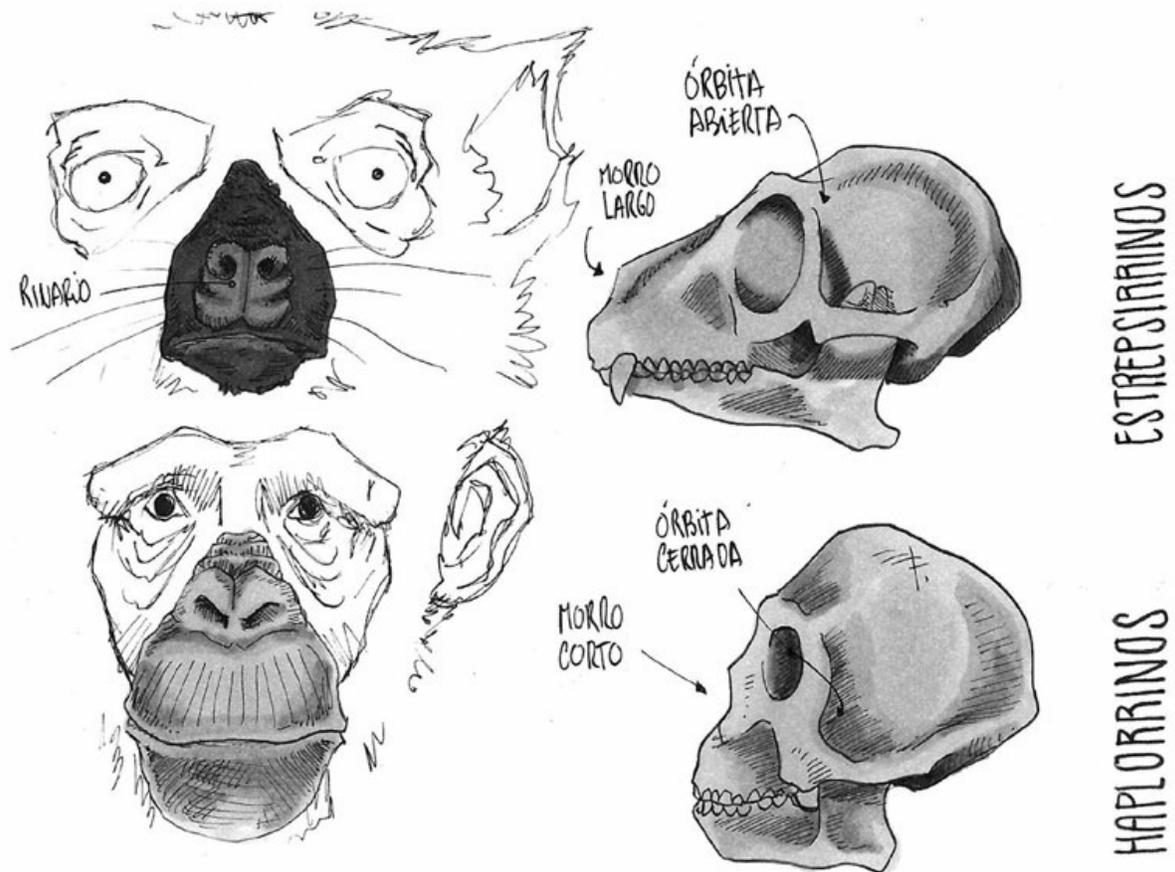
1. La paleontología pura y dura mediante el estudio de los fósiles.
2. Los análisis moleculares.

Si ojeamos primero el registro fósil y concretamente nos fijamos en los dientes del conjunto de primates, vemos que estamos emparentados con los plesiadapiformes. Ple-sia-da-pi-for-mes. Sencillo, eh, solo seis sílabas de nada.

Los plesiadapiformes son un orden extinto de mamíferos placentarios, también llamados primates arcaicos, que aparecieron durante el Cretácico Superior (de 90 a 65 Ma) y se extinguieron en el Eoceno Inferior.

Sea como fuere, en algún momento durante del Cretácico Superior se originaron los primeros primates, ahí, compartiendo espacio con los lagartos terribles del capítulo 6. Pero no es hasta el Eoceno más inicial, es decir, hace unos 35 Ma, cuando aparecen los euprimates, ahora sí, que no son ni más ni menos que los auténticos primates. ¡Tacháááán! Y de ahí, del orden Primates, hoy podemos diferenciar a dos grupos: los estrepisirinos y los haplorrinos. Sí, los nombres son de esos feos, que hacen pensar que aquellos que se los pusieron no los querían demasiado, pero todo tiene su explicación. Lo que te ayudará a distinguirlos por la calle así, a bote pronto, sería la presencia de un rinario en los estrepisirinos cuya función está asociada con el sentido del olfato. «Esperad, esperad, ¿un qué?» De acuerdo, el rinario es la región húmeda que conecta su labio superior con sus fosas nasales. ¡Piensa en el morro de tu perro o tu gato, seguro que te ayuda!

En cambio, los haplorrinos poseen el labio superior continuo, con una región peluda entre la base de las narinas (aberturas nasales) y el labio,[67] que es donde aparece el bigotillo. Por si acaso no acabas de imaginarlo, aquí tienes el famoso rinario.



Pero claro, eso del rinario es muy bonito cuando los primates están vivitos y coleando, ahí con sus pieles y carnes, pero como ya bien sabes, cuando miramos huesos y fósiles, a otras cosas tenemos que atenarnos, porque las partes blandas no las conservamos. «¡A no ser que se hayan fosilizado en esas condiciones superespeciales contadas en el capítulo 1!» Vale, te estás volviendo un poco repelente, pero sí, es cierto. En este caso en particular, y por desgracia, tiramos de fósiles normalitos. «Pero entonces, ¿cómo sabes si tienen o no rinario?» Con un fósil en la mano y sin partes

blandas conservadas, la cosa cambia. Si quieres saber cómo se comen un plátano te fijarás en cómo tienen las manos, pero si lo que buscas es reconocer las características que tiene su cara, tendrás que estudiar el cráneo, sí o sí.

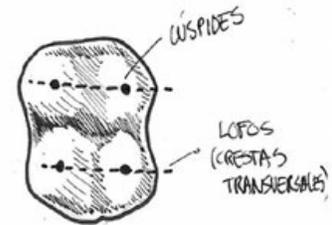
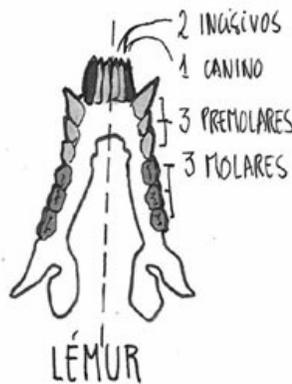
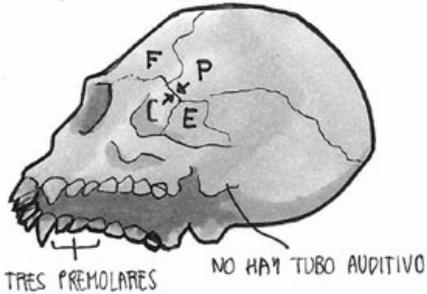
Como ya te has dado cuenta de que tú no tienes rinario, adivinarás que para llegar al «humano» tenemos que seguir la estela dejada por los sucesores de los haplorrinos a lo largo del tiempo, y no la de los estrepsirrinos. Esas diferenciaciones morfológicas son las que nos ayudan a ir centrándonos, poco a poco, en las especies que nos interesan, en este caso el *Homo sapiens*. Abandonemos, pues, este grupito de estrepsirrinos para adentrarnos en el maravilloso mundo de los haplorrinos, y encontrar allí un sinfín de nombres que nos ayuden a situar a nuestra especie en un mar de taxones. Pinta a fiestón que no veas, lo sabemos, pero bueno, no nos desmadremos todavía.

Vamos al grano taxonómico y retomemos la matrioska de los haplorrinos. De los haplorrinos surgen los antropoideos (entre muchos otros, sí); de estos, los catarrinos; de estos, los hominoideos; y, ahora sí, de estos, los humanos. «¿Y dónde está ese fiestón?» No, no hay fiesta alguna, era ironía pura y dura, pero ya te tenemos con los ojos abiertos.

Cada uno de estos grupos incluidos en nuestra gran matrioska tiene particularidades bastante interesantes, una *party* para los especialistas. Una de las más interesantes y que nos pueden aportar más información es la dentición de cada uno de estos grupos de primates. ¡Eh! Damos fe. Un ejemplo claro y divertido lo encontramos al comparar los monos del Viejo Mundo o catarrinos (cuyo nombre significa «nariz hacia abajo», nada tiene que ver con los catarros), con su grupo hermano, los monos del Nuevo Mundo o platirrinos (que también surgen de los antropoideos y su nombre significa «nariz ancha»). Aparte de las diferencias en su nariz,^[68] los catarrinos tienen dos premolares, mientras que los platirrinos tienen tres. Para los paleoprimatólogos, el tema de los dientes es algo casi orgásmico, sobre todo cuando se habla de la fórmula dental. La fórmula dental nos permite diferenciar la dentición del bicho en cuestión a partir de una simple secuencia numérica tal que esta: 2123/2123. Pero que no cunda el pánico. Los números del primer grupo, antes del *slash* (/) indican el número de incisivos (2),

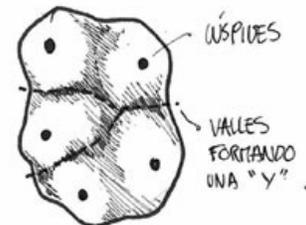
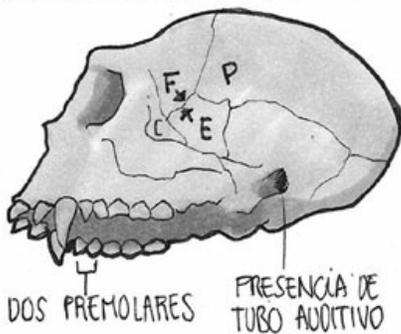
caninos (1), premolares (2) y molares (3) que se encuentran en el maxilar, mientras que los situados después del *slasch* indican, siguiendo el mismo orden, los dientes que encontraríamos en la mandíbula. ¡No es nada difícil! Lápiz en mano, te invitamos a crear la fórmula dental de los catarrinos frente a la de los platirinos, siguiendo los siguientes esquemas.

PRIMATE PLATIRINO
CONTACTO PARIETAL (P) Y LIGAMÁTICO (L)



MOLAR INFERIOR CERCOPIITÉCIDO
PATRÓN BILOFODONTO

PRIMATE CATARRINO
CONTACTO FRONTAL (F) Y ESFENOIDES (E)



MOLAR INFERIOR HOMINOIDEO
PATRÓN BUNODONTO

Recapitulemos. Hemos visto que nuestro ancestro es un haplorrino ya que, mal que nos pese, nosotros no tenemos rinario. De este grupo sin rinario salen los antropoideos, de los cuales radiarán diferentes ramas del árbol. Por el tipo de dentición con una distribución 2123/2123 nos decantamos por los catarrinos. Ahora, ¿cómo seguimos?

«De los catarrinos salen los hominoideos y de estos, los humanos. Vamos

sigue ¡sigue!»

Genial. Para describir estos niveles más basales de nuestro linaje hemos ido un poco directos, muy al estilo de bajar los escalones de dos en dos dando saltos. Ahora que llegamos a las ramas más próximas a nuestro grupo vamos a tener que ser más concretos y darte a conocer los nombres de los grupos tal y como son, sin filtros. Es necesario recurrir, una vez más, al sistema de clasificación taxonómico, del cual ya venimos haciendo propaganda todo el libro. Pero, por favor, no nos culpes por abusar de él, es parte de nuestro trabajo y es la única manera de mantener un poco ese orden vital que ya te introdujimos en capítulos anteriores. Como entendemos la presión del aburrimiento taxonómico, vamos a volver a jugar al juego de bajar escaleras taxonómicas, de mayor a menor rango, para dar a conocer la posición del hombre dentro del complejo reino animal.

Reino Animal

Filo Cordados

Subfilo Vertebrados

Clase Mamíferos

Orden Primates

Superfamilia Hominoideos

Familia Homínidos

Tribu Hominini

Género *Homo*

Especie *Homo sapiens*

Subespecie *Homo sapiens sapiens*

La taxonomía no siempre es así de maravillosa, ordenadita y relajante al ojo del especialista. El método cladístico utiliza características morfológicas o moleculares con el fin de encontrar el árbol más simple e indicarnos las relaciones de parentesco entre grupos. Como quien utiliza algoritmos matemáticos, el especialista encargado en dibujar árboles taxonómicos puede llegar a jugar con la presencia y la ausencia de algunas características para obtener un resultado un poco más de su agrado.

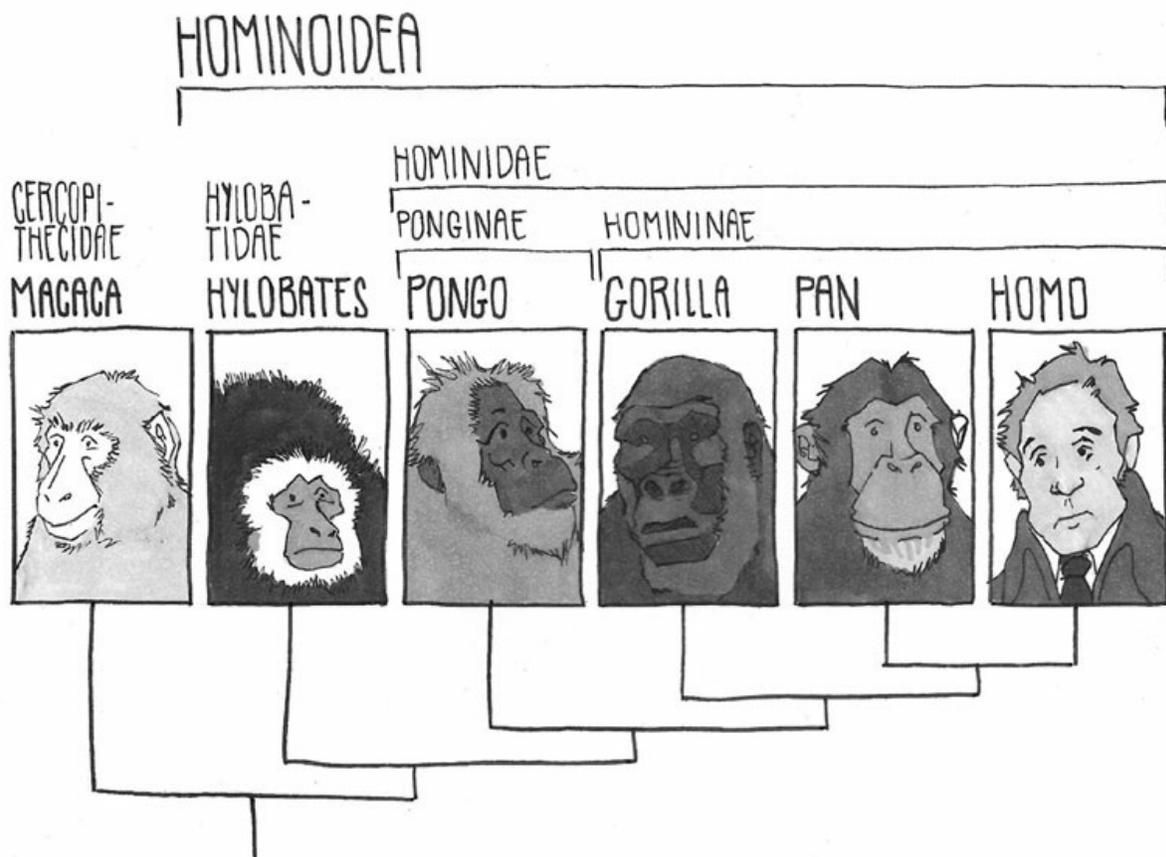
Estas picarescas sumadas al ego humano han hecho que en algunos casos, en la historia no muy lejana, no se hayan podido resistir y hayan acabado metiendo la mano en esto de las clasificaciones taxonómicas de nuestro grupo. ¡A tirarse florecillas a costa de algo tan serio como la taxonomía, ¡VAMOS, HOMBRE! La herencia de una de estas meteduras de pata egocentristas puede verse en esta clasificación que te hemos adjuntado como si fuera una escalerilla.

Fijémonos, con algo de maldad, en la superfamilia de los hominoideos. La descripción de esta superfamilia quería enfatizar el carácter superior de la raza humana por encima de otros primates. Tras este subidón de ego, se creó a medida la familia de los homínidos, única y exclusivamente para los humanoides de verdad (nosotros), los de pura raza, nada que ver con estas bestias peludas trepadoras de árboles. Sin vergüenza alguna, la familia de los homínidos cerraba sus puertas y dejaba fuera a grupos como los hilobátidos, los pobres gibones a la calle. PERO ¡QUÉ GRATUITO ES TODO ESTO!

DATO CURIOSO

La etiqueta de cualquier botella de Anís del Mono tiene un parecido asombroso con el ya nombrado naturalista inglés Charles Darwin. Y, por supuesto, ¡no es una casualidad! Una de las consecuencias más inesperadas de la publicación de su obra más reconocida, *El origen de las especies*, fue que el rostro de Darwin se volvió *trending topic* en muy poco tiempo. Todo empezó con las numerosas caricaturas publicadas en la prensa científica, que solían representar a Darwin con el cuerpo de un simio para ridiculizar su teoría. Esas viñetas le dieron una enorme y no merecida popularidad y, sin ton ni son, empezaron a utilizarse como reclamo publicitario. El caso más surrealista que conocemos y que se dio en nuestro país fue con el Anís del Mono en 1898, que incluyó una etiqueta con la caricatura de un hombre simiesco claramente inspirado en los rasgos de Darwin. Además, la

etiqueta también incluía un cartel en la mano del hombre mono en el que se leía la siguiente frase: «Es el mejor, la ciencia lo dijo y yo no miento». Una particular mezcla entre burla y homenaje, ¡a saber! Eso sí, todavía sigue siendo un bombazo comercial. Y aunque no está muy claro por qué los hermanos Bosch rediseñaron la botella de anís con la caricatura de Darwin en las etiquetas, seguramente no fue más que otro absurdo intento de ridiculizar al científico. Sea como fuere, el rostro del científico más famoso del mundo aparece en todas y cada una de las botellas de su anís. Y, por cierto, el cartel fue realizado por el famoso pintor modernista Ramón Casas.



