

DINOSAURIOS

EL CLIMA DE LOS DINOSAURIOS

Los dinosaurios tuvieron que adaptarse a días de sol abrasador y noches de gélida oscuridad. También se producían continuas erupciones volcánicas, violentas tormentas y riadas repentinas.

¿Por qué cambió tanto el clima durante la Era de los Dinosaurios? Una razón es que cuando aparecieron los primeros dinosaurios, todos los continentes estaban unidos. Eso significa que había vastas regiones interiores adonde no llegaban los vientos del océano, cargados de lluvia, y por eso el clima era más seco. Pero cuando los continentes empezaron a separarse, el clima cambió progresivamente.

En el período Jurásico, grandes porciones de tierra quedaron cubiertas de mares poco profundos, y los vientos procedentes del mar llevaron la lluvia a zonas que hasta entonces eran desiertos. En el Cretácico, los continentes se parecían mucho a los actuales.

¿Cómo lograron sobrevivir los dinosaurios en los desiertos del Triásico? El primitivo dinosaurio herbívoro *Lesothosaurus* posiblemente entraba en un estado de sueño o estivación durante las sequías.

Algunos dinosaurios del desierto quizá estuvieran recubiertos por unas púas especiales como algunos lagartos espinosos del desierto australiano. Estas espinas retienen el rocío que baja por unas ranuras hacia la boca del animal.

En el período Jurásico llovía mucho más. Una tormenta tropical era probablemente tan peligrosa para los animales como en la actualidad. Las aves y los insectos de nuestros días no pueden volar entre las pesadas gotas de lluvia, pero los reptiles, como los cocodrilos, los caimanes y las tortugas, están mucho mejor adaptados. Los dinosaurios probablemente se comportaban de un modo parecido a estos reptiles.

La Tierra era más fría y seca en el Cretácico. Las selvas se aclararon y aparecieron llanuras despejadas con helechos y equisetos. Los saurópodos de largo cuello fueron sustituidos por dinosaurios herbívoros que se alimentaban de plantas más bajas. Estas llanuras podían quedar inundadas repentinamente después de una tormenta.

Cuando se declaraba un incendio en los bosques prehistóricos, sin duda perecerían grandes grupos de dinosaurios. Un rayo o una lluvia de chispas de un volcán podían iniciar el fuego. Las llamas desencadenarían el pánico inmediatamente entre los animales, igual que en las selvas actuales actuando se incendian, y muchos dinosaurios morirían aplastados intentando escapar.

El fin de la Era de los Dinosaurios fue una época de gran actividad volcánica. La lava o roca líquida que emergía de los volcanes lo destruía todo a su paso, y una nube de gases venenosos se elevaba en el aire, llevando consigo la muerte y la destrucción. Un yacimiento de fósiles encontrado en una región volcánica de América del Norte contenía una enorme manada de *Hypacrosaurus* que quizá murieron a la vez durante una erupción gigantesca.

Un cambio radical en el clima del planeta pudo causar la extinción de los dinosaurios. Las pruebas fósiles indican la posibilidad de que la Tierra recibiera el impacto de un inmenso meteorito, o quizá se produjo una cadena de erupciones volcánicas. Ambas catástrofes habrían provocado la formación de grandes nubes de polvo en la atmósfera, capaces de ocultar el sol. Los dinosaurios posiblemente murieron de frío.

DINOSAURIOS DEL POLO SUR

¿Te imaginas a un animal viviendo dentro de un congelador? Ése es el frío que hace en el Polo Sur, en la gran masa terrestre de la Antártida. Casi ningún animal o planta puede sobrevivir hoy en el Polo Sur, pero hace 140 millones de años los dinosaurios quizá caminaron por el mismísimo Polo, donde hoy no hay más que nieve y hielo.

Cuando los dinosaurios dominaban la Tierra, los continentes no estaban distribuidos como hoy. Antes de la Era de los Dinosaurios todos los continentes formaban parte de un supercontinente llamado Pangea. Hacia el final del Triásico, esta masa terrestre empezó a dividirse, y sus fragmentos se desplazaron lentamente hacia sus posiciones actuales.

Durante un tiempo, la enorme masa terrestre de la Antártida estaba próxima a la costa este de África y unida a Australia. En el mapamundi, Australia estaba más al Sur que hoy, y la Antártida más al norte. No padecía el frío clima del Polo Sur, la base del mundo.

El clima era entonces, por lo general, más cálido en todo el mundo. Enormes zonas de mar abierto rodeaban la tierra firme, distribuyendo el calor del sol.

Así, en la época de los dinosaurios la Antártida no estaba cubierta de hielo y nieve de cientos de metros de grosor. Allí se han encontrado fósiles semejantes a los del sur de Australia, que entonces era su vecina. Eso demuestra que allí prosperaban numerosos árboles, plantas y animales. Era lo bastante cálido, incluso, para animales como los dinosaurios.

Hacia finales de la década de 1.980 se habían descubierto fósiles en todos los continentes excepto en la Antártida. Los expertos llevan mucho tiempo esperando descubrir algunos también allí, pero la búsqueda es muy difícil entre la nieve y el hielo, donde el terreno está congelado.

En 1.989 llegó la recompensa. Jerry Hocker, del Museo de Historia Natural de Londres, trabajaba con el servicio topográfico británico para la Antártida cuando descubrió parte de un esqueleto fosilizado.

En el Cretácico, el invierno antártico no era tan crudo como hoy, pero seguía siendo bastante frío, con temperaturas gélidas y noches invernales. Quizá el dinosaurio emigraba hacia un lugar más cálido para encontrar comida, como hacen los animales actuales, o acaso estaba hibernando. Cuando hace mucho frío y hay poco alimento en las proximidades, muchos animales actuales hibernan.

La búsqueda de fósiles prosigue en la Antártida. También se han realizado grandes descubrimientos en el extremo sudeste de Australia, cerca de Melbourne, en un lugar llamado Dinosaur Cove. Hace 100 millones de años las antiguadas rocas de allí estaban unidas a la Antártida por un valle, de modo que es casi lo mismo que buscar dinosaurios en la Antártida pero mucho más fácil porque hace más calor.

En la Era de los Dinosaurios, Dinosaur Cove estaba casi en el círculo polar Antártico. En primavera, el hielo y la nieve se derretían y arrastraban hacia los valles los restos de animales que quedaban enterrados, y se convertían en fósiles. Los expertos de las universidades australianas han encontrado más de 150 tipos de fósiles diferentes. Creen que la temperatura media quizá alcanzara los 10 °C.

Los fósiles muestran que muchas plantas vivieron allí y probablemente también en la Antártida, apenas un valle de distancia. Los troncos de los árboles conservados muestran anillos de crecimiento que prueban que el clima era lo bastante cálido para que crecieran durante parte del

año. En la estación cálida, el paisaje era verde y exuberante, con plantas como helechos, ginkgos, cicadáceas y algunas flores.

Entre las plantas vivían muchas especies de insectos y reptiles. Las aves y los pterosaurios cruzaban los cielos. Los plesiosaurios, los anfibios, las torturas y los peces poblaban los ríos y lagos. ¿Y qué hay de los dinosaurios? Pequeños herbívoros parecidos al bípedo *Hypsilophodon* y los dinosaurios con cuernos se alimentaban de plantas. Los ágiles dinosaurios avestruz atrapaban insectos y pequeños animales. Todos ellos eran presa de los grandes dinosaurios carnívoros parecidos al *Allosaurus* y al *Megalosaurus*.

Los fósiles muestran que estos animales y plantas sobrevivían al frío y la oscuridad durante semanas. Sin luz las plantas no crecen, y la mayoría de los animales probablemente se quedaban inactivos, ya que había poco alimento para ellos. Quizá pasaban el invierno durmiendo en cuevas.

Un hallazgo poco corriente muestra que algunos dinosaurios podían ver en la oscuridad. Se trata del cerebro fósil de un pequeño dinosaurio bípedo. Este cerebro tiene grandes lóbulos ópticos que son las áreas encargadas de la visión.

Este dinosaurio herbívoro llamado *Leaellynasaura* quizá usaba su aguda vista para buscar alimento en los oscuros días de invierno. Probablemente comía hojas caídas o raíces de plantas. Acaso la grasa que almacenaba en su cuerpo durante el verano le ayudaba a sobrevivir. Estos fósiles son muy recientes. Los expertos aún no han decidido qué aspecto tenían estos dinosaurios.

DINOSAURIOS DEL POLO NORTE

En un mapa o en una esfera terrestre, el Ártico se representa como una zona blanca con el Polo Norte en el centro. Pero no es tierra firme, sino un inmenso casquete de 5-10 metros de espesor que flota en el océano Ártico. En el Polo Norte no hay tierra firme, al contrario que en el Polo Sur.

La Tierra gira alrededor del Sol un poco inclinada, lo que significa que el Ártico queda más alejado del Sol en invierno, y recibe muy escasa luz del día durante muchas semanas. En esta época, el Ártico es un lugar de frío intenso, con vientos glaciales y una noche interminable. Sobre el océano casi congelado flotan los icebergs y el hielo compacto. ¿Cómo podían vivir allí los dinosaurios o cualquier otro ser?

Los dinosaurios vivieron en las tierras que rodean al Ártico. Incluían herbívoros como el *Parasaurolophus*, carnívoros parecidos al *Tyrannosaurus* y al *Troodon*, y muchos otros animales y plantas.

En el Ártico hay un poco de tierra firme. El norte de Europa, Alaska, Canadá, Groenlandia, Islandia y la Federación Rusa se internan en el círculo Polar Ártico.

Durante la Era de los Dinosaurios, estas tierras no tenían la forma actual. Durante millones de años se han desplazado por el planeta. Cuando aparecieron los primeros dinosaurios, toda Norteamérica estaba mucho más al Sur, lejos del Círculo Ártico.

En tiempos de los dinosaurios, el clima del mundo era, en general, más cálido. En el Polo Norte no había una inmensa capa de hielo, pero la Tierra giraba alrededor del Sol con la misma inclinación que hoy en día. Por eso, en el extremo Norte había semanas de oscuridad invernal y el clima era, probablemente, casi gracioso.

Los científicos han encontrado fósiles de dinosaurios en la Norteamérica central, pero no sabían hasta qué latitud al Norte llegarían los restos de dinosaurios. Estos animales habrían tenido dificultades para soportar las bajas temperaturas y las largas semanas de oscuridad.

En 1.985, Bill Clemens y su equipo de la universidad de California fueron de expedición a Alaska. Excavaron buscando fósiles en la costa Norte, cerca del río Coleville. Tuvieron suerte y encontraron restos de dinosaurios. Pertenecían a los hadrosaurios con pico de pato *Parasaurolophus* y *Edmontosaurus*, y estaban encajados en rocas.

La expedición de Bill Clemens encontró también dientes fósiles de dinosaurios carnívoros, parecidos al *Tyrannosaurus* y al *Troodon*. Finalmente se habían descubierto dinosaurios árticos, pero los hallazgos plantearon nuevas preguntas. ¿Podían vivir allí los dinosaurios todo el año o migran de Norte a Sur y viceversa cada año?

En Alaska se han encontrado muchos animales y plantas fósiles de la Era de los Dinosaurios. Las plantas eran las mismas que se encuentran hoy en el norte de Europa. Esta rica vegetación suponía un festín para los dinosaurios herbívoros durante el verano.

Pero las plantas como las cicadáceas eran casi todas caducifolias. Perdían las hojas durante el largo y oscuro invierno y dejaban de crecer. Sin plantas verdes habría habido poco alimento para los dinosaurios y otros animales. Entonces, ¿qué hacían ellos en invierno?

Allí se han encontrado fósiles de *Parasaurolophus*, tanto de adultos como de crías. Algunos científicos creen que pasaban toda su vida en la región ártica. Lo sugieren los fósiles de dinosaurios más jóvenes, demasiado pequeños para ir muy lejos andando. Quizá sobrevivían en invierno permaneciendo fríos e inactivos en una especie de hibernación o sueño invernal, como muchos lagartos, serpientes y otros reptiles de hoy en día. Otros dinosaurios habían intentado ir hacia el Sur durante el invierno, alimentándose de raíces y tallos de plantas.

Cuando la temperatura desciende y escasea el alimento, algunos mamíferos como los lirones se sumergen en un profundo sueño invernal llamado hibernación. Su cuerpo se enfría y su respiración y el latido del corazón se vuelve muy lento. Los reptiles también se vuelven más lentos en el frío invierno, cuando sus cuerpos están demasiado fríos para moverse con rapidez. Si el frío es excesivo, estos animales no pueden moverse en absoluto.

Otros científicos creen que los dinosaurios podían sobrevivir a un largo y frío invierno, por lo que deberían efectuar largas migraciones anuales. Migración es un viaje a larga distancia. Los animales migran para encontrar mejor alimento o mejores lugares para sus crías, o para evitar las condiciones adversas. Muchas migraciones son viajes estacionales regulares. Los animales migratorios actuales incluyen al alce, al caribú, los ciervos, mariposas entre los terrestres; las ballenas y las focas, entre los marinos; y los gansos y muchas otras aves, entre los voladores. Todos éstos van al Norte en verano y pasan esta breve época alimentándose. En otoño vuelven hacia el Sur para evitar los oscuros y fríos meses de invierno.

Los huesos fósiles y las huellas de otros lugares indican que los hadrosaurios como el *Parasaurolophus* o el *Edmontosaurus* probablemente vivían en rebaños. Los primeros encontrarían la seguridad en su gran número durante los prolongados viajes. Quizá lo hacían lo mismo que los caribús actuales; viajar hacia el Norte en primavera, alimentarse de las plantas árticas en verano y regresar hacia el Sur en otoño. Los dinosaurios tiranosáuridos los habrían

seguido como los lobos siguen a los caribús, sorprendiendo a los extraviados, los enfermos, los más jóvenes y también a los más viejos.

