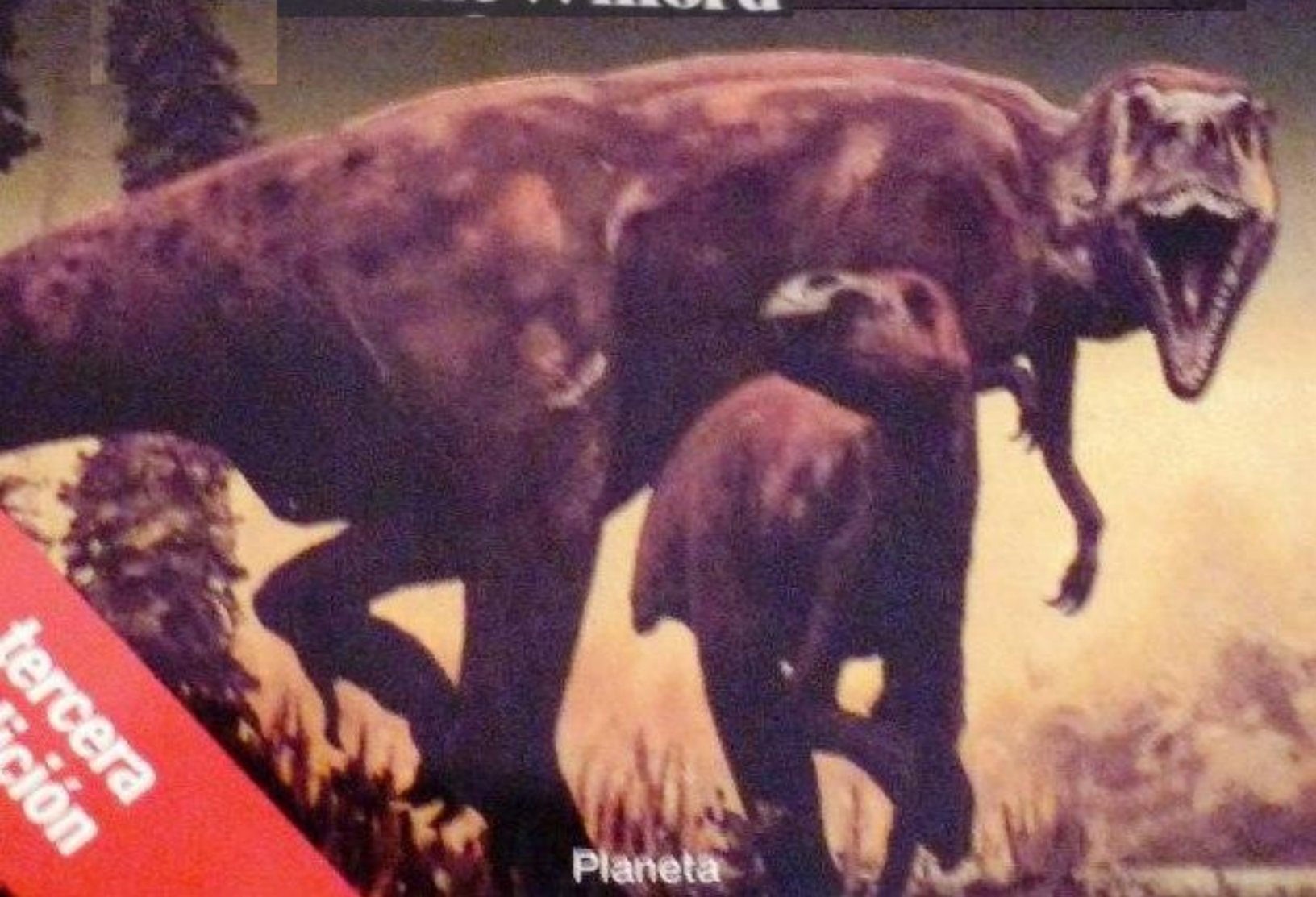
El enigma de los dinosaurios

Premio Pulitzer

Una amplia perspectiva
de los animales más fascinantes que dejaron
sus huellas en la Tierra.

John Noble Wilford



tercera edición

Planeta

Annotation

En este libro se relata la historia de una investigación apasionante: la de los paleontólogos que desde principios del siglo XIX, han tratado de resolver el enigma de los dinosaurios, el conjunto de especies que han dominado nuestro planeta durante un período más largo: 165 millones de años. Revolucionando las antiguas teorías sobre estos animales, descubrimientos recientes han probado que no todos ellos eran lentos, de sangre fría, sino que algunas especies eran de sangre caliente y de movimientos rápidos, y que su desaparición no se debió a su incapacidad de adaptación, sino a grandes cataclismos que asolaron la Tierra.

John N. Wilford

EL ENIGMA DE LOS DINOSAURIOS

Dirección científica:

Jaume Josa Llorca
Profesor de Historia de las Ciencias Naturales de la Facultad de Biología de la Universidad de Barcelona Colaborador científico del Consejo Superior de Investigaciones Científicas Associatedship of Chelsea College (University of London)
Autor de biografías y presentaciones:
Néstor Navarrete
Autor de la traducción y adaptación:
Joaquín Adsuar Ortega
Título original:

The Ridle of the Dinosaur
Título en español:

El enigma de los dinosaurios
© John Noble Wilford, 1985
© por la traducción, Joaquín Adsuar Ortega, 1987
© Editorial Planeta, S. A., 1991
© RBA Editores, S. A., 1993, por esta edición
Pérez Galdós, 36 bis, 08012 Barcelona
ISBN (Obra completa): 84-473-0174-5 ISBN: 84-473-0183-4 opósito Legal: B-26.707-1993 presión: CAYFOSA, Ctra. de Caldes, Km 3. ta. Perpetua de Mogoda (Barcelona)
Impreso en España - Printed in Spain

John N. Wilford

1933 Nace el 4 octubre en Murray, en el estado norteamericano de Kentucky.
1955 Finaliza los estudios de Periodismo en la Universidad de Tennessee.
1956 Se gradúa en Ciencia Política por la Universidad de Syracuse. Trabaja como reportero para el *Wall Street Journal*.
1962 Pasa a colaborar con la revista *Time,* donde se especializa en información científica.
1965 Se incorpora a *The New York Times*.
1969 Fruto de su trabajo en relación con los proyectos Geminis y Apollo de la NASA, publica su primer libro, *We reach the Moon*, que obtiene el Premio de la ASWA.
1974 Recibe el Premio de prensa del National Space Club.
1975 Es nombrado director de noticias científicas del *NeYork Times*.
1978 En colaboración con otros autores, publica *Scientists at work*.
1979 Es nombrado corresponsal científico del *New York Times*.
1981 Publicita *The mapmakers* y, en colaboración con William Stockton, *Spaceliner*.
1983 Recibe le Premio AASS/Westinghouse para escritores científicos.
1984 Recibe el Premio Pulitzer de periodismo.
1985 Publica *The ridle of the dinosaur (El enigma de los dinosaurios)*.
1987 Recibe por segunda vez el Premio Pulitzer de periodismo.
1989 Ocupa la Chair of Excellence de Periodismo Científico de la Universidad de Tennessee.
1990 Publica *Mars Beckons*.
1992 Publica *The mysterious history of Columbus*.