Como siempre, la historia y la ciencia pusieron en su lugar a estos

egocéntricos que con mucho morro se sacaron de la manga este grupo. Sí, sí, de la manga. Para crear este grupo elitista de los homínidos, se dejaron de lado las características físicas y moleculares que realmente nos unían con chimpancés, orangutanes o gorilas. Claramente miraron hacia otro lado para no ver lo que no les gustaba. Llamar mono a un señorito de bien no se podía permitir. Pero como hemos dicho, con el tiempo se ha podido estudiar bien nuestro parentesco y se ha visto cómo compartimos con nuestros colegas peludos muchos más caracteres de los que nuestros antepasados taxónomos querían creer. Tanto orangutanes y gorilas como chimpancés se han tenido que incluir, sí o sí, en la familia de los homínidos, y nuestros amigos los gibones no se van muy lejos, ya que podemos incluirlos dentro de la superfamilia de los hominoideos.

LA ANATOMÍA Y LA VIDA DE LOS HOMINOIDEOS

Los primeros restos de hominoideos aparecen alrededor de 30 a 25 Ma, cerca del límite entre el Oligoceno y el Mioceno. Como puedes ver, aún nos quedan muchos millones de años de modificaciones y cambios hasta llegar a los seres humanos como tales. Así que demos otro empuje, y a ver qué particularidades destacamos de los hominoideos.

Dentro de los hominoideos, tenemos a los homínidos (orangutanes, gorilas, chimpancés y humanos) y a los hilobátidos, nuestros queridos gibones. A simple vista, lo primero que nos llama la atención es la diferencia en la masa corporal al comparar homínidos e hilobátidos. Esta diferencia dio lugar originariamente a la designación de los hilobátidos como pequeños antropomorfos y de los homínidos (no humanos) como los grandes antropomorfos. Los hilobátidos incluyen una docena de especies vivientes de tamaño medio, de entre cinco y doce kilos, procedentes del Sudeste Asiático. Sin embargo, los humanos y los grandes antropomorfos son primates de la talla XL, que llegan a sobrepasar los doscientos kilos de masa corporal como ocurre con los gorilas. Unas moles. Y es que la masa corporal tampoco

entiende de alturas, y, si no, pregunta a los orangutanes, que con sus más de setenta kilos son los mamíferos arborícolas más grandes conocidos hasta la fecha.

La anatomía de los hominoideos fósiles no se puede entender si no se los compara con su grupo hermano viviente, los cercopitécidos. A estos últimos también se los conoce como «monos del Viejo Mundo» y encontraríamos grupos tan dispares como los macacos o los babuinos, entre otros. Físicamente, ya te habrás dado cuenta de que el parecido entre un macaco y un humano es escaso; sin embargo, se parece más a otros homínidos, como los grandes simios. Sin ir más lejos, todos los humanos tienen el tórax ancho y en forma de barril, mientras que los grandes antropomorfos y los cercopitécidos lo tienen en forma de embudo. Por otro lado, los cercopitécidos tienen las escápulas a los lados y las clavículas cortas, lo cual les permite llevar a cabo una mayor amplitud de movimientos, cosa que, o eres un gimnasta olímpico o ágil, lo que se dice ágil, tampoco lo somos tanto. Finalmente, tenemos la pelvis, que aparte de la dentición es uno de los elementos que más nos definen. En este caso, es más ancha en hominoideos, y se caracteriza por la ausencia de una cola externa que, en cambio, es típica en cercopitécidos.[\[69\]](#)

¿Y el rabillo del culo? Por tiquismiquis que parezca esta pregunta... Sí, el rabillo del culo (coxis) o las últimas vértebras de nuestra columna son el único resto que nos queda de una posible cola.

DATO CURIOSO

En pleno siglo XXI, algunas personas siguen creyendo que el yeti —o el abominable hombre de las nieves, que así da más miedo, ¿verdad?—, sigue deambulando libre por la naturaleza. La leyenda cuenta que este simio tiene forma de orangután, mide más de dos metros y posee un pelaje blanco y una gran musculatura. Hay que buscar sus orígenes en el Himalaya, donde en algunos templos tibetanos dicen poseer restos de pelamen que aseguran que pertenecieron al yeti. Pero esta leyenda se consolidó en realidad durante principios del siglo pasado, porque distintos exploradores que visitaron el Everest encontraron enormes huellas. ¡Y con la comunidad científica hemos topado! Esta se tomó en serio los cientos de

avistamientos, y llevó a cabo un riguroso inventario en museos y colecciones privadas para analizar todas las pelambreras atribuidas al yeti. Así, las muestras de ADN fueron comparadas con el genoma de diferentes especies actuales conocidas y... ¡Nada del yeti! Más bien osos, caballos, vacas, lobos, perros y coyotes. Lo curioso del caso, es que aunque los genetistas no encontraron al yeti, dos muestras de pelo, una de la India y otra de Bután, se corresponden al cien por cien con el ADN de un fósil de oso polar datado hace más de cuarenta mil años. «Ahora ya no entiendo nada...» Y aunque en algunas zonas de Asia central y del Himalaya hay osos blancos, lo más probable es que estos pelos pertenezcan a una nueva especie de oso, desconocida para la ciencia, o una variedad de diferente color, o incluso híbridos de osos polares y osos pardos.[70]

Si nos fijamos ahora en su cráneo, los homínidos muestran una cara más vertical y alta que los cercopitécidos. Eso sí, para rostro peculiar el de los orangutanes, con su cara bien cóncava y la ausencia de torus. ¡Sí, hombre! Esa especie de cresta a modo de visera que tienen encima de los ojos, ya sabes, ¿no? Los humanos han suavizado mucho sus rasgos, al mismo tiempo que han aumentado el tamaño de su cerebro. Aunque ya te anunciamos que todos los hominoideos y los cercopitécidos tienen la misma fórmula dental (2123), los molares de los hominoideos son bunodontos, es decir, tienen cúspides redondeadas. Además, los molares inferiores presentan cinco cúspides usualmente separadas por unos surcos que definen una «y» griega. En cambio, los cercopitécidos tienen un patrón bilofodonto, o sea, con solo cuatro cúspides conectadas por dos crestas transversales, llamadas también lofos, como puedes ver en la imagen de la página 214.[71]

Del hábitat a la dieta, pasando por la locomoción

La paleontología del siglo XXI no solo se centra en describir los huesos y darles nombre a los fósiles. Como sabrás, las especies están adaptadas a los lugares donde viven. Por lo tanto, los especialistas en los diferentes grupos fósiles también intentan sacar toda la información posible de estos, como puede ser el hábitat, la alimentación y el tipo de locomoción. Toda esta información adicional es muy valiosa para reconstruir los paleoambientes del

pasado, es decir, si era un clima tropical y vivía en grandes selvas frondosas, o si por el contrario, se trataba de una zona desértica con escasez de agua. Cabe decir que no todos los fósiles son capaces de darnos toda esta información, ya que algunas especies —como los zorros, por ejemplo— son muy oportunistas y pueden vivir casi en cualquier parte y comer de todo. En cambio, otros animales están completamente adaptados a su entorno, como es el caso del oso panda en los bosques de bambú. Volviendo al tema, lo primero que tenemos que saber para comprender a los primates fósiles es ver qué comen y dónde viven los representantes actuales. Dicho esto, y de una manera muy general, los primates se clasifican en tres categorías:

- Arborícolas, que viven en frondosas selvas que todavía no han sido alteradas por el hombre, como los hilobátidos y los orangutanes.
- Los que viven en la selva, pero no son estrictamente arborícolas, es decir, son menos sibaritas y también toleran las selvas de montaña — como los gorilas de montaña—, o las praderas y sabanas —como los chimpancés y bonobos—. [72]
- Finalmente, los seres humanos, que ocupamos prácticamente todos los hábitats de la Tierra.

Entender el tipo de alimentación que tienen los primates actuales también nos viene de perlas para reconstruir la forma de vida de sus parientes lejanos, ya que los dientes suelen estar adaptados a esta. Estudiar sus dientes, por tanto, nos dará claves útiles para describir el hábitat y la forma de vida. Dicho esto, los primates se pueden agrupar en tres categorías de acuerdo con el alimento que ingieren más a menudo.

- Frugívoros (fans de los frutos).
- Folívoros (adictos a las hojas).
- Faunívoros (enganchados a los insectos o a la carne).

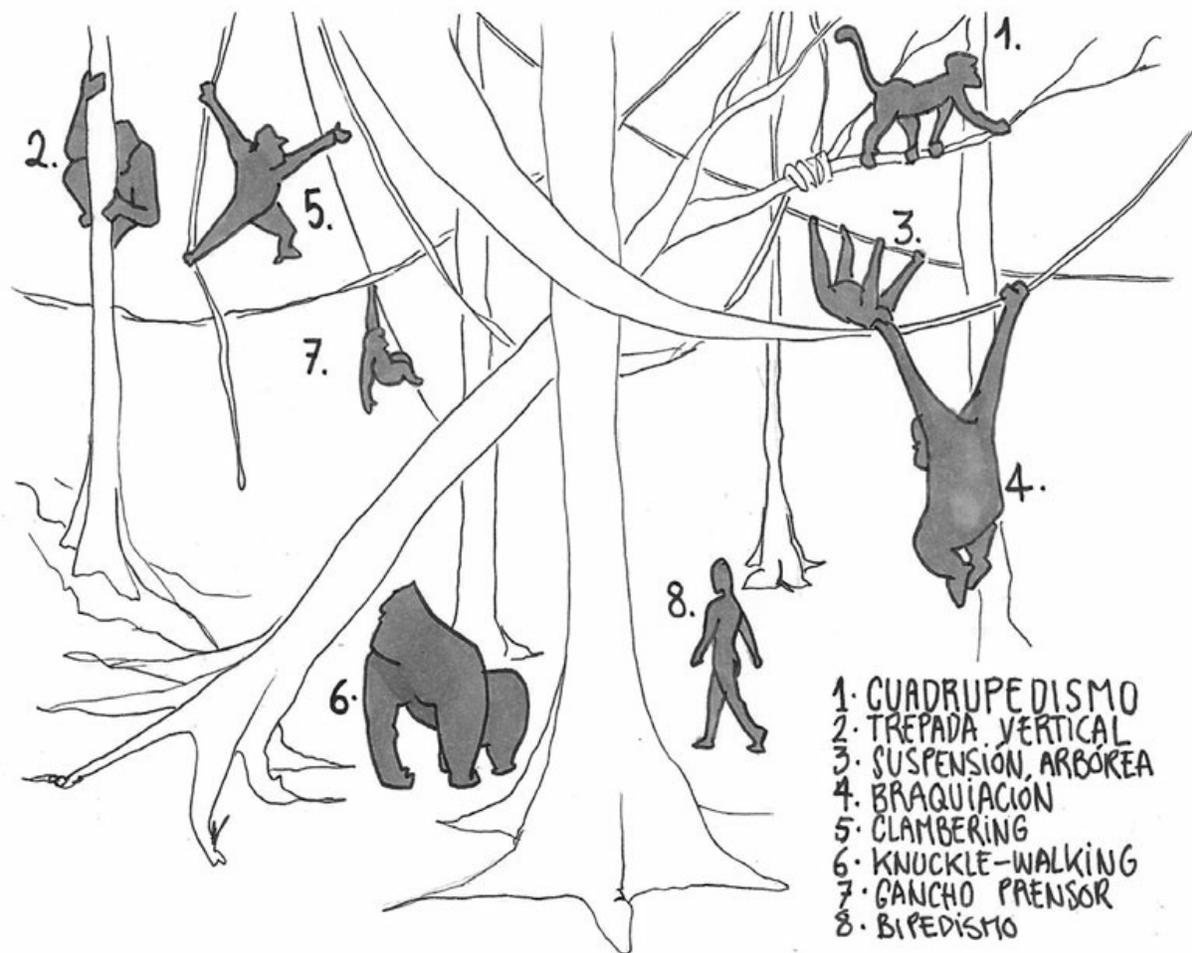
«Pero esto no puede ser tan fácil de entrada, ¿no?» Exacto, decir el tipo de dieta de un primate fósil solo porque su dentición es muy parecida o incluso igual a la de un primate actual, es una conclusión muy simple. Y es

que no todo es blanco o negro en la alimentación, y esto es muy fácil de entender, ya que los primates no tienen supermercados abiertos las veinticuatro horas y a la vuelta de la esquina para comer cada día lo mismo, aunque no sea de temporada. Es decir, en las estaciones más desfavorables tienen que comer otro tipo de alimento, aunque no les apasione. Te ponemos un par de ejemplos: a los gorilas les encantan los frutos maduros, pero en época de vacas flacas tienen que tirar de diferentes tipos de hojas, como cuando nosotros comemos las acelgas porque es lo último que queda en el congelador; a los orangutanes y los chimpancés también les chiflan los frutos maduros, sin embargo, cuando el hambre aprieta y la fruta escasea, los orangutanes se pasan a las semillas y los frutos verdes, mientras que los chimpancés se comen todas las hojas y otros vegetales que encuentren.[73] Como ves, por muy adaptada que tenga la dentición un primate, este, si tiene hambre, aprovechará todo lo que pueda. Dicho esto, sí, es posible averiguar qué tipo de alimentación consumían los primates fósiles, pero hay que ser un poco cautos a la hora de sacar conclusiones y lanzarnos a decir que tenían alguna de estas dietas *cool* como el vegetarianismo o el veganismo, o llamarlos crudívoros o incluso flexitarianos.

Una vez que conocemos los hábitats y la alimentación predilecta de todos estos primates estudiando sus dientes, los paleontólogos y paleontólogas también pueden saber qué tipo de locomoción tenían a partir de sus huesos. Sí, sí, ¡podemos hasta decir cómo se desplazan los hominoideos! Venga, que ya terminamos con esto y nos pasamos al sexo, que es lo que estás esperando. Para empezar con tal temática, te introducimos la *pronogradía* (cuidado, que esta palabra hay que leerla lentamente). La pro-no-gra-dí-a nos explica cómo es la posición del cuerpo con respecto al suelo. En este caso, el tronco se dispone paralelo al sustrato, es decir, que tanto si va por el suelo como si trepa por los árboles irá a cuatro patas. Y luego tenemos la *ortogradía*, cuando los brazos son más largos que las piernas y el tronco se verticaliza, permitiendo un gran repertorio de movimientos que ahora pasamos a explicar.

Otra vez, es importante fijarnos en los tipos de locomoción de los primates actuales, ya que en general presenta patrones muy especializados en

cada uno de los grupos y, por lo tanto, tendrá un gran valor para la taxonomía de los hominoideos. Para empezar, los hilobátidos son exclusivamente arborícolas, y combinan la trepada vertical (que es muy útil para ascender y descender de las copas de los árboles) con la suspensión arbórea (moverse entre las ramas, vamos). Los gibones, en cambio, montan un *show* que no veas, ya que llevan a cabo un tipo de locomoción acrobática, conocida como *braquiación*, que utilizan para desplazarse entre las copas de los árboles. La braquiación consiste en movimientos pendulares de los brazos con una larga fase de vuelo libre. Los orangutanes también son arborícolas, pero ellos son más de una locomoción llamada *clambering*, que no es más que agarrarse simultáneamente a diferentes soportes arbóreos con varias extremidades. No lo pruebes en tu jardín..., ni aunque lo hayas visto en *Tarzán*, ya que la cosa suele acabar mal. Tanto chimpancés como gorilas son bastante terrestres y han desarrollado el conocido *knuckle-walking*, andar a pierna suelta apoyando los nudillos de las manos. Eso sí, los chimpancés tienen debilidad por el gancho prensor o, lo que es lo mismo, colgarse de una sola mano.



Después de tanto balanceo, acrobacias y equilibrios, llegamos a los humanos, que somos capaces incluso de caernos pisando una línea dibujada en el suelo, así de triste... Nosotros somos exclusivamente bípedos terrestres, es decir, el desplazamiento está limitado a las extremidades posteriores. Y aunque a veces acabamos por los suelos o a cuatro patas por motivos que no vamos a explicar, raramente practicamos otro tipo de locomoción.[74]

Dualidad sexual, inteligencia y otras historias vitales

El dimorfismo sexual, que se define como las diferencias físicas entre

machos y hembras, es muy importante en la paleontología. Para complicar un poquito más el tema, la madre naturaleza no ha dotado a todos los animales con un dimorfismo sexual claro, aunque hemos de decir que es un fenómeno habitual entre los hominoideos. Tampoco nos han dado una guía explicando los estadios ontogenéticos de cada especie, es decir, el crecimiento a lo largo de su vida. En resumidas cuentas, no sabemos cómo es la familia de este primate fósil, cómo crece, si vive con sus crías o con otros machos subordinados... Entender las variaciones que existen en una misma especie fósil es un requisito obligatorio, porque luego, si no, tenemos tropecientas especies nuevas descritas en un mismo yacimiento, una para cada una de las variables, cuando en realidad existe una única especie.

«Entonces, ¿cómo vamos a saber si hemos descubierto, una, dos o tres especies, o si tenemos diferentes machos y hembras, o crías y adultos?»

Esto no parece nada claro en el registro fósil, al menos aparentemente, así que debemos volver a buscar en el planeta de los simios actuales aquellos rasgos que más varían. Si nos centramos en el género de los primates, hemos de decir que en general, los homínidos son bastante dimórficos, a excepción de los hilobátidos, entre los que a lo sumo las hembras y los machos tienen el pelaje de color diferente. «¿Y no hay nada más diferente?» Sí, el órgano reproductor también, pero eso ya se da por hecho ¿no? Dentro de los homínidos (aunque implícitos, ahora no hablamos de nosotros, los seres humanos), los machos siempre son más corpulentos que las hembras. Además, tienen unos caninos mucho más desarrollados, aunque para fortuna de todos, la mayoría de las veces los utilizan solo para intimidar.

Por otro lado, mientras que los orangutanes son más bien solitarios y van en plan independiente por la selva, a los gorilas, los chimpancés y los bonobos, en cambio, les va más la marcha y suelen hacer piña y agruparse en familias de treinta a cincuenta miembros. Eso sí, ¡no todo vale! Si no, esto sería un desmadre. En estos grandes grupos familiares existen unas reglas y unas jerarquías muy marcadas, y los famosos machos alfa —o en el caso de los gorilas, los «espaldas plateadas»— son los que cortan el bacalao. Si hace falta, son especialmente violentos, dominantes y agresivos con el resto de miembros de la familia. ¡Imagínate con los foráneos! Y claro, aparte de la

fuerza bruta, la manera más fácil de acojonar a uno de tu familia o a un adversario es simplemente enseñándoles los dientes al mismo tiempo que se emite algún sonido bien estridente. Con tanto carácter y testosterona acumulada, créenos cuando decimos que de esta manera solo los machitos alfa tienen el acceso a las hembras. Hasta este punto, todo bien, y por lo tanto, la única diferencia evidente entre machos y hembras de una misma especie, aparte del tamaño, serían las dimensiones de los caninos.