Los animales migratorios tienen más oportunidades de sobrevivir si se mantienen en contacto. Los *Parasaurolophus* usaban sus crestas huecas para llamarse unos a otros.

¿Cómo se explica que se encuentren juntos fósiles de dinosaurios jóvenes y adultos? Los jóvenes quizá salían del huevo en el Norte, se alimentaban de plantas veraniegas y crecían lo suficiente como para emigrar hacia el Sur, o quizá salían ya del huevo en el Sur, donde el clima era más cálido. En Alaska no se han encontrado nidos de dinosaurios. Nuevos descubrimientos pueden solucionar los misterios de los dinosaurios árticos.

DINOSAURIOS DEL DESIERTO

En casi todos los desiertos secos crecen algunas plantas, como cactus, y hay animales que las comen. Las rocas y los fósiles muestran que en la Tierra hubo desiertos durante la Era de los Dinosaurios, y algunos de éstos consiguieron vivir en ese medio.

En la época de los primeros dinosaurios, el Triásico, se formaron capas de roca arenisca. Ésta se compone de granos de arena arrastrados por el viento del desierto. Los granos quedaron enterrados y se convirtieron en rocas. En estas rocas se han descubierto dinosaurios.

En algunos desiertos puede hacer mucho frío. Un desierto es un lugar muy seco, con 100 milímetros de lluvia o menos al año. Puede ser cálido como el Valle de la Muerte de California, donde las temperaturas superan los 50 °C, la mitad del punto de ebullición del agua, o fríos como partes de la Antártida, donde el agua cae principalmente en forma de nieve. Muchos desiertos pueden ser tórridos de día pero helados por la noche.

Hoy en día viven en los desiertos muchos reptiles, incluida la serpiente de cascabel, que se desliza sobre la caliente arena ofreciendo la mínima superficie posible. El lagarto de cuello hinchado vive en las zonas secas de Australia.

Al principio de la década de 1920, una expedición de buscadores de fósiles realizó asombrosos descubrimientos en las rojas rocas areniscas del desierto de Gobi, en Mongolia. Encontraron docenas de esqueletos de *Protoceratops*, un pequeño dinosaurio con cuernos, de hace 80 millones de años. Había individuos de todos los tamaños, desde crías hasta adultos, y nidos fosilizados.

El *Protoceratops* probablemente excava zanjas poco profundas y podía los huevos sobre la arena. Quizá vigilaba los nidos hasta que las crías salían del huevo, porque los desiertos son lugares ideales para los ladrones de huevos.

Los reptiles son animales comunes en los desiertos de hoy. Los lagartos y las serpientes toman el sol para calentar su cuerpo y poder moverse rápidamente. Su piel escamosa conserva la humedad corporal y su orina es densa, pastosa. Esto significa que no necesita beber mucha agua para sobrevivir. Los huevos de reptil tienen la cáscara impermeable para no deshidratarse.

Los dinosaurios eran reptiles y se habrían apartado a la vida del desierto de la misma manera que los reptiles actuales. Los mamíferos, por otra parte, jadean, sudan y producen orina líquida, por lo que necesitan más agua.

Durante el período Triásico tanto los dinosaurios como los mamíferos empezaban a multiplicarse, pero el supercontinente Pangea era cálido y seco en su centro. El hecho de que los reptiles estuvieran bien adaptados a la vida en tales lugares quizá haya sido una de las razones por las que los dinosaurios dominaron entonces la tierra y los mamíferos no.

En los desiertos se forman bien los fósiles. Si un animal muere en un lugar húmedo su cuerpo pronto es devorado por los carroñeros y se descompone con la humedad. En un desierto puede quedar cubierto rápidamente por la arena que arrastra el viento, y es más probable que se conserve. El calor y la sequedad pueden, incluso, momificar el cuerpo de manera que algunas partes blandas se conviertan en fósiles.

En el desierto hay poco suelo orgánico, poblado por escasos árboles y plantas. Las rocas desnudas están muy calientes de día y frías de noche, lo que determina su agrietamiento y disgregación. EL viento y las tormentas repentinas arrastran y desgastan los fragmentos de roca en pequeñas partículas de arena. Esto significa que continuamente quedan expuestas nuevas rocas y nuevos fósiles. Muchas zonas secas, como las erosionadas tierras occidentales de Norteamérica y el desierto de Gobi, en Mongolia, son lugares excelentes para los buscadores de fósiles.

Algunos dinosaurios quizá encontraron formas de sobrevivir bajo el tórrido sol del desierto. El Ouranosaurus medía 7 metros de longitud y sus fósiles se encuentran en las rocas cretácicas de África, probablemente un desierto en aquella época. Este dinosaurio tenía una larga vela de piel a lo largo de su lomo.

Quizá usara su vela para controlar la temperatura del cuerpo. Tras una fría noche se expondría al sol y absorbería el calor con la gran extensión de su vela. Así se calentaría rápidamente y estaría preparado enseguida para la acción. Si se calentaba demasiado podía colocarse en un lugar sombreado y extender la vela a la brisa para refrescarse.

El Spinosaurus vivió aproximadamente en la misma época, hace 100 millones de años. Este gran carnívoro también tenía una vela de casi 2 metros de alto que, como el Ouranosaurus, la usaría para calentarse rápidamente tras el frío de la noche.

Casi todos los animales del desierto evitan el calor enterrándose en el suelo o tumbándose a la sombra de las rocas. Algunos tienen grandes orejas, como el fénec actual, que actúan como la vela de estos dos dinosaurios y sirven para librarse del exceso de calor del cuerpo. Otros, cuando tienen que sobrevivir a una temporada muy seca, se entierran profundamente y permanecen inactivos durante semanas e incluso meses, hasta que termina el período seco y que llegue una de las raras tormentas del desierto y se vuelven activos de repente, y vuelven a su modo de vida habitual. Soportar así los períodos secos se llama estivación. Se parece a la hibernación, cuando los animales duermen durante una época fría. Muchos animales actuales recurren a este proceso, la estivación; las lombrices, que se entierran profundamente en el suelo, los caracoles, que sellan la entrada de su caparazón, etc.

El Lesothosaurus era un minúsculo dinosaurio bípedo que vivió en África hace 195 millones de años. Se han encontrado juntos los fósiles de varios ejemplares en las areniscas rocas de Red Beds, en Sudáfrica, que era probablemente un desierto. Tenía minúsculos dientes para desgarrar hojas. Algunas de las mandíbulas de los fósiles tenían afilados dientes nuevos. Cerca había dientes muy gastados. ¿Por qué?

Algunos científicos creen que este dinosaurio dormía o estibaba durante la larga estación seca. En este tiempo quizá se le caían los dientes antiguos y le crecían otros nuevos, preparándose para

aprovecharse de las plantas nuevas. Por algún accidente, un grupo de ellos en estivación se quedó enterrado y se conservó.

DINOSAURIOS DE LA MONTAÑA

Las tierras altas son excelentes lugares para observar el paisaje. Si asciendes desde los valles y llanuras hasta las laderas de los montes, verás que el paisaje se extiende a gran distancia bajo tus pies. Más arriba, en las montañas propiamente dichas, la tierra se ve como un mapa a tamaño natural.

En general, hoy hace demasiado frío para que los reptiles vivan en las tierras altas, pero millones de años atrás el mundo era más cálido, por lo que algunos dinosaurios quizá vivieran en esas regiones. O quizá subían allí en verano, como las ágiles gamuzas actuales.

Las rocas que contienen fósiles del *Anchisaurus*, un prosaurópodo, sugieren que este dinosaurio era un morador de las tierras altas. Se trata de un precursor de los saurópodos que vivió a principios del Jurásico en América del Norte. En Sudáfrica se han encontrado parientes cercanos suyos. Estas zonas están separadas hoy por un ancho océano, pero en aquella época todos los continentes estaban unidos.

El *Anchisaurus* medía unos 2 metros de longitud. Tenía el cuello y la cola muy largos, caminaba principalmente sobre las patas traseras y sujetaba la comida con las delanteras. Probablemente era herbívoro, porque tenía dientes sin filo, el estómago muy grande y los intestinos muy largos, necesarios para digerir las plantas duras que crecían en las tierras altas y secas.

Los animales de tierras altas no se quedan quietos admirando el paisaje. Están demasiado ocupados intentando sobrevivir. Las tierras altas son frías, y cuanto más se sube, más desciende la temperatura; incluso unos pocos cientos de metros suponen una notable diferencia.

Con frecuencia las tierras altas son rocosas y carecen de vegetación. Cuanto más empinadas son las laderas, más deprisa descienden por ellas la lluvia y la nieve del deshielo, y el agua arrastra la tierra dejando la roca desnuda. La ventaja es que hay pocos competidores y pocos depredadores.

En las tierras altas de roca caliza, en barrancos y cuevas del sudoeste de Inglaterra, se encontraron fósiles de *Thecodontosaurus*, otro dinosaurio primitivo antecesor de los saurópodos. Era pequeño, de cuello corto, quizá vivía dentro y alrededor de las cuevas. Su alimento consistía en las escasas plantas de la zona, y las cuevas lo protegían del cálido sol del mediodía y de las noches frías.

Suponer cómo vivían y morían los dinosaurios estudiando los fósiles y rocas puede ser engañoso. Por ejemplo, los animales que se encuentran enterrados en un lugar quizá vivían muy lejos. Cuando murieron, los ríos desbordados durante la estación lluviosa arrastraron los cuerpos a largas distancias hasta los pantanos. Muchos dinosaurios que se creía habitaban las tierras bajas quizá vivieron realmente en tierras altas.

En 1.881, el buscador de fósiles David Baldwin encontró algunos fragmentos de fósiles de dinosaurio en un lugar llamado Ghost Ranch, en Nuevo México, EE.UU. A partir de estos restos, el experto en dinosaurios Edward Cope dio nombre a uno de los primerísimos dinosaurios, el *Coelophysis*. En 1.947, otra expedición encontró en Ghost Ranch un fantástico cementerio de dinosaurios donde había quedado un rebaño de estos dinosaurios.

¿Por qué había tantos fósiles juntos? Quizá este veloz dinosaurio bípedo cazaba en rebaños. Las pruebas sugieren que vivían en bosques de tierras altas, acaso cerca de los ríos. Una tormenta

repentina pudo inundar la zona y arrastrar sus cuerpos corriente abajo hasta una orilla, donde encallaron y se fosilizaron.

Las tierras altas secas no son lugares ideales para que se formen fósiles. En estos parajes desnudos, los animales muertos son devorados con rapidez por los carroñeros, mucho antes de que sus restos puedan fosilizarse. Cuando sólo se encuentran unos fósiles de dinosaurios incompletos, puede deberse a dos razones; que el dinosaurio era realmente raro, o que vivía en lugares como las tierras altas, donde hay pocas posibilidades de fosilizarse

El Arrhinoceratops era un dinosaurio con cuernos, de la familia de los ceratópsidos. Medía unos 6 metros de longitud, y tenía una placa ósea en el cuello y tres cuernos en la cara. Vivió a finales del Cretácico, hace 75 millones de años, en lo que hoy es Utah, EE.UU. Sus huesos no son tan corrientes como los fósiles de sus primos con cuernos, pero este dinosaurio quizá fuera tan frecuente como sus parientes. Sus huesos no se han conservado porque vivía en tierras altas, donde raramente se fosilizan los restos.

En las tierras actuales, las cabras montesas y carneros machos se embisten hacia chocar sus cuernos y cabezas. Actúan así para decidir quién es el más fuerte y puede aparearse con las hembras. Los cuernos y el cráneo de estos animales son gruesos y resistentes para absorber el impacto de los duelos a cabezazos. El cráneo de los paquicefalosaurios era parecido y tenía una gruesa cúpula en la parte superior, a modo de casco protector.

El Stegoceras, un paquicefalosáurido que vivió hace 80 millones de años, medía 2 metros de longitud. Era herbívoro y bípedo. Imagínate un pequeño rebaño que vivían entre riscos y acantilados y que se pelaban a cabezazos parra demostrar quién era el jefe y quién conseguía aparearse.

DINOSAURIOS DEL PANTANO

Para los humanos, las tierras húmedas, como ciénagas, marismas, pantanos y las orillas de ríos y lagos resultan muy incómodas. Nos hundimos en el barro, nos mojamos y tenemos frío. Además, nos pican numerosos insectos. Un lugar seco y cálido es mucho mejor para nosotros.

Pero para muchos animales, las tierras húmedas son lugares fabulosos. En efecto, los herbívoros encuentran en ellas abundancia de cañaverales, juncos y otras plantas. Los carnívoros, por su parte, hallan a su disposición grandes cantidades de pequeños animales; insectos, lombrices, peces y ranas. Además, hay mucha agua para beber. Los reptiles sienten especial preferencia por las tierras húmedas.

Muchos dinosaurios vivían en pantanos, ríos y otras tierras húmedas. Los sabemos porque junto a los huesos se han conservado los fósiles de peces y plantas de dichas zonas. Al principio de la Era de los Dinosaurios, predominaba el clima cálido y seco, y había pocas marismas, pero durante el Jurásico llovió mucho más. Aparecieron pantanos, marismas y grandes ríos serpenteantes. Era un paraíso tropical húmedo para algunos de los dinosaurios más famosos.