El enigma de los dinosaurios

Desde que a principios del siglo XIX fueron identificados por primera vez sus restos, los dinosaurios no sólo han apasionado a los científicos sino que han logrado fascinar al gran público. Hace mucho ya que su imagen ha saltado de las páginas de las publicaciones científicas a las páginas menos académicas de las novelas, a las pantallas de cine y televisión, a las revistas de cómics, a los parques de atracciones o a las camisetas de niños y jóvenes. Pero, realmente, ¿qué sabemos de estos animales que, tras dominar durante 165 millones de años la vida de nuestro planeta, desaparecieron hace ahora unos 65 millones de años, al parecer de «muerte súbita»? ¿Por qué éste y no otro de los numerosos grupos de especies que se han extinguido atrae tan intensamente el interés de los hombres, eruditos o profanos?

Estas dos preguntas dominan las páginas de *El enigma de los dinosaurios* de John Noble Wilford, en las que se relata, paralelamente, la aventura científica de los paleontólogos para hacer «revivir» a los dinosaurios a partir de sus restos fósiles y la aventura vital de estos singulares seres según se deduce de los estudios de aquéllos.

El nacimiento de la Paleontología

Para que pudiera nacer la Paleontología primero fue necesario que se admitiera que la Tierra era lo suficientemente antigua como para que, durante su existencia, hubieran podido aparecer y desaparecer especies de las que el hombre nunca tuvo noticia directa. En la primera parte del libro, Wilford relata las dificultades que tuvieron que afrontar los primeros estudiosos de los fósiles para, en primer lugar, hacerse ellos mismos una idea de la antigüedad de sus hallazgos y, después, convencer a los demás de la veracidad de sus cálculos, ya que las creencias religiosas parecían avalar a quienes situaban la creación del mundo a tan sólo unos pocos miles de años en el pasado.

Pero los pioneros de la Paleontología no debieron luchar sólo con la incomprensión de gentes más o menos fantasiosas o fanáticas o con la escasez de sus propios medios, pues en el seno de la pequeña comunidad que formaban tampoco iban bien las cosas: la ambición, la envidia y los celos profesionales ensombrecieron esos primeros y heroicos años. Sin embargo, tal como Wilford nos cuenta, el deseo de conocimientos pudo más que todos los obstáculos y hacia finales del siglo XIX el impulso de la nueva ciencia ya era imparable.

¿Reptiles? ¿Aves?

Las reconstrucciones realizadas a partir de los primeros fósiles importantes de dinosaurios presentaban a unos enormes y pesados lagartos, provistos de unas extremidades posteriores desproporcionadas que les daban, vistos desde atrás, la apariencia de gigantescas ranas. Pero la multiplicación de los hallazgos y los avances de la investigación fueron permitiendo a los científicos aproximarse a una realidad plural. Como es lógico, a lo largo de 165 millones de años de existencia los dinosaurios evolucionaron, se diversificaron y se adaptaron a condiciones ambientales cambiantes. Existieron especies enanas y otras gigantescas. Animales bípedos y cuadrúpedos. Herbívoros, insectívoros y carnívoros. Algunas familias estaban provistas de plumas, aunque no volaban, y otras volaban, pero no poseían plumas. Ágiles y veloces a pesar de su soberbia envergadura, algunas especies debían tener necesariamente sangre caliente.

Un largo adiós

El gran enigma de los dinosaurios es su final. Se examinan aquí las hipótesis más plausibles sobre la desaparición de la especie, incluso aquéllas que mantienen que no hubo una extinción total, sino una evolución hacia formas mejor adaptadas, como las aves.

Después de más de un siglo de hegemonía de las teorías gradualistas para explicar los cambios geológicos, climáticos y biológicos producidos en la Tierra, descubrimientos de origen diverso volvieron a poner de actualidad, desde mediados de la década de los sesenta, las teorías catastrofistas. Wilford relata la aventura de una familia de científicos, los Álvarez, en busca de pruebas que avalaran su hipótesis de que un asteroide chocó con la Tierra, hace unos 65 millones de años, provocando, entre otras catástrofes, la extinción de los dinosaurios.

Aunque los Álvarez tuvieron quien les apoyara entre la comunidad científica, no faltaron los escépticos ni los detractores. Pero cuando tenían prácticamente perdida su batalla en favor de la tesis catastrofista, llegó en su auxilio el descubrimiento de un sorprendente ritmo en la extinción masiva de especies. A principios de los años ochenta, los astrofísicos imaginaron una explicación

para la periodicidad de las catástrofes: Némesis, una estrella enana compañera del Sol, podía pasar por las cercanías de éste cada 26,2 millones de años, provocando alteraciones de diverso orden en nuestro planeta.

Otros libros de la colección relacionados con el tema *Los dinosaurios de sangre caliente* de Adrián J. Desmond *Fósiles y hombres* de Eric Buffetaut

Para Beth y Fred

EN UTAH

Mientras conducía su automóvil hacia el sur, desde Blanding, Utah, por la carretera de Mexican Hat, Jim Jensen se refirió al paisaje que nos rodeaba, describiéndolo como debió de ser hace mucho tiempo, en otra era remota. Tan vividas eran las imágenes que evocaba que lo mismo podía estar dando expresión a sus propios recuerdos personales que repitiendo las visiones de un profeta mormón. Algunas rocas que sobresalían de la tierra impulsaron su evocación. Con arcillas y piedras calizas del triásico y del jurásico, especialmente con los desvaídos colores al pastel de la formación de Morrison, que coronaba la meseta, recreaba, a gruesas pinceladas, el Oeste norteamericano tal y como debió de haber sido decenas de millones de años antes, cuando los escasos mamíferos que había por allí eran demasiado mansos para heredar la Tierra y aún más para desarrollar los cambios necesarios para transformarse en los seres humanos que un día, millones de años más tarde, conducirían por una carretera de Utah evocando el tiempo inmemorial.

La meseta de color pardusco pálido que se extendía hasta donde alcanzaba la vista era elevada y seca, pero en el tiempo que evocaba Jensen, entre unos doscientos veinticinco millones y sesenta y cinco millones de años antes de nuestros días, esas tierras fueron una cuenca subtropical. Los continentes habían comenzado a separarse siguiendo un camino de disgregación. El más reciente de los continentes, Pangea, se dividió en dos masas terrestres, Laurasia, en el norte, y Gondwana, en el sur, así como en otros fragmentos con las formas aproximadas de los continentes actuales. Norteamérica se desplazaba hacia el oeste y hacia el norte. Un amplio golfo acuático, el modesto principio del actual océano Atlántico, separaba a América de las tierras del este que estaba dejando atrás. Los grandes trozos de tierra que habrían de convertirse en Europa y Asia se dirigían hacia el este. África se separaba de América del Sur, la Antártida de África y Australia de la Antártida. Pero no todos los lazos quedaron cortados. Durante mucho tiempo las criaturas aún podrían emigrar por istmos y brazos de tierra entre Europa y América, o entre América y Asia. En términos generales el mundo era más cálido en aquel tiempo. Los polos estaban libres de hielo. El coral crecía en las templadas aguas de Europa, en aquel entonces más un archipiélago que un continente. En la cuenca subtropical de América del Norte los ríos fluían cruzando amplias llanuras de aluvión. Un mar cálido y poco profundo penetraba por el sudeste, donde en la actualidad están los Estados de la Costa del Golfo y durante millones de años el mar fue dividiendo el continente, principalmente en la región que hoy ocupan las Grandes Praderas. A lo largo de las orillas del mar y de los ríos, por todo el lozano país florecía la vida. Todo fue terroso y verde hasta hace sólo unos cien millones de años, cuando las plantas con flores, las angioespermas, iniciaron su evolución. Introdujeron el color de la primavera entre las cicadas y las coniferas de hoja ancha, entre las libélulas y los reptiles voladores, entre las tortugas, los lagartos y los cocodrilos, entre los pequeños mamíferos, parecidos a los ratones, que se ocultaban en el follaje y entre quienes entonces eran los señores de la vida: los dinosaurios. Éstos eran los

mayores animales de aquella época conocida como la Era de los Reptiles.