Pero para toda regla hay una excepción, y esa se llama BONOBO. *Pan paniscus* oficialmente y chimpancé pigmeo entre los amigos. Al contrario del cliché esperado, según el cual solo la fuerza y el tamaño te da el control sobre el resto del grupo, la sociedad de los bonobos está organizada en torno a las hembras. El MATRIARCADO. Si por algo lo dirán: «¡Mujeres al poder!». Estas tienen la habilidad de valorar cualquier situación, por fea que sea, y son capaces de mantener el poder a través del liderazgo y, consecuentemente, de mantener la cohesión del clan. ¡Sí, señoras! Además, nada de estrés o malos rollos, ya que los bonobos son los más *hippies* de todos, y tienen como lema «haz el amor y no la guerra». Bueno, más que amor, diríamos «ten relaciones sexuales y olvídate del resto», ya que estas actúan como un factor relajante y cohesionador, ¡sí, señor! Cualquier conflicto grave que pueda aparecer entre dos bonobos suele acabar en sexo (entre machos y hembras, entre machos y machos, entre hembras y hembras..., como debe ser), y hasta aquí podemos leer. En resumidas cuentas, que copulan en cualquier contexto que no sea el exclusivamente reproductor, y esto contribuye al establecimiento de vínculos más fuertes entre los miembros del grupo. Deberíamos aprender algo de nuestros compañeros de linaje, ¿no? Con todo esto, no es de extrañar que los caninos de los bonobos machos sean prácticamente del mismo tamaño que los de las hembras. Así que, al loro si encontramos un primate fósil cercano a los bonobos y chimpancés, porque esta regla de los caninos para distinguir machos y hembras a lo mejor no sería una buena idea, como acabamos de explicar.

Finalmente, y ya para rematar, los humanos son los que tienen la estructura social más compleja, ya que viene muchas veces condicionada por la cultura y la religión. ¡Con la Iglesia hemos topado de nuevo! En cualquier

caso, los humanos siempre vivimos en algún tipo de agrupación familiar, normalmente conviviendo con varias generaciones a la vez, como, por ejemplo, la casa de los papis. Aunque también está muy de moda vivir con los colegas de trabajo rollo *Friends*, con compañeros de universidad o con gente que no conoces de nada, como en una comuna *hippy*. Llámalo equis. Y aunque siempre ha existido la tendencia a establecer vínculos afectivos de larga duración (parejas monógamas), las combinaciones y los arreglos de todo tipo son bastante frecuentes. Además, mientras que muchas parejas tienden a constituir una familia propia, hay otros individuos, un poco más raritos, que deciden permanecer solitarios toda la vida. MIRA, como los orangutanes. Además de la familia, los humanos mantenemos una red infinita de interacciones sociales debido a las nuevas tecnologías, y es que Facebook ha hecho mucho daño, créeme. Así, hay que tener en cuenta que los humanos modernos también practicamos el sexo por placer, pero, a diferencia de los bonobos, nosotros utilizamos frecuentemente la violencia con el fin de tener más acceso a recursos o ampliar el territorio. Y como no tenemos grandes caninos para morder al adversario (ni hombres ni mujeres), somos más de fabricar bombas de destrucción masiva, y esto último, y entre otras muchas cosas, hace que los humanos seamos muy diferentes del resto de los primates.

[75]

DATO CURIOSO

Todos los niños nacidos en Cataluña a finales de este milenio, incluidos nosotros, saben quién es Copito de Nieve (Floquet de Neu). ¡Déjate de Sagrada Familia ni de ir a Montserrat en helicóptero! Este gorila sí que fue el icono indiscutible de la ciudad de Barcelona. Vale, sí..., al menos hasta la llegada de Cobi con los Juegos Olímpicos. Tal era su fama, que tenía su propio DNI, protagonizaba películas y hasta fue portada de *National Geographic* en 1967. Solo decirte que hasta Ava Gardner y Dalí hacían cola para hacerse un *selfi* con él. Pero una

cosa, ¿de dónde sale este gorila albino? Bien, ya te avisamos que su infancia no fue de color de rosa. Primero lo apresó un cazador de una tribu de la selva entonces española de Guinea Ecuatorial. Cuentan, además, que este cazador estaba harto de que los primates le echaran a perder la cosecha, y un día mató a toda la familia de Copito, salvándose solo este último, porque era una cría albina. Lo llamaron Nfumu, que en el idioma indígena significa Blanco, y el mismo cazador trasladó el animal al Centro de Adaptación y Experimentación Zoológica que el Ayuntamiento de Barcelona tenía en Ikunde. Poco después, Nfumu fue vendido al primatólogo Jordi Sabater Pi, por el módico precio de quince mil pesetas (unos noventa euros). ¡Menuda ganga! Jordi lo trajo al Zoo de Barcelona, donde, por suerte o por desgracia, pasó toda su vida y se hizo mundialmente famoso hasta su fallecimiento en 2003, tras padecer un cáncer de piel. Y sí, hasta a nosotros se nos escapó más de una lágrima al saberlo. Por cierto, ¿dónde está la calle o la plaza con el nombre de Copito de Nieve? Sin más, aquí lo dejamos.

Hay otros elementos poscraneales que nos permitirán distinguir machos y hembras, en el caso de que no tengamos una marcada diferenciación en los dientes. La estructura de la pelvis, por ejemplo, es ampliamente utilizada.

Es evidente que la inteligencia de los humanos no se puede medir con la misma vara que la del resto de los homínidos, ya que nosotros utilizamos un lenguaje hablado y fabricamos utensilios secundarios. Es decir, como diría el presidente, fabricar herramientas que nos permitan seguir fabricando herramientas, porque lo que nunca va a hacer una herramienta es fabricar herramientas. Bromas aparte, en la actualidad, no hay duda de que los homínidos tenemos una inteligencia mayor que el resto de los primates. Y esto es realmente importante a la hora de estudiar a los primates más cercanos al linaje del hombre, ya que el grado de encefalización esperado será mayor, y, por consiguiente, la industria lítica será más compleja y elaborada. Así que vamos a ver cuáles son los grados de inteligencia que podemos encontrar

dentro de los hominoideos.

Los grandes antropomorfos muestran una mayor inteligencia y un grado más elevado de autoconciencia que los hilobátidos, de acuerdo con la realización de diversos test psicológicos.[76] Dentro de estos últimos, los chimpancés y los orangutanes son los únicos que llevan a cabo la transmisión del conocimiento cultural a los diferentes miembros del clan, es decir, son capaces de enseñar al resto del grupo el uso y el manejo de las herramientas y las preferencias alimentarias. «Eso no se come, caca.» Finalmente, la inteligencia abstracta de los humanos ha sido posible gracias a un gran desarrollo del volumen del cerebro, y esto ya se ve claramente en todas las especies de *Homo*, al menos durante los dos últimos millones de años.

Y ahora, un tema con mucha trascendencia: la historia vital. La historia vital, es uno de los rasgos más característicos de una especie. Entre los primates, especialmente los hominoideos son los que tienen el patrón de historia vital más lento. Por tanto, no se puede obviar a la hora de estudiar los fósiles de nuestro género. «¿Y eso qué quiere decir y qué hechos cotidianos implica?» Pues, para empezar, un largo período de gestación que da lugar a camadas pequeñas con recién nacidos precoces, que, además, implican un cuidado parental largo e intensivo. Vamos, que somos todo lo contrario a una gacela de Thompson, que nada más nacer ya está corriendo a todo gas por la sabana... Y por si esto fuera poco, también implica un destete a edades muy tardías. ¡Eso sí! Al menos ser hominoideo implica tener una larga longevidad, [77] aunque si luego piensas fríamente en la emancipación de tus hijos, no sé si es una ventaja o más bien un calvario. «¿Y cómo se puede ver esto en los fósiles?» Pues muy fácil, te lo vamos a explicar con dos ejemplos, para que veas que algunos comportamientos de los neandertales fueron completamente altruistas, y esto solo ha podido suceder gracias a este tipo de *life history*, que, sin duda, favorece unos vínculos familiares muy estrechos. En contra del cliché esperado de que los neandertales fueron hombres de las cavernas, salvajes y brutos, el descubrimiento del anciano de la Chapelle-aux-Saints ha mostrado su cara más amable. Este padecía una severa artritis en las vértebras cervicales, tenía la cadera deformada, un dedo del pie aplastado, y lo que es peor, había perdido todos los dientes, lo que había causado la reabsorción de

sus soportes dentales. ¡Estaba hecho un Cristo! Este individuo no podía cazar, ni masticar bien, ni mucho menos caminar adecuadamente; era un lastre, vamos. Por tanto, el hombre de la Chapelle-aux-Saints prueba que los neandertales cuidaban de sus ancianos, enfermos y heridos, ya que tuvo que tener una ayuda constante de su grupo de parentesco para poder sobrevivir durante tanto tiempo. Y lo mismo pasó con el neandertal discapacitado de Shanidar (que perdió un antebrazo) y, además, era completamente sordo, lo cual lo habría hecho de él una presa fácil para los omnipresentes carnívoros de su entorno.

EL ORIGEN DE LOS HOMINOIDEOS, DONDEQUIERA QUE ESTÉ

En la actualidad, existen solo cinco géneros de hominoideos, pero la cosa cambia si miramos el registro fósil, ya que hasta la fecha se han descrito unos cuarenta géneros de hominoideos fósiles. ¡Una barbaridad! Eso quiere decir que en el pasado fueron mucho más abundantes y tenían una mayor distribución geográfica. En cualquier caso, el origen de los hominoideos está en el continente africano y se dio, seguramente, a finales del Oligoceno. En primer lugar, se pensó que el abuelo de todos los hominoideos era el *Aegyptopithecus*, un primate fósil procedente de Egipto (de 32 a 30 Ma) que se estudió, nuevamente, gracias a su dentición. Sin embargo, el hecho de que todos los restos fósiles de *Aegyptopithecus* se hubieran hallado en un único yacimiento hizo que surgieran muchas dudas al respecto. «Pero ¡esto es una completa falacia filosófica!» Pues claro que sí, querido Watson. Hay que tener en cuenta que esto es una prueba negativa, es decir, asumimos la falta de registro como una prueba válida, ya que la ausencia de *Aegyptopithecus* en otras zonas del mundo se podría justificar debido a un sesgo en el registro geológico, a que no se hayan preservado especímenes en ningún otro lado o a que, sencillamente, no los han encontrado. Evidentemente, a su favor hay que decir que el hecho de que solo «salga» en un punto del planeta ya es al menos

un tanto sospechoso.

Aplicando la lógica paleontológica, que tantas veces funciona, llegamos a la conclusión de que igual no podemos afirmar al cien por cien que el origen de los hominoideos esté en África, simplemente porque solo haya aparecido hasta la fecha un yacimiento en ese continente, ¿no? Para aclarar esto, necesitamos más datos, eso es indudable.

Tras mucho buscar, llegó el hallazgo del *Saadanius*, del Oligoceno, en Arabia Saudí (de 29 a 28 Ma), que sugería, como ya te habíamos anticipado, que los hominoideos se originaron a partir de catarrinos basales (haplorrinos sin rinario y con una dentición siguiendo una distribución 2123/2123). A diferencia del *Aegyptopithecus*, esta especie fósil ya muestra un tubo auditivo muy bien formado, como los hominoideos y los cercopitécidos africanos. Y esto ¡sí es una buena evidencia!

En la actualidad, hay una serie de especies fósiles del Mioceno Inferior y Medio de África que también han sido considerados hominoideos. Pero la verdad, hay veces que los restos son tan escasos o están tan mal preservados que muchos paleontólogos y paleontólogas no se atreverían a decir ni tan siquiera que son primates antropomorfos. Y aunque nos cause un poco de tristeza, el único género que parece que se salva de este grupito es el *Kamoyapithecus*, del Oligoceno de Kenia (de 28 a 24 Ma). Solamente él, para buscar pañuelos y echarse a llorar la verdad. Esto nos deja, hasta el momento, bastante huérfanos.

Aun así, cuando nos fijamos en los pequeños antropomorfos, creemos que estos últimos probablemente se separaron hace entre 20 y 15 Ma. Pero bueno, el registro fósil de los hilobátidos todavía es mucho más pobre que el de los antropomorfos, y solo se conoce un único género que puede darnos una pista certera del Mioceno Superior de China: el *Yuanmoupithecus*. Y con nombre feo, además. En definitiva, el limitado registro fósil tanto de los pequeños como de los grandes antropomorfos hace muy difícil confirmar el estatus de algunos hominoideos.[\[78\]](#) Pero esto mejor ya te lo contamos en el siguiente apartado.

LOS PRIMEROS HOMINOIDEOS FÓSILES: PROCONSÚLIDOS Y AFROPITECINOS

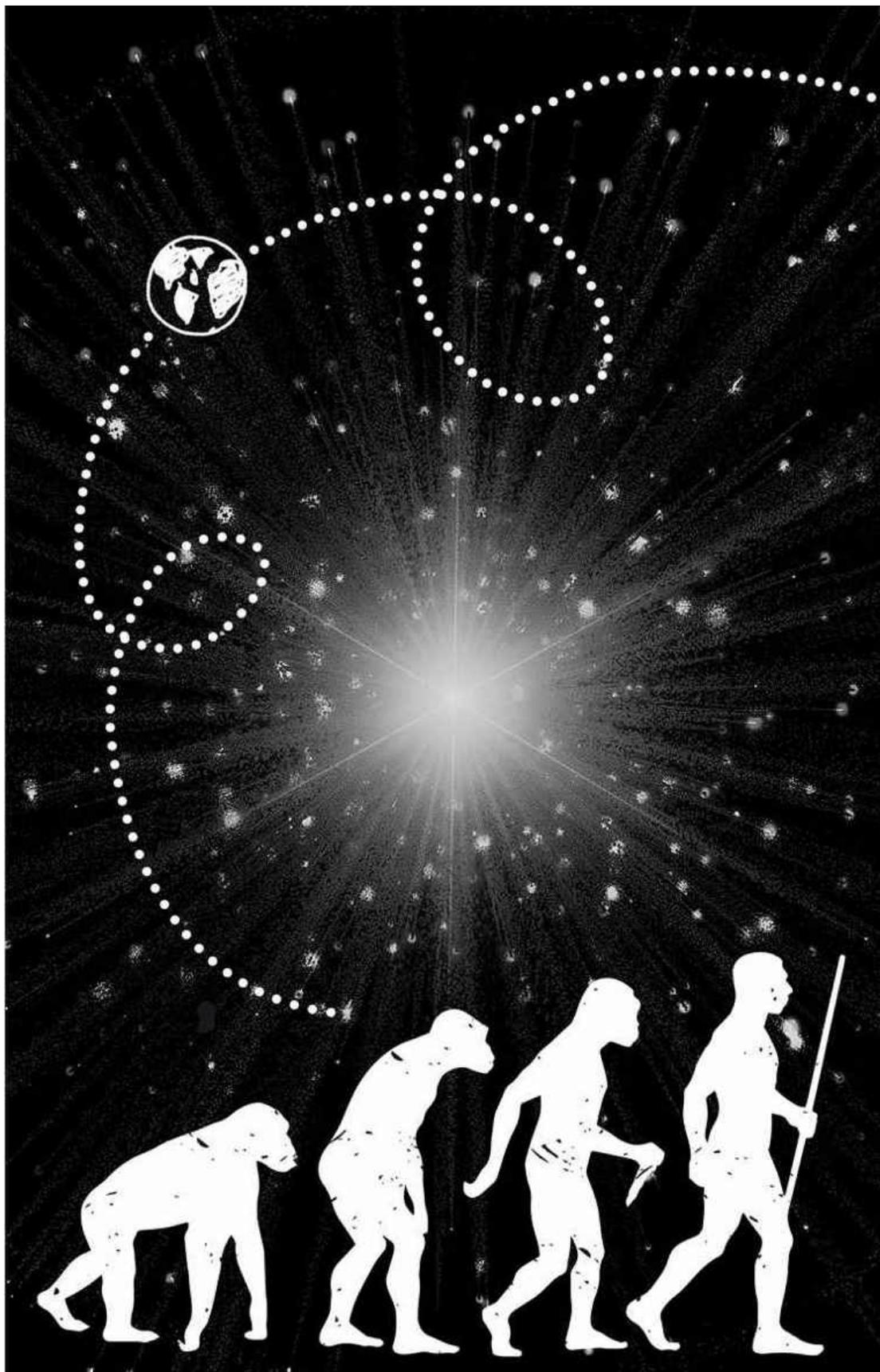
El Mioceno es sin lugar a dudas la época dorada de los hominoideos como grupo evolutivo. Alegrementemente, de la subfamilia de los hominoideos, nace una familia apasionante, la *Proconsulidae*. Los proconsúlidos son los representantes más antiguos de los hominoideos. Dentro de estos se reconocen dos géneros en el Mioceno Inferior y Medio de Kenia y Uganda: *Proconsul* para los de tamaño medio y pequeño, y *Ugandapithecus* para los de mayor tamaño. Algo que sin lugar a dudas sitúa a los proconsúlidos dentro de los hominoideos es el sacro, el cual está formado por un coxis en vez de una cola externa.

El coxis es el conjunto de vértebras caudales (fusionadas entre sí y reducidas en número), que se corresponde con la rabadilla de los primates hominoideos, y a su vez es homóloga a la cola externa de otros primates.

Se cree que la pérdida de la cola en los hominoideos fue posible gracias a la adquisición de unas capacidades prensoras poderosas en las manos y en los pies. Pero nunca llueve a gusto de todos, y hay otros investigadores que creen que los proconsúlidos son, en realidad, catarrinos basales. Otra guerra paleontológica más. Cabe decir a favor de estos últimos que la dentición y el cráneo del *Proconsul* son bastante primitivos.