El aire ayuda a la formación de huellas fósiles. Los dinosaurios y otros animales caminaban sobre la arena o el barro y dejaban huellas expuestas al aire libre. Las pisadas se secaban con el calor y más tarde se rellenaban de fino lodo, que quedaba enterrado y con el tiempo se convertía en roca. Así se conservan las pisadas. Las huellas nos indican cómo se desplazaban estos reptiles, si vivían en grupo y cómo cazaban.

Hace unos 150 millones de años, un gran saurópodo dejó un claro rastro de huellas sobre las arenosas llanuras de lo que hoy es Texas. Cada pisada medía 1 metro de ancho, el diámetro de

un bombo de batería. Las huellas se secaron, se cubrieron de barro y con el tiempo se convirtieron en fósiles. Los científicos han mediado el tamaño y la profundidad de las huellas y la distancia entre ellas. Estos datos demuestran cómo caminaban estos grandes animales. La mayoría de los saurópodos avanzaban a unos 5 kilómetros por hora, más o menos como las personas.

En varios yacimientos de fósiles hay rastros de huellas paralelas de saurópodos estampadas sobre el blando suelo cenagoso. Probablemente las dejaron rebaños de animales en movimiento, lo que demuestra que estos dinosaurios viajaban en grupo. A menudo, las huellas más grandes están en el exterior y las más pequeñas, en el centro. Quizá las crías de estos grandes dinosaurios viajaban bien protegidas en el centro, rodeadas por los enormes adultos, más fuertes.

Otras huellas fósiles encontradas en Texas parecen ser sólo de las patas delanteras de un saurópodo. Este dinosaurio era demasiado grande para hacer la vertical. Una explicación es que iba cruzando un lago poco profundo apoyándose en las patas delanteras y dejando flotar las traseras y la cola. Sólo apoya una de las patas traseras cuando quería cambiar de dirección.

A finales del período Cretácico, el nivel del mar subió y aisló a los continentes que iban a la deriva. Grandes llanuras aluviales cruzaban Europa. Gran parte de América del Norte se convirtió en una selva pantanosa. Eran buenos lugares para vivir, con comida y agua en abundancia, y hoy son lugares ideales para encontrar fósiles de dinosaurio.

Se han encontrado fósiles de Iguanodon en Europa, Asia y África. Comía plantas como helechos y equisetos, que crecen en lugares húmedos. En 1.878 se encontraron 39 esqueletos suyos en una mina de carbón de Bélgica. Sabemos que estos dinosaurios murieron cerca del agua, porque junto a ellos se encontraron enterrados peces, cocodrilos y tortugas.

Hace 75 millones de años, las tierras áridas centrales de América del Norte estaban cubiertas de marismas tropicales. En esta región se encuentran tantos fósiles de dinosaurio que ha sido declarada patrimonio de la humanidad por las Naciones Unidas, como las pirámides de Egipto.

Los hadrosaurios, ceratópsidos, Anquilosaurios y ornitomímidos vivieron allí en los últimos años del Cretácico. Eran presa de fieros carnívoros como, entre algunos, deinonicosaurios, como el Dromaeosaurus; y varios tiranosáuridos, como el Albertosaurus.

Uno de los dinosaurios herbívoros nombrados antes era el Anchiceratops, un Ceratópsido con una placa ósea muy larga en el cuello. Sus fósiles se encontraron entre carbón, que son los restos fosilizados de las plantas de aquellos bosques pantanosos.

Durante el período Jurásico, el centro de Europa estaba compuesto sobre todo por islas y albuferas. Allí se han encontrado muchos fósiles, conservados con todo detalle en el finísimo barro y la arena que se depositaron sobre los cuerpos de los animales que caían en el agua.

Uno de estos animales jurásicos era el Compsognathus, un minúsculo dinosaurio que corría junto al agua persiguiendo pequeños animales.

Tanto si cazaban entre las dunas de arena próximas al mar como si chapoteaban entre la exuberante vegetación de las marismas de tierra adentro, muchos dinosaurios estaban bien equipados para sobrevivir en los lugares húmedos.

DINOSAURIOS DEL BOSQUE

Si fueran un animal salvaje, ¿dónde vivirías? Un bosque quizá fuera el mejor lugar. Los árboles te protegen del sol, el viento, la lluvia y la nieve. Puedes refrescarte a la sombra o calentarte en los claros soleados. Hay lugares para refugiarse o esconderse, y podrías comer hojas, flores, bayas, frutas y frutos secos. También hay arroyos y charcas para beber y lavarse. Como los dinosaurios, hoy muchos animales viven en bosques.

Los científicos creen que algunos dinosaurios vivían en los bosques porque han encontrado sus fósiles junto a otros de hojas y árboles y los restos de otros animales habitantes de este medio.

Durante la Era de los Dinosaurios surgieron y desaparecieron bosques. El Triásico fue seco y cálido, por lo que las selvas tupidas eran escasas. Al volverse el clima más húmedo en el Jurásico, los bosques tropicales se extendieron. Gran parte del carbón se formó durante este tiempo. A lo largo del Cretácico, amplias extensiones de tierra firme quedaron inundadas.

El carbón del Jurásico. En las cálidas y húmedas selvas, las plantas y los árboles se descomponían y formaban turba, que quedaba enterrada. A lo largo de millones de años, la turba se transformó en una roca negra y reluciente llamada carbón. El carbón está compuesto por madera y hojas fosilizadas, y por eso arde tan bien. El principal período de formación del carbón fue el Carbonífero, un período que terminó hace 80 millones de años antes de que empezara el Jurásico. Pero el carbón de éste último, demuestra que en esa época tuvo que haber grandes selvas.

El *Coelurus* era un dinosaurio del Jurásico de unos 2 metros de longitud. Era un terópodo de huesos ligeros. Atrapaba animales pequeños con sus garras, en los bosques de América del Norte.

El *Dicraeosaurus* era un saurópodo. Vivió en el sur de África, en el Jurásico. Pero era más pequeño y tenía el cuello y la cola más cortos que la mayoría de los saurópodos, quizá para no verse obligado a competir con sus parientes próximos.

Imagínate a un *Dicraeosaurus*, un *Barosaurus* y un *Brachiosaurus*, los cuales eran saurópodos, alimentándose de las hojas de un solo árbol. El primero tenía el cuello corto y llegaba sólo a unos 6 o 7 metros. El cuello más largo del segundo le permitía alcanzar los 8 o 9 metros. El tercero, con su largo cuello y sus patas delanteras podía llegar hasta los 12 metros. Así, estos dinosaurios comían a distintos niveles y había alimento para todos.

Hylaeosaurus significa reptil de los bosques. Los fósiles de este dinosaurio se encontraron en 1.833. Era un nodosáurido, ya que tenía duras protuberancias óseas y gruesas espinas a lo largo del lomo. Vivió en el sur de Inglaterra, en el Cretácico.

El *Corythosaurus* era un dinosaurio muy grande con pico de pato. Vivió en Alberta, Canadá; y en Montana, EE.UU., a finales del Cretácico. El contenido fosilizado de su estómago muestra que se alimentaba de hojas de magnolia y pino, semillas y frutos, por lo que es de suponer que vivía en los bosques. Tenía además una extraña cresta redondeada, de unos 30 centímetros de altura, en forma de medio plato. ¿Por qué?

Esta cresta hueca quizá servía al dinosaurio para emitir potentes sonidos. Muchos animales actuales de los bosques se comunican mediante sus bramidos, ya que no pueden verse unos a otros entre el tupido follaje. Se llaman para mantenerse en contacto con el grupo o para ahuyentar a los enemigos. Los monos aulladores tienen una bolsa especial en la garganta que les permite aullar.

El *Parasaurolophus* era otro dinosaurio con pico de pato que vivió en los bosques del Cretácico de América del Norte. La cresta de la parte posterior de su cabeza medía 2 metros de longitud, más que una persona adulta. Quizá usara esta cresta como casco para abrirse paso entre la tupida vegetación. El casuario, un ave actual de las selvas australianas, usa su cresta del mismo modo.

Los científicos creen que los hadrosáuridos vivían en grupos o manadas. Sus crestas quizá estuvieran cubiertas de piel y escamas de vivos colores, que utilizarían como vistosos estandartes para enviar señales visuales entre los árboles a sus parejas y rivales. Entre las sombras del bosque, sólo serían visibles los colores más vivos.

No sólo los hadrosáuridos se podían comunicar con colores. Muchos otros animales actuales se comunican utilizando el color y el movimiento para enviar mensajes como para aparearse o defenderse. El lagarto de collas americano usa su vivo color azul para atraer a la cabeza. El lagarto macho de la especie *Anolis* es verde, y tiene un pliegue de piel de un rojo intenso en la garganta que se extiende para impresionar a su pareja. El clamidosaurio australiano hincha su gorguera de color amarillo para ahuyentar a sus enemigos. Todos estos animales son reptiles, como los dinosaurios, por lo que es posible que algunos dinosaurios hicieran lo mismo.

El *Dromiceiomimus* vivió al mismo tiempo que los dinosaurios con pico de pato americanos. Era un dinosaurio avestruz con pico. Podía correr a gran velocidad sobre sus largas y delgadas patas traseras, persiguiendo pequeños mamíferos y reptiles. Tenía los ojos muy grandes y el cerebro mucho mayor, con relación al tamaño de su cuerpo, que otros dinosaurios.

Muchos dinosaurios eran animales bastante grandes, con los pies firmemente plantados en el suelo. No hay ninguna prueba de que ni siquiera los dinosaurios más pequeños treparan a los árboles. Los diminutos mamíferos de la Era de los Dinosaurios, parecidos a musarañas, habrían considerado que los árboles eran lugares ideales para ocultarse. Con su abrigo de piel y su sangre caliente, los mamíferos podían permanecer activos y cazar incluso en las noches más frías, mientras los dinosaurios dormían.

ATAQUE

Los dinosaurios atacaban de distintas maneras según su tamaño. Los cazadores pequeños confiaban en la velocidad y en sus afilados dientes para atrapar y matar a su presa. Los carnívoros mayores utilizaban la fuerza bruta y garras afiladas. Algunos, incluso, acosaban a sus víctimas en manadas.

Los herrerasaurios fueron unos de los primeros cazadores capaces de perseguir y matar a una pieza de caza mayor. También son unos de los dinosaurios más primitivos que se han descubierto hasta ahora. La mayoría altos como un hombre y armados con afilados dientes puntiagudos, tuvieron que ser unos enemigos extraordinariamente pavorosos. Tenían largas y ágiles patas traseras y podían perseguir a su presa y alcanzarla.

Los pequeños cazadores, también llamados celurosaurios dependían de la velocidad para matar a una presa. El más veloz fue, probablemente, el *Ornithomimus*, que se alimentaba de lagartos e insectos. Podía perseguir a sus presas a la asombrosa velocidad de 80 kilómetros por hora, superior a la de un caballo o un galgo, los dos de carreras. Era presa de los grandes cazadores, y sólo su velocidad le permitía dejarlos atrás. Los compsognátidos, cuyo único representante era el *Compsognathus*, también eran dinosaurios de movimientos rápidos que atacaban a sus presas a gran velocidad.

Los dientes son algunas de las mejores pistas para saber cómo ataca un animal. Los grandes felinos actuales matan clavando profundamente sus cuatro colmillos o caninos en la carne su presa. Pero los dinosaurios no tenían colmillos, excepto los herbívoros heterodontosáuridos. Los pequeños cazadores celofísidos asestaban unos de los mordiscos más letales. Sus dientes como puñales estaban adaptados para cortar la carne, no para clavarse en ella. Algunos reptiles modernos muerden de una manera similar. Los varanos de Komodo tienen dientes cortantes con los que pueden matar a una vaca e incluso a una persona.

No todos los dinosaurios carnívoros eran cazadores. Los oviraptorosaurios, que significa reptiles ladrones de huevos, necesitaban otras armas para conseguir su comida. En lugar de hileras de afilados dientes para desgarrar la carne, algunos no tenían dientes y otros tenían dos púas en el paladar. Con las púas o el duro pico, rompían los huevos que robaban a otros dinosaurios.

Entre los tiranosáuridos, el *Tyrannosaurus rex* era el gigante de los dinosaurios carnívoros. Aunque demasiado corpulento para emprender persecuciones a grandes distancias, no solía tener dificultades para procurarse el alimento. Si encontraba a otro cazador que acababa de derribar a un animal, lo ahuyentaba y devoraba la presa. Los grandes cazadores actuales, como los leones, utilizan las mismas tácticas para obtener comida sin esfuerzo. Es posible que tuviera un arma secreta. Algunos expertos creen que este gigantesco cazador quizá matara a sus presas infectándolas. Consideran posible que entre los dientes conservara jirones de carne podrida, que infectarían las heridas causaba al morder a sus víctimas. La infección se extendía con rapidez y la presa no tarda en morir.

El *Tyrannosaurus rex* y sus parientes cercanos eran unos mortíferos cazadores. Utilizando sus habilidades como rastreadores, se acercaban a su presa sin ser descubiertos y se lanzaban sobre ella a la carrera, desde poca distancia. Estos poderosos carnívoros embestían a su víctima con sus temibles fauces abiertas de par en par. El impacto de una carga era colosal.

Uno de los cazadores más eficaces era el *Deinonychus* y muchos otros dromeosáuridos. Combinaban la velocidad y la agilidad con unas armas imponentes. La más letal era la garra del segundo dedo de las patas traseras, que actuaba como cuchillo en forma de media luna. Sujetaban a su víctima con las musculosas patas delanteras y la destripaban con una sola coxa. Cuando atacaba, podían girar esta garra asesina 180° hasta encontrar el mejor ángulo de corte. Tal vez cazaran en manadas. Actuando de forma coordinada, podrían derribar a un dinosaurio mucho mayor. Hoy, una manada de leones se organiza para capturar sus presas de una manera muy parecida. Los grandes dinosaurios, quizá atacaban también en manadas y lograban derribar saurópodos enormes.