Los dinosaurios surgieron, a partir de sus primitivos antepasados reptiles, en algún momento del período triásico del tiempo geológico, que se extiende desde hace unos doscientos cuarenta y ocho millones a doscientos trece millones de años. Fueron los animales dominantes en el jurásico, durante los siguientes setenta millones de años, y continuaron vigorosamente hasta cerca del cretáceo, hace unos sesenta y cinco millones de años aproximadamente. Su extinción en ese período, conjuntamente con la muerte de un importante número de otras criaturas y plantas, define el fin del cretáceo para los geólogos que descubrieron un cambio abrupto en los registros de los fósiles que señalaba uno de los límites

cronológicos más marcados desde la perspectiva biológica. Cada uno de esos períodos está caracterizado por capas de rocas muy distintas y definidas que contienen una acumulación de fósiles únicos. Así es cómo los geólogos llegan a determinar el tiempo relativo en la historia de la tierra y cómo los paleontólogos pueden decir cuándo aparecieron algunas especies de dinosaurios, u otras formas de vida, y cuándo desaparecieron. El triásico, el jurásico y el cretáceo son subdivisiones de ese extenso marco cronológico conocido como el mesozoico, la era que marca la «mitad de la vida» en la historia de la tierra. El mesozoico se encuentra entre el paleozoico, que comenzó hace quinientos noventa millones de años con la presencia de fósiles en abundancia, y el cenozoico, la era de los nuevos animales, que cubre los últimos sesenta y cinco millones de años.

Aunque los dinosaurios poblaron todas las grandes masas terrestres, con la posible excepción del continente antártico, es en la parte oeste de Norteamérica donde parecieron encontrar el hábitat más idóneo. Allí estuvieron presentes por todas partes, en una forma u otra, durante el mesozoico, desde Texas y Nuevo México hasta Alberta. Jensen observó que no todos ellos se correspondían con la creencia popular. Algunos de ellos no eran mayores que conejos o cuervos. Otros en aquella cuenca subtropical, como en muchas otras partes, llegaron a alcanzar los veinticinco o treinta metros de longitud con extravagantes colas y cuellos que abarcaban gran parte de esa longitud. Esos gigantes, *Diplodocus*, *Brontosaurus* y *Brachiosaurus*, son los mayores animales terrestres que jamás existieron. (La ballena azul es, al parecer, el mayor de todos los animales de nuestro planeta.) Algunos dinosaurios se sostenían sobre fuertes miembros traseros y, erguidos, destacaban sobre todos los demás. Tenían cuernos, garras y su cuerpo estaba protegido por una especie de armadura, como si estuvieran preparados para un combate a muerte. El *Tyrannosaurus rex* tenía dos patas y una cabeza excepcionalmente grande para un dinosaurio; sus afilados dientes eran grandes como plátanos, lo que debía de hacer que su presencia resultara espantosa en los paisajes de finales del cretáceo. Algunos otros tenían picos parecidos a los de los patos. Muchos tenían las patas semejantes a las aves actuales. Algunos corrían como los avestruces, mientras que otros eran perezosos como si sufrieran de letargia permanente. Unos eran herbívoros, pastaban, aunque no había nada de pastoral en un *Triceratop* cuando atacaba, cargando como un rinoceronte. Otros eran carnívoros y cazaban en manadas. Unos trescientos cuarenta géneros (grupos de especies estrechamente emparentadas) de dinosaurios, grandes y pequeños, fieros y dóciles, bípedos y cuadrúpedos, herbívoros y carnívoros, han sido identificados partiendo de sus restos fosilizados no sólo en Norteamérica sino en todo el mundo. Ningún género sobrevivió durante toda la Era de los Reptiles, pero los dinosaurios, de un tipo o de otro, vivieron vigorosamente durante ciento sesenta millones de años (los humanos pueden

tener de unos tres a cuatro millones de años, si se cuentan los primeros homínidos) y los últimos de ellos debieron de morir ya cerca del período cretáceo. Sus cuerpos se hundieron en los sedimentos de aquellos viejos pantanos y en las riberas de los ríos o los lagos. Sus huesos, que se convirtieron en fósiles, pasaron a ser cápsulas de tiempo en espera de ser descubiertas, exhumadas y ordenadas por los nuevos señores de la Tierra.

Nada de ese mundo desaparecido descrito por Jensen era conocido hace dos siglos. Si en aquellos días alguien daba con un lecho de huesos de dinosaurio no se le ocurría pensar, con las palabras de Loren Eiseley, que estaba «penetrando como un intruso en un escenario que no había sido diseñado para él». Aquellos viejos huesos o bien eran ignorados o, siguiendo la práctica de los chinos, extraídos y pulverizados para ser comercializados como polvos de huesos de dragón convertidos en medicina o afrodisíacos. Su significado seguía siendo ignorado pues aún no había sido descubierto el tiempo en toda su inmensa vastedad. Lo perecedero de la vida y de la propia Tierra aún no había sido reconocido.

En la actualidad hay exploradores del tiempo como los hay del espacio geográfico. Los mundos desaparecidos son sus nuevos mundos y las especies extinguidas sus tribus preoriginales. Gran parte de la ciencia es exploración del tiempo. La ciencia no es sólo un cuerpo de conocimiento descriptivo sobre objetos concretos y fuerzas observables, o un método racional para someter a prueba hipótesis, ni tampoco sólo un instrumento para transformar la sociedad por medio de la tecnología. La ciencia es todo eso conjuntamente y más. La cosmología, la geología y la ciencia de la evolución se ocupan del desarrollo temporal del mundo natural, en todos los niveles de la escala que abarca desde el tiempo de vida de un individuo hasta el del planeta o el cosmos y, como tales, comparten muchos de los propósitos y atributos de la historia. Los astrofísicos han sido llamados los últimos historiadores, pues aspiran nada menos que a la reconstrucción de la historia cósmica. Mirar al espacio es equivalente a volver la vista atrás hacia el pasado, hada el auténtico comienzo del universo. Los geólogos investigan las revoluciones naturales que han cambiado la faz de la Tierra a lo largo del transcurrir del tiempo, lo mismo que los historiadores establecen gráficos sobre el auge y el ocaso de las civilizaciones. Biólogos y paleoantropólogos siguen la evolución de la vida en general y del hombre en particular, una narrativa con más puntos cruciales de transición decisivos que ningún historiador clásico podría encontrar en los archivos. Los paleontólogos son, por definición, exploradores del tiempo. El nombre «paleontología» fue acuñado por Charles Lyell en 1838, como una derivación de tres palabras griegas que significan «la ciencia del ser antiguo». Los paleontólogos tratan de recrear la historia de la vida pasada a partir de los fósiles, y entre el material más maravilloso y desafiante del que se ocupan están los restos fosilizados de los dinosaurios.