Por otro lado, tenemos a los afropitecinos, nuestros otros protagonistas. Estos están formados en la actualidad por cuatro géneros fósiles, entre los cuales, el *Afropithecus* del Mioceno Inferior de Kenia (de 18 a 17 Ma) es el más conocido. Este último no solo es el más grande de todos los proconsúlidos, sino que también muestra premolares grandes en relación con el resto de la dentición, y unos molares con un esmalte bastante grueso, cosa

que hace pensar que zampaba alimentos duros. Ha habido bastante problemática acerca de cómo eran sus rasgos faciales: mientras algunos especialistas piensan que la cara del *Afropithecus* era más parecida al *Aegyptopithecus*, otros autores creen que la peculiar fisionomía del *Afropithecus* se debe en realidad a una deformación del cráneo producida por el proceso de fosilización, pareciéndose así más a los proconsúlidos. Sea como fuere, al menos sí se está seguro de que el *Afropithecus* practicaba una locomoción cuadrúpeda arbórea. Al menos eso lo tenemos claro, oye.



EL ÉXODI MIOCÉNICO HACIA EUROPA

Los homínidos, aparte de los ponginos (orangutanes) y homininos, tienen adicionalmente dos subfamilias extintas (*Kenyapithecinae* y *Dryopithecinae*). Y aunque todavía quedan algunas incógnitas por resolver, es *vox populi* que los keniapitecinos son los primeros representantes de los homínidos, ya que muestran rasgos más primitivos. Estos, a su vez, se dividen en dos tribus: los *Equatorrini*, del Mioceno de África; y los *Kenyapithecini*, también del Mioceno Medio de África y Eurasia. Vamos, que en algún momento, durante el Mioceno, algún miembro de la tribu de los keniapitecinos, aburrido de tanto safari, se habría aventurado a la colonización de Eurasia. En su viaje por estas tierras se topó con bosques estacionales. Menuda desgracia para nuestro querido keniapitecino cuando se dio cuenta de que en las épocas de vacas flacas, en estos bosques no había nada de frutitas y hojas tiernas. Para no morir de hambre, los keniapitecinos se tuvieron que adaptar a los alimentos disponibles. Estos eran más duros de lo que estaban acostumbrados, así que la evolución, que es muy lista, decidió ayudar en esto de evitarles lo de partirse unas cuantas muelas en el intento. Estos primates aventureros desarrollaron entonces molares con un esmalte muy grueso y un aparato masticatorio robusto.[79]

Como era de esperar, otros paleontólogos han defendido la posibilidad de que los homínidos se originasen en Eurasia, en vez de en África. Unos dicen que van y los otros que vienen. Menudo lío. Esto implicaría un viaje inverso para los homininos y ponginos, es decir, que estos se habrían originado en el continente europeo y, a continuación, se habrían dispersado hacia África. La ausencia de fósiles de homínidos en África durante el Mioceno Medio y Superior vuelve a ser la mejor baza para apoyar esta teoría. En cualquier caso, este escenario euroasiático también implicaría considerar a los

driopitecos como homínidos basales, pero como veremos a continuación, esta posibilidad parece mucho menos probable a partir de los fósiles.[80]

LOS PRIMEROS EUROPEOS: DRIOPITECOS E HISPANOPITECOS

Los driopitecos engloban tres tribus del Mioceno Medio y Superior de Eurasia (*Dryopithecini*, *Hispanopithecini* y *Ouranopithecini*). Sin embargo, una cuarta tribu (*Oreopithecini*, nada que ver con las famosas galletas) podría pertenecer también a esta subfamilia. Cataluña es el único lugar de la Península Ibérica donde se han encontrado estos homínidos fósiles, y esto con casi toda seguridad fue debido a la abundancia y el tipo de bosques subtropicales que había en la época. Hasta hace un poco más de una década, los restos de driopitecos no eran muy abundantes, pero todo cambió para bien con la excavación controlada del vertedero de Can Mata (ACM, en adelante), en Els Hostalets de Pierola (Barcelona). Paradójicamente, la necesidad de esconder los desechos humanos nos ha brindado la oportunidad de conocer hasta tres géneros diferentes de driopitecos y uno de hispanopitecino, todos ellos localizados en una pequeña área geográfica y en un mismo período de tiempo de poco más de 3 Ma (un tiempo muy breve en términos geológicos). Vamos a ver cuántos homínidos fósiles han salido del vertedero de ACM.

Las tres especies de driopitecos encontrados pertenecen a tres géneros distintos: *Pierolapithecus*, *Dryopithecus* y *Anoiapithecus*. Y aunque el *Dryopithecus fontani* fue descrito originalmente en la localidad francesa de Saint-Gaudens, los fósiles más completos han sido recuperados en ACM. De esta especie, solo se conoce parte de la cara, la cual es más alta y menos inclinada que la del *Pierolapithecus*. La falta del esqueleto hace imposible saber si el *Dryopithecus* ya era ortógrado —vamos, si tenía una postura erecta—. Entre 2002 y 2003, se recuperaron los restos de un segundo driopiteco, el *Pierolapithecus catalaunicus*. La prensa lo bautizó como Pau («paz», en catalán), en alusión a la guerra de Irak de aquel entonces. Para quien lo dude,

sí, podemos referirnos a él en masculino, gracias al tamaño de sus caninos.

El señorito Pau ya era ortógrado, como los hominoideos modernos, trepaba verticalmente por los árboles y ocasionalmente también se movía de forma cuadrúpeda. Esto de ir erecto era cansado si no tenías mucha práctica, por eso lo de optar por otras formas de locomoción no era para nada una mala idea. El tercer driopiteco descubierto en 2005 fue el *Anoiapithecus brevirostris*, el cual se describió a partir de una cara y una mandíbula. Su nombre compuesto en latín hace honor a la comarca donde fue encontrado (Anoia, de ahí *Anoiapithecus*), y al hecho de presentar un morro corto (*brevirostris*). Popularmente se lo conoce como Lluc («el que ilumina»), porque en ese momento aportó mucha información acerca de este grupo de primates fósiles. Se diferencia del resto de los driopitecinos por tener una cara casi plana, es decir, nada prominente o, en pocas palabras, poco monesca en comparación con sus compañeros de yacimiento.

DATO CURIOSO

Más allá de las anecdóticas monas de Gibraltar, actualmente en Europa ya no hay primates en estado salvaje. Pero esto no siempre ha sido así, ya que durante el Mioceno algunos primates ocupaban las selvas subtropicales del continente. En la Península Ibérica, todas las especies descritas de hominoideos provienen de los yacimientos catalanes de la cuenca tectónica del Vallès-Penedès. Esta última se fue rellenando durante los últimos 21 Ma con los sedimentos erosionados de las montañas de alrededor, fosilizando mucha de su flora y fauna. Así, estos fósiles fueron excavados y descritos por investigadores del Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont. Procedían de varios yacimientos, pero en especial de ACM, de donde se han recuperado más de setenta mil fósiles de vertebrados desde 2002. Y sí, has leído bien, ¡un vertedero! Y dos de los servidores que escriben este libro (À. H. L y A. V.) pueden dar fe, pero esto... ya es otra historia. No

nos imagines escarbando entre la basura, pero sí en los sedimentos que se remueven para hacer un gran agujero y poder enterrar tranquilamente todas las vergüenzas que generamos en las ciudades.

Laia (*Pliobates cataloniae*), Jordi (*Hispanopithecus laietanus*), Pau (*Pierolapithecus catalaunicus*) y *Dryopithecus fontani* (este aún no tiene nombre de pila) pertenecen a cuatro especies diferentes de hominoideos, de edades comprendidas entre los 12 y los 9,6 Ma. Sus esqueletos parciales han aportado información muy valiosa sobre el origen de los hominoideos.[82]

Por otro lado, tenemos los restos de hispanopitecinos encontrados en ACM. Bautizado como *Hispanopithecus*, este género está formado por dos especies: *Hispanopithecus crusafonti*, de Can Poncic (Sabadell), conocido solo por sus dientes; e *Hispanopithecus laietanus*, de ACM (informalmente, Jordi), conocido a partir de un cráneo y un esqueleto parcial. Jordi también era ortógrado, como Pau, pero estaba adaptado, además, para suspenderse de las ramas como lo hacen los orangutanes y los chimpancés en la actualidad. [81]

LA TRIBU HOMININI

Dentro de la subfamilia *Homininae* encontramos la tribu *Hominini* que incluye los géneros *Orrorin*, *Ardipithecus*, *Paranthropus*, *Australopithecus* y *Homo*. Estos son cada vez menos monescos y algo más parecidos a nosotros. Para entender un poco la sucesión de estos géneros podemos hacer el ejercicio de comparar humanos (*Homo*) con nuestros parientes vivientes más cercanos (los chimpancés), y así, al menos, las diferencias parecerán más claras, a bote pronto:

- El aparato masticatorio se nos ha reducido considerablemente.
- Nuestro cerebro es más grande en relación con el resto del cuerpo.

- Caminamos erectos, es decir, ya estamos completamente adaptados al bipedismo. Excepto cuando somos bebés, que gateamos bastante.

Sin embargo, es indispensable recurrir al registro fósil para saber qué adaptaciones surgieron primero y, de este modo poder imaginar cómo era nuestro antepasado común. Todo esto parece relativamente fácil... Pero ¡no! Sin ir más lejos, *Sahelanthropus tchadensis* (o Toumaï), del Mioceno Superior (7 Ma) del Chad, se creyó inicialmente que podría ser un miembro del género *Homo*, ya que tiene los caninos pequeños y el esmalte de los dientes no muy grueso. Pero ahora ya está claro que es un auténtico *Hominini*, porque tiene un pronunciado torus. ¡Y recuerda que no son unas cejas de espanto! Como ya dijimos, simplemente es el engrosamiento óseo del borde superior de la órbita. Sea como fuere, lo más curioso del caso es que el cráneo del *Sahelanthropus* nos revela que el antepasado común entre humanos y chimpancés no es especialmente parecido a ninguno de los dos. ¡SORPRESA!

La base de nuestro linaje

Los géneros *Orrorin* y *Ardipithecus* son los más primitivos de nuestro linaje evolutivo. *Orrorin tugenensis* se descubrió en el Mioceno Superior (6 Ma), en Kenia. Se lo conoce gracias a los restos del cráneo y de sus extremidades. Sorprendentemente, el fémur tiene adaptaciones al bipedismo, pero como aún retiene unos grandes caninos, se lo considera más primitivo que los australopitecos. Lo más importante que nos reveló *Orrorin* es que la separación entre los humanos y los chimpancés se dio al menos hace 6 Ma. Con un subidón posefecto 2000 (esta especie se descubrió en 2001), se lo llegó a llamar *Homo millenium*. Que nadie se haga un lío, porque de ningún modo es correcto utilizar este apodo, ya que el *Orrorin*, de *Homo*, ¡no tiene nada!

De estas formas más basales pasamos al género *Ardipithecus*, una forma también primitiva de nuestro linaje. Los ardipteos están formados por dos

especies provenientes de diferentes yacimientos etíopes: *Ardipithecus kadabba*, del Mioceno Superior (5,8 Ma), y *Ardipithecus ramidus*, del Plioceno (4,4 Ma). La ausencia de caninos superiores grandes es uno de los mejores rasgos para demostrar que pertenecen a la tribu *Hominini*. Aunque ambos ardipitecos han sido considerados bípedos, en realidad solo se pueden decir con seguridad del *ramidus*. Pero, ojo al dato, lo que no deja de ser sorprendente en el esqueleto de este es la combinación de características bípedas con locomoción arbórea. Que tanto le daba ir paseando tranquilamente que subirse a un árbol en un abrir y cerrar de ojos. Así, algunos autores han sugerido que esta especie sería el ancestro de los *Australopithecus*.[\[83\]](#)

Los australopitecos

El género *Australopithecus*, también conocido como los australopitecos gráciles, lo forman siete especies encontradas en el continente africano. Los más antiguos datan del Plioceno, algo más de 4 Ma atrás, con la presencia del *Australopithecus anamensis*, mientras que los más recientes datan de unos 2 Ma, con el *Australopithecus sediba* como forma más joven, el pipiolo del grupo. Pero lo que está claro es que el más famoso de todos es el *Australopithecus afarensis*, del Plioceno. Probablemente no te suena de nada si te digo su nombre científico..., pero es mundialmente conocido por su nombre artístico: Lucy. Por si fuera poco, Lucy coincidió, en tiempo y en espacio, al menos con tres de las siete especies del género: *Australopithecus bahrelghazali* del Chad, *Australopithecus deyiremeda* y *Australopithecus africanus*. Vamos a poner un poco de orden cronológico, que con tantos nombres de especies esto es un lío. De más antiguos a más modernos, tenemos los siguientes australopitecos:

Au. anamensis (de 4,2 a 3,9 Ma)

Au. afarensis, Lucy, para los amigos (de 3,9 a 2,9 Ma)

Au. bahrelghazali (de 4 a 3 Ma)
Au. deyiremeda (de 3,3 a 3,4 Ma)
Au. africanus (de 3 a 2 Ma).
Au. garhi (2,5 Ma)
Au. sediba (2 Ma)

Como podrás imaginar, plantarte una lista como esta o como las que vendrán a lo largo del capítulo no es nada fácil. ¿Listas perfectamente ordenadas cronológicamente para cada género? El sueño de cualquier persona dedicada a esto. Hagamos un experimento. Busca un surtido de galletas, de esas cajas en las que hay de muchos tipos diferentes ordenadas en dos bandejas, una encima de la otra. Pues bien, ahora con meticuloso cuidado la lanzas por los aires y te bailas un zapateado encima. Una vez que te hayas quedado a gusto con tu arte, intenta volver a meter cada una de las galletas en su lugar y piso. ¡Ahhhh! No es tan fácil como pensabas, ¿eh? Probablemente, la mitad de las galletas sean polvo, y la otra, pedazos desordenados. La taxonomía, como ya hemos contado muchas veces, te ayudará a reconocer todos los patrones y características de cada galleta, sin embargo la estratigrafía o —mejor dicho— la bioestratigrafía te permitirá situar cada una de ellas en la bandeja o piso geológico que le toca.

Una vez que tengas esto en mente, podemos continuar. Todos los australopitecos poseen molares y premolares grandes, un cerebro relativamente pequeño en comparación con su cuerpo y se los considera bípedos.^[84] No todo va a ser coser y cantar en esto de la historia de los australopitecos, ya que, en el presente, existe otra especie que es muy controvertida y que recientemente se ha incluido en su propio género: *Kenyanthropus platyops*, del Plioceno (3,5 Ma) de Kenia. Por ahora, el único cráneo que se ha podido analizar es, en pocas palabras, una birria. Esto ha hecho que muchos investigadores no den por bueno este taxón, y en el mejor de los casos, muchos piensan que sería una nueva especie de australopiteco a lo sumo. Pero de género nuevo, nada.

DATO CURIOSO

Durante la década de 1960, muchos grupos de científicos se aventuraron a buscar el origen de los humanos en África. En el año 1972, un grupo de dieciséis antropólogos viajó a Hadar, al noreste de Etiopía, para explorar el margen del río Ledi. El primer fósil apareció en 1973, y eso hizo que uno de los investigadores más entusiasmado, Donald Johanson, volviera al año siguiente. En esa campaña, y después de unas semanas sin suerte, el 24 de noviembre de 1974, mientras Donald estaba cartografiando con su Land Rover se topó con los restos del antebrazo de un homínido. Después de dos semanas de minuciosa excavación, los paleontólogos habían recuperado hasta el 40 % de un esqueleto de 3,2 Ma, al que bautizaron *Australopithecus afarensis*, por ser descubierto en la región donde habita la tribu afar. Pero este individuo no podía presentarse con este nombre a la sociedad, y después de pensar nombres femeninos sonó en la radio del campamento «Lucy in the Sky with Diamonds», de The Beatles. ¡Ese era el esqueleto más famoso del mundo de una hembra de 1,1 metros de altura! Y fue en ese momento y por unanimidad cuando se escogió el nombre de Lucy.

La aportación que hizo Lucy al conocimiento de la evolución humana fue espectacular, ya que era el primer hallazgo fósil en buen estado que lograba explicar la relación entre los primates y los humanos, y, además, hasta la fecha no había pruebas sólidas de que el bipedismo se remontara a una especie con más de 2 Ma de antigüedad. Tras este descubrimiento, se han encontrado más de doscientos cincuenta fósiles al menos de diecisiete individuos en la misma región.

Los miembros del género *Paranthropus* son también conocidos como los «australopitecos robustos», ya que son mucho más grandotes y forzudos que

los «australopitecos gráciles». Se distinguen tres especies diferentes, todas ellas de África:

P. aethiopicus, del Plioceno y el Pleistoceno Inferior (de 2,7 a 2,3 Ma),

P. robustus, del Pleistoceno Inferior (de 2,1 a 1,0 Ma),

P. boisei, del Pleistoceno Inferior (de 2,3 a 1,4 Ma).

Lo más llamativo de los parántropos es el aparato masticatorio, formado por una gran cresta sagital (en medio del cráneo) donde se fija la musculatura. Toda su dentadura está formada por esmalte muy grueso que, como recordarás, era una característica que tenían también los keniapitecinos, esos primeros aventurados que salieron de África, que les permitiría comer alimentos más duros. Por último, lo más llamativo de los parántropos es que tienen los premolares molarizados. «¿Qué clase de juego de palabras es este?» Pues verás, que un premolar esté molarizado quiere decir que es más grande de lo que tocaría, y hace que sea muy difícil distinguirlo de los molares de verdad. ¡Un molar trampantojo! Dejando de lado estos rasgos, hemos de decir que los parántropos se parecen bastante a los australopitecos y, de hecho, su esqueleto también tiene adaptaciones al bipedismo terrestre.

La relación que tenemos los humanos con estos australopitecos robustos está bastante en duda. Aunque todavía no se ha demostrado científicamente, se cree que parántropos y humanos no habrían compartido el mismo ancestro común, es decir, que lo más probable es que ambos evolucionaran a partir de dos especies diferentes de australopitecos.

Los humanos

Muchos paleontólogos no tuvieron en cuenta las grandes diferencias que existen dentro de los humanos, y es por eso que hay un montón de especies fósiles para el género *Homo* que no son válidas. Como ejemplo, solo hay que mirar lo diferentes que son un mastín y un chihuahua, dos razas de perros que

se parecen como las rimas de Bécquer a una palangana, sin embargo, para sorpresa de muchos ¡son de la misma especie! Este polimorfismo o variabilidad se da en muchos grupos de insectos y sorprendentemente también en muchas aves. Así que no nos asustemos, pues con los humanos pasa exactamente lo mismo.

Dicho esto, lo que parece muy claro es que el pariente extinto más cercano a los humanos no pueden ser los parántropos, ya que, como hemos explicado antes, estos últimos tienen un aparato masticatorio muy especializado y un torus que haría más difícil ponerse un casco de moto que cambiar la funda del nórdico. Por lo tanto, lo más sensato sería pensar que algún australopiteco, de estos más gráciles, hubiera originado el linaje de los humanos.