Los dinosaurios herbívoros acorazados tendrían que defender su vida. Un fornido *Euoplocephalus*, provisto de porra en la cola, habría sido un enemigo peligroso. Un golpe bien dirigido de la pesada porra bastaría para derribar a un tiranosaurio. Un herbívoro con cuernos, como el *Triceratops*, también podía defenderse eficazmente. Quizá embestía a su atacante, como los rinocerontes modernos se defienden de un león. Sus largos cuernos curvos lo convertían en un adversario temible.

DEFENSA

Muchos dinosaurios eran pacíficos herbívoros, pero todos tenían que defenderse de los

depredadores hambrientos. Cada grupo de dinosaurios tenía una manera particular de defenderse de las agresiones. Muchos de los grandes herbívoros se protegían viajando en manadas. Los dinosaurios más pequeños empleaban la velocidad para escapar. Algunos herbívoros eran demasiado grandes para ser atacados con éxito. Otros dinosaurios se ocultaban bajo una pesada armadura.

Algunos de los dinosaurios más altos, como la familia de los braquiosáuridos, si estiraban el cuello podrías haber mirado por encima de un edificio de seis pisos. Eran unos pacíficos saurópodos herbívoros que pastaban entre las copas de los árboles. Resultaban demasiado grandes para ser cazado. Los elefantes adultos actuales están a salvo de los ataques de otros animales por la misma razón.

Algunos saurópodos eran más pequeños que éstos, pero, aun así, enormes, y quizá fueran atacados por los gigantes carnívoros. En ese caso, probablemente usaban sus garras y su cola para defenderse. Unos se incorporaban hasta su máxima altura y se abalanzaban sobre sus enemigos con las púas de sus pulgares por delante. Es probable que otros cocean con las patas traseras, provistas de garras como puñales, con las que hería al agresor. Un solo latigazo podía ser terrible.

Una de las mejores defensas consiste en evitar ser visto. Muchos cazadores rastrean a su presa con la vista. Quizá no vean a un animal que se confunda con el entorno. Algunos seres actuales como el camaleón se defienden adoptando el mismo color que su entorno. Los cazadores también utilizan la forma de identificar a su presa. Los ciervos actuales tienen el lomo oscuro y el vientre claro para defenderse con la vegetación. En los dinosaurios es probable que presentaran manchas oscuras y claras de varias formas.

Algunos herbívoros confiaban en su dura piel para salvarse. Los dinosaurios acorazados, los Anquilosaurios, estaban cubiertos por gruesas placas óseas de las que sobresalían púas. Algunos incluso tenían párpados óseos. Cuando era atacado, se encogían y exponían sólo su caparazón acorazado, como los armadillos actuales. Resultaba invulnerable a menos que su enemigo consiguiera darle la vuelta. Pero eso habría sido equivalente a mover una piedra de dos toneladas. Muchos animales indefensos ahuyentan a los agresores con su aspecto amenazador. Un tipo de camaleón actual hincha su cuerpo y silba con fuerza abriendo sus mandíbulas de vivos colores. El Parasaurolophus quizá utilizara su cresta hueca para bramar a todo volumen. El Styracosaurus tal vez mostraba el cuerno de la cabeza y la placa ósea del cuello, igual que el lagarto barbudo utiliza la piel de su garganta.

La única protección que tenían los dinosaurios más pequeños era huir corriendo. El Hysilophodon y otros miembros de su familia que se conocen como hipsilofodóntidos podían correr mucho. Los dinosaurios utilizarían tácticas de defensa parecidas a las de una gacela de Thompson actuales cuando huye.

Una gacela de Thompson puede ser alcanzada por un cheeta, pero sólo si este felino consigue su propósito tras una rápida carrera. De lo contrario, la gacela resiste más tiempo corriendo y el carnívoro se rinde, agotado. Para aumentar sus posibilidades de escapar, la gacela de Thompson empieza a correr ante un cheeta a la distancia justa para agotarlo.

Muchos grandes dinosaurios herbívoros viajaban en manadas, y los adultos rodeaban a las crías. Si caían en una emboscada, los adultos se volvían agresivos. Los dinosaurios con cuernos quizá formaran una muralla defensiva, para ahuyentar a los depredadores.

La defensa definitiva de muchos animales consiste en contraatacar con sus dientes, cuernos, garras o cola. Un golpe con la porra de la cola del herbívoro Ankylosaurus podría romperle un hueso a su atacante.

APAREAMIENTO EL CORTEJO

Sólo conocemos a los dinosaurios por sus fósiles; de ahí la dificultad para determinar con exactitud su comportamiento. Los científicos buscan pistas en el reino animal contemporáneo: estudian los animales actuales y utilizan sus descubrimientos para reconstruir, por comparación, la vida de los dinosaurios.

Cuando un pavo real abre su cola en abanico, el hermoso dibujo creado por sus plumas de colores es claramente visible. El macho del rabihorcado no tiene una hermosa cola como el pavo real, pero en determinadas épocas del año hincha el cuello y lo exhibe llamativamente. En el reino animal, no sólo los machos emiten señales. Las hembras de babuino también realizan exhibiciones. Todos estos animales se exhiben porque ha llegado la época del año en que buscan pareja. Con el apareamiento engendran a sus crías, que se espera sobrevivan hasta que puedan aparearse a su vez. De este modo se intenta asegurar la continuidad de la especie. El pavo real y el rabihorcado se exhiben para atraer a las hembras de su especie. La hembra de babuino está indicando a los machos de su grupo que se halla dispuesta para el apareamiento.

Los expertos creen que quizá algunos dinosaurios actuaban como los pavos reales, los rabihorcados o los babuinos durante la época de apareamiento. Los dinosaurios también tenían que atraer a su pareja. El Triceratops macho exhibiría su cresta, adornada con atractivos colores. Una hembra le indicaría su disposición a aparearse, coloreando un poco el borde de su placa ósea.

Una vez se ha consumado el apareamiento pone los huevos. Tras la eclosión las crías de Triceratops crecerán, y cuando sean adultas repetirán el comportamiento de sus progenitores.

LA LUCHA POR EL FUTURO

No todos los animales atraían a su pareja engalanándose. Algunos estaban dispuestos a luchar ferozmente para preservar su posición y conquistar a una hembra. El reino animal puede ser muy violento. Unos animales dan caza y matan a otros para alimentarse; las hembras luchan para defender a sus crías; algunos sólo atacan cuando están aterrados. Pero también hay otra razón por la que, en determinadas épocas del año, los machos, que normalmente viven en paz unos con otros en el mismo rebaño, empiezan a luchar entre sí para eliminar competidores.

Los elefantes marinos de la Antártida se enfrentan alzándose sobre la cola. Los alces entrelazan sus astas y forcejean hasta que uno de los dos cede y se retira de la lucha. Los elefantes marinos y los alces machos adoptan esta actitud porque luchan por una hembra. Los expertos creen que algunos dinosaurios machos luchaban de un modo parecido al de estos animales modernos.

Dos Triceratops quizá actuaban exactamente como los alces. Trababan sus cuernos, y así seguían hasta que uno de los dos se rinda y se suelte. El ganador de apareará con una hembra bien dispuesta. El perdedor se retirará a recuperarse de sus heridas hasta que esté preparado para luchar otra vez por una hembra, con un macho distinto.

Era de la mayor importancia que sobrevivieran los machos suficientes para volver a luchar por las hembras, pues si perecían dejaban de ser útiles para procrear. Si hubieran muerto demasiados machos a causa de estas despiadadas demostraciones de fuerza, el futuro de la especie entera se habría visto amenazado.

Los expertos creen que los dinosaurios poseían un sentido del oído muy bueno. La región central de sus sistemas auditivos era fina y delicada, perfecta para captar el sonido de otros animales. Se cree que algunos dinosaurios podían emitir llamadas de apareamiento, como hacen hoy los sapos en primavera.

CRÍAS

En 1.978 se descubrió en Montana, EE.UU., un nido entero de dinosaurios con sus cáscaras de hueso. Los fósiles de estos dinosaurios tan jóvenes son poco comunes, y estos pequeños hadrosaurios eran incluso más inusuales, ya que los esqueletos, junto al nido y a las cáscaras de huevo, proporcionaron a los expertos las primeras pistas para averiguar cómo crecían las crías de dinosaurios.

Los esqueletos de los pequeños hadrosaurios que se encontraron en el nido, entre el barro, medían 1 metro de longitud. Los huevos donde habían salido medían sólo 20 centímetros, o sea, que las crías demasiado grandes para ser recién nacidas. Hacía tiempo que habían salido del huevo, y se habían quedado en el nido, o cerca de él, creciendo de los 35 centímetros de recién nacido hasta un metro que medían entonces. Permanecían allí mientras eran pequeños.

Los huevos del nido estaban rotos en trocitos pequeños. Los expertos creen que las crías al moverse y dormir dentro del nido rompían sus cáscaras. Este detalle también prueba de los pequeños se quedaban un tiempo en el nido después de salir del huevo.

Al estudiar los cráneos de los pequeños dinosaurios, los paleontólogos descubrieron que sus dientes estaban desgastados por el uso. Parece que los padres llevaban comida al nido para las crías, como hacen ahora los pájaros.

Los pequeños habían muerto en el nido. Quizá sus padres habían muerto también o les mataron, y no pudieron volver al nido a darles de comer. El instinto de las crías les hizo quedarse en el nido pasara lo que pasara. Aunque estuvieran hambrientas, permanecieron a la espera de sus padres. Pero éstos no volvieron y acabaron muriendo de hambre. Los paleontólogos vieron en esto un signo evidente de que algunos dinosaurios cuidaban de sus pequeños e incluso les llevaban la comida al nido.

Los paleontólogos descubrieron muchos otros nidos alrededor del primero. Toda la zona era un lugar de nidificación de dinosaurios. Los expertos creen que los dinosaurios anidaban juntos para protegerse de los depredadores. En efecto, siempre quedaba algún adulto para vigilar a las crías y protegerlas de los ladrones de huevos o de los feroces dinosaurios carnívoros.

Los expertos llamaron a estos dinosaurios *Maiasaura*, reptil maternal, porque cuidaban de sus crías.

Aunque algunos dinosaurios eran muy grandes, los huevos que ponían no alcanzaban gran tamaño. Los mayores que se han encontrado hasta el momento miden unos 30 centímetros. Esto significa que al salir del huevo algunos dinosaurios eran muy pequeños y estaban indefensos. Las crías de algunas especies no eran capaces de valerse por sí mismas. Dependían de sus padres hasta que eran capaces de valerse por sí solos.

Otros dinosaurios no cuidaban de sus pequeños. Como algunos de los reptiles actuales, abandonaban los huevos y dejaban que los pequeños nacieran solos. Una vez fuera del huevo, los pequeños dinosaurios debían valerse por sí mismos. Aunque muchos seguramente morían, algunos conseguían sobrevivir y llegar a adultos.

Algunos dinosaurios cuidaban de sus crías desde que éstas salían del huevo. Los paleontólogos han encontrado varios esqueletos de Protoceratops adultos, jóvenes y recién nacidos, lo que prueba que vivían juntos en grupos de edades variadas. Los dinosaurios adultos protegían a los más pequeños.

Algunos expertos no comprenden cómo una criatura tan enorme como un dinosaurio podía cuidar de sus diminutas crías sin pisarlas o aplastarlas. Pero el aligátor, uno de los mayores reptiles de la actualidad y pariente lejano de los dinosaurios, pone gran atención en el cuidado de sus crías.

Cuando las crías salen del huevo llaman a su madre con unos gruñidos agudos, y ésta acude en su ayuda. Los saca del nido y los lleva a una pequeña alberca que ha construido para ellos. Una madre aligátor puede morder la pierna de un humano con sus mandíbulas enormes y sus dientes afilados como cuchillas, pero sus pequeños están perfectamente a salvo con ella. Sin duda los dinosaurios prodigaban los mismos cuidados a sus pequeños.

Los huevos de dinosaurio eran de tamaño pequeño. Si hubieran sido mayores, hubieran necesitado una cáscara más gruesa, con la consiguiente dificultad para romperla. Los huevos de los dinosaurios de pequeño tamaño eran semejantes a huevos de gallina. Los más grandes que se han encontrado corresponden al Hypselosaurus y medían hasta 30 centímetros.

INQUILINOS DE LOS DINOSAURIOS

Aun los mayores y más fieros dinosaurios servían de alimento a animales mucho más pequeños.

Un gran Apatosaurus avanza entre los matorrales por una llanura de América del Norte a finales del Jurásico. Se ha visto deparado de su grupo, y el terreno despejado, donde rondan manadas de Ceratosaurus y poderosos Allosaurus, es un lugar peligroso para un dinosaurio solo y perdido. Sin embargo, no está solo. Un animal de ese tamaño es casi como una isla andante. Sobre él vive toda clase de animales. Su piel y su sangre son un alimento tentador para muchos seres. Sabemos que a principios del Cretácico ya había pulgas, y aunque los piojos no aparecieron hasta mucho después de la extinción de los dinosaurios, es probable que la gran superficie de piel de nuestro solitario Apatosaurus fuera un terreno abonado para muchos tipos de parásitos. Quizá hubiera insectos como las moscas zumbadoras modernas, que ponen huevos bajo la piel de un animal. Cuando la larva sale del huevo, excava un túnel en la piel, alimentándose de carne. Donde hay muchos invertebrados se reúnen animales mayores para alimentarse de ellos. En el caso de este dinosaurio, probablemente eran los pterosaurios. Podemos imaginarnos bandadas de pequeños pterosaurios planeando alrededor del cuello del Apatosaurus, posados en sus flancos, picoteando los parásitos de su piel. Un parásito es un animal que se alimenta en el cuerpo de otro ser vivo y tiene su hogar encima o dentro del cuerpo de su huésped. Actualmente las pulgas y las garrapatas que viven adheridas a los perros y chupan su sangre son parásitos comunes.