Ha habido muchos cazadores de huesos de dinosaurio, como James A. Jensen, pese a que los restos de los dinosaurios sólo fueron identificados por vez primera a principios del siglo XIX. Aquellos exploradores del tiempo descubrieron que aquellos huesos eran algo realmente irresistible. Los extrajeron de las entrañas de la tierra exactamente igual que el montañero escala montañas: porque estaban allí. Continuaron excavando como detectives infatigables que siguen una pista, porque necesitaban pistas y claves que los ayudaran a descifrar el misterio de la vida y la muerte de los dinosaurios y esas pistas podían estar allí, debajo de cada nueva capa de tierra que iban a remover con sus palas. El hecho de que las próximas espuertas de tierra normalmente no les iban a ofrecer nada, o quizá sólo nuevas preguntas necesitadas de respuesta, jamás pareció desanimar a los cazadores de dinosaurios. El pasado, un pasado maravilloso, estaba allí,

esperándolos. Estaban convencidos de ello, siempre y cuando fueran lo suficientemente avispados a la hora de elegir el lugar de sus excavaciones y de la inspiración a la hora de descifrar los mensajes que el tiempo había dejado en los fósiles que encontraran.

Con frecuencia los cazadores de dinosaurios seguían excavando porque no podían librarse de su entusiasmo juvenil, nacido del encanto que aquellos monstruos prehistóricos ejercieron sobre ellos en su infancia. Muchos lo admiten así. Stephen Jay Gould, el paleontólogo de la Universidad de Harvard, un brillante escritor de ensayos científicos, describe al paleontólogo como: «uno de esos excéntricos que hicieron de su fascinación infantil por los dinosaurios una profesión». Él mismo no ha olvidado lo entusiasmado que estaba cuando tenía cinco años. La contemplación de un esqueleto de *Tyrannosaurus* en un museo, una imagen pavorosa al principio, despertó en Gould una curiosidad que lo llevaría a dedicarse, de adulto, al estudio de la paleontología y de los grandes logros de la evolución.

Otros, más sensibles a la idea de que con el paso del tiempo la edad debe apartar de nosotros nuestros conceptos infantiles, parece como si quisieran disculparse por lo que hacen y por las causas que los llevaron a dedicarse a ello. La verdad es que no parece fundada la idea de que los paleontólogos que buscan los huesos de los dinosaurios tengan que buscar el origen de su carrera profesional en la infancia más que cualquier otro profesional. Dale A-Russell, del Museo Nacional de Ciencias Naturales del Canadá, en Otawa, explica de este modo la génesis de su interés: «De niño podía imaginarme el mundo de los dinosaurios. A veces yo mismo era un dinosaurio. Así, cuando me hice mayor, en vez de dedicarme a algo práctico seguí ocupándome de los dinosaurios.» John R. Homer, un paleontólogo de la Universidad del Estado de Montana (EE. UU.), dice que su padre solía llevarlo con él en sus excursiones en busca de huesos de dinosaurio. «Tengo la impresión de que en ese aspecto no he crecido», suele decir. Robert T. Bakker, director adjunto de Paleontología en el Museo de la Universidad de Colorado, y anteriormente catedrático de la correspondiente facultad en la Universidad Johns Hopkins, recuerda haber visto un mural representando la vida prehistórica, que incluía algunos dinosaurios, reproducido en la cubierta de *Life;* tenía entonces once años y contempló aquella portada sentado en el soleado porche de la casa de su abuelo en New Jersey. «A partir de ese momento me convertí en paleontólogo -recuerda Bakker-. Mi familia y el médico dijeron que se trataba sólo de un estado hormonal propio de la edad y que pasaría pronto. Mis padres aún siguen esperando que ocurra así.»

John H. Ostrom, de la Universidad de Yale, es una excepción. «No recuerdo en absoluto haber tenido el menor interés por los dinosaurios cuando era niño -dice-. Mi padre era médico y en el *college* hice un curso para prepararme a seguir la misma carrera. Hice un curso sobre la teoría de la evolución y, entre mis deberes, se me pidió que leyera el libro de George Gaylord Simpson *The Mean ing of Evolution.* No pude dejarlo. Fue como una droga y decidí hacerme paleontólogo para poder aprender más sobre la evolución.» En este aspecto, su carrera es lo opuesto al modelo usual; son muchos los paleontólogos que se sienten interesados por el estudio de la evolución a través del dinosaurio, pero Ostrom pasó de su admiración por la evolución a la investigación de los misterios del dinosaurio.

Por otra parte, Jensen entra de lleno en el grupo de los que se sintieron atraídos por los dinosaurios en su infancia. Cuando sólo tenía diez años ya recogió algunos fósiles en las montañas de la finca en la que vivía en Utah.

«Empecé a recogerlos impulsado por la curiosidad de saber qué podía ser aquello -dice

Jensen-Mi padre compró un viejo libro de texto sobre geología y en su contraportada había dibujos de dinosaurios. Mientras otros chicos de mi edad soñaban con una nueva bicicleta yo lo hacía con encontrar un dinosaurio, pero siempre me despertaba antes de conseguir desenterrar uno de ellos. Nunca tuve una bicicleta, pero nunca dejé de soñar con dinosaurios.»

De adulto, Jensen pudo vivir su sueño. Pocos cazadores de huesos de dinosaurio han sido más infatigables ni han tenido tanto éxito en los últimos años como *Dino- saurio Jim*, como a Jensen le gusta ser llamado. Como paleontólogo autodidacto -su carrera universitaria fue muy breve-, Jensen fue, hasta su jubilación en 1983, director del Laboratorio de Investigación Paleontológica de los Vertebrados en la Brigham Young University, en Provo, Utah. Pero se encontraba más en su elemento sobre el terreno. En 1972, en Dry Mesa, en el este de Colorado, cerca del pueblo de Delta, halló unos huesos pertenecientes al mayor de los dinosaurios jamás descubierto, una criatura de ochenta toneladas y veinticinco metros, que debió de ser una versión gigante del *Brachiosaurus.* Jensen lo bautizó con el nombre de supersaurio, un nombre que ahora tendrá que ser elevado a la categoría científica oficial. En el mismo lugar, en 1979 descubrió el omoplato y otros huesos de un dinosaurio que incluso debió de ser de mayor tamaño en metros y pesar algunas toneladas más. Si estiraba completamente el cuello, la criatura podría haber introducido su cabeza por las ventanas de un sexto piso. *Dinosaurio Jim* lo bautizó con el nombre de ultra-saurio.

«Yo nunca excavo hasta que alguien no ha visto huesos -me iba diciendo Jensen mientras conducía por la carretera de Blanding-. Aquí hay demasiados fósiles y no tengo tiempo suficiente para irme a excavar al azar.»

Jensen es un hombre alto y cordial que en seguida hace amistad con los demás tan pronto ha intercambiado con ellos un par de frases. A lo largo de los años supo organizar una red de informadores en las pequeñas ciudades del sur de Utah y del oeste de Colorado. Llegaba, por ejemplo, a una tienda especializada en venta de piedras y fósiles, en Moab, sólo para averiguar de dónde procedía un determinado fósil y archivaba la respuesta en su mente. Hablaba con pastores, labradores y buscadores de fósiles y minerales, gentes que conocían el país y que se confiaban unos a otros sus nuevos hallazgos. Un hombre que dirigía un aserradero en Delta, Eddie Jones, fue quien lo dirigió al lugar de excavaciones de Dry Mesa. Jim Smith, de Henrieville, le habló de un esqueleto con el que había dado treinta años antes y cuando Jensen se presentó en el lugar indicado, los fósiles seguían enterrados allí. Junto a ellos había una botella con un mensaje en su interior que decía: «Esta criatura pertenece a Jim Smith. Sólo la pude desenterrar hasta aquí.»