Sea como fuere, las dos especies más antiguas de *Homo* son africanas: *Homo habilis*, del Pleistoceno Inferior (de 2,3 a 1,6 Ma) y *Homo rudolfensis*, algo más joven, pero también del Pleistoceno Inferior (1,9 Ma). Ambas especies tienen un cerebro pequeño (comparable con el de los australopitecos) y no está todavía muy claro cuál de las dos estaría más relacionada con los humanos. Para darle más emoción al tema, se da por hecho que las primeras herramientas de piedra (industria lítica), de 2,5 Ma de antigüedad, están relacionadas con la aparición de *Homo habilis*. «Pero ¿por qué no pensar que a lo mejor también algún australopiteco ya pudo fabricar utensilios líticos?» Todo es posible en la viña del Señor, y esta idea no parece tan descabellada cuando tenemos en cuenta que los últimos australopitecos coincidieron, en tiempo y en espacio, con los primeros humanos.

Para acabar de liarlo un poquito más, recientemente se ha descrito al *Homo naledi* (2 Ma), de la cueva Rising Star, en Sudáfrica. Aunque esta especie tiene el cráneo como cabría esperar de un *Homo*, curiosamente su volumen endocraneal (de unos seiscientos centímetros cúbicos), es mucho más parecido al de los australopitecos. Para más desconcierto, sus falanges (o lo que vienen a ser los huesos de los dedos) son bastante primitivas, lo que nos indicaría que el señor y la señora *naledi* todavía frecuentaban los ambientes arbóreos, y que ni mucho menos, estarían adaptados a correr largas distancias.[\[85\]](#)

Poco después, ya tenemos al *Homo erectus*, algo más conocido fuera del ámbito de la ciencia. Esta especie ya tiene una anatomía corporal y un tamaño parecidos a los humanos modernos, unos sesenta y cinco kilos aproximadamente en los machos. Su mayor cerebro (novecientos centímetros cúbicos) le permite generar industrias líticas más complejas, dominar el fuego y ser el pionero en salir de África hace ya unos 2 Ma, dando lugar al menos a tres subespecies:

H. e. erectus en el Sudeste Asiático.

H. e. pekinensis en China.

H. e. georgicus en Georgia.

Aunque parezca evidente, se cree que el dominio del fuego fue crucial para soportar las bajas temperaturas y favorecer estas migraciones hacia el norte.

Durante el Pleistoceno Medio, menos de un millón de años atrás, encontramos al *Homo heidelbergensis*, y aunque muchos investigadores distinguen tres especies, aquí nos referimos a ellas simplemente como subespecies: *Homo heidelbergensis heidelbergensis* y *Homo heidelbergensis antecesor* en Europa, y *Homo heidelbergensis rhodesiensis* en África. La mayoría de los paleontólogos cree que *Homo heidelbergensis* es el antepasado común de los humanos actuales y los neandertales. Así que, a finales del Pleistoceno Medio las poblaciones europeas dieron lugar a los neandertales, que se caracterizan principalmente por un cráneo grande y alargado y una región nasal prominente. Un poco más tarde, las poblaciones africanas habrían originado, hace al menos unos trescientos mil años, a los humanos modernos (*Homo sapiens sapiens*).

Aunque los humanos modernos y los neandertales son especies hermanas, ambos evolucionaron en paralelo durante unos cuantos cientos de miles de años. El *Homo sapiens* tiene un esqueleto más grácil y un cerebro tan grande como el de los neandertales, pero, a diferencia de estos últimos, los humanos son excelentes cazadores gracias en parte al perfeccionamiento de las armas y a su facilidad para adaptarse a los climas gélidos. Sí, sí, todo el mundo habla

siempre de armas e instrumentos de caza y pesca, pero una de las cualidades que nos permitió llegar a colonizar otras tierras, expandirnos y, en pocas palabras, evolucionar, fue la alta costura. ¡Déjate de Milán y París! Durante el Pleistoceno Medio, el corte y la confección estaban al orden del día, y permitieron a los humanos confeccionar vestidos rudimentarios, con diferentes materiales, para protegerse del frío. Temporada otoño-invierno diseñada en exclusiva por *Homo sapiens*.

DATO CURIOSO

En 2003 se descubrió un esqueleto de unos cincuenta mil años en la isla de Flores (Indonesia) que fue bautizado como *Homo floresiensis*. Popularmente, es conocido como «el hobbit» o «el hombre de Flores» y no porque fuera vendiéndolas, sino por la isla. Era un individuo muy pequeño (alrededor de treinta kilos). Además de esto, destacaba por su pequeño cerebro que indicaría unas capacidades cognitivas comparables a los primeros australopitecos. Algunos autores incluso lo habían atribuido a un individuo patológico (deformado), o incluso que podría haber evolucionado bajo condiciones de insularidad, las cuales favorecen que los organismos grandes se hagan «enanos», y viceversa. Pero esto no resulta nada convincente cuando uno se fija en las complejas industrias líticas asociadas a esta especie. La polémica también surgió porque se planteó que el hobbit había evolucionado a partir del *Homo erectus*. En 2017, un equipo de la Universidad Nacional Australiana estudió todo el esqueleto del *Homo floresiensis*, incluyendo no solo el cráneo y la mandíbula, sino esta vez también los hombros, los brazos y las piernas. Los nuevos resultados dieron a conocer que en realidad era una especie hermana del *Homo habilis*, descartando también que se tratara de un individuo patológico. Esto nos abre la puerta a varias interpretaciones: o bien el antepasado del hobbit surgió en África y luego emigró hacia Asia, convirtiéndose en el

***Homo floresiensis* como tal, o se marcó el viaje al revés, y fue de Asia a África.[87]**

Como hemos dicho, las habilidades de los humanos eran tales que les permitieron salir de África para colonizar otros lugares del planeta, sustituyendo progresivamente las poblaciones de neandertales que aún permanecían en la Tierra.[86] Pobrecillos, aunque iban un pelín más justos en esto del intelecto eran muy majos también.

EL ORIGEN DEL BIPEDISMO: «¡FIIIIIRMES!»

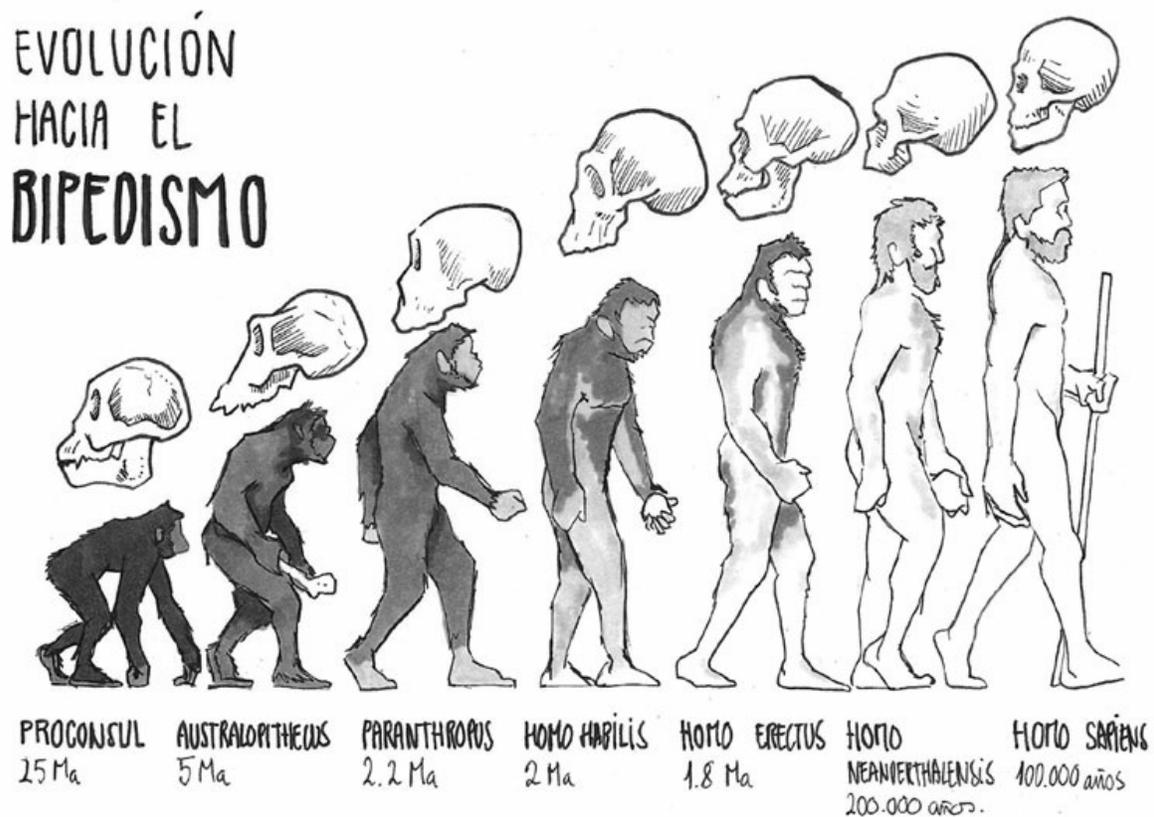
Créenos, comprender cómo surgió el bipedismo sigue siendo una tarea bastante complicada. Entender cómo y en qué momento se dieron estas adaptaciones en los homínidos fósiles no es tarea fácil para las personas dedicadas a la paleontología. Para empezar, todas estas adaptaciones no aparecen a la vez en el linaje humano. Esto es como ir comprando *gadgets* o piezas extras del LEGO. Son cosas que vas acumulando. Pero tiene que quedar claro, de entrada que...

el bipedismo humano no se da en ningún otro primate, por lo tanto, cuando se hace referencia a él, se usa el término bipedismo obligado, lo cual implica diversos cambios en el esqueleto.

Sin embargo, el bipedismo no solo es exclusivo del género *Homo*, sino que también se da en los primeros Hominini, como *Orrorin* y *Ardipithecus*. Este tipo de bipedismo se le llama facultativo cuando es muy primitivo y ocasional, o habitual, cuando empieza a ser un poco más común. Así, si nos fijamos en la locomoción de los homínidos actuales, se pueden ver diferentes

grados de adaptación hacia la terestrialidad. Y aunque a algunos humanos les guste hacer aún el mono, todos los cambios anatómicos que se pueden observar en los brazos de cualquier *Homo sapiens* han dado lugar a un tipo de vida casi completamente terrestre.

«¿Y cómo entendemos eso que nos contabas del *knucklewalking* de los chimpancés y los gorilas?» Pues fácil, hay que interpretarlo como un comportamiento de transición de la vida en los árboles, como algo más primitivo, hacia la vida en tierra firme.



En este caso, los brazos largos y los dedos curvados permiten desplazarse por el suelo para alimentarse, pero, a su vez, moverse de vez en cuando por los árboles para buscar frutos y fabricar nidos. Aunque se tiene que reconocer que si uno se mira el registro fósil no hay ninguna otra especie con estas

adaptaciones en las manos y, por lo tanto, los orígenes del *knuckle-walking* son todavía un poquito oscuros.

La primera de las teorías para explicar el origen del bipedismo sugiere que esta locomoción se dio a partir de un antepasado arborícola. El principal argumento de esta última es que solo los orangutanes y gibones pueden hiperextender la rodilla como lo hacen también los humanos (algo imposible para los antropomorfos africanos como los gorilas y chimpancés). Por lo tanto, un estadio intermedio tipo *knuckle-walking* no sería un paso obligado para llegar a ser un bípedo obligado. La segunda teoría propone el origen en un antepasado semiterrestre, tipo *knuckle-walker*. Pero el único argumento que soporta esta hipótesis son los recientes estudios moleculares, que demuestran que los humanos están más estrechamente emparentados con los chimpancés y los gorilas, que con los orangutanes y los gibones. Con todo este lío, lo que sí está claro es que esta incógnita no se puede resolver solo analizando las especies actuales de primates. Y aquí vuelven a entrar en escena las personas dedicadas a la paleoprimatología o la paleoantropología.

Si miramos el registro fósil de los hominoideos, el fémur y la rodilla de *Orrorin*, uno de los hominoideos más basales, son bastante similares a los humanos, y por tanto, con toda seguridad tendría una conducta bípeda habitual. En cambio, con los pocos huesos de *Ardipithecus* (tristemente, solo tenemos la pelvis y el pie), los investigadores creen que tendría una locomoción bípeda de tipo facultativo, es decir, que andaba de pie de uvas a peras. En realidad, todavía no está muy claro cuáles son las causas que influyeron más en la aparición del bipedismo, aunque muchos y muchas especialistas en el tema creen que la alimentación habría desempeñado un papel muy, pero que muy, importante. Si te paras a pensarlo, el *knuckle-walking* de los chimpancés y de los gorilas es muy útil para seguir recolectando alimentos de las copas de los árboles, mientras que el bipedismo facultativo del *Ardipithecus* abre una nueva vía para buscar nuevos alimentos en tierra firme.

Te creas una opción o la otra, lo que está claro es que el descubrimiento de *Ardipithecus* decanta la balanza a que el género humano probablemente no evolucionó a partir de un ancestro *knuckle-walker*. Esto quiere decir que este

tipo de locomoción evolucionó independientemente tanto en gorilas como en chimpancés. Se ha de tener en cuenta que los australopitecos, además, tienen muchas más adaptaciones que indican una forma de andar bípeda habitual, mucho más que en los ardipitecos. Para acabar de rematarlo tenemos una prueba casi irrefutable que nos confirma el bipedismo de los australopitecos. Unos restos indirectos de escándalo. Sí, sí, desde que se encontraron las famosas huellas de Laetoli, con una antigüedad de 3,5 Ma, se pudo ver cómo los australopitecos andaban erguidos, tan felices ellos dándose un paseo bípedamente. Estas pisadas quedaron fosilizadas gracias a la ceniza volcánica, lo que certifica dos cosas: primero, que los australopitecos eran bípedos, y segundo, que a pesar de la importante encefalización y todo eso, resulta que igual no eran tan listos, porque andar cerca de un volcán en erupción tan ricamente no es (a no ser que te llames Frodo y Sam y vayas a deshacerte del anillo de poder) una de las mejores ideas que puedas tener.

Bromas aparte, no es de extrañar que los australopitecos combinaran el bipedismo habitual con la locomoción trepadora arbórea. Esto sería lo más seguro si uno vive con una mano delante y otra detrás en medio de la sabana. Es lo que llamamos un *win win* (o ganar-ganar). En primer lugar, permite conseguir alimentos tanto en tierra como en los árboles, pero a la vez, concede una estupenda ventaja a la hora de buscar refugio para protegerse de los grandes depredadores y burlarse de ellos en las copas de los árboles.[88]

EL PODER ESTÁ EN TUS MANOS

Es lógico pensar que el bipedismo llevó directamente al desarrollo y la mejora de la mano humana, ya que este tipo de locomoción implica dejar completamente libres los brazos. Antebrazos, muñecas y manos, libres para protegerse la cara cada vez que caían intentando eso de ser bípedos obligados. Sinceramente, entre nosotros, tener manos ha sido una de las mejores cosas que nos han podido pasar. Los primates en general tenemos unas manos bastante versátiles, que nos permiten hacer distintos movimientos

para manipular las cosas. Pero ¡cuidado! Una de las innovaciones más sofisticadas, el *update* 2.0 de las manos y que todavía no han descubierto los caballeros Jedi, es que el poder de la fuerza, es en realidad el poder de prensión. Esta prensión puede ser de dos tipos, pero en ambos es imprescindible la movilidad del dedo pulgar.

- La prensión de potencia o *power grip*, que se utiliza cuando hay que maximizar la fuerza y el pulgar refuerza la presión ejercida por el resto de los dedos, como, por ejemplo, cuando agarras ese maravilloso vaso con tu bebida favorita y que te ha costado un ojo de la cara.
- La prensión de precisión o *precision grip*, que como su nombre indica se utiliza cuando hay que enfatizar la precisión. La mano agarra el objeto haciendo la pinza entre el pulgar (con la yema, la punta o la parte lateral) y cualquiera de los otros dedos, uno de ellos o más. Este tipo se da, por ejemplo, cuando sujetamos los cubiertos o un lápiz, y suele ser muy útil para decir «no *puedoor*» o «*fistro*, pecador» (nuestro pequeño tributo a Chiquito de la Calzada).



En general, aunque los humanos y los grandes antropomorfos actuales utilizan los dos tipos de prensión, solo los humanos pueden llevar a cabo un

tercer tipo de prensión de precisión, llamado yema con yema o *pad to pad*. Esto es posible gracias al hecho de tener una mano corta y un pulgar relativamente largo. Al contrario, las manos de otros primates tienen los dedos larguísimos y los pulgares más bien pequeños.

Los primeros estudios sugerían que las proporciones de la mano humana habrían evolucionado para fabricar instrumentos líticos, simplemente porque la aparición de las primeras herramientas coincide también con la aparición de los humanos. Todo muy bien contrastado y argumentado como ves. Así que, evidentemente (ironía «modo *on*»), el desarrollo de un pulgar relativamente largo sería una adaptación surgida exclusivamente para la fabricación de instrumentos. Sin embargo, con el descubrimiento del *Australopithecus afarensis* (que es aproximadamente un millón de años anterior a la aparición de las primeras industrias líticas), junto con la posterior aparición de otros australopitecos como *Australopithecus africanus* y *Australopithecus sediba*, esta teoría se vino completamente abajo.

La mano del *afarensis* habría podido llevar a cabo una prensión de precisión tipo yema con yema muy parecida a la de los humanos agarrando un pincel, y en aquellos tiempos, todavía no había herramientas. Aunque tener un pulgar largo no es sinónimo de fabricación de industria lítica, el hecho de tener un pulgar relativamente largo habría sido al menos bastante útil en muchos otros contextos manipuladores, como, por ejemplo, la recolección de alimentos. A ver quién es el guapo que va a recoger moras silvestres maduras y a punto de caramelo con unas manos que parecen pies. Hombre, un poco de tacto y de precisión es necesario para tales labores. Sin embargo, claro que los primates actuales y fósiles manipulan objetos y alimentos, pero la evolución tiene sus preferidos, y la eficiencia en la locomoción es mucho más importante desde un punto de vista selectivo que modificar la mano por el mero capricho de recoger moras.