Las primeras aves quizá se unieran también al festín, posándose en lo alto del lomo y dejándose llevar. Hoy día, el picabueyes, un ave africana, se sigue comportando del mismo modo, posándose sobre el lomo de los rinocerontes. Fijémonos en las patas del Apatosaurus. Soportan 30 toneladas de peso y deben provocar grandes alteraciones cuando se abren paso entre la

espesura, pisoteando los matorrales y removiendo la tierra. Los insectos y otros animales pequeños se ven arrojados bruscamente de sus refugios y corren a ponerse a cubierto, mientras su mundo se desmorona a su alrededor. Los gusanos y otros excavadores salen del suelo cuando sus madrigueras se desploman. No tardan en llegar varios animales para alimentarse de estos bichos desconcertados. Algunos, del tamaño de una musaraña, y varios dinosaurios pequeños, tal vez cazaran alrededor de los gigantes, comiendo insectos desenterrados. En la zona donde se encontró el Apatosaurus, aparecía también el hueso de la pata de un dinosaurio adulto que sólo medía 15 centímetros de altura hasta la cadera.

Mientras el Apatosaurus se abre paso entre la maleza, buscando su grupo, es observado desde las sombras. Un enorme Allosaurus acecha bajo las ramas de un ginkgo. No está interesado en el herbívoro porque no hace mucho que ha comido. Sus mandíbulas están un poco abiertas, y varios pequeños pterosaurios hurgan con el pico entre los bordes aserrados de sus dientes. Esto es lo que buscan los pterosaurios. Pero no lo limpiarán todo. Parte de la carne se pudrirá donde ha quedado encajada y proporcionará al carnívoro un veneno cuando muerda, muy útil contra grandes pesas y rivales de su propia especie. Cuando los cocodrilos actuales yacen con la boca abierta, pequeñas aves saltan a su interior para picotear los jirones de carne que quedan entre sus dientes. Es más que probable que los dinosaurios permitieran a los pterosaurios hacer lo mismo. Estos reptiles voladores no sólo buscan las briznas de carne. Unas pequeñas sanguijuelas se han pegado a la blanda carne de las encías del dinosaurio y le chupan la sangre. Esto es inevitable, porque el Allosaurus tiene que beber agua de charcas poco profundas y ríos embarrados, donde acechan las sanguijuelas, que también serán un sabroso bocado para los pterosaurios.

No muy lejos se oye un silbido. Los restos de la última presa del Allosaurus no son más que un montón de huesos astillados y una mancha de sangre en el suelo, pero una manada de Ornitholestes hambriento lucha por los escasos restos. El Allosaurus se ha llenado el buche, igual que el reducido grupo de Ceratosaurus que lo seguían durante la caza. Ahora les toca a los animales más pequeños. Pronto sólo quedarán los huesos, y con el tiempo hasta ellos se romperán por la acción de las bacterias y los hongos.

El Apatosaurus encuentra su grupo en una hondonada polvorienta, revolcándose por el suelo y levantando nubes de polvo, que asfixian a los parásitos que viven sobre la piel de los animales.

CARROÑEROS PREHISTÓRICOS

Los animales salvajes mueren por muchas razones. Algunos caen ante los depredadores y otros mueren de vejez o enfermedad, pero sus cuerpos no se reservan mucho tiempo. Un animal muerto proporciona un sabroso almuerzo a todo un ejército de carroñeros, desde grandes mamíferos hasta diminutas bacterias. Los carroñeros son los basureros de la naturaleza. Sin ellos, el mundo estaría cubierto de cadáveres en descomposición.

¿Por qué la mayoría de los fósiles son restos de plantas y animales que quedaron enterrados poco después que murieran? Una de las razones es que los carroñeros se llevan rápidamente lo que queda al aire libre, excepto en los lugares fríos y muy secos.

Los mayores carroñeros actuales son las hienas y los chacales. Aunque estos animales pueden cazar, merodean cerca de otros animales que han cobrado alguna presa, esperando a que se harten antes de lanzarse sobre los restos.

Probablemente ocurría lo mismo en la época de los dinosaurios. A finales del Cretácico, manadas de feroces Dromaeosaurus cazaban grandes dinosaurios herbívoros, como el

Triceratops. El Dromaeosaurus era relativamente pequeño, pero muy rápido. La manada iba hiriendo a la presa hasta que la dejaba demasiado débil para defenderse. Sólo cuando se desplomaba, se atrevían los Dromaeosaurus a rematarla.

A menudo, los carnívoros mayores pero más lentos, como el poderoso Tyrannosaurus rex eran atraídos por el olor de sangre. Seguían el rastro hasta la escena de caza y permanecían al acecho, esperando a robar la comida. En el último momento, el Tyrannosaurus rex avanzaba. Los dinosaurios pequeños eran ahuyentados y el gigante se quedaba con el festín.

Pero la manada de Dromaeosaurus no se rendía tan fácilmente. Esperaban en las cercanías, robando bocados de carne mientras el Tyrannosaurus rex estaba ocupado comiendo. Y cuando el gigante acababa, todavía quedaba mucho para los Dromaeosaurus y otros animales.

Ni el Tyrannosaurus rex ni el Dromaeosaurus podían comerse un Triceratops entero. Otros carnívoros hambrientos, atraídos por el olor de la carne, se precipitarían hacia allí. Los grandes lagartos, como el monitor actual, y los dinosaurios más pequeños, como el Chirostenotes y el Struthiomimus, quizá buscaran las partes blandas del animal muerto, y también podían comerse a los lagartos. Muchos insectos, como las moscas y los escarabajos, se arrastrarían sobre los restos, alimentándose y poniendo sus huevos. Cuando las larvas salieran, habría mucha comida para ellas.

Como los buitres actuales, las aves con dientes, como el Ichthyornis, quizá revoloteaban sobre las cabezas de los carroñeros. En cuanto veían la ocasión, se lanzaban en picado para robar un bocado de carne del cadáver.

Cuando oscurecía, los pequeños mamíferos como el Purgatoris, que vivía y se alimentaba como las musarañas, salían para comerse las larvas que habían salido de los huevos de las moscas que habían ido allí durante el día.

Con el tiempo, lo único que quedaría de un gran animal como el Triceratops serían sus huesos, que los carroñeros habrían dejado completamente mundos.

No todos los cadáveres de dinosaurios eran devorados. Se han encontrado varios dinosaurios momificados. Esto ocurre cuando el cuerpo, con la piel y la carne intactas, se seca completamente antes de fosilizarse. Esto significa que los carroñeros no han podido arrancar la carne de los huesos del dinosaurio muerto. Quizá estos dinosaurios conservados murieron en una zona a la que los animales carroñeros no podrían llegar. O quizá, hace millones de años, había menos carroñeros que hoy.

ECOLOGÍA DE LOS DINOSAURIOS

La ecología es la ciencia que estudia cómo viven las plantas y los animales en su ambiente. Da cuenta de dónde viven, cómo se alimentan, qué depredadores y competidores tienen, cómo son sus hogares y cómo se adaptan al entorno. Es fundamental para la conservación de la naturaleza. No sirve de nada intentar salvar a una especie a menos que se le pueda proporcionar un lugar adecuado para vivir, la comida que necesite, etc. En resumen, estudia la vida de los animales y las plantas en relación con su entorno. La ecología de los animales modernos nos informa sobre la de los dinosaurios. Cuando los científicos reconstruyen el cuerpo de un dinosaurio, examinan los fósiles y los comparan con los animales actuales que conocen. Del mismo modo, para imaginar la ecología de los dinosaurios, utilizan información sobre los animales y plantas actuales.

Tomemos la ecología actual de América del Norte y retrocedamos 150 millones de años para imaginar cómo sería en el Jurásico.

En América del Norte hay vastas extensiones de praderas, con veranos breves y cálidos e inviernos muy fríos. La lluvia no es muy abundante, apenas cae la necesaria para hacer crecer los prados y otras plantas. Los ecólogos, científicos que estudian los vegetales y los animales considerándolos como un conjunto, investigan las redes alimentarias de la pradera para descubrir cómo se nutre cada ser vivo.

Los herbívoros más fascinantes son los berrendos, unos animales parecidos a los antílopes, muy bien adaptados para la vida en la pradera. En verano, se alimentan de hierba y flores silvestres. En invierno de matorrales y de hierba.

Los berrendos viven en pequeños grupos y buscan los mejores terrenos de pasto. Pueden sobrevivir sin beber aprovechando la humedad de las plantas. En épocas de sequía, comen incluso cactus espinosos. En la pradera hay pocos lugares donde esconderse. Para huir de los depredadores, los berrendos tienen que correr velozmente.

Los ecólogos descubrieron que los berrendos comparten la pradera con las liebres norteamericanas, con los ciervos de cola corta blanca y con los bisontes, además de las ovejas y las vacas de los grandes ranchos. También los berrendos tienen enemigos. Los carnívoros de las praderas norteamericanas incluyen gatos monteses, águilas leonadas, lobos, pumas y coyotes que aúllan por la noche.

El coyote es un éxito moderno. Su número está aumentando porque estos cánidos salvajes se adaptan de varias maneras. Pueden vivir en las praderas y también en los bosques, terrenos montañosos e incluso en ciudades. Y comen casi de todo, desde conejos y ratones hasta insectos, aves, peces, castores, animales domésticos, animales muertos, frutos, nueces, brotes de plantas y, por supuesto, berrendos.

Los ecólogos han descubierto también que los coyotes suelen vivir en grupos. Se comunican con aullidos, gruñidos y posturas corporales. Donde abundan los berrendos, los coyotes forman manadas de caza. Aquéllos salen corriendo en cuanto ven a los coyotes. Uno de éstos los persigue, y cuando se cansa, otro le sustituye hasta alcanzarlo.

La información sobre animales distintos nos ayuda a comprender cómo viven en las praderas norteamericanas actuales y cómo era la misma región hace unos 150 millones de años.

Los especialistas en ecología del pasado remoto se llaman paleoecólogos. Examinan los fósiles no sólo de dinosaurios, sino de todos los animales y también de las plantas. Como los detectives, siguen muchas pistas. Los huesos, los dientes y los excrementos muestran lo que comían los animales. La forma de su cuerpo y las patas aclara cómo se movían y a qué velocidad. Los cuernos y armaduras indican cómo se defendían. Las huellas y los nidos nos informan de si vivían en grupos. Los fósiles de hojas y semillas nos indican qué plantas vivían en aquella zona y cómo era el clima.

Tomemos un herbívoro que quizá viviera de una manera similar a los berrendos actuales. El Dryosaurus era un dinosaurio drosaurido que comía plantas tropicales que sujetaba con las manos, erguido sobre las patas traseras. El berrendo utiliza los labios con el mismo propósito, pero el dinosaurio no los necesitaba, pues tenía un afilado pico córneo para recortar los mejores bocados.

Los dientes de los carillos del Dryosaurus eran irregulares para masticar concienzudamente. El animal tenía potentes músculos en las mandíbulas y bolsas en los carrillos con objeto de almacenar comida mientras la mascaba. Probablemente recorría grandes distancias para alimentarse.

En la América del Norte del Jurásico, como en la actual, abundaban los herbívoros. Así, el Camptosaurus se nutría de plantas bajas y duras; mientras que el Apatosaurus y el Diplodocus se alimentaban probablemente de los árboles más altos, por lo que no competían con el Dryosaurus.

Este último medía 2 metros de altura y de 3 a 4 de longitud. Tenía las patas traseras largas y musculosas de un corredor y una cola rígida para equilibrar el cuerpo cuando giraba y daba la vuelta. Al igual que el berrendo, era buen corredor, para huir de los depredadores.

El Allosaurus se encontraba en la cima de la red alimentaria del Jurásico. Sus fuertes patas delanteras y sus colmillos sujetaban las presas pequeñas, y utilizaba sus potentes mandíbulas para despedazar víctimas más grandes.

El Ornitholestes era un dinosaurio carnívoro más pequeño, que vivió entre los grandes depredadores del Jurásico, como el Allosaurus. Este pequeño carnívoro confiaba en la velocidad de sus largas y finas patas traseras para alejarse de los depredadores mayores y atrapar sus presas: lagartos y pequeños mamíferos, actividad en la que le ayudaba su aguda vista.

Los animales comen nutrientes para crecer y obtener energía para vivir. Cuando el Tyrannosaurus rex devora un Triceratops, hace 67 millones de años, tomaba una carne que contenía nutrientes y energía. Un león se come una cabra africana actual por la misma razón. ¿Y de dónde proceden los nutrientes? De las plantas.

Una cadena alimentaria es una lista de quién come qué. Hace mucho tiempo, los Triceratops ingerían plantas y el Tyrannosaurus rex devoraba Triceratops. Hoy, las cebras se nutren de hierba y los leones comen cebras. Estas cadenas alimentarias son bastante similares. Ambas tienen tres eslabones: empiezan por las plantas, pasan por los herbívoros y finalmente llegan a los carnívoros.

