

SEGUNDA PARTE

EL MUNDO ANIMAL

LOS PRIMEROS ANIMALES SIMPLES APARECIERON EN LA TIERRA HACE MÁS DE 500 MILLONES DE AÑOS. A LO LARGO DE CIENTOS DE MILLONES DE AÑOS HA SURGIDO UNA GRAN VARIEDAD DE CRIATURAS, ADOPTANDO CADA UNA DE ELLAS DIFERENTES ESTRUCTURAS CORPORALES Y FORMAS DE VIDA. ALGUNOS DE LOS ANIMALES MÁS PRIMITIVOS, COMO LAS ESTRELLAS DE MAR Y LOS ERIZOS DE MAR, HAN SOBREVIVIDO CON ÉXITO HASTA NUESTROS DÍAS. OTRAS ESPECIES, COMO LOS DINOSAURIOS, CONSIGUIERON DOMINAR LA VIDA EN LA TIERRA DURANTE 165 MILLONES DE AÑOS, PERO DESPUÉS SE EXTINGUIERON. LOS HUMANOS MODERNOS SURGIMOS HACE SOLO 200 000 AÑOS Y NO LLEVAMOS MÁS QUE UNA PEQUEÑA FRACCIÓN DE ESE TIEMPO DOMINANDO EL PLANETA.

CRONOLOGÍA

Hace 600 millones de años: surgen los primeros organismos pluricelulares.

Hace entre 488 y 542 millones de años: periodo Cámbrico. La aparición de exoesqueletos permite una mayor diversidad de estructuras corporales en los animales, como en el caso de trilobites y braquiópodos.

Hace entre 444 y 488 millones de años: periodo Ordovícico. Enorme diversidad de trilobites, braquiópodos, gasterópodos y graptolitos. Aparición de los erizos de mar, las estrellas de mar y las amonitas. Al final de este periodo se tienen las primeras evidencias de la existencia de plantas terrestres, y también de las primeras extinciones masivas.

Hace entre 416 y 444 millones de años: periodo Silúrico. Tras las extinciones masivas, surgen nuevas formas de vida marina, con animales similares a los escorpiones y peces con mandíbula (al principio cartilaginosa y después ósea). Los primeros invertebrados como escorpiones e insectos no alados aparecen en tierra, al igual que ocurre con las plantas vasculares como los licopodios.

Hace entre 359 y 416 millones de años: periodo Devónico. Enormes arrecifes coralinos. Primeros helechos. Surgen los anfibios primitivos, los primeros animales de cuatro patas, que colonizaran las zonas terrestres.

Hace entre 299 y 359 millones de años: periodo Carbonífero. Primeros insectos voladores y primeros reptiles. Gran proliferación de plantas terrestres, incluidas las coníferas, que con el tiempo serán responsables de formar los enormes depósitos de carbón que conocemos.

Hace entre 251 y 299 millones de años: periodo Pérmico. Diversificación de los reptiles. El periodo termina con una extinción masiva de muchos grupos de animales marinos como los trilobites. También desaparecen muchos animales terrestres dejando el campo libre a los dinosaurios.

Hace entre 200 y 251 millones de años: periodo Triásico. Surgen los dinosaurios terrestres y también los primeros mamíferos pequeños.

Hace entre 145 y 200 millones de años: periodo Jurásico. Gran variedad de dinosaurios, tortugas y cocodrilos. Bosques tropicales. Hacia finales de este periodo aparece uno de los primeros pájaros fósiles, el *Archaeopteryx*.

Hace entre 66 y 145 millones de años: periodo Cretácico. Surgen las plantas con flores y cubren todas las zonas terrestres. Aparición de la hierba. Al final de este periodo se produce una extinción masiva, no solo de los dinosaurios sino también de las amonitas, ictiosaurios y pterosaurios. Los pájaros, descendientes de un grupo de dinosaurios, y los mamíferos sobreviven.

Hace entre 56 y 65 millones de años: Paleoceno. Surgen muchos nuevos grupos de mamíferos, incluidos los primeros primates.

Hace entre 34 y 56 millones de años: Eoceno. Propagación de los mamíferos, como elefantes, ballenas, roedores, carnívoros y ungulados.

Hace entre 23 y 34 millones de años: Oligoceno. Proliferación de las praderas y aparición de los primeros monos.

Hace entre 5,3 y 23 millones de años: Mioceno. Expansión de los caballos y aparición de los primeros simios. Muchos de los animales de esta época ya son muy similares a los actuales, como ocurre con ranas, serpientes o ratas.

Hace 7 millones de años: separación de la rama evolutiva de nuestros antepasados de la de los chimpancés y los bonobos.