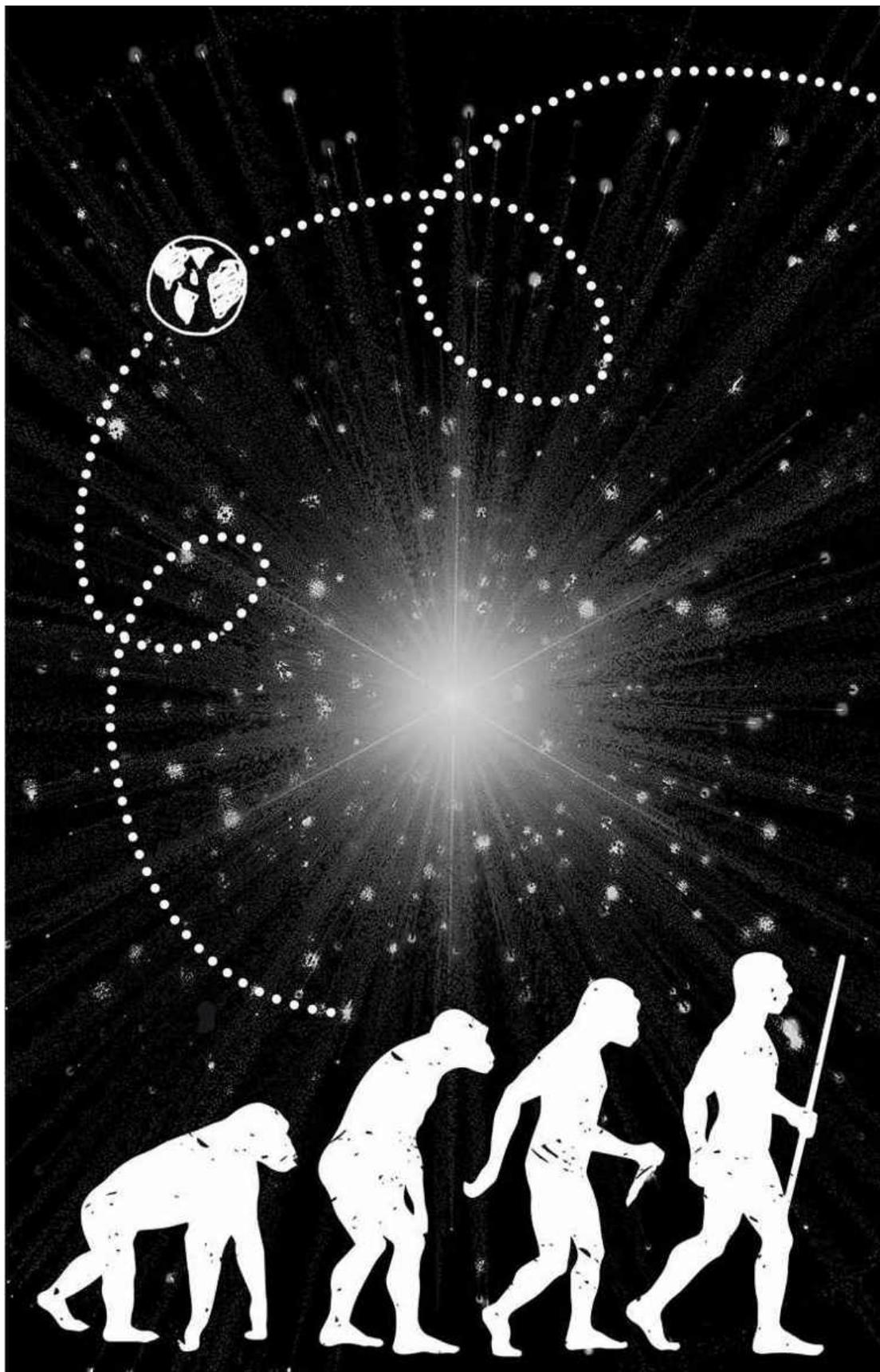
DATO CURIOSO

¿Sabías que los osos panda tienen un «falso pulgar», que funciona como un sexto dedo? Está formado por un hueso llamado sesamoideo radial, que en el resto de los carnívoros es solo un hueso más de la muñeca. En las dos especies de pandas actuales, gigante y rojo, este hueso permite hacer un movimiento de pinza (gracias a una musculatura especial) con el fin de agrupar el bambú del que se alimentan. Y aunque este «falso pulgar» permitió a ambas especies de pandas especializarse en el bambú, parece ser que su función inicial estaría relacionada con la locomoción, y más específicamente sería muy útil para sujetarse y desplazarse por las ramas de los árboles. Parece ser que a medida que las especies de oso fueron aumentando de tamaño, el dedo perdió su función locomotora y el sesamoideo se fue haciendo más pequeño en todas las especies, pero ¡cuidado!, excepto en aquellas que lo empezaron a utilizar para alimentarse de plantas. Este sexto dedo se hizo mundialmente famoso en 1980, gracias a la publicación del libro *El pulgar del panda*, escrito por el biólogo evolutivo, paleontólogo y gran divulgador Stephen Jay Gould. El autor desmontó todas las teorías del creacionismo y del diseño inteligente sobre la aparición y evolución de las especies. Según Gould, «el pulgar del panda no deja de ser una muestra de una imperfección, en la que una estructura cambia su función por otra de una forma más o menos torpe». Del mismo modo, Gould dijo que «el pulgar del panda era la evidencia de que no había un creador».[89]

«¿Es decir, que la mente perversa de la evolución piensa que mejorar la mano para agarrar un par de higos puede resultar contraproducente, ya que esta nueva mano 2.0 puede que ya no tenga la forma adecuada para subir a la higuera...?» Por lo visto sí.

Como es lógico, la morfología de la mano en los primates tiene un mayor compromiso con la locomoción que con la manipulación. Todo apunta a que la mano de los homínidos habría evolucionado a partir de una condición ancestral intermedia, es decir, que el pulgar no sería tan reducido como en

chimpancés y orangutanes, ni tampoco relativamente largo como en humanos y australopitecos.[\[90\]](#)



EPÍLOGO

EL FUTURO DE LA PALEONTOLOGÍA

EL ANTROPOCENO: LA NUEVA ÉPOCA DE LOS HUMANOS

No te preocupes si la palabra *Antropoceno* no te dice nada. De hecho, en lo único que la comunidad científica se ha puesto de acuerdo hasta la fecha es en el nombre. Del griego *anthropos*, que significa «humano», y *cene*, que significa «nuevo» o «reciente», se sacaron de la manga este nuevo piso geológico. Complicaciones las justas para nombrar, el resto valora tú mismo.

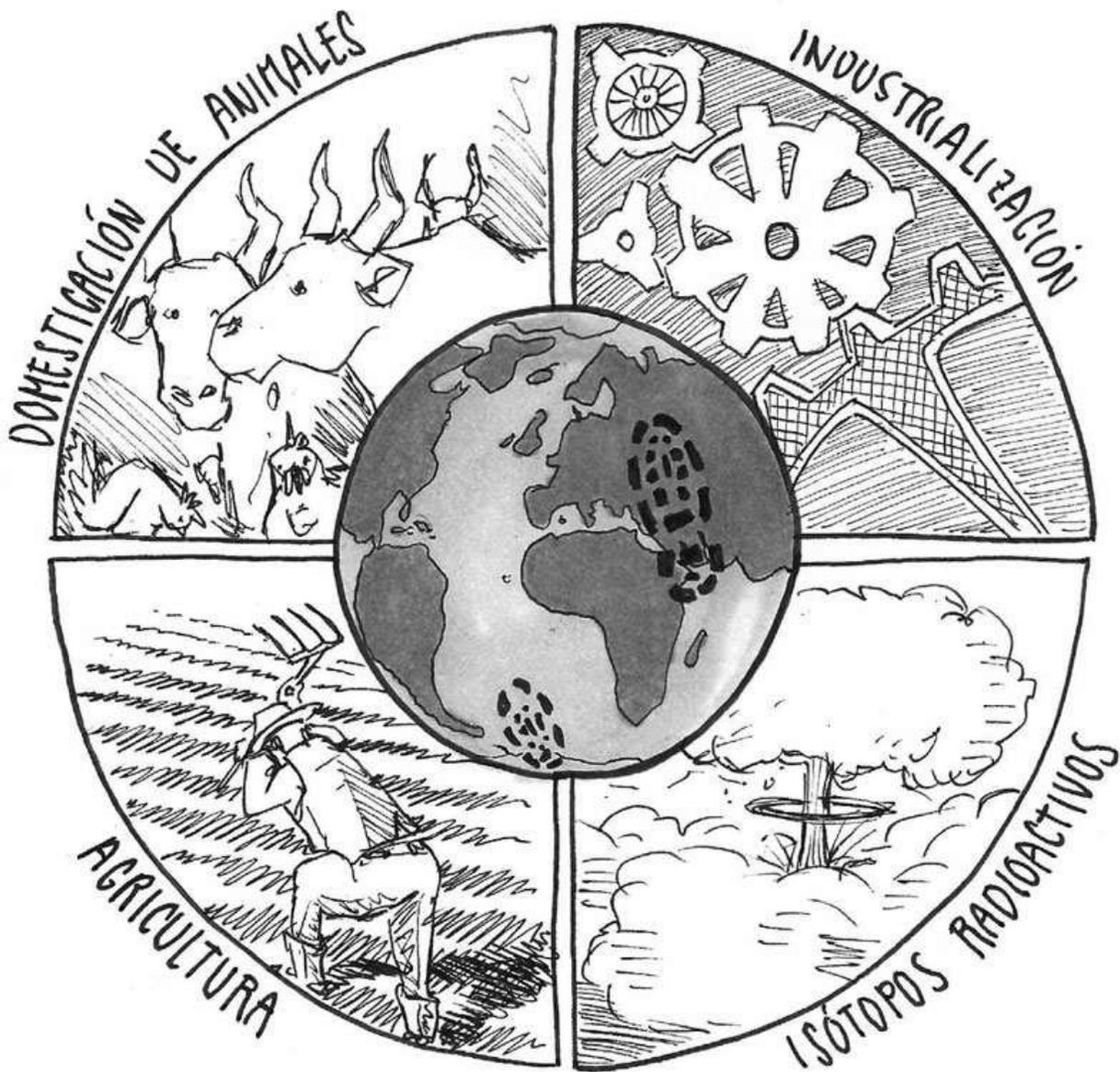
Este término fue acuñado por primera vez en el año 2000 por el Nobel de Química Paul Crutzen, que explicó que el impacto de la actividad humana sobre la Tierra era tan grande, y a nuestro parecer tan destructivo, que consideró que era necesario que el nombre de la época geológica en la que vivimos reflejara esta cruda realidad. Para que te hagas una idea: de la misma manera que se encuentran estratos cargaditos de faunas del Burgess, igual dentro de miles o incluso millones de años encontrarán un nivel solo hecho de plástico y demás basuras. Sí, amigo, a este paso todo se va a ir al garete. Restos de toda una civilización compactados en unos pocos centímetros o metros de sedimentos.

Sin embargo, desde hace más de una década, la idea de cambiar la escala temporal geológica y asumir la propuesta de Crutzen dio lugar a un debate, y el término *Antropoceno* poco a poco se fue colando en el lenguaje científico y popular. Al más puro estilo de la comunidad del anillo de las novelas de Tolkien, un grupo de treinta expertos de la comunidad científica formado por geólogos, científicos del clima, ecologistas y un abogado (que los abogados nunca falten), se dio cita por primera vez en 2014 para elaborar una propuesta

sería del tema y analizarla en el Congreso Internacional de Geología que se celebró en Berlín en 2016.

Hace ahora ya casi dos años que se discutió si había llegado la hora de dar por terminada la época geológica actual, el Holoceno. Pero la respuesta no es nada fácil. Para un grupo de científicos todo empezó en Inglaterra con la Revolución Industrial, a mediados del siglo XVIII y posteriormente se expandió al resto de Europa. Como hemos visto con el ejemplo de las polillas de *Biston betularia* de diferentes colores, las cuales estuvieron claramente afectadas por la industrialización. Sin embargo, quienes rechazan este momento como inicio del Antropoceno argumentan que, aunque se trata de un cambio importante en la historia, en términos geológicos, el proceso ocurrió en distintos momentos y lugares del planeta. Vamos, que sigue un patrón eurocentrista de escándalo y como que no lo ven.

Otros científicos sugieren la aparición de los isótopos radioactivos de las décadas de 1940 y 1950 como el momento clave para marcar el inicio del Antropoceno, ya que es un fenómeno que ha dejado una marca más global, que ha afectado a toda la Tierra más o menos al mismo tiempo. Incluso un grupo más minoritario ha sugerido la aparición de la agricultura (hace aproximadamente unos once mil setecientos años), que, junto con la domesticación de los animales, dio lugar a una intensa cicatriz en el paisaje. El problema es que esta fecha sería muy cercana al inicio del Holoceno como tal y, por tanto, ya existe una terminología geológica para designarla. Por si esto fuera poco, el debate también se centró en las consecuencias prácticas, incluso legales, de llamar a nuestra época geológica de una manera diferente. De ahí viene la presencia de un abogado en el grupo de trabajo. Los legalismos nos perseguirán siempre. Te dejamos un pequeño resumen visual para que le des vueltas a la cabeza. ¿Qué argumento te convence más?



En cualquier caso, el término *Antropoceno* está siendo cada vez más usado por todos los públicos. No es la primera vez que el nombre de un piso estratigráfico conlleva riñas y multitud de debates; si no, recuerda al pobre señor Lapworth (capítulo 5) cuando propuso el término *Ordovícico*. La semilla del mal del Antropoceno está sembrada, y al final serán los científicos los que tendrán que llevar a cabo una definición formal si finalmente se acepta, o bien pasar página y deshacerse de él.[91]

LA SEXTA EXTINCIÓN

No pretendemos ser unos alarmistas, pero ya caben pocas dudas sobre si la Tierra ha entrado en la sexta extinción o no. Las extinciones por causas naturales existen, lo hemos visto a gran escala con las cinco extinciones masivas que ha sufrido el planeta con anterioridad, pero también, a pequeña escala, a lo largo de la historia de la vida en la Tierra. La biodiversidad desde su origen se ha basado en un sinfín de sustituciones biológicas; vamos, que unos se van y otros llegan, las gallinas que van entrando por las que van saliendo, y así constantemente. El problema viene cuando la acción del hombre multiplica la velocidad de estas sustituciones, siendo el detonante clave debido a la sobreexplotación de los recursos, la pérdida de hábitats, el cambio climático, la contaminación, las especies invasoras y un largo etcétera. Cuando sus acciones tienen un impacto global tan grande que ríete tú del cráter de Chicxulub.

Ahora bien, está claro que impacta muchísimo más la visión de un megameteorito acercándose a la Tierra que la de un atasco a las seis de la tarde de un Viernes Santo en medio de la operación salida de Semana Santa. La acción del hombre es aparentemente discreta y la reacción de la sociedad también. Y en parte es casi normal, porque la gente no se pone de luto si el delfín Irawadi de la bahía de Bengala está amenazado en 2017 a causa de la sobrepesca. Muchos deberíamos primero saber dónde narices está la bahía de Bengala. Tampoco salta la alarma si desaparecen montones de especies de insectos. Para empezar, los insectos son casi imposibles de catalogar por completo. ¡Imagínate cuantificar cuántos de ellos se extinguen al año!

DATO CURIOSO

Desde que Charles Darwin escribiera sobre el Archipiélago de las Galápagos en su obra maestra *El origen de las especies*, este conjunto de islas es uno de los sitios más estudiados del mundo. Una de las

historias más emotivas a favor de la conservación de las especies es la emblemática tortuga de Isla Pinta, *Chelonoidis nigra abingdoni*. Cuando se creía que estaba completamente extinguida, una pareja de biólogos descubrió en 1972 un ejemplar, que parecía ser el último representante de su linaje. De la alegría inicial se pasó al pesimismo al comprobar que no existían otros individuos hembras en la isla, y por eso lo bautizaron como el Solitario George. El plan pasó por llevarlo a la Estación Científica Charles Darwin, con dos hembras de otra subespecie, *Chelonoidis nigra becki*, para lograr su reproducción y preservar sus genes. Y aunque a George le costó un poco entender cómo funcionaba esto de la copulación, cien años solo son muchos, finalmente copuló con ambas hembras. Todos los huevos resultaron infértiles. «Es que menuda presión, con lo tranquilo que estaría él en medio del volcán... y ahora tiene que salvar la subespecie.» Finalmente, el Solitario George murió por causas naturales el 24 de junio de 2012, sin dejar descendencia conocida, de forma que la subespecie de Isla Pinta se dio por desaparecida. Recientemente, la Dirección del Parque de las Islas Galápagos ha anunciado el hallazgo de nueve hembras y varios machos en el volcán Wolf (Isla Isabela), todos ellos híbridos y portadores de los genes de George (*Chelonoidis nigra abingdoni*). Es posible que en un futuro podamos contar con más de un Solitario George gracias a la ingeniería genética y a un riguroso programa de reintroducción.

Por suerte para los preocupados y para los que no, también la cosa cambia cuando organismos como la World Wildlife Fund (WWF) o la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) cuantifican todos estos dramas y anuncian que la sombra de la extinción se cierne al menos sobre el 25 % de todos los mamíferos y más del 40 % de los anfibios.

El mayor de los problemas es que la pérdida de biodiversidad no es percibida por la mayoría de los mortales como una gran amenaza, ya que no influye directamente en sus vidas. «¡Esto es desastroso, no ponerles cara no

es una excusa para obviar su extinción!» Eso creemos nosotros también. De hecho, el empobrecimiento es más importante de lo que parece, ya que implica la pérdida de plantas, animales y microorganismos, lo que afecta a ecosistemas enteros, que como ya dijimos muchas veces penden de un hilo, como si fueran equilibristas. Para los más pragmáticos también tenemos respuestas. La desaparición de estas plantas, animales y microorganismos implica la consiguiente desaparición, por ejemplo, de muchos principios activos para generar nuevos medicamentos en el futuro. ¿Eso sí que nos preocupa, eh? Ejemplos prácticos como este hay muchos y en el fondo son los que hacen saltar la chispa de la opinión pública, es decir, hacen que la gente se preocupe un poco.