Si rastreas lo suficiente cualquier cadena alimentaria, descubrirás que empieza por las plantas. Piensa en un águila que se cierne sobre una selva tropical. Con sus fuertes y afiladas garras y su fiero pico ganchudo, es un carnívoro puro. Sólo come animales, como las serpientes. Pero la serpiente come pequeñas aves, que a su vez comen orugas que comen plantas. Esta cadena alimentaria también empieza por las plantas.

Así pues, toda la vida de un animal depende de las plantas. Éstas, a su vez, obtienen su energía del sol, captando esta energía de la luz sola. Por tanto, la vida sobre la tierra depende de la energía del Sol.

Piensa en las cadenas alimentarias. Los leones comen otras presas además de cebras. La mayoría de los animales ingieren varios alimentos. Así, las cadenas alimentarias están enlazadas unas con otras. Las cadenas alimentarias enlazadas se llaman redes alimentarias.

En las praderas africanas hay distintos tipos de hierbas y árboles, que comen las cabras, los ñúes y las gacelas. Estos herbívoros son presa de leones y hienas, y si sabemos lo suficiente sobre sus hábitos alimentarios podemos deducir la red a la que pertenecen los elementos principales de su dieta.

¿Podemos reconstruir las redes alimentarias de la Era de los Dinosaurios? Elijamos Norteamérica hace desde unos 70 a 66 millones de años. Para empezar, tenemos que descubrir lo que comían los dinosaurios. Como de costumbre, los expertos lo adivinan basándose en los fósiles. Los fósiles de hojas y tallos quizá con piedras estomacales, gastrolitos, muestran si un dinosaurio era herbívoro. Los fósiles de excrementos de dinosaurio, coprolitos, permiten reconstruir su dieta.

Empieza con las plantas. Los fósiles demuestran que había coníferas, helechos, cicadáceas, flores y árboles, que se encuentran en la base de la red. Son los productores primarios.

Tras los productores llegan los consumidores, los animales. Los primeros son herbívoros, en el nivel inmediato superior a las plantas. Uno de ellos era el Anatotitan. El estómago de los hadrosaurios fósiles muestra que comían agujas y piñas de coníferas. Así, podemos relacionar las coníferas y cicadáceas del nivel uno con el Anatotitan del nivel dos.

Un dinosaurio podía comerse a otro sólo si ambos vivían al mismo tiempo y en el mismo lugar. Un dinosaurio con dientes débiles como el Diplodocus no podía matar y desgarrar la carne de otro animal, y los dientes puntiagudos del Allosaurus carecían de utilidad para comer hojas.

Los dinosaurios no eran los únicos animales de su época. Había insectos, gusanos, anfibios, aves y mamíferos. Todos ellos tienen importancia en las redes alimentarias.

Todas las redes alimentarias tienen un carnívoro en la cúspide, como el león africano. Caza prácticamente a todos los animales y no es víctima de ninguno de ellos. En la red alimentaria de los dinosaurios, el carnívoro de la cúspide era casi con certeza el Tyrannosaurus rex. Pocos animales podían derrotarlo.

Pero, con el tiempo, incluso este gran animal moría por enfermedad o de vejez. ¿Qué ocurría con su cuerpo? Quizá lo devoraban los carroñeros, animales que se alimentan de cadáveres, o se descompusiera por la acción de los hongos. Todo un conjunto de seres vivos se alimenta de los muertos y moribundos: los detritívoros o carroñeros.

¿LOS DINOSAURIOS ERAN DE SANGRE CALIENTE?

Durante mucho tiempo, los paleontólogos se han preguntado acerca de la fisiología termorreguladora de los dinosaurios; es decir, de su sistema de control de la temperatura corporal y, como consecuencia de ello, acerca de su metabolismo, el metabolismo incide en la velocidad general de las reacciones químicas del organismo, que afecta a los niveles de actividad. En la actualidad, las aves y los mamíferos son homeotermos: mantienen una temperatura corporal elevada que no se modifica pese a los cambios de temperatura del ambiente. Los animales con una temperatura corporal variable son poiquilotermos. Pero hay que pagar un elevado precio para mantener constante la temperatura corporal. Las aves y los mamíferos llegan a utilizar hasta nueve décimas partes de los alimentos que consumen simplemente con este fin; los alimentos se queman para mantener elevada la temperatura cuando hace frío, y se pierde energía de distintas formas para mantener fresco el cuerpo cuando hace calor.

Las aves y los mamíferos son endotermos: tienen un control interno de la temperatura. Los lagartos, las serpientes, las tortugas, los anfibios y los peces son ectotermos, con un control externo de la temperatura; la temperatura corporal suele variar a medida que lo hacen la temperatura del aire o del agua, y por lo tanto experimentan grandes fluctuaciones del mediodía a la medianoche. Algunas veces, estas criaturas varían su comportamiento para modificar la

temperatura, como por ejemplo cuando se ponen al sol sobre una roca para calentarse, o se esconden en una madriguera para refrescarse, pero los lagartos y los cocodrilos están a merced del ambiente. El aspecto positivo de la cuestión es que estos ectotermos por lo general necesitan comer tan sólo una décima parte de los alimentos que necesitan los endotermos del mismo peso.

Durante las décadas de 1.820 y 1.830, los primeros buscadores de dinosaurios los consideraban lagartos gigantes, y por lo tanto, ectotermos corpulentos. En 1.841, el destacado anatomista inglés Richard Owen, más tarde sir Richard, marcó dos hitos memorables. En primer lugar, publicó por primera vez el nombre dinosaurio, como distintivos para unificar las cinco o seis especies que se habían descubierto hasta ese momento. En segundo lugar, defendió la teoría de los dinosaurios eran animales avanzados, más comparables con los elefantes y los rinocerontes, en términos fisiológicos, que con los lagartos.

En 1.870, Thomas Huxley, otro eminente paleontólogo inglés, sustentaba que la fisiología de los dinosaurios coincidía con el modelo mamífero, al destacar las semejanzas entre los dinosaurios y las aves. Destacaba, en particular, la similitud entre los terópodos más pequeños y el *Archaeopteryx*, el ave más antigua que se conoce, cuyos primeros fósiles se hallaron en 1.861. Sin embargo, la idea de que los dinosaurios fueran endotérmicos no se mantuvo durante demasiado tiempo. La mayoría de los paleontólogos de la época victoriana, y los de buena parte del presente siglo, los consideraban ectotermos perezosos, habitantes de las ciénagas, que llevaban una vida lenta y tenían un ritmo metabólico bajo.

A esta opinión se opuso con firmeza, a principios de la década del setenta, el doctor Robert Bakker, a la sazón colaborador de la Universidad de Yale, en una serie de artículos. Presentó siete tipos diferentes de pruebas, según su criterio, todos los dinosaurios eran muy activos y totalmente endotérmicos:

Cuando se ponían de pie, las patas de los dinosaurios se enderezaban y existen indicios de que podían correr.

Los grandes saurópodos debían tener un corazón desarrollado, capaz de bombear la sangre hasta la cabeza.

Muchos terópodos presentan adaptaciones para una gran agilidad; tal vez tuvieran un ritmo metabólico elevado.

Se han encontrado fósiles de dinosaurios dentro del Círculo Polar Ártico; por consiguiente, tenían que ser capaces de soportar temperaturas muy bajas.

En las comunidades de dinosaurios se puede apreciar la proporción endotérmica depredador/presa. Esto se basa en el descubrimiento de que los carnívoros mamíferos actuales necesitan diez veces más alimentos que los ectotermos del mismo peso corporal, y así, la proporción entre los depredadores y sus presas debería aproximarse a 1:100 para los endotermos, y a 10:100 para los ectotermos.

Los huesos de los dinosaurios presentan indicios de un crecimiento rápido y de remodelación, como ocurre con los huesos de los mamíferos modernos.

Ciertos terópodos tenían cerebro como el de las aves, más bien grande, y no pequeño como en los reptiles.

El cráneo de los dinosaurios carece de la abertura pineal en la parte superior, que es el orificio del tercer ojo de numerosos lagartos, que estos ectotermos utilizaban para el control de la temperatura a través del comportamiento.

Las aves, que son endotermas, evolucionaron a partir de pequeños dinosaurios terópodos, y por lo tanto es probable que los dinosaurios también fueran endotermos.

Las sugerencias de Bakker provocaron grandes controversias a lo largo de la década, que continúan incluso ahora. Según sus críticos, la mayoría de sus argumentos no eran decisivos, algunos se apoyaban en demasiadas suposiciones y no se podían comprobar, y otros se basaban en vínculos erróneos entre la anatomía y la fisiología. Por ejemplo, muchos ectotermos se mueven en realidad con gran rapidez, entre ellos, numerosos lagartos; lo que no pueden hacer es mantener esta velocidad durante mucho tiempo. Pero no podemos comprobar si los dinosaurios tenían arranques de velocidad o si eran corredores permanentes. Además, no tenemos pruebas de que hubiera una glaciación extensiva durante el Mesozoico; por tanto, las temperaturas dentro del Círculo Polar Ártico, en esa época, no eran tan bajas como en la actualidad. Y los rasgos esenciales de los mamíferos que presentan los huesos de los dinosaurios, como la red de canales internos, sólo indican un crecimiento rápido y un gran tamaño corporal, pero no tienen nada que ver con la endotermia. Estas características aparecen en la actualidad en los ectotermos de gran tamaño, como las tortugas, mientras que las aves y los mamíferos pequeños tienen huesos supuestamente ectotérmicos sólo porque son pequeños.

Hoy en día, la cuestión se centra en las proporciones depredador/presa, la estructura ósea y los presupuestos de energía: el equilibrio entre el consumo de alimentos, la calidad de estos y el ritmo metabólico. Bakker sigue manteniendo su posición, inquebrantable, mientras que los demás paleontólogos admiten una posición intermedia, según la cual los pequeños terópodos avanzados eran endotermos, como las aves; en cambio, todos los demás dinosaurios, los grandes y los enormes, disponían de un mecanismo termorregulador especial, al que llaman homeotermia inerte y homeotermia masiva. Esto se basa en el hecho de que la temperatura corporal fluctuante de los poiquilotermos va un poco rezagada en relación con los cambios de la temperatura ambiente, y la duración de esta diferencia depende del tamaño del cuerpo. Cuanto mayor es el ectotermo, almacena más inercia en su cuerpo, lo cual retrasa el enfriamiento nocturno y también la velocidad de calentamiento durante el día. Se ha calculado que la temperatura corporal de la mayoría de los dinosaurios manifestaba una fluctuación de apenas 1 ó 3 grados, incluso cuando la amplitud térmica entre el día y la noche ascendía a más de 20°C.

¿LOS DINOSAURIOS SE OCUPABAN DE SUS CRÍAS?

Hasta hace poco tiempo se pensaba que sólo se ocupaban de sus crías las aves y los mamíferos, mientras que los reptiles se limitaban a poner los huevos y después los abandonaban a su suerte: Sin embargo, las observaciones de campo de los cocodrilos, durante la década del setenta, demostraron que ayudaban a sus descendientes a salir del cascarón y los llevaban hasta el agua. Por lo tanto, los científicos que estudiaban el tema no se sorprendieron demasiado cuando, durante la década del ochenta, se descubrieron pruebas de que los dinosaurios también se ocupaban de sus crías.

Hace tiempo que se conocen los huevos de dinosaurio, sobre todo los procedentes de los depósitos del sur de Francia y de Mongolia y, en fechas más recientes, los de India y los estados centrales de Estados Unidos. Las famosas expediciones del Museo Americano a Mongolia, en los años veinte, descubrieron nidos completos de Protoceratops fosilizados. En algunos, había varios círculos concéntricos de hasta 18 huevos, y muchos estaban relacionados con esqueletos de individuos adultos, jóvenes y recién nacidos. Los huevos franceses corresponden al saurópodo Hypselosaurus. Son más grandes que los de Protoceratops, y parece que la cantidad máxima por nido es de doce o trece. En proporción, los huevos puestos por dinosaurios muy grandes eran bastante pequeños (rara vez medían más de 30 centímetros de largo), por

limitaciones mecánicas. Cuanto más grande es el huevo, más grueso ha de ser el cascarón, para impedir que se rompa. Pero a partir de un cierto grosor, el embrión situado en el interior no podía respirar, ya que el oxígeno pasa a través del cascarón. Además, si fuese demasiado grueso, la cría sería incapaz de romperlo llegado el momento.

Una serie de importantes excavaciones realizadas en Montana por el doctor Jack Horner, ha demostrado algunos aspectos relevantes del "cuidado de las crías" por parte de los dinosaurios. Se encontraron nidos de hadrosaurios, ornitópodos hipsilofodóntidos y saurópodos en torno a la llamada "Montaña de los huevos": los huevos de hadrosaurio, por lo general, están colocados en grandes nidos redondos sobre el suelo, y los nidos aparecen en colonias, lo cual sugiere una nidificación comunitaria. Horner descubrió que estos dinosaurios volvían cada año al mismo sitio para poner los huevos. Los nidos son depresiones poco profundas que las hembras de los hadrosaurios debieron de excavar con las patas traseras. Ponían alrededor de 24 huevos de forma elipsoide en círculos concéntricos, los cubrían con arena y aparentemente se ocupaban del nido hasta que existía algún tipo de cuidado, por parte de los padres, que alimentaban a las crías después de su salida del cascarón. La presencia de los adultos habrá servido también para alejar a los depredadores.

¿POR QUÉ LOS DINOSAURIOS ERAN TAN ENORMES?