Unos meses antes un prospector de uranio le habló a Jensen de unos huesos que había encontrado a lo largo de las orillas de una charca seca al sur de Blanding. Ésa era la dirección inmediata de *Dinosaurio Jim.* En la parte izquierda de la carretera vio huellas de neumáticos que transcurrían entre montones de hierba. Sacó su furgoneta de la carretera y se detuvo un momento para ajustar la tracción de las cuatro ruedas para seguir las huellas de los neumáticos dejados por los buscadores de uranio. Con frecuencia los dinosaurios y el uranio se encuentran juntos.

Los huesos absorben y concentran el uranio en el proceso de mineralización que convierte la materia orgánica en su forma fósil.

Hay un toque especial cuando se viaja por carretera con los cazadores de fósiles: mientras más se aproximan a sus huesos menos interesante resulta el viaje. Los dos polvorientos surcos acabaron de forma brusca en la cresta de una colina. Allí había dos elecciones, una era el camino

que descendía, entre un paisaje rocoso. La otra, era una senda erosionada y ascendente. Finalmente no tuvimos más remedio que dejar el coche y continuar andando. Tras recorrer los últimos cientos de metros por unos escalones que descendían hacia unas zanjas, Jensen llegó hasta los enebros que, según le había informado el buscador de uranio, señalaban el lugar. Allí, casi debajo de sus pies, había algunos fragmentos de huesos. Introdujo la pala en la orilla de barro gris, tierra parda y fango. Después de sacar dos o tres paladas, profundizando en el suelo, oyó y sintió que había tropezado con algo duro. De inmediato se dio cuenta de que allí había otros huesos.

James A. Jensen con un omoplato de dinosaurio.

Es un sonido peculiar, seco, muy distinto del que se oye cuando se tropieza con piedras -explicó Jensen-. De un modo u otro se sabe que se ha tropezado con un hueso. Entonces uno empieza a preguntarse si se habrá encontrado un hueso entero o sólo un fragmento, si se trata de algo nuevo, o si es grande. Siempre se tiene la esperanza de dar con un hueso de gran tamaño, pese a que también uno pequeño puede, en ocasiones, resultar igualmente importante. Incluso es posible dar con un esqueleto entero, aunque sólo muy pocos de nosotros tienen esa suerte.»

Jensen extrajo de entre el polvo algunos fragmentos óseos y los limpió cuidadosamente. Se trataba de fragmentos de una columna vertebral, algunas vértebras dorsales del costillar de un dinosaurio y varias vértebras cervicales más. Jensen concluyó que se trataba de los restos de un animal herbívoro. La estructura interna de los huesos no tenía la capa distintiva que se encuentra en los huesos de los carnívoros. No se trataba de los huesos de un gigante, dentro de las perspectivas de un dinosaurio, sino que pertenecían a un animal de tamaño mediano, de unos diez metros. Sentado en el borde de una de las zanjas, moviendo un fósil entre sus manos, Jensen saboreó el momento.

«Piense en esto -dijo categóricamente-. Ésta es la primera luz solar que baña este hueso en ciento cuarenta millones de años. Y los nuestros son los primeros ojos humanos que lo contemplan.»

Para participar en sus ensueños había que saber apreciar la llamada de la exploración del tiempo y captar las recompensas que pueden encontrar los paleontólogos que exploran sobre el terreno. Simpson, que fue uno de los más destacados paleontólogos de nuestro siglo, describió en cierta ocasión la búsqueda de huesos prehistóricos como «el más fascinante de todos los

deportes». En *Attending Marvels*, su relato sobre una expedición a la Patagonia, escrito en 1934, Simpson observó:

La búsqueda de huesos ofrece algún peligro, lo suficiente para dar sabor a la aventura y, probablemente, tanto como pueda ofrecer cualquier partida de caza mayor organizada. Y el peligro es algo que place al cazador. Hay en esta búsqueda la incertidumbre, la excitación y todo el suspense del juego sin ninguno de sus rasgos negativos. El cazador nunca sabe lo que acabará en su zurrón, quizá nada, pero es posible, también, que se trate de una criatura jamás vista antes por ojos humanos, i En la colina vecina puede haber un gran descubrimiento! Para este trabajo se necesita conocimiento, destreza y cierta dosis de habilidad manual. ¡ Y los resultados son mucho más importantes, más valiosos y más duraderos que los que pueden conseguirse en cualquier otro deporte! El cazador de fósiles no mata, resucita. Y el resultado de este deporte es la suma del placer y los tesoros del conocimiento humano.

Un siglo antes, más o menos en la misma región, Charles Darwin experimentó esa misma excitación. «El placer del primer día de caza -escribió a su hermana Catherine, en 1833-, no puede ser comparado con lo que significa el hallazgo de un buen grupo de huesos fósiles, que nos cuentan su historia de los tiempos pasados casi con el mismo vigor que una lengua viva.»

Para Bob Bakker, la emoción comienza ya antes de llegar al lugar de las excavaciones. Ha escrito: «No conozco otra sensación más excitante que la fiebre del campamento, esa electricidad peculiar que se genera cuando se extienden los mapas geológicos para señalar en ellos los lugares en los que se van a llevar a cabo las excavaciones; cuando se cargan los camiones con picos, punzones, escayola y colas y contamos los días que faltan para podernos poner en marcha para Como Bluff o las Colinas Heladas o cualquier otro lugar, en Wyoming, donde hay poca gente y escasea el agua, pero los huesos fósiles son muy abundantes.»

Jensen regresó a la orilla y excavó un poco más, hasta descubrir lo que parecía ser una cuerda petrificada.

«Se trata de un canal neurológico, un molde de barro de la médula espinal -dijo-. ¿Recuerda el poema sobre el dinosaurio con un cerebro en cada uno de sus extremos?»

Antes de que le respondiera comenzó a recitar:

Mira al poderoso dinosaurio famoso en la prehistoria, no sólo por su poder y fuerza sino por su extensión intelectual.

Podrás observar por estos restos que la criatura tenía dos cerebros.

Uno en la cabeza (su lugar usual), otro en la base de su columna vertebral.

Gracias a ello podía juzgar a priori exactamente igual que hacerlo a posteriori.

Si algún problema lo preocupaba con la cola y la cabeza lo solucionaba.

Si algo se escapaba a su mente delantera era recuperado por la trasera.

Y si era sorprendido en craso error siempre tenia una idea posterior.

Como pensaba dos veces antes de hablar no tenia nada de lo que echarse atrás y podía reflexionar, sin congestión, sobre ambos aspectos de cualquier cuestión…[1]

Después de unas horas de reconocer el lugar y estudiar sus hallazgos, Jensen volvió a enterrar los huesos cuidadosamente y sobre la tierra colocó piedras y cantos rodados para darles protección contra futuras erosiones. Los huesos no eran tan recientes como le hubiera gustado, del jurásico más bien que del cretáceo. No obstante confiaba en poder regresar en la primavera para llevar a cabo una excavación más profunda.

«Tengo a los dinosaurios haciendo cola, en espera de que vaya a recogerlos», dijo Jensen

mientras ascendía la colina de camino hacia el lugar donde había dejado la furgoneta.