Pero es obvio que, lo quieran ver o no, el problema está ahí fuera acechando. Recientemente, un grupo de investigadores ha dirigido un estudio para proporcionar una idea clara de si en realidad las poblaciones de animales están descendiendo drásticamente o no. Y, para los negacionistas, la respuesta es clara: ¡sí! Las conclusiones son escalofriantes. De hecho, el estudio incluye más de 27.600 especies, lo que se podría equiparar a casi la mitad de las especies conocidas de vertebrados terrestres. Una cifra inimaginable. Este trabajo, además, reveló que más del 30 % de las especies de vertebrados están disminuyendo su rango geográfico y su población. Vamos, que hasta los mismos autores explican que se trata de una aniquilación biológica silenciosa que ocurre en todo el mundo. A modo de reflexión, esta pérdida de biodiversidad no solo refleja nuestra falta de empatía con todas las especies silvestres, sino también el precio que deben pagar los sistemas naturales por mantener nuestra civilización. En cualquier caso, hoy, el mundo no puede esperar a paliar los efectos de esta pérdida, porque ya será demasiado tarde. La superpoblación humana junto con un consumo irracional deberá abordarse en un futuro no muy lejano para acabar con la idea de que los recursos de la Tierra son ilimitados.[92]

LA INGENIERÍA GENÉTICA NOS DA LA MANO

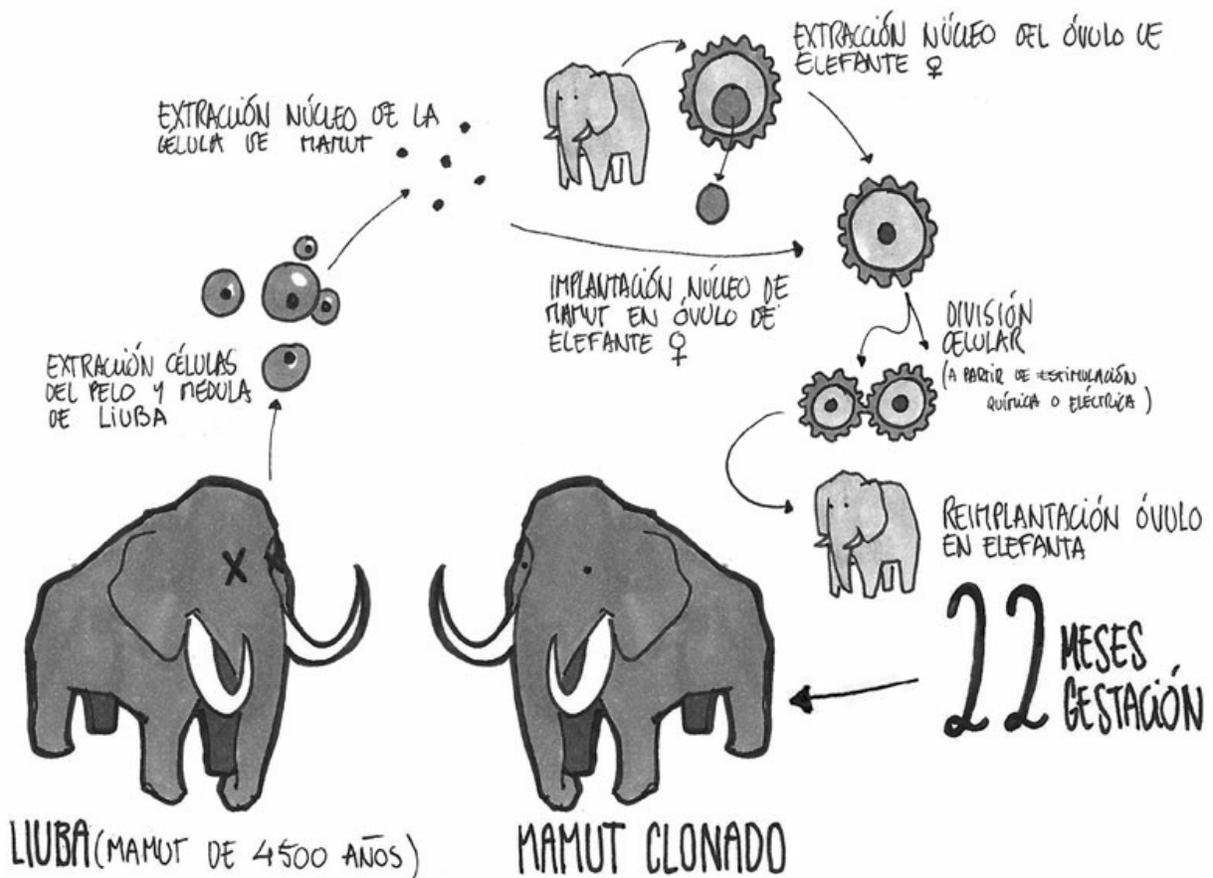
Con todo este drama de la sexta extinción, parece que la ingeniería genética se ha convertido en una de las mejores apuestas para salvar la biodiversidad en peligro. Estos ingenieros e ingenieras llevan los diez últimos años revolucionando los laboratorios, perfeccionando los métodos de clonación. Técnicamente, lo ven muy claro, solo hay que superar tres peldaños para poder resucitar una especie fósil o clonar una especie actual.

- Se necesita material genético de pata negra, es decir de BUENA CALIDAD, o, lo que es lo mismo, una muestra orgánica que sea susceptible de contener ADN en buen estado.
- Se ha de secuenciar toda la información genética que contiene ese ADN, y aunque muchas veces parezca una tarea relativamente fácil, puede ser un trabajo de chinos que se prolongue durante varios años.
- Finalmente, habría tres vías potenciales para clonar a un individuo: 1) introduciendo en el óvulo de un donante el material genético de otro individuo, como se hizo con la famosa oveja Dolly; 2) intentando la clonación a partir de dos especies genéticamente cercanas, como, por ejemplo, utilizar un elefante para clonar un mamut; o, por último, 3) mediante pura ingeniería genética, es decir, crear la especie íntegramente en un laboratorio, en un tubo de ensayo, aunque aún estamos muy lejos de esto, y para eso ya están las películas de Spielberg.

Lo que está claro es que algunos científicos ya han empezado la carrera para resucitar algunas especies, decantándose por las que han desaparecido más recientemente, ya que las muestras de ADN son más fáciles de reconstruir. A pesar de que lleven miles de años extinguidos de su hábitat, los mamuts se postulan como los mejores candidatos para ser resucitados gracias a la cantidad de cuerpos que hay enterrados en el hielo. Para sorpresa de todos, en 2015 se presentaron al mundo las dos primeras secuencias genómicas completas de mamut lanudo de 4.300 años (de la isla de Wrangel, en el océano Ártico) y de 44.800 años procedentes del permafrost Siberiano. [93] El siguiente paso será extraer núcleos intactos de los óvulos de mamut para implantarlos en un óvulo de elefanta, y el embrión que resulte se deberá implantar y desarrollar dentro de una elefanta madre. «Esto sí es un parto de

la burra...»

La palabra permafrost viene del inglés perma, «permanente», y frost, «congelado». Se trata de la capa del suelo que está siempre congelada, no tapada por nieve o hielo, en regiones muy frías como la tundra.



Centrémonos. Aunque la teoría parezca fácil, durante este proceso pueden surgir todo tipo de problemas técnicos. ¡Del parto, mejor ni hablamos! Además, existen otros muchos argumentos éticos y morales. Vamos, que nos armamos rápido con las gafas de Ian Malcolm, matemático de la saga *Parque*

Jurásico, y nos ponemos a discutir acerca de la teoría del caos tranquilamente. Que si se han extinguido será por algo..., que si la mujer heredará la Tierra..., que si se nos ha escapado un *T. rex* en el centro de San Diego... Mil cosas que discutir. Siendo optimistas, y después de largas horas de trabajo en el laboratorio, además de mucha suerte, ¿quién sabe? Igual los mamuts como mascotas podrían estar más cerca de lo que se pueda pensar, ¿no?

«Ahora bien, ¿qué pasa cuando el ADN no es de calidad, cuando es un ADN de marca blanca?» Como hemos visto, recuperar el ADN de un mamut congelado parece más o menos factible, pero como decíamos en el capítulo 1, recuperar ADN de muestras mineralizadas, es decir, fosilizadas, parece casi imposible. Es verdad que se han encontrado restos de proteínas, como el colágeno, pero lo del ADN ya parece un poco más peliculero. Ahora bien, ¿y si escogemos una especie actual y jugamos con sus genes, intentando recuperar los caracteres perdidos en sus genomas? Pues bien, esto que parece una locura tan grande es lo que el señor John Horner, Jack para los amigos, nos propone.[94] Sí, es el mismo Jack Horner que trabajó de asesor en *Parque Jurásico*. Su idea es, a ver si lo decimos bien, involucionar una gallina. Es decir, reactivar los rasgos terroríficos que tiene en su genoma dinosauriano, rasgos como la presencia de dientes, que le salga una cola o, incluso, volver a dotar a nuestro dinopollo de brazos y manitas para abrir puertas en lugar de alas. En resumidas cuentas, ser los padres de un terópodo no aviano. La semilla de esta teoría de la involución está sembrada y la exclusividad no la tiene solo el señor Horner. Actualmente ya se han hecho experimentos intentando reactivar los genes más reptilianos de los pollos, bloqueando mediante un tipo de proteína especial el desarrollo «normal» del ave en cuestión, dejando vía libre a los genes ancestrales. Parece que la idea en sí funciona, ya que actualmente se ha conseguido sustituir el pico de una gallina por una mandibulita con dientes.[95] Aquí no acaban las aspiraciones de los genetistas, ya que la idea es conseguir dar a luz a un maniraptor hecho y derecho, el ancestro dinosauriano que dio lugar a las aves actuales. Por suerte o por desgracia, todo esto se ha quedado en los tubos de ensayo, ya que los comités éticos no dan carta blanca a este club de ingenieros para gestar

tales animales. Pero ellos, poco a poco, van descubriendo más acerca del genoma ancestral de las aves y de cómo jugar con él para obtener los caracteres necesarios para dar a luz un dinosaurio. Tiempo al tiempo, pero seguro que a algunos científicos se les irá la vida entera intentándolo, solo esperemos que valga la pena.

CIENCIOLÓGÍA Y CREACIONISMO: IGNORANCIA Y PSEUDOCIENCIA

La Iglesia de la Cienciología es una de las organizaciones religiosas más controvertidas del panorama actual. Y aunque presumen de tener más de ocho millones de miembros, lo que sí es preocupante es que, al parecer, es una de las creencias que más rápido se expande y crece en número de adeptos. Si es que ya lo dicen: la ignorancia mata. Pero tanto glamur no se adquiere de la noche a la mañana, así sin más, y lamentablemente, celebridades como Tom Cruise, John Travolta o Chuck Norris han ayudado significativamente a popularizar y poner de moda esta organización.

Y es que lo más fuerte de todo es el origen de esta secta *psicoespacial*. Sus seguidores se creen la historieta de que unos seres galácticos llegaron a la Tierra hace unos 75 Ma, y las almas de estos todavía deambulan por el planeta haciendo estragos en los seres humanos... ¡ALTO! Ya estamos con que la abuela fuma. Pero, vamos a ver, ¿y todo lo que hemos explicado aquí sobre la paleontología? Es que tú crees que puedes resumir 4.500 Ma de historia de la Tierra, así a la torera, con la llegada de cuatro extraterrestres: ET, Alf, Alien y Predator. *No way*. Esto sí que hace daño a la paleontología, porque en países del Primer Mundo, como Estados Unidos, que más de la mitad de la población no crea en la evolución, ¡no tiene perdón! Esto nos indica que la cosa no va bien. Y lo que da más miedo, que puede ir a peor. En cualquier caso, no se puede ignorar el poder de la cienciología, porque en esta secta se gastan la nada despreciable suma de 20 millones de dólares al año solo en recurrir a los tribunales y lanzar campañas de desprestigio para intimidar y

silenciar a todos aquellos que se atreven a criticar sus creencias y prácticas.

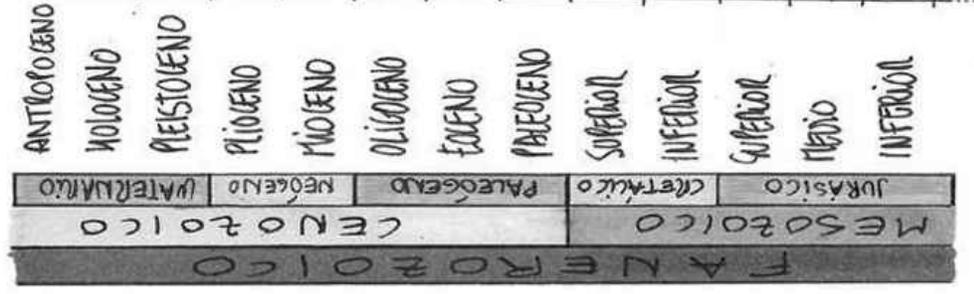
Por si esto fuera poco, hay otra amenaza que se cierne sobre la paleontología: los creacionistas. Estos antidarwinistas ya no es que lean la Biblia o nombren a Dios, simplemente intentan ignorar la evolución, argumentando que la vida es demasiado compleja para que no haya un Creador, un Gran Diseñador. Se podría decir que viven pensando que todo era perfecto en el pasado, porque hubo un tiempo en el que el hombre creía que vivía en un mundo que había sido creado por Dios. ¡Qué gozo y regocijo de tiempo aquel! Hasta que a mediados del siglo XVII, alguien tuvo que chafar la guitarra, y el anglicano James Ussher tuvo la maravillosa y espectacular idea de calcular, Biblia en mano, que la Creación se había dado el domingo 23 de octubre del año 4004 a. C., ni un día más y ni un día menos. ¿Cómo se te queda el cuerpo? Además, fechaba muchos otros acontecimientos con una escandalosa precisión y exactitud, como, por ejemplo, el diluvio universal en el año 2348 a. C., o la llamada de Dios a Abraham en 1921 a. C. Pero bueno, dentro de este drama, todo estaba en relativa calma, porque para entonces casi todo el mundo creía que el Antiguo Testamento era un simple —otro más— libro de historia. Pero la cosa se fue complicando con la revolución copernicana. Copérnico, Galileo y Newton ya habían explicado los fenómenos naturales como resultado de procesos también naturales. Pero claro, solo faltaba el bueno de Darwin, el cual tenía que hacer lo mismo, pero ahora, con los seres vivos. Y así fue, Darwin publicó *El origen de las especies* y, libro en mano, ya se podían explicar todos los procesos naturales mediante la selección natural. Pasarnos por el forro tantos años de esfuerzo es bastante frustrante, y más para las personas que se rompen los cuernos día a día para dar datos y resultados científicos veraces.

¡Qué bonita la revolución científica! En fin, hoy en día continuamos con la lucha, quizás un poco más moderadamente, pero ahí está. ¡Claro que sí! Ahí está, en cada ámbito científico que lucha por sobrevivir en un mundo en el que imperan las prioridades económicas, donde la ciencia, en general, acostumbra a ocupar un puesto bastante discreto. ¿Quién quiere invertir más en ciencia?

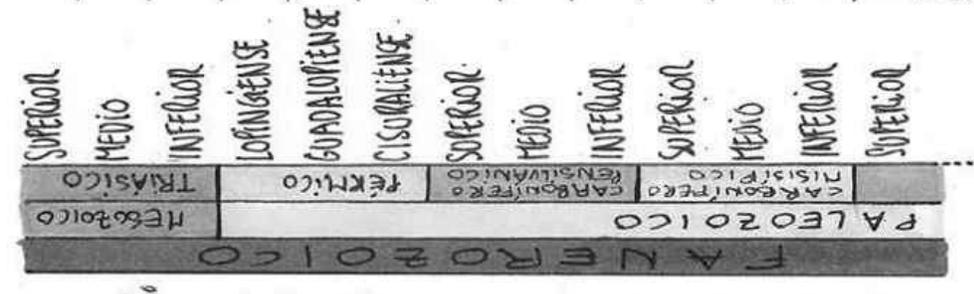
Con o sin palos en las ruedas, lo daremos todo para ir aportando nuestro

granito de arena en esto de buscar lo que para nosotros es realmente la verdad. La verdad de un origen, unos hechos, que en cierto modo parecen perdidos. Estimado o estimada lectora, esperamos encontrarte en esta búsqueda sin fin.

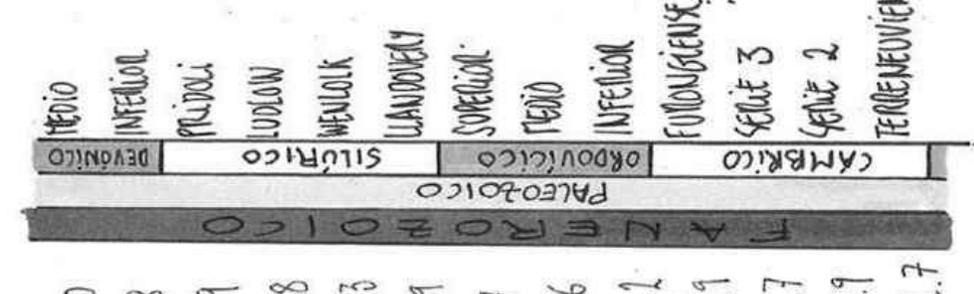
CONOTETA / EÓN
 ERATETA / ERA
 SISTEMA / REGO



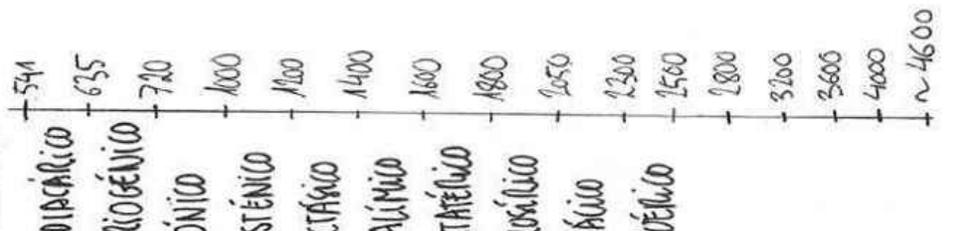
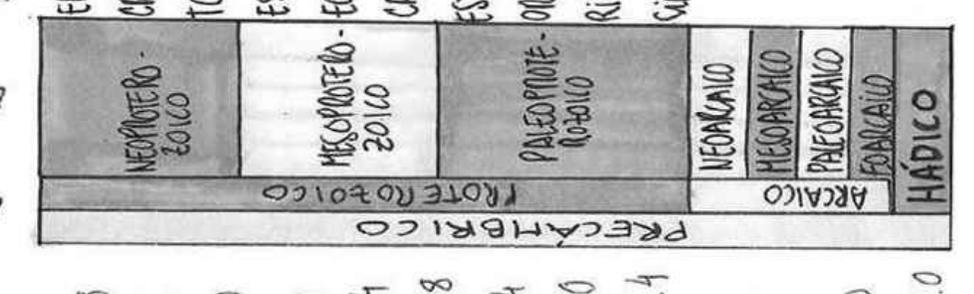
CONOTETA / EÓN
 ERATETA / ERA
 SISTEMA / REGO



CONOTETA / EÓN
 ERATETA / ERA
 SISTEMA / REGO



CONOTETA / EÓN
 ERATETA / ERA



AGRADECIMIENTOS

¡Nunca hubiéramos pensado que nos costaría tanto escribir los agradecimientos! Así que, si nos estamos dejando a alguien, no nos lo tengáis en cuenta. *En busca del origen perdido* no hubiera sido posible sin el apoyo de las personas e instituciones que, de una manera u otra, nos han ayudado durante nuestros años de jóvenes investigadores. Compartir con todo el mundo nuestro trabajo es ya motivo de satisfacción y, si encima reclutamos a unos cuantos futuros investigadores, aún mejor.