Aunque algunos dinosaurios no eran mucho más grandes que un pollo, como término medio formaban un orden cuya magnitud era superior a la de los mamíferos. En otras palabras, un gráfico de los distintos tamaños de los dinosaurios típicos sería similar al de los mamíferos, pero multiplicado por diez. ¿Por qué vivían los dinosaurios en una escala semejante, o cómo lo lograban.

La respuesta a la primera pregunta podría ser, simplemente, que los dinosaurios eran más grandes porque no había ningún otro animal más grande que ellos. Los mamíferos no llegaron a ser tan gigantescos, sólo por la gran cantidad de alimentos que necesita un endotermo de 30 metros de largo. No es correcto suponer que un mamífero del tamaño de un Apatosaurus tendría que comer diez veces más de un Apatosaurus ectotérmico, porque ambos obtendrían los mismos beneficios de la homeotermia inerte. Sin embargo, es posible que el hecho de ser ectotérmicos liberara a los saurópodos de este tipo de limitación para reunir energía (para compensar su enorme tamaño), que podría n cambio afectar a los elefantes.

¿Con qué problemas tenían que enfrentarse los dinosaurios a causa de su enorme tamaño? El más grave debía de ser el de las tensiones biomecánicas provocadas por su gran corpulencia. Todos los huesos del esqueleto de un vertebrado, y cada uno de sus músculos, están hechos para un tamaño y una fuerza determinados, que dependen de las tensiones que suele tener que soportar habitualmente. Por ejemplo, el diámetro de la pata de un animal es directamente proporcional a su peso corporal, por la simple razón de que los pilares que soportan un peso tienen que hacerse a la escala correcta. Existe un factor intrínseco de seguridad, como ocurre al diseñar un edificio, por lo que las patas de un animal están en condiciones de soportar una tensión poco habitual, pero no excesiva. Las piernas del hombre pueden sostener dos o tres veces el peso normal de su cuerpo, y son capaces de soportar el impacto de un salto de longitud. Pero no resisten el peso de un elefante, ni un salto desde una altura de diez metros.

Las estructuras biológicas disponen de factores de seguridad intrínsecos de este tipo, pero no en exceso, a causa del "coste" de construir y mantener estructuras de seguridad innecesarias. Toda estructura alcanza un punto intermedio entre las necesidades cotidianas y las posibles demandas

infrecuentes, y los costes de construcción y mantenimiento, al igual que un ingeniero civil calcula los materiales mínimos necesarios para que un edificio resulte seguro.

Los problemas para los grandes dinosaurios dependían de la relación entre la superficie y el volumen que ya hemos mencionado. El diámetro de una pata (una cantidad al cuadrado) es proporcional al peso del animal (una cantidad al cubo). Por consiguiente, a medida que aumenta el peso, el diámetro de la pata ha de incrementarse en proporción al volumen (no a la superficie del cuerpo). Las extremidades de un elefante no se corresponden en escala con las de una gacela, cuanto se dibujan sus cuerpos del mismo tamaño; la gacela tiene patas estrechas, como palos, mientras que el elefante tiene unos pilares inmensos. Según el efecto proporcional superficie/volumen, las patas de los grandes saurópodos eran incluso más inmensas, en relación, que las de los elefantes. Los cálculos demuestran que, con un peso superior a las cien toneladas, las patas de un cuadrúpedo tendría un diámetro tan descomunal que sería imposible caminar. Si fue mayor permanecería inmóvil, y en todo caso es probable que se hundiera en la tierra, bajo su propio peso.

Se ha discutido mucho acerca de los pesos estimados de los dinosaurios, y sobre cuál era el más pesado. Los pesos se calculan a partir de modelos construidos a escala. El volumen exacto de un modelo se obtiene según la cantidad de agua que desplaza de un cilindro de medición, y el volumen se convierte en peso por medio de un factor que representa la proporción volumen/peso de la carne de cocodrilo. A continuación se hace una escala con el tamaño que tenía el dinosaurio en vida. No obstante, los cálculos presentan variaciones considerables. El peso de uno de los competidores por el título de dinosaurio superpesado, *Brachiosaurus*, se ha calculado en diversas cifras que oscilan entre las 20 y las 78 toneladas, partiendo de la base de los mismos esqueletos. Es posible que su familiar, *Ultrasaurus*, fuera todavía más pesado (se han mencionado pesos de entre 100 y 140 toneladas), pero los restos están demasiado incompletos para estar seguros. Parece que muchos otros dinosaurios superaban la barrera de las 50 toneladas, según un análisis realizado en 1.988 por el doctor Greg Paul, de Colorado. Entre estos se incluyen el diplodócido *Supersaurus*, el titanosaurio *Antarctosaurus*, varios especímenes sin nombre, basados en huesos enormes, e incluso algunos que se basan en inmensas huellas fosilizadas.

Las ecuaciones que conducen al cálculo de un límite máximo de tamaño se vuelven más complejas que si se les añaden los efectos de la locomoción. Los animales utilizan las patas para andar y para correr, y estas actividades someten a las extremidades a múltiples tensiones. Si el cuerpo de una persona aplica una fuerza x a través de cada pierna, cuando está de pie, al correr esa fuerza puede elevarse a $10x$ debido al impacto de cada paso. La tensión que soportan los huesos de las piernas aumenta aún más porque, cuando se produce el impacto, la extremidad no se encuentra en ángulo recto con respecto al suelo. En consecuencia, la fuerza del impacto no se transmite de forma paralela al eje longitudinal de cada uno de los huesos de las piernas, sino en ángulo con respecto a este eje, produciendo de este modo una tensión angular que tiende a fracturar el hueso. Estos factores limitaban a los grandes saurópodos a desplazarse a escasa velocidad. De haber podido galopar, *Apatosaurus* se habría quebrado las patas.

¿CUÁLES SON LOS PARIENTES VIVOS MÁS PROXIMOS DE LOS DINOSAURIOS?

Siempre se ha considerado a los dinosaurios como reptiles, y se suponía que sus parientes más próximos eran los cocodrilidos. Después de todo, un cocodrilo lleno de escamas, con sus enormes mandíbulas y largos dientes, tiene un aspecto lo bastante primitivo como para parecer

un dinosaurio viviente. Un análisis más cuidadoso de su anatomía indica que los cocodrílidos son arcosaurios ("reptiles predominantes"), como los dinosaurios y los pterosaurios: tienen las "ventanas craneales" conocidas con el nombre de ventana anteorbital (al menos aparece en las formas fósiles) y la ventana mandibular, y el cuarto trocánter del fémur.

Para hablar con propiedad, sin embargo, hay que decir que los parientes vivos más próximos de los dinosaurios son las aves. Tal afirmación ha estado implícita durante muchos años, pero no se ha expresado con tanta claridad sino hasta hace muy poco. Huxley, en su informe de 1.870, tenía bastante claro que *Archaeopteryx* no era más que un dinosaurio con plumas y que las aves como grupo evolucionaron a partir de los pequeños terópodos. Sin embargo, la claridad de este punto de vista quedó oscurecida buena parte del presente siglo por un exceso de hipótesis relacionadas con las evidencias fósiles, y también por la búsqueda de los "antepasados" esquivos de las aves, en épocas muy remotas. Se tenía la impresión de que *Archaeopteryx*, en el Jurásico superior, hace alrededor de 150 millones de años, era demasiado parecido a las aves como para haber evolucionado de los terópodos contemporáneos; entonces, había que buscar antepasados de las aves unos setenta años antes, en el Triásico superior. De allí surgió la idea de que las aves evolucionaron directamente de los tecodontos, y la prolongada historia intermedia estaba totalmente desprovista de fósiles. Desde luego, se han hecho informes sobre varias supuestas "aves" del Triásico superior y el Jurásico inferior, pero hasta ahora ninguna de ellas ha resultado ser un ave auténtica.

Durante la década del setenta, algunos paleontólogos, entre ellos, el profesor John Ostrom, de la Universidad de Yale, pusieron en duda el modelo tecodonto/ave. Ostrom repitió muchos argumentos esgrimidos por Huxley un siglo antes, y demostró que, en todos los aspectos, los esqueletos de *Archaeopteryx* y las aves posteriores se corresponden con los esqueletos de los terópodos, como *Deinonychus*. Las similitudes que observó son tan sorprendentes que parece increíble que sus ideas encontraran alguna oposición; y sin embargo, algunos paleontólogos siguen estando en contra. La resistencia resulta extraña sobre todo si se tiene en cuenta que no hay pruebas que propicien una hipótesis alternativa.

Los argumentos de Ostrom fueron recogidos por varios analistas que los consideraron irrefutables. Las aves encajan a la perfección al final de una secuencia de terópodos cada vez más similares a ellas, que comienza con *Coelophysis*, y va avanzando a través de los tiranosaurios, los ornitómidos, los celúridos y otros, hasta llegar a los dromeosáuridos, los troodontidos y, por último, las aves propiamente dichas. Varias características típicas de las aves ya estaban presentes en distintos terópodos. Algunos paleontólogos incluso afirman que las plumas, la sinapomorfia fundamental de las aves, estaban presentes en todos o al menos en algunos de los dinosaurios terópodos. Por el momento, no existen pruebas directas de esta fascinante afirmación.

DINOSAURIOS CORREDORES Y SALTADORES

Hasta hace pocos años, muchos paleontólogos tenían una imagen mental de la locomoción de los dinosaurios que, probablemente, no difería demasiado de los modelos de andar pesado y las "imágenes congeladas" que aparecían en las primeras películas de monstruos. Los dinosaurios gigantes se movían con torpeza y lentitud, pisando árboles y otros animales, que quedaban aplastados bajo sus patas, a medida que avanzaban, sin prestar atención, como un carro de combate. Las ideas han cambiado, ahora que se puede calcular con exactitud a qué velocidad era capaz de correr un dinosaurio. Las pruebas principales proceden de las pisadas, que

proporcionan dos útiles elementos de información. En primer lugar, en general las pisadas indican qué dinosaurio dejó las huellas, según el tamaño, la cantidad de dígitos y la forma global de la señal. En muchos casos, es posible apreciar las impresiones de las articulaciones de los dedos, y compararlas con los esqueletos excavados en rocas de la misma época, situadas en las proximidades. En segundo lugar, el espacio comprendido entre las pisadas, en una huella fosilizada, permite averiguar la longitud exacta de la zancada. En 1.976, el profesor R. McNeill Alexander, de la Universidad de Leeds, en Inglaterra, estableció una proporción matemática entre la longitud de la zancada y la longitud de la extremidad, válida para todos los vertebrados, gracias al cual se conoce su desplazamiento. Esta relación es válida para animales tan diversos como los caballos, los seres humanos, los perros, los elefantes y los avestruces.

Para calcular la velocidad de los dinosaurios, McNeill Alexander averiguaba la longitud de la zancada, directamente en las huellas fosilizadas, y calculaba la longitud de las patas, con un alto grado de certeza, con la ayuda de un esqueleto. Las velocidades que obtuvo oscilaban entre cuatro y seis kilómetros por hora para los saurópodos gigantes, como *Apatosaurus*, y de seis a ocho y medio para los terópodos, como *Megalosaurus*. A partir de 1.976, los paleontólogos han aplicado esta fórmula a una gran cantidad de huellas de dinosaurios, y descubrieron que la mayoría de los dinosaurios más grandes tendían a moverse con un paso majestuoso, en general más rápido que el ser humano al andar.

No obstante, con algunas huellas se obtuvieron velocidades más altas. Para ciertas huellas de terópodos de mediano tamaño se calcularon velocidades de hasta 16,5 kilómetros por hora, casi la velocidad máxima de un ser humano. Incluso se llegaron a calcular velocidades superiores, de hasta 42 kilómetros por hora, para carnívoros pequeños, mientras que los 45 a 50 kilómetros por hora de los tiranosaurios se aproximaban a la velocidad de un caballo de carrera al galope.

La cuestión de la velocidad de los dinosaurios tiene enorme significación para su fisiología, y ha habido disputas mordaces acerca de los métodos para calcularla e incluso sobre la validez de utilizar huellas preservadas, en primer término. Los partidarios de la endotermia de los dinosaurios sostienen que hasta las formas más grandes tenían patas ágiles, y eran capaces de galopar. Estos paleontólogos están convencidos de que no tiene sentido calcular la velocidad de los dinosaurios a partir de las huellas, ya que es poco probable que se obtengan las velocidades máximas. Después de todo, afirman, es poco probable que un dinosaurio se moviera con demasiada rapidez en medio del barro en el que dejó impresas sus huellas. No dejaba rastros que pudieran preservarse cuando galopaba en las llanuras.

Los defensores de la ectotermia de los dinosaurios afirman que el peor lugar para conservar las huellas son las ciénagas y los pantanos: el barro penetra enseguida en las pisadas, y al cabo de pocos minutos ya no se ve nada. Argumentan que las pisadas más claras son las que se forman en la tierra firme, como se demuestra actualmente en cualquier playa, y que por tanto, era posible que alcanzaran velocidades elevadas. Destacan la coherencia de todos los cálculos que postulan la velocidad del paso humano para los dinosaurios más grandes, y mayores velocidades sólo para los terópodos más pequeños.