Más tarde ese mismo día, Jensen condujo hacia el oeste, en dirección a una nueva excavación en la que tenía razones para creer que había dinosaurios del cretáceo haciendo cola esperándolo. Nubes anunciadoras de tormenta cubrían el cielo, mientras viajaba hacia occidente. Lo que pasó a continuación, con pavorosa brusquedad, puso en escena un aspecto del tiempo tan revelador como los huesos exhumados. Espesas nubes cubrieron el cielo por doquier y en menos de un minuto, la lluvia provocó un torrente de agua marrón, fangosa, apenas más fluida que una masa de cemento, que se deslizó ladera abajo hasta cruzar la carretera. Las aguas transportaban un alud de cantos rodados, guijarros, maderas y toneladas de tierra. Inundaciones semejantes, ocurridas en el período triásico, enterraron los troncos de los árboles derribados cubriéndolos con arena y el aluvión, para así crear las condiciones de fosilización que produjeron el bosque petrificado de Atizona. Esas repentinas inundaciones fueron y siguen siendo un azote en aquellas secas tierras. En un corto espacio de tiempo, subrayado por un fuerte aparato eléctrico, un lado de la montaña perdió todo el suelo terroso de su parte más alta y los valles de abajo recibieron una nueva superficie. No hay forma de decir cuántas criaturas (ratones y conejos silvestres, con toda seguridad, así como algún ciervo y hasta posiblemente algún ser humano) contribuyeron con sus huesos en ese instante a una fosilización que quedaría oculta entre los sedimentos del valle en espera del futuro. La Tierra estaba sufriendo una de sus múltiples alteraciones. No sólo la vida es perecedera, como habían demostrado los huesos hallados en el barranco junto a los enebros, sino que también lo es la Tierra. Huesos y barro, futuros fósiles y nuevos estratos están siempre en trance de formación y ése es el material que hace posible la exploración del tiempo por medio de la antropología.

Jensen condujo el coche para escapar de la tormenta y, a primeras horas de la tarde siguiente, llegó al lugar de la excavación, no lejos de Bryce Canyon. Después de una trepidante carrera a través del Parea Wash desprovisto de todo tipo de caminos encontró a dos de sus estudiantes, Samuel Webb y William Little, que estaban excavando en unos sedimentos pedregosos depositados allí por la acción de las aguas en algún momento hacia finales del cretáceo. Un colibrí vigilaba su nido en un árbol próximo. Resultaba imposible pensar que aquella agitada criatura, alegre y revoltosa, pudiera ser, como muchos creen, un descendiente de los dinosaurios. En el suelo, junto a los estudiantes, había huesos de las patas, cráneo, costillas y vértebras de un dinosaurio. Posiblemente el animal había tenido un cuerpo de seis metros de longitud y una cola de cuatro metros.

Una vez en el remolque situado en el campamento base, Jensen comparó un maxilar con los dibujos de los dinosaurios conocidos.

«Era un carnívoro -dijo tras haber observado los dibujos y meditado un momento-. No un *Allosaums*. Tampoco exactamente un *Tyrannosaurus*. Es distinto, tiene que ser una especie nueva.»

Varias semanas más tarde Jensen regresó al lugar, sacó a la luz algunos fragmentos más del misterioso animal y se los mostró a Dale Russell, una autoridad en dinosaurios procedentes de finales del cretáceo. Los dos paleontólogos acabaron por reconocer que se trataba de una nueva especie de la familia de los *Tyrannosaurus*, los grandes depredadores de la Era de los Reptiles. Jensen se sintió liberado. Había pasado la mayor parte de su carrera en el jurásico, pero finalmente sabía dónde encontrar fósiles que lo transportarían setenta millones de años hacia adelante en el tiempo, hacia finales del cretáceo y… con ello, hasta el tiempo de la extinción

masiva en que perecieron los dinosaurios.

Un nuevo dinosaurio, uno más, había salido del pasado para ocupar un lugar en la mente humana, transformando así el tiempo pasado *y* remoto en algo menos abstracto y más comprensible. Esa es la importancia esencial del dinosaurio en la exploración del tiempo: hace revivir el pasado, un pasado de dimensiones poco usuales. Sus huesos y las rocas sobre las cuales descansan son un solemne recordatorio, como dijo Simpson, de que el presente es «sólo un punto marginal en el largo fluir del tiempo».

Sin embargo, durante varias décadas, a mediados del siglo XX, el campo de la investigación del dinosaurio pareció tan petrificado como sus huesos. Los dinosaurios se consideraban tan definitivamente extinguidos y tan estigmatizados por su irrevocable desaparición, que se creyó que bien poco podía aprenderse de ellos o sobre ellos que mereciera la pena saberse. Los dinosaurios constituían piezas esenciales, espectaculares, para adornar las grandes salas centrales de los museos. Los niños podrían darles un carácter romántico, pero los paleontólogos serios teman otras cosas más importantes que hacer.

Pero en la década de 1960-1970, los paleontólogos, lo mismo que los biólogos, geólogos y físicos, comenzaron a competir entre sí para introducir nuevos hallazgos e hipótesis sobre la vida y la muerte de aquellas grandes bestias. Los debates sobre esas teorías revivieron en las páginas de las publicaciones científicas y universitarias. Nuevos conocimientos sobre los dinosaurios, combinados con los adelantos en geología, bioquímica, paleomagnetismo, paleobotánica y paleografía, inspiraron nuevas ideas sobre 1a evolución y la extinción de la vida en la Tierra.

Entre los años setenta y los ochenta, descubrimiento tras descubrimiento revelaron muchos más datos sobre la maravilla y la variedad de aquellas criaturas. En la década de los setenta se descubrieron cincuenta nuevos tipos de dinosaurios. Cuando los paleontólogos reunieron y conjuntaron los hallazgos fósiles y estudiaron su significado empezó a tomar forma una nueva imagen de los dinosaurios. Dejó de parecer normal olvidarse totalmente de estos animales con un epíteto ingenioso o considerarlos como un símbolo de un crecimiento en desuso y un fracaso monumental. Es posible que algunos dinosaurios llegaran a desarrollar metabolismos activos no reptiles. Había que dejar de pensar en ellos simplemente como si fueran lagartos arcaicos. Algunos de ellos posiblemente fueran seres sociales y padres atentos. Otros dinosaurios quizá perduren, en cierto modo, en algunas aves actuales. Además, es posible que la desaparición total del dinosaurio no se debiera tanto a sus propias limitaciones mentales y físicas como a fuerzas ambientales hostiles, quizá, incluso, a una catástrofe global.

De un modo u otro, los dinosaurios merecían un gran respeto como forma de vida. Su especie se desarrolló, se adaptó y sobrevivió durante un período de ciento sesenta millones de años -una marca envidiable-y en tanto que vivieron, los mamíferos no pudieron pasar de una modesta posición, sin ningún privilegio, de criaturas esencialmente nocturnas y forzadas a pasar inadvertidas, subsistiendo principalmente a base de una dieta de insectos. Por lo tanto, parece que vale la pena saber más sobre el dinosaurio, sobre todo ahora cuando los exploradores del tiempo han empezado a descubrir en la Tierra y en los huesos enterrados en ella un pasado de dimensiones sorprendentemente amplias.

Primera parte

1 LOS PRIMEROS HUESOS

Lo maravilloso de los dinosaurios no es sólo que vivieron hace mucho tiempo, crecieron tanto y después se extinguieron, en misteriosas circunstancias, millones de años antes de que los seres humanos hubieran hecho su aparición en el escenario de la vida. Tan maravilloso es, igualmente, que la mente humana pueda ahora resucitar al dinosaurio y gracias a esta resurrección comenzar a comprender la complejidad del tiempo y la riqueza de la vida.