Hace 6 millones de años: los primeros humanos comienzan a andar erguidos sobre sus piernas ocasionalmente.

Hace entre 2,6 y 5,3 millones de años: Plioceno. Aparición de los mamuts. Los primeros humanos pasan a andar erguidos como norma general.

Hace 2,6 millones de años: primeras evidencias del uso de herramientas por parte de humanos.

Hace entre 11 700 años y 2,6 millones de años: Pleistoceno. Periodo en el que se produjeron glaciaciones y periodos interglaciares más cálidos.

Hace 2,4 millones de años: aparición del Homo habilis.

Hace entre 143 000 y 1,9 millones de años: predominio del Homo erectus.

Hace 200 000 años: surge el *Homo sapiens* (el humano moderno) en África, donde permanecerá durante los 100 000 años siguientes.

Hace 11 700 años y hasta el presente: Holoceno. Después de la última glaciación, muchos grandes mamíferos como el mamut se extinguen. Los humanos dominan el planeta.

LOS PRIMEROS ANIMALES

Durante eones, nadie habría podido ver o detectar organismos individuales a simple vista a pesar de que los océanos de la Tierra estuvieran llenos de vida. Ocurría así porque, durante miles de millones de años, las únicas cosas vivas que había en el planeta eran unicelulares

Es posible que desde épocas muy tempranas ciertas células se agruparan formando colonias, pero las primeras evidencias fósiles de que así lo hicieran no se observan hasta hace solamente unos 600 millones de años. Estas colonias se asemejarían probablemente a las esponjas, los animales más «primitivos» que han llegado hasta nuestros días, distribuidas abundantemente por todos los océanos. En las esponjas, cada célula puede vivir de forma independiente pero también pueden realizar tareas en colaboración con otras células. Si una esponja se rompe en varios fragmentos, con el tiempo cada uno formará una nueva colonia. Las esponjas se fijan a las rocas y se alimentan de partículas minúsculas disueltas en el agua. A pesar de que las células cuentan con un cierto grado de coordinación, las esponjas no tienen un sistema nervioso propiamente dicho.

Hace unos 590 millones de años surgía un grupo de animales superiores con estructuras corporales claramente definidas y sistemas nerviosos identificables. Estas criaturas, que seguían viviendo en los océanos, eran los celenterados (medusas y anémonas de mar), los gusanos anélidos y los artrópodos. La simetría bilateral y los cuerpos segmentados son características definitorias de los artrópodos, así como el hecho de contar con ojos, múltiples patas y un exoesqueleto, una capa externa dura que protege los órganos internos. Todos los artrópodos modernos —como los crustáceos, las arañas, los escorpiones y los insectos— descienden de aquellas

criaturas primitivas. Otras familias de artrópodos, como los trilobites, se extinguieron hace mucho tiempo.

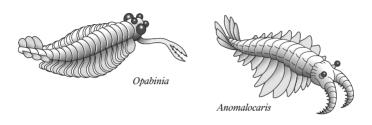
Los trilobites aparecieron durante el periodo Cámbrico (hace entre 488 y 542 millones de años), un periodo en el que se vivió una «explosión» de la vida animal, con la aparición de muchas de las familias de invertebrados que conocemos en la actualidad. Se han propuesto diferentes hipótesis explicativas para esta explosión de la vida cámbrica.

La proliferación de organismos fotosintetizadores aumentó el nivel de oxígeno en la atmósfera. Además, en esta época ya se había formado la capa de ozono, que protegía a las diferentes formas de vida de la Tierra frente a las radiaciones ultravioletas del Sol. También se produjo un repentino aumento de los niveles de calcio en los océanos —un componente fundamental de las partes duras de cualquier organismo como los exoesqueletos— debido a una mayor actividad volcánica en las dorsales mediooceánicas. Las explicaciones ecológicas y evolutivas apuntan a una carrera armamentística acelerada entre presas y depredadores, posiblemente desencadenada por la aparición de los primeros ojos primitivos, que permitían a ambos competidores detectarse a distancia.

Prototipos

Durante la explosión del periodo Cámbrico, aparecieron diversos grupos de animales que no se parecen a ninguno de los que conocemos en la actualidad. En la zona de Burgess Shale, en Canadá, se han encontrado fósiles de extrañas formas de vida como la *Opabinia*, con cinco ojos y una boca en forma de tubo de aspiradora. Otro depredador, el *Anomalocaris*, medía sesenta centímetros, se movía impulsado por una serie de aletas laterales y su boca parecía una piña cortada por la mitad. Muchos de estos «diseños» encontrados en Burgess Shale solamente tuvieron éxito durante

un breve periodo del Cámbrico. Sin embargo, se cree que *Pikaia*, una criatura parecida a las anguilas con 4 centímetros de longitud, podría ser un antepasado de los vertebrados, que forman parte del filo de los cordados al que también pertenecemos los humanos.