También está la cuestión de la estructura de las patas. La mayoría de los expertos en biomecánica (el estudio de las plantas y los animales como construcciones de ingeniería) afirma ahora que los saurópodos realmente grandes estaban a series limitaciones materiales a causa de su enorme tamaño. Los huesos de las patas eran lo bastante fuertes como para permitirles andar, e incluso andar con rapidez, pero no galopar, ya que la tensión que sufre el hueso aumenta en cuanto empieza a elevarse la velocidad de locomoción. Los elefantes y los rinocerontes actuales

son capaces de galopar, pero parece que se encuentran en el límite máximo que tamaño para este tipo de desplazamiento veloz. Los análisis minuciosos de las patas e los dinosaurios sugieren que es probable de los estegosaurios, los ceratópsidos y los anquilosaurios fueran capaces de galopar a una velocidad similar a la de los elefantes. Los terópodos bípedos menores, que no sufrían estas limitaciones mecánicas de tamaño, podían alcanzar velocidades considerables, para huir de los depredadores o para atrapar una presa muy veloz. Pero la noción de un Tyrannosaurus de siete toneladas echándose a correr a cincuenta kilómetros por hora todavía resulta tan sobrecogedora que la mayoría de los biólogos se resistirían a aceptarla.

¿POR QUÉ SE EXTINGUIERON LOS DINOSAURIOS?

La extinción de los dinosaurios es la pregunta clave que todo el mundo se hace. Aunque parezca sorprendente, se desconoce la respuesta, por más que tantos científicos hayan procurado abordarla. En la actualidad, alrededor de quinientos paleontólogos, geólogos, geoquímicos y astrofísicos están trabajando en ello. Cada año se publican cientos de informes sobre el tema, y se llevan a cabo docenas de congresos, pero no parece que estemos mucho más cerca de la verdad que hace diez años. Todavía no podemos afirmar con certeza si los dinosaurios tardaron diez millones de años, o un minuto en extinguirse, ni tampoco si murieron de forma simultánea.

Los estudios sobre la diversidad de los dinosaurios demuestran, a grandes rasgos, que durante la segunda mitad de su historia, en todo momento existieron entre veinte y treinta familias, y la diversidad global de la especie (por lo que sabemos) era de 50-100. Es posible que estas cifras disten de la realidad, debido al carácter incompleto del registro fósil y los problemas de datar las rocas con exactitud; pero es probable que la imprecisión se mantenga para cada período. De este modo, se obtiene una estimación cualitativa de la situación, ya que no una cuantitativa.

En 1984, el doctor Dale Russell, del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Ottawa, en Canadá, calculó en cifras globales a diversidad de los dinosaurios a través del tiempo, con la intención de demostrar que su desaparición fue un acontecimiento repentino. La diversidad se mantuvo hasta el final, sin la menor señal de disminución que cabría esperar en una desaparición más gradual. Por el contrario, el doctor Robert Sloan, de la Universidad de Minnesota, Minneapolis, y sus colegas publicaron en 1986 un informe que sugería lo contrario. Su estudio se basaba en las décadas de recolección de huesos de dinosaurios y mamíferos en la Formación Hell Creek, en Montana. Sus gráficos, realizados a partir de cientos de huesos y de una datación de mejor calidad, parecían demostrar una lenta decadencia de los dinosaurios, a lo largo de ocho millones de años, aproximadamente, y una consiguiente expansión de los mamíferos. Un estudio realizado en 1987 por el doctor Bob Sullivan, del Museo del Condado de Los Angeles, en California, pareció confirmarlo a escala global. Descubrió que la diversidad de los dinosaurios decayó de dieciséis familias a nueve, durante los diez últimos millones de años del Cretácico. Los "últimos" dinosaurios comprenden doce especies, que se conocen a partir de una docena escasa de ejemplares en todo el mundo. Sin embargo, su análisis ha sido criticado, debido a los problemas para establecer una correlación mundial de las rocas en que se encontraron los dinosaurios (en realidad, no se puede realizar una datación tan exacta como sugería Sullivan) y a las dificultades para determinar la cantidad real de especies que estaban presentes.

Estos debates se refieren a la forma de extinción, y los puntos de vista contrastantes han quedado representados en la siguiente pregunta: ¿los dinosaurios desaparecieron de golpe (como dice Russell) o a través de un dilatado período de lamentable decadencia (como sostienen Sloan y Sullivan)? Si ni siquiera se puede determinar la forma de extinción, en primer lugar, ¿cómo van

a hacer los científicos para comenzar siguiera a estudiar el proceso que motivó esta extinción? Cada postulado cuando un número aproximadamente similar de científicos que lo apoyan, y cada una de las dos teorías suele designarse con el nombre de la explicación que propone: "gradual" (la plañidera) y "catastrofista" (la repentina).

EL MODELO "GRADUAL"

El principal punto a favor del modelo gradual es que los climas estaban cambiando lentamente, tal vez como consecuencia de la variación del nivel del mar, y la desaparición de los dinosaurios se habría producido a causa de la pérdida de los hábitats adecuados. Numerosos paleontólogos y geólogos aceptan esta afirmación, de una manera u otra. La prueba fundamental es paleontológica; los estudios detallados realizados en ciertas cuencas sedimentarias parecen demostrar una decadencia de los dinosaurios a largo plazo, así como la de muchos otros grupos que desaparecieron en la misma época (los pterosaurios y algunos cocodrílidos, las aves y los mamíferos terrestres, y los plesiosaurios, los ictiosaurios, los mosasaurios, los ammonites y los belemnites en el mar). También sustenta esta teoría la evidencia de que los niveles del mar subieron durante el final del Cretácico, inundando las zonas costeras, y parece que los climas se volvieron más templados en numerosos hábitats de dinosaurios. Leigh Van Valen, de la Universidad de Chicago, y Robert Sloan han señalado que la exuberante vegetación subtropical de la época de los dinosaurios pareció dar paso a los bosques templados de coníferas, en el transcurso de un período de 5 a 10 millones de años. Se cree que esta alteración coincide exactamente con la decadencia de los dinosaurios y la prosperidad de los mamíferos.

EL ARGUMENTO "CATASTROFISTA"

El punto de vista opuesto, catastrofista, ha conseguido mucha más publicidad últimamente, y cuenta con el apoyo, sobre todo, de los geoquímicos y los astrofísicos. Durante años, los geólogos habían sugerido que tal vez los dinosaurios hubieran sido víctimas de choques de meteoritos, reflejos solares o supernovas (explosiones de estrellas), pero en general los paleontólogos los consideran especuladores ociosos. Sin embargo, en 1980, Luis Alvarez (un físico de Berkeley, California, ganador del Premio Nobel) y sus colegas publicaron un informe original que tuvo gran influencia en el desarrollo de la teoría catastrofista. Mencionaban niveles elevados de un metal escaso, el iridio (relacionado con el platino), en una capa delgada de arcilla correspondiente al límite entre el Cretácico y el Terciario, procedente de un yacimiento de Gubbio, Italia. Partiendo de esta observación, propusieron que la Tierra había sufrido el impacto de un asteroide de alrededor de diez kilómetros de diámetro, y que la fuerza del choque había desprendido nubes de polvo que se habían elevado hasta las capas superiores de la atmósfera, oscureciendo el sol, lo que provocó extinciones catastróficas a escala mundial.

Muchos geólogos se burlaron al principio de esta noción, porque pensaban que se había urdido en una teoría de dramatismo innecesario, a partir de pruebas muy limitadas. No obstante, durante los cuatro años siguientes, se encontró arcilla con un incremento de iridio en más de cincuenta localidades de todo el mundo, en sedimentos que se habían depositado bajo el mar, en lagos en ríos. ¿Qué quería decir todo esto?

El iridio no es un elemento natural de la corteza terrestre, sino que llega en los meteoritos y en otros residuos del espacio exterior. Sólo existe naturalmente en el núcleo de la Tierra, y llega a la corteza y la superficie por medio de cierto tipo de volcanes muy poco habituales. Por este

motivo, Alvarez y su equipo postularon una fuente extraterrestre para el iridio que habían identificado, y una fuente muy abundante, capaz de producir los niveles de aumento detectados en el límite entre el Cretácico y el Terciario. Partiendo de una sola situación, previeron la existencia de iridio en todos los yacimientos donde se estudiara el límite entre estas dos eras; su predicción se confirmó ampliamente durante los años siguientes. Así ganaron a muchos científicos para su causa.

En la actualidad existe otra prueba en favor del modelo catastrofista de la extinción que se produjo en este período. Determinados grupos fósiles, sobre todo el plancton marino, presentan extinciones repentinas en este límite. También se produjeron perturbaciones importantes, a corto plazo, en las plantas terrestres. Justo encima de la "huella de iridio", en numerosos cortes geológicos de roca aparece una "huella de helechos". Según las interpretaciones, esto demuestra la desaparición de las plantas angiospermas normales (flores y árboles), seguida por una difusión inicial de los helechos, y a continuación la recuperación de las angiospermas, algunos años después. Esto es exactamente lo que ocurre después de las grandes erupciones volcánicas, y se dice que la "huella de helechos" entre el Cretácico y el Terciario demuestra la existencia de un manto global de polvo estéril, tras el impacto del asteroide, y posteriormente la germinación gradual de las esporas y las semillas enterradas.

Una prueba más del impacto consiste en la existencia de esférulas cristalinas ("canicas" diminutas) en relación con las arcillas ricas en iridio. Se supone que son consecuencia de la fundición de los materiales de impacto. Un tipo de prueba similar son los granos de "cuarzo golpeado", que presentan dos o más grupos de líneas paralelas que atraviesan los granos laminados cuando se los examina al microscopio; en apariencia, estos rasgos de tensión sólo se pueden producir por impacto.

Los geólogos y los paleontólogos gradualistas afirman que muchas de estas características podrían haber sido causadas por erupciones volcánicas a gran escala. Señalan las capas gruesas de lava de una antigüedad aproximada a la adecuada, en la región de Decán, en India, como una fuente posible de las nubes de polvo, iridio, esférulas cristalinas y cuarzo golpeado en todo el mundo.

El inconveniente principal del argumento del impacto es que no coincide con los hechos biológicos, de diversas maneras. En primer lugar, la vida no desapareció de forma instantánea en todo el mundo, por lo que sabemos. De hecho, la mayoría de los grupos vegetales y animales atravesaron el límite entre el Cretácico y el Terciario sin sufrir ningún cambio. En segundo lugar, la mayoría de los grupos que se extinguieron lo hicieron de forma gradual, a largo plazo. Los inicios de estas extinciones de ésta época se sitúan hasta treinta millones de años antes, para algunos grupos marinos, aunque sigue habiendo pruebas inequívocas e la decadencia de los dinosaurios. En tercer lugar, los "modelos a muerte" después del impacto no resultan aceptables, desde un punto de vista biológico y no coinciden con las pruebas. Se ha sugerido que el asteroide levantó una vasta nube de polvo que ocultó el Sol; o provocó el calentamiento excesivo de la Tierra cuando ingresó en la atmósfera; o la exposición que produjo el impacto liberó en la atmósfera arsénico u osmio venenosos; o el asteroide aterrizó en el mar y provocó una inmensa marejada (tsunamis) que recorrió el mundo, destruyendo toda la vida que se desarrollaba al nivel de la tierra, con sus frentes de olas de treinta metros. Algunos sedimentos próximos al límite entre el Cretácico y el Terciario presentan, sin duda, las huellas de los tsunamis, pero parece increíble que así hayan desaparecido los dinosaurios y los pterosaurios, y sin embargo hayan sobrevivido los lagartos, las tortugas, los cocodrilos y la mayoría de los mamíferos.

¿EL CONSENSO ACTUAL?

El consenso actual, si es que existe algo así, es que se produjo un impacto, de un asteroide o de una lluvia de cometas, en el límite entre el Cretácico y el Terciario, pero que esta no fue la única causa de la extinción. No cabe duda de que los belemnites y los ictiosaurios habían desaparecido mucho antes de este límite, y que la mayoría de los grupos estaban en decadencia. No obstante, parece probable que la extinción definitiva coincidiera con el impacto, aunque todavía no se puede determinar algo así a escala global.

La saga de las extinciones va mucho más allá del acontecimiento que se produjo entre las dos eras, ya que hubo muchas otras antes y después de este momento. Los demás sucesos han despertado mucha menos atención que este límite, puesto que no implican la desaparición de los dinosaurios, y además las rocas limítrofes reales no son tan fáciles de estudiar.

Estos diversos acontecimientos se han unido a través de un nuevo debate sobre la periodicidad de las extinciones: ¿siguen un patrón cíclico regular y son predecibles? De ser así (y son muchos los que en la actualidad aceptan la periodicidad de las extinciones), ¿qué provoca esta periodicidad? Se ha ampliado el modelo extraterrestre para dar una explicación. Cada 26 millones de años; es posible que se relacione con una inclinación de todo el plano galáctico; o incluso puede tratarse de un "planeta X", invisible, situado más allá de Plutón, que se aproxima al extremo del sistema solar, perturbándolo, cada 26 millones de años. Ahora los astrofísicos dan conferencias sobre estos modelos, y todo comenzó con los dinosaurios.

Como si esto no fuera suficiente, el modelo de los efectos del impacto de los asteroides ha tenido una enorme influencia a lo largo de la última década. Los patrones informatizados demostraron que la gran nube de polvo que se elevó en el aire durante el límite entre el Cretácico y el Terciario oscureció el Sol e interrumpió la llegada de los rayos infrarrojos que calientan la superficie de la Tierra. Los especialistas atmosféricos calcularon que la nube de polvo hizo descender las temperaturas de la superficie del globo alrededor de 20°C, o más, produciendo un "invierno global" que acabó con la vida de los dinosaurios, que apreciaban el clima cálido (¿y los cocodrilos y los lagartos?). Estas estimaciones condujeron directamente a la certeza de que una guerra nuclear, hoy en día, produciría exactamente el mismo efecto: el famoso "invierno nuclear". Una vez más, este vasto campo de especulación científica tuvo su origen, alrededor del año 1982, con la investigación sobre los dinosaurios.