Al principio sólo se conocieron breves indicios sobre tiempos remotos y vida pasada. Unos pocos fragmentos de huesos y algunos dientes, incrustados en antiguos sedimentos, salieron a la luz en Inglaterra en el primer cuarto del siglo XIX. Eran huesos de criaturas muertas hada mucho tiempo, reliquias de la vida en un pasado distante, más allá del saber humano. Nadie sabia cuánto tiempo hacía que habían muerto, puesto que todavía se ignoraba hasta dónde podía extenderse aquel pasado. A juzgar por el aspecto de aquellos primeros huesos y dientes debía de tratarse de criaturas extrañas y monstruosas. Pero nadie podía saber entonces -nadie está seguro de saberlo siquiera ahora-cuál era su verdadero aspecto. Fueran k> que fuesen lo único cierto era que aquellas criaturas que pasaron a ser conocidas con el nombre de dinosaurios parecían ser distintas a cualquier forma de vida existente en k actualidad.

Este reconocimiento, en sí, marcó un punto de diferenciación crítico del pensamiento anterior. Reflejaba un conocimiento conseguido sólo recientemente, y que fue aceptado a regañadientes, de que en tiempos pasados existieron muchas formas distintas de vida que posteriormente desaparecieron. Los fósiles que empezaban a ser encontrados en número cada vez mayor y en las formas más intrigantes, no podían ser interpretados de otro modo más que como residuos remanentes de formas de vida extinguidas. Ésta fue la conclusión a la que llegó Georges Cuvier, el más destacado de los paleontólogos de principios del siglo XIX y el primer científico que presentó pruebas detalladas y convincentes de la realidad de la extinción como un fenómeno general en la historia de la vida. Cuvier no descubrió a los dinosaurios, pero hizo mucho para crear las condiciones intelectuales que harían posible su descubrimiento.

Nadie hubiera tomado en consideración los fósiles de los dinosaurios, de no haber tenido conciencia de su extinción. En la actualidad los dinosaurios son una metáfora común cuando se habla de extinción. Nada está más muerto que un dinosaurio. Más aún, los intentos de resolver el misterio de la extinción del dinosaurio forman la parte central que condujo al redescubrimiento del dinosaurio en los años recientes… una nueva resurrección, y quizá una nueva comprensión de la historia de la tierra. Aquí también se puede oír a distancia el eco de Cuvier: una u otra variación de sus temas. La idea de que una catástrofe geológica contribuyó a las distintas oleadas de extinciones había surgido de trastiendas de la intelectualidad para influir no sólo en el estudio de los dinosaurios sino en la investigación de las causas y en las consecuencias de las extinciones masivas a lo largo del tiempo.

En 1796 Cuvier hizo sus primeras revelaciones sobre la extinción de las especies. Tenía sólo veintiséis años, era un hombre bajo de estatura con brillantes ojos azules y espeso cabello rojizo como el cobre, pero que ya destacaba en los medios científicos de Francia. Era brillante e imaginativo, cualidades propias de un gran científico. Había nacido en 1769 de una familia de hugonotes en Montbéliard, tierras que habían pertenecido al duque de Württemberg y que sólo posteriormente pasaron a formar parte de Francia. Fue un niño precoz que empezó a interesarse por la naturaleza desde muy temprana edad, coleccionando plantas e insectos y diversos animales

y que, con sorprendente facilidad, aprendía de memoria grandes obras de historia natural. Después de conseguir su licenciatura en la escuela elitista del duque, en Stuttgart, encontró trabajo como profesor en Normandía, donde se sintió atraído por el mar y la vida que allí resultaba tan fecunda. Sus disertaciones y descripciones de la vida marina, así como sus estudios sobre los fósiles, impresionaron tanto a los naturalistas ya situados y consagrados que éstos le ofrecieron un cargo como investigador en París.

Georges Cuvier.

En sus primeros meses allí, Cuvier comenzó a examinar los huesos de un elefante que acababan de ser desenterrados en París. Su descubrimiento había causado sensación, ¡pensar que hubo un tiempo en que los elefantes vivían en París! Los parisienses, atónitos y fascinados, acudieron en gran número al lugar de la excavación. Cuvier trató de comparar los huesos con los esqueletos de especies aún vivas y comprobó que no coincidían. En una sesión del Instituto Nacional de Ciencias y Artes, celebrada el 21 de enero de 1796, informó que los fósiles de elefantes hallados en París eran distintos de las dos especies aún existentes, el elefante indio y el elefante africano, y que sin duda esa especie estaba extinguida.

La mayoría de los huesos que le fueron entregados a Cuvier procedían de las canteras de yeso de Montmartre (la fuente de la mayor parte del yeso original de París). Muchos de ellos, según su creencia, debían de ser de reptiles u otros animales totalmente diferentes de todas las criaturas vivientes en el mundo moderno. Se dio cuenta de que toda una fauna, y no simplemente los elefantes de una especie determinada, había desaparecido con el paso del tiempo. Y lo más extraño y enigmático era que la mayor parte de aquellas criaturas eran reptiles, y sus restos fósiles eran enormemente apreciados por los científicos. Cuvier estaba metido de lleno en sus excavaciones de elefantes y estudiando los especímenes hallados en Montmartre, cuando fue convocado para que viera un fósil de reptil muy especial.

En 1795, los ejércitos de la Francia revolucionaria estaban luchando en los Países Bajos, y a su regreso llevaron consigo un monstruoso trofeo de guerra que un general francés había ordenado localizar, y así ocurrió, en la entonces pequeña ciudad de Maastricht. La inapreciable reliquia se guardaba en una urna de cristal en la residencia del canónigo local, cerca de la colina en las afueras de la ciudad, donde había sido desenterrada ante la general sorpresa. No se trataba de la túnica ensangrentada de un santo martirizado ni de un fragmento de la Santa Cruz, sino de una

pareja de maxilares fosilizados que medían más de un metro de longitud. Los maxilares eran los restos de alguna enorme criatura antediluviana. Todos los huesos de edad y origen indeterminado se presumía que debían de pertenecer a una época anterior al bíblico diluvio.

Los trabajadores en una de las canteras calizas de Maastricht habían descubierto los maxilares en 1770. Estaban acostumbrados a dar con conchas fósiles en sus excavaciones y, de vez en cuando, habían encontrado un hueso, pero nunca nada parecido a aquellos maxilares. Un cirujano militar alemán, retirado, y un coleccionista de fósiles fueron convocados, se llevaron el maxilar, que después fue examinado por un anatomista. Era el maxilar de una ballena, decidió uno. No, era un gigantesco lagarto marino, opinó otro. ¿Era posible una cosa así? No, jamás se habían visto lagartos de aquel tamaño ni en el mar ni en la tierra. Como muchos otros europeos llegaron a sospechar que podía tratarse de un monstruo prehistórico, algo que posiblemente había vivido antes de Noé y, probablemente, antes de Adán, y que había dejado de existir. Pero sin embargo eso era algo que no estaban seguros que debieran creer.

Cuvier examinó el maxilar, lo comparó con el de otros animales conocidos y llegó a la conclusión de que pertenecía a un lagarto que podía estar relacionado con sus parientes que aún existían en los trópicos. Sin embargo era de tamaño mucho mayor, debió de haber llevado una vida marina y se alimentaría de peces. Dado que sólo presentaba un leve parecido con las criaturas conocidas, el animal debió de haber vivido en un pasado muy remoto. Unos años más tarde, el reverendo William D. Conybeare, en Inglaterra, le dio el nombre de *Mosasaurus*, o «lagarto del Mosa», de acuerdo con la región donde había sido encontrado. El *Mosasaurus* fue el primer gigante marino del mesozoico encontrado e identificado. La correcta interpretación que dio Cuvier de aquella mandíbula, hizo que pasara a ser considerado el mejor de los expertos en grandes fósiles. Su influencia en los futuros buscadores de fósiles fue tal que cada vez que alguno de ellos desenterraba algún hueso grande y muy antiguo, viejos reptiles se aparecían en sus visiones.