El siguiente hito evolutivo lo constituye la aparición de los primeros vertebrados propiamente dichos. Los vertebrados son animales dotados de un esqueleto interno formado por una columna de vértebras conectadas entre sí que protegen la médula espinal, un elemento clave de los sistemas nerviosos avanzados. Hoy en día, siguen existiendo algunos extraños animales dotados de médula espinal pero no de columna, y se cree que sus primeros antepasados surgieron también en el Cámbrico. Sin embargo, los primeros vertebrados propiamente dichos aparecieron hace unos 500 millones de años y se trataba de una especie de peces sin mandíbula, similares a las lampreas actuales.

Estos peces primitivos tenían un esqueleto interno de cartílago, no de hueso. Así sigue ocurriendo en un gran número de especies modernas de peces, como los tiburones o las rayas, cuyos ancestros fueron los primeros en desarrollar mandíbulas hace unos 410 millones de años. La mandíbula es una característica común a la práctica totalidad de los vertebrados existentes en la actualidad.

LA VIDA LLEGA HASTA LA ORILLA

La vida seguía confinada a los océanos incluso mucho tiempo después de la aparición de grandes animales multicelulares y de las plantas. Los peces eran uno de los grupos de animales más diverso, y contaba con estructuras u órganos muy especializados como las agallas para extraer el oxígeno disuelto en el agua, o las aletas para impulsarse a través de ella.

Las agallas y las aletas no son útiles en tierra. ¿Cómo consiguieron entonces los vertebrados arrastrarse hasta las orillas de los primitivos continentes? Durante el periodo Silúrico (hace entre 416 y 444 millones de años), los primeros invertebrados —escorpiones e insectos sin alas— llegaron a tierra firme. Representaban una importante fuente de alimento para depredadores más grandes, lo que debió atraer a los primeros vertebrados—los anfibios— que hicieron su aparición en tierra hace unos 370 millones de años.

Los anfibios son «tetrápodos» —animales con cuatro extremidades— al igual que los reptiles, los pájaros y los mamíferos. El debate sobre el momento de aparición de los tetrápodos y sobre el grupo de animales a partir del cual evolucionaron sigue abierto. Algunos científicos creen que surgieron de los peces de aletas lobuladas hace unos 395 millones de años, mientras que otros apuestan por los peces pulmonados como antecesores.

Tanto los peces de aletas lobuladas —de los que únicamente sobreviven ahora dos especies de celacantos— como los peces pulmonados parecen capaces de «andar» bajo el agua utilizando sus potentes aletas dotadas de huesos. Su capacidad de respirar aire les permite además sobrevivir durante la estación seca tropical, época en la que se entierran en el barro y entran en un periodo letárgico.

Los anfibios –grupo que en la actualidad incluye a ranas, sapos, tritones y salamandras – viven a caballo entre el agua y la tierra.

En sus fases juveniles, cuando son huevos o renacuajos, viven únicamente en el agua. Los renacuajos tienen agallas, pero a medida que maduran sus pulmones, estos se hacen cargo de la respiración. Es probable que los primeros anfibios pasaran la mayor parte del tiempo en el agua y que, a medida que desarrollaban esqueletos más resistentes, pulmones más eficientes y una piel menos susceptible de sufrir deshidratación, pasaran progresivamente más tiempo en tierra.

Durante millones de años, grandes anfibios de varios metros de longitud se convirtieron en los principales depredadores terrestres, ocupando un nicho ecológico similar al de los cocodrilos modernos. Con la aparición de los primeros reptiles —mejor adaptados a la vida terrestre— los días de los anfibios en la cima biológica estaban contados.

Las primeras plantas terrestres

Las plantas primitivas –como las algas y también las algas marinas– prosperaron durante cientos de millones de años en los océanos. El favorable entorno que esos océanos ofrecían permitía que toda la superficie de ellos participara en el intercambio gaseoso necesario para la realización de la fotosíntesis. La principal característica de la mayor parte de las plantas terrestres es un sistema vascular que permite la circulación del agua, los nutrientes y los compuestos químicos claves para su supervivencia. Este sistema proporciona además soporte estructural a la planta, un factor clave para permitir su crecimiento en altura en esa competición entre individuos por captar un máximo de luz solar. Hizo su aparición a finales del Silúrico, hace unos 416 millones de años. El crecimiento de la planta se va acumulando en forma de madera. Durante el periodo Carbonífero, hace entre 299 y 359 millones de años, surgieron bosques de helechos, licopodios y cola de caballo, plantas tan altas como los árboles modernos. Todas estas plantas primitivas se

reproducían por esporas. Las primeras plantas con semillas, como son las coníferas, aparecieron al final del Carbonífero. Las semillas —a diferencia de las esporas— proporcionan alimento a los brotes de las plantas, además de agua y protección. Pronto, las plantas con semillas se hicieron con el dominio en la superficie terrestre.