Ante todo, querríamos agradecer a Ediciones Paidós (Grupo Planeta) por la libertad que nos han dado a la hora de trabajar y el apoyo, en todos los aspectos, que hemos recibido en las diferentes fases del proceso. En especial querríamos agradecer a nuestros editores Sergi Soliva y Eugenia Soria por apostar por nosotros y por sus consejos, a Teresa Lozano por la estupenda corrección del texto y a Javier Pérez de Amézaga por sus increíbles ilustraciones.

En segundo lugar, esta oportunidad nos ha permitido aprender de nuevo sobre la paleontología, más allá de nuestras especialidades, algunas que incluso nosotros desconocíamos. Nos hemos vuelto a enamorar de nuestra ciencia al recordar muchos conceptos o teorías que ya prácticamente habíamos olvidado con el paso del tiempo. Cabe decir que todo esto empezó

con unas cervecitas de por medio, cuando nos planteamos: ¿y porque no hacer un libro de paleontología como a nosotros nos gustaría? Es decir, con un lenguaje más coloquial, más cercano y ameno, y para todos los públicos. Y a partir de ese momento, este libro fue tomando forma. ¡Porque este libro también es para nosotros!

Por último, estaremos eternamente agradecidos a los amigos, la familia y nuestras parejas, por estar ahí en los buenos y malos momentos. Porque en realidad, sois los únicos que nos conocéis bien, los que nos habéis apoyado incondicionalmente y que sabéis lo largo que ha sido el camino. Este libro es, especialmente, para todos vosotros.

Alba Vicente Rodríguez

De pequeña se llenaba los bolsillos de piedras, pero no fue hasta su etapa universitaria cuando se involucró de lleno con la paleontología y concretamente con el estudio de algas fósiles (carófitas). Enamorada, desarrolló su tesis doctoral (2017) en este campo, el cual continúa investigando actualmente en la Universidad Nacional Autónoma de México, y en su universidad de origen (UB) donde colabora puntualmente.

Ferran Llorens i Carrera

Quedó atrapado por la paleontología a temprana edad, cuando sus abuelos lo llevan al campo a recolectar rocas y fósiles, comenzando así su propio despertar de la ciencia. Muchos años de estudio después, se zambulle dando clases de Ciencias Naturales a futuras generaciones de paleontólogos y paleontólogos con la intención de provocar más de esos despertares.

Àngel Hernández Luján

Doctor en Geología por la UAB (2015), es investigador asociado del Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, donde inició sus estudios sobre de tortugas fósiles de Cataluña, que fueron objeto de su tesina (2009) y tesis (2015). Además, finalizó en 2013 el Máster de Gestión del Patrimonio Cultural (UB), con el fin de ampliar su formación en el campo del patrimonio paleontológico.

NOTAS

[1] Sam Boggs, Jr., *Principles of Sedimentary and Stratigraphy*, Nueva Jersey, Pearson Prentice Hall, 1995.

[2] Yao-chang Lee *et al.*, 2017, «Evidence of preserved collagen in an Early Jurassic sauropodomorph dinosaur revealed by synchrotron FTIR microspectroscopy», en *Nature Communications*, 8 (14220), 2017, <www.nature.com/articles/ncomms14220>.

[3] Adrienne Mayor, *The First Fossil Hunters: Paleontology in Greek and Roman Times*, Princeton, Princeton University Press, 2001.

[4] Andrea Baucon, «Da Vinci's Paleodictyon: the fractal beauty of traces», en *Acta Geologica Polonica*, 60 (1), 2010, págs. 3-17.

[5] Iván Narváez Padilla y Ioannis Sarris, «El uso de fósiles en la medicina tradicional», en *Cidaris: Revista Ilicitana de Paleontología y Mineralogía*, 30, VIII Encuentro de Jóvenes Investigadores en Paleontología, 2010, págs. 211-216.

[6] Jorge Juan Eiroa, *Nociones de Prehistoria general*, Barcelona, Ariel, 2003.

[7] David C. Catling y James F. Kasting, *Atmospheric Evolution on Inhabited and Lifeless World*, Cambridge, Cambridge University Press, 2017.

[8] Allen P. Nutman *et al.*, «Rapid emergence of life shown by discovery of 3700-million-year-old microbial structures», en *Nature*, 537 (7621), 22 de septiembre de 2016, págs. 535-538.

[9] Carlos Briones, Alberto Fernández Soto y José M.^a Bermúdez de Castro, *Orígenes: el universo, la vida, los humanos*, Barcelona, Crítica, 2015.

[10] GBIF, *Catalogue of Life: 2017 Annual Checklist*, 2017, <www.catalogueoflife.org>.

[11] Camilo Mora *et al.*, «How many species are there on earth and in the ocean?», en *PLoS Biol*, 9 (8), 23 de agosto de 2011, <<http://journals.plos.org/plosbiology/article?id=10.1371/journal.pbio.1001127>>.

[12] Kenneth J. Locey y Jay T. Lennon, «Scaling laws predict global microbial diversity», en *PNAS*, 113 (21), 2016, págs. 5970-5975.

[13] Patricia Vickers-Rich y Patricia Komarower, *The Rise and Fall of Ediacaran Biota*, Londres, Geological Society, 2007.

[14] Thomas H. P. Harvey *et al.*, «Burgess Shale-type microfossils from the middle Cambrian Kaili Formation, Guizhou Province, China», en *Acta Palaeontologica Polonica*, 57 (2), 2011, págs. 423-436.

[15] S. I. Kaiser *et al.*, «The Global Hangenberg Crisis (Devonian-Carboniferous transition): review of a first-order mass extinction», en Ralph T. Becker, Peter Königshof y Carlton E. Brett (comps.), *Devonian Climate, Sea Level and Evolutionary Events*, Londres, Geological Society, 2015.

[16] Michael J. Benton, *When Life Nearly Died*, Londres, Thames & Hudson, 2003; Douglas H. Erwin, *Extinction: How Life on Earth Nearly Ended 250 million years ago*, Princeton, Princeton University Press, 2006; Hongfu Yin *et al.*, «The protracted Permo-Triassic crisis and multi-episode extinction around the Permian-Triassic boundary», en *Global and Planetary Change*, 55 (1-3), enero de 2007, págs. 1-20.

[17] L. Becker *et al.*, «Bedout: a possible End-Permian impact crater offshore of Northwestern Australia», en *Science*, 304 (5676), junio de 2004, págs. 1469-1476.

[18] Maximiliano C. L. Rocca *et al.*, «Geophysical evidence for a large impact structure on the Falkland (Malvinas) Plateau», en *Terra Nova*, 29, mayo de 2017.

[19] Douglas H. Erwin, «The Permo-Triassic extinction», en *Nature*, 367, 1994, págs. 231-236.

[20] Josep Marmi-Plana, *Un passeig per la història de la biosfera*, Barcelona, Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, 2013.

[21] Michael Hautmann, «Extinction: End-Triassic Mass Extinction», en *eLS*, agosto de 2012.

[22] Luis Walter Álvarez *et al.*, «Extraterrestrial cause for the Cretaceous-Tertiary extinction», en *Science*, 208 (4448), junio de 1980, págs. 1095-1108.

[23] Vincent E. Courtillot, «A Volcanic Eruption», en *Scientific American*, 263 (4), 1990, págs. 53-60.

[24] Kanchan Pande, «Age and duration of the Deccan Traps, India: A review of radiometric and paleomagnetic constraints», en *Proceedings Indian Academy of Sciences*, 111 (2), 2002, pág. 115.

[25] Stephen L. Brusatte *et al.*, «The extinction of the dinosaurs», en *Biological Reviews*, 90, mayo de 2015, págs. 628-642.

[26] Michael J. Benton, *Vertebrate Palaeontology*, Oxford, Blackwell Publishing, 2005.

[27] Kathy Willis y Jennifer McElwain, *The Evolution of Plants*, Oxford, Oxford University Press, 2013.

[28] *Ibíd.*

[29] *Ibíd.*

[30] Santos Cirujano, Jaume Cambra, Pedro Sánchez, Ana Meco y Núria Flor, *Flora ibérica: algas continentales. Carófitos (Characeae)*, Madrid, Visión Libros, 2014.

[31] Kathy Willis y Jennifer McElwain, *The Evolution...*, *op. cit.*

[32] *Ibíd.*

[33] Matthew E. Clapham y Jered A. Karr, «Environmental and biotic controls on the evolutionary history of insect body size», en *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109 (27), 2012, págs. 10927-10930.

[34] Jennifer A. Clack, *Gaining Ground. The Origin and Evolution of Tetrapods*, Indiana, Indiana University Press, 2012.

[35] *Ibíd.*

[36] *Id.*

[37] *Id.*

[38] *Id.*

[39] *Id.*

[40] Nizar Ibrahim *et al.*, «Semiaquatic adaptations in a giant predatory dinosaur», en *Science*, 345 (6204), 2014, págs. 1613-1616.

[41] David B. Weishampel, Peter Dodson y Halszka Osmólska, *The Dinosauria*, Berkeley-Los Angeles-Oxford, University of California Press, 2007.

[42] Josep Marmi-Plana, *Un passeig...*, *op. cit.*

[43] Lindsay E. Zanno *et al.*, «A new North American therizinosaurid and the role of herbivory in 'predatory' dinosaur evolution», en *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 276 (1672), julio de 2009, <<http://rspb.royalsocietypublishing.org/content/276/1672/3505>>.

[44] Matthew G. Baron *et al.*, «A new hypothesis of dinosaur relationships and early dinosaur evolution», en *Nature*, 543, marzo de 2017, págs. 501-506.

[45] William D. Matthew y Barnum Brown, «The family Deinodontidae, with notice of a new genus from the Cretaceous of Alberta», en *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 46, 1922, págs. 367-385.

[46] Xing Xu *et al.*, «A therizinosauroid dinosaur with integumentary structures from China», en *Nature*, 399 (6734), 1999, págs. 350-354.

[47] Pascal Godefroit *et al.*, «A Jurassic ornithischian dinosaur from Siberia with both feathers and scales», en *Science*, 345 (6195), 2014, págs. 451-455.

[48] Francisco Ortega *et al.*, «A bizarre, humped Carcharodontosauria (Theropoda) from the Lower Cretaceous of Spain», en *Nature*, 467 (7312), 2010, págs. 203-206.

[49] Walter Álvarez *et al.*, «Extraterrestrial cause for the Cretaceous-Tertiary Extinction», art. cit.

[50] Kathy Willis y Jennifer McElwain, *The Evolution...*, *op. cit.*

[51] Jens Boenigk, Sabina Wodniok y Edvard Glücksman, *Biodiversity and Earth History*, Nueva York, Springer, 2015.

[52] Chun Li *et al.*, «An ancestral turtle from the Late Triassic of southwestern China», en *Nature*, 456 (7221), 2008, págs. 497-501.

[53] T. S. Kemp, *The Origin & Evolution of Mammals*, Oxford, Oxford University Press, 2005.

[54] *Ibíd.*

[55] Jens Boenigk, Sabina Wodniok y Edvard Glücksman, *Biodiversity...*, *op. cit.*

[56] *Ibíd.*

[57] Y. Hu *et al.*, «Large Mesozoic mammals fed on young dinosaurs», en *Nature*, 433 (7022), 2005, págs. 149-152.

[58] *Ibíd.*

[59] Jennifer A. Clack, Richard R. Fay y Arthur N. Popper, *Evolution of the Vertebrate Ear: Evidence from the Fossil Record*, Cambridge, Springer, 2016.

[60] T. S. Kemp, *The Origin...*, *op. cit.*

[61] Mikhail F. Ivakhnenko, «Eotherapsid hypothesis for the origin of Monotremata», en *Paleontological Journal*, 43 (3), 2009, págs. 237-250.

[62] Jens Boenigk, Sabina Wodniok y Edvard Glücksman, *Biodiversity...*, *op. cit.*

[63] «La Brea Tar pits and Museum» <<https://tarpits.org/>>.

[64] T. S. Kemp, *The Origin...*, *op. cit.*; Paul L. Koch y Anthony D. Barnosky, «Late Quaternary Extinctions: State of the Debate», en *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 37, 2006, págs. 215-250.

[65] P. L. Koch y A. D. Barnosky, «Late Quaternary...», art. cit.

[66] John G. Fleagle, *Primate Adaptation and Evolution*, Academic Press, San Diego/Londres, 2013.

[67] Robert D. Martin, *Primate Origins and Evolution: A Phylogenetic Reconstruction*, Princeton, Princeton University Press, 1990.

[68] *Ibíd.*

[69] Walter C. Hartwig, *The Primate Fossil Record*, Cambridge, Cambridge University Press, 2002.

[70] Bryan C. Sykes *et al.*, «Genetic analysis of hair samples attributed to yeti, bigfoot and other anomalous primates», en *Proceedings of the Royal Society B*, 281 (1789), julio de 2014, <<http://rspb.royalsocietypublishing.org/content/281/1789/20140161>>.

[71] Robert D. Martin, *Primate Origins...*, *op. cit.*

[72] *Ibíd.*

[73] John G. Fleage, *Primate Adaptation...*, *op. cit.*

[74] David M. Alba, *Gairebé humans: origen i evolució dels hominoïdeus*, Barcelona, Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, 2012.

[75] J. Michael Plavcan, «Sexual dimorphism in primate evolution», en *Yearbook of Physical Anthropology*, 44, 2001, págs. 25-53.

[76] Richard Potts, «Paleoenvironmental basis of cognitive evolution in great apes», en *American Journal of Primatology*, 62, marzo de 2004, págs. 209-228.

[77] B. T. Shea, «Start small and live slow: Encephalization, body size, and life history strategies in primate origins and evolution», en Matthew J. Ravosa y Marian J. Dagosto (comps.), *Primate Origins: Adaptations and Evolution*, Nueva York, Springer, 2006.

[78] John G. Fleage, *Primate Adaptation...*, *op. cit.*

[79] Bernard Wood, *Wiley-Blackwell Encyclopedia of Human Evolution*, 2 vols., Chichester, John Wiley & Sons, 2011.

[80] David R. Begun, «Relations among the great apes and humans: new interpretations based on the fossil great ape *Dryopithecus*», en *Yearbook of Physical Anthropology*, 37, 1994, págs. 11-63.

[81] David M. Alba, *Gairebé humans...*, *op. cit.*

[82] *Ibíd.*

[83] *Ibíd.*

[84] Yohannes Haile-Selassie y Stephanie M. Melillo, «Middle Pliocene hominin mandibular fourth premolars from Woranso-Mille (Central Afar, Ethiopia)», en *Journal of Human Evolution*, 78, 2015, págs. 44-59.

[85] John Hawks *et al.*, «New fossil remains of *Homo naledi* from the Lesedi Chamber, South Africa», en *eLife*, 6, mayo de 2017, <<https://elifesciences.org/articles/24232>>.

[86] Matthias Meyer *et al.*, «A mitochondrial genome sequence of a hominin from Sima de los Huesos», en *Nature*, 505, 2014, págs. 403-406.

[87] Debbie Argue *et al.*, «The affinities of *Homo floresiensis* based on phylogenetic analyses of cranial, dental, and postcranial characters», en *Journal of Human Evolution*, 107, junio de 2017, págs. 107-133.

[88] Bernard Wood, *Wiley-Blackwell...*, *op. cit.*

[89] Stephen J. Gould, *El pulgar del panda*, Barcelona, Planeta, 2010.

[90] David M. Alba, *Gairebé humans...*, *op. cit.*

[91] Colin N. Waters *et al.*, «The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene», en *Science*, 351 (6269), enero de 2016, págs. 137-147.

[92] Gerardo Ceballos, Paul R. Ehrlich y Rodolfo Dirzo, «Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines», en *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114 (30), 2017.

[93] Eleftheria Palkopoulou *et al.*, «Complete genomes reveal signatures of demographic and genetic declines in the woolly mammoth», en *Current Biology*, 25 (10), 2015, págs. 1395-1400.

[94] John R. Horner y James Gorman, *How to Build a Dinosaur: Extinction Doesn't Have to be Forever*, Nueva York, Dutton Penguin, 2009.

[95] B. S. Bhullar *et al.*, «A molecular mechanism for the origin of a key evolutionary innovation, the bird beak and palate, revealed by an integrative approach to major transitions in vertebrate history», en *Evolution*, 69 (7), 2015, págs. 1665-1677.

Ningún dinosaurio fue maltratado durante la realización de este libro



En busca del origen perdido

Alba Vicente, Ferran Llorens y Àngel H. Luján

No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea éste electrónico, mecánico, por fotocopia, por grabación u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito del editor. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (Art. 270 y siguientes del Código Penal).

Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita reproducir algún fragmento de esta obra.

Puede contactar con CEDRO a través de la web www.conlicencia.com o por teléfono en el 91 702 19 70 / 93 272 04 47.

© del diseño de la portada, Planeta Arte & Diseño

© de la ilustración de la portada, Edmon de Haro

© Alba Vicente Rodríguez, 2018

© Ferran Llorens i Carrera, 2018

© Àngel Hernández Luján, 2018

© de las ilustraciones del interior, Javier Pérez de Amézaga Tomás, 2018

© de todas las ediciones en castellano,

Espasa Libros, S. L. U., 2018

Paidós es un sello editorial de Espasa Libros, S. L. U.

Av. Diagonal, 662-664, 08034 Barcelona (España)

www.planetadelibros.com

Primera edición en libro electrónico (epub): abril de 2018

ISBN: 978-84-493-3458-0 (epub)

Conversión a libro electrónico: El Taller del Llibre, S. L.
www.eltalldellibre.com