LA ERA DE LOS DINOSAURIOS

Los anfibios nunca consiguieron adaptarse por completo a la vida terrestre. Su dependencia del agua limitaba los hábitats en los que podían vivir, por lo que no fue hasta la aparición de los reptiles que se puede hablar de los primeros vertebrados verdaderamente terrestres.

Dos factores explican el éxito de los reptiles, entre los que se cuentan los cocodrilos, las tortugas, las serpientes, los lagartos y los ya extinguidos dinosaurios. El primero se refiere a su capacidad para conservar el agua en sus cuerpos, mientras que el segundo se basa en la naturaleza del huevo reptiliano, que no necesita ser puesto en el agua.

El huevo reptiliano proporciona al embrión un entorno acuático en su interior, rodeado de una membrana. La yema ofrece alimento a dicho embrión, mientras que una segunda membrana permite la respiración y la excreción de residuos. La albúmina o clara proporciona una amortiguación adicional, además de agua y proteínas. Todos estos elementos están rodeados de una última membrana y de la cáscara.

Los primeros reptiles aparecieron hace unos 340 millones de años, durante el periodo Carbonífero. Se trataba de pequeñas criaturas de unos veinte centímetros de longitud que vivían en las frondosas áreas pantanosas de aquella época, un hábitat perfecto para los anfibios. A medida que el clima se hizo más seco y cálido, los anfibios

no consiguieron adaptarse al cambio y comenzó el dominio de los reptiles. Esta hegemonía culminaría en la era de los dinosaurios que se prolongaría durante 165 millones de años. Debemos poner esta cifra en perspectiva, teniendo en cuenta que nuestra especie solo existe desde hace un cuarto de millón de años.

Los antecesores de los dinosaurios fueron los tecodontos (que significa «dientes en cuencas»), unas criaturas parecidas a los cocodrilos modernos. Contaban con poderosas colas con las que se propulsaban al nadar, y embestían a sus presas impulsándose gracias a la fuerza de sus patas traseras y usando la cola como contrapeso.

Los primeros dinosaurios (del griego «lagarto terrible») propiamente dichos aparecieron en el Triásico, hace unos 230 millones de años. Los dinosaurios han sido uno de los grupos de animales con mayor éxito y diversidad de entre los que han existido jamás. Unos eran carnívoros y otros herbívoros, algunos vivían en pantanos y otros en las llanuras, los había solitarios mientras que otros formaban rebaños. Hubo dinosaurios del tamaño de un pollo y otros eran gigantes de más de treinta metros de largo, con la altura de un edificio de cuatro plantas y un peso superior a las cien toneladas.

Los plesiosaurios y los ictiosaurios fueron los dos grupos de reptiles que dominaron la vida en el mar, mientras que el cielo se convirtió en el reino de los pterosaurios, unos reptiles voladores con una envergadura de más de diez metros. Surgieron, sin embargo, otra serie de criaturas que comenzaban igualmente a surcar los cielos: criaturas con plumas. Se trataba de los ancestros de las aves modernas, que descendían de una familia de dinosaurios de sangre caliente. Uno de los «eslabones perdidos» más antiguos es el *Archaeopteryx*, una criatura alada que vivió hace 154 millones de años. Poseía características reptilianas como los dientes, y otras propias

de las aves como eran sus plumas adaptadas al vuelo. Por tanto, los dinosaurios no se extinguieron por completo hace 66 millones de años: siguen viviendo hoy en día entre nosotros bajo la apariencia de pájaros.

Sangre caliente y sangre fría

Muchos dinosaurios —como ocurre con los reptiles, peces y anfibios modernos— eran poiquilotérmicos, es decir, de «sangre fría». Las criaturas de sangre fría necesitan recurrir a mecanismos externos para controlar su temperatura corporal. Por ejemplo, se calientan al sol para iniciar su actividad después de una noche de letargo. Por tanto, no son capaces de adaptarse a una gran variedad de condiciones climáticas, a diferencia de lo que ocurre con los animales homeotérmicos o de «sangre caliente», como eran algunos dinosaurios y lo son las aves y los mamíferos. Los animales de sangre caliente pueden aumentar su temperatura, como les ocurre al tiritar, o reducirla a través del sudor y los jadeos.