Se tuvo otra prueba evidente de que no todas las especies vivas habían logrado sobrevivir hasta llegar a nuestros días, cuando en Alemania se descubrió un «animal marino desconocido» que parecía tener alas. Por medio de dibujos -sus descubridores no quisieron que el fósil se alejara de sus manos-Cuvier identificó al animal como un reptil volador, no marino sino terrestre y le dio el nombre de *Pterodactyl,* derivado de las palabras griegas que significan «ala» y «dedo». Después se empeñó en que ése era uno de los pterodáctilos que vivieron en los tiempos de los dinosaurios y que fueron los primeros verdaderos vertebrados voladores. Algunos de ellos eran tan pequeños como gorriones, mientras que otros tenían enormes alas con una envergadura de hasta diez metros. Cuvier dijo que esos animales se habían extinguido. Ese era el mensaje más importante que transmitieron al investigador.

En 1801, cinco años después de su lección en el Instituto sobre los elefantes fósiles, Cuvier presentó su tesis de que la extinción era un hecho aparente que se daba en la naturaleza. Dijo que nada podía ser más importante que «descubrir si las especies que existieron entonces habían sido completamente destruidas o si, simplemente, se habían ido modificando de un clima a otro». Esto reflejaba el reconocimiento de Cuvier de tres explicaciones alternativas para las distintas formas de fósiles que había estado examinando: extinción, evolución y migración. Concedió que, en algunos casos, se podía aplicar la última de las explicaciones, aunque resultaba poco probable que cualquiera de aquellos grandes animales terrestres hubiera escapado a la atención de los exploradores en otros continentes. En la mente de Cuvier esto reducía a dos las posibilidades y

quedaba por elegir entre extinción y evolución. Fue una desgracia para su reputación en la historia que Cuvier, por lo demás tan perceptivo, se empeñara en defender una idea tan extrema: sí o no, es decir, que no tomase en consideración posiciones intermedias. En la mente de Cuvier todo quedaba reducido a elegir entre evolución y extinción y rechazó la evolución, no movido por un deseo consciente de hacer que la ciencia se adaptara a la religión sino, primariamente, a impulsos de su deseo de defender la extinción. Para Cuvier todas las pruebas aportadas por los fósiles hablaban en favor de la extinción como la forma más sencilla y clara de entender lo que había sucedido a la vida prehistórica.

Unos pocos científicos habían sopesado previamente la posibilidad de la extinción, sin embargo no se decidieron plenamente a aceptar la idea, por temor a entrar en contradicción con la Biblia. No se atrevieron a ignorar las palabras de *Eclesiastés*, 3,14: «Todo lo que Dios hace, así lo sé, tiene que ser para siempre: nada se le puede añadir ni nada puede ser excluido de ello.» Es posible que pensaran que las criaturas que parecían haberse extinguido sólo hubieran desaparecido de Europa y siguieran vivas en algún lugar remoto, poco explorado, en cualquier parte del mundo. Ésa fue la teoría de la migración, expuesta también por Cuvier. Cuando Thomas Jefferson envió a Meriwether Lewís y a William Clark a su expedición al Oeste americano, se sentía seguro de que estos exploradores regresarían con informes sobre la existencia de algunas especies supervivientes. Ciertos acontecimientos, entre los que destacó el descubrimiento del celacanto en las aguas de África del Sur y de un marsupial australiano llamado *Burramys parvus*, animales supuestamente extinguidos que aparecieron vivos, dio nuevo impulso a la tesis contraria a la extinción. Pero cuando Cuvier, con todo el peso de su autoridad y su reputación y con pruebas en la mano, proclamó la verdad de la extinción de las especies, casi todas las dudas desaparecieron.

Cuvier no sólo hizo que los científicos aceptaran la extinción sino que además desarrolló métodos de investigación que fueron ampliamente imitados y que, también, influyeron en preparar a los científicos para que pudieran saber cómo tratar los primeros huesos de los dinosaurios.

Lo que hizo Cuvier fue elevar la anatomía comparada al nivel de una ciencia que habría de servir de gran ayuda a la paleontología. En la búsqueda de fósiles había que partir de la geología para establecer su edad relativa, pero para identificar los especímenes e interpretar su lugar en la naturaleza había que saber biología y, de manera muy especial, anatomía comparada. En ese campo de la ciencia destacaba Cuvier. Demostró que cada grupo importante de animales tenía su particular arquitectura corporal. De acuerdo con el principio de la «correlación de las partes» la estructura anatómica de cada órgano y hueso estaba relacionada, funcionalmente, con todas las demás partes del cuerpo de un animal. (Equivocadamente tomó esto como una prueba de que las especies no habían cambiado desde el principio de la creación. Cada especie, así lo creía, estaba demasiado bien coordenada, funcional y estructuralmente, para poder sobrevivir a cualquier cambio significativo causado por la evolución.) Cuvier reconoció que, mediante la aplicación de la correlación del principio de las partes, la especie de un animal podría ser identificada normalmente por la forma de un simple hueso o, al menos, por unos cuantos huesos. El hueso del pulgar de los pies, por ejemplo, está relacionado con el hueso del arco del pie y éste, a su vez, se relaciona con el hueso de la pantorrilla y así sucesivamente. Al establecer estas conexiones, como Cuvier supo hacer tan bien, inculcó en los paleontólogos una confianza tan grande en su capacidad analítica que se aproximaba a la certeza. Esta confianza fue reflejada por Cuvier cuando escribió: «La forma y estructura del diente regula la forma del cóndilo y de otras

articulaciones del omoplato y de las garras, del mismo modo que la ecuación de una curva regula todas sus otras propiedades. Así, al comenzar nuestra investigación con el cuidadoso examen de un hueso en sí, una persona que domine de manera suficiente las leyes de la estructura orgánica, podría si así lo hiciera reconstruir la totalidad del animal al que perteneció el hueso.»

Esto condujo a los paleontólogos a algunos errores embarazosos. Jefferson, que contaba con la paleontología entre sus varios talentos, identificó una vez las garras de un perezoso gigante como pertenecientes a un león mayor que sus congéneres modernos. Pese a estar equivocado, realmente Jefferson ganó con ello una parte de su inmortalidad. El extinto perezoso lleva ahora el nombre de *Megalonyx jeffersoni* («uña gigante de Jefferson»). Henry Fairfield Osbom, uno de los más destacados paleontólogos norteamericanos de comienzos de este siglo, se atrevió en cierta ocasión a declarar, basándose en un simple diente, que había descubierto al primer antepasado humano en el Nuevo Mundo. El diente resultó ser una muela de cerdo.

Cuvier también pudo estar equivocado, como puso en claro uno de los descubridores de los dinosaurios, pero eso fue la excepción. Cuvier parecía tener una facilidad casi mágica para tomar unos cuantos huesos extraños y reconstruir el esqueleto completo de una criatura desconocida, mamut o mastodonte, así como antiguas formas de rinocerontes, hipopótamos, ciervos o cocodrilos. Los parisienses se dieron cuenta de esto y se divertían con ello. En las manos de Cuvier la paleontología parecía más un arte que una ciencia. «¿No es Cuvier el mejor poeta de nuestro siglo? -dijo Honoré de Balzac-. Nuestro inmortal naturalista ha reconstruido mundos partiendo de huesos fosilizados. Toma un trozo de yeso y nos dice: "¡Mirad!" De repente la piedra se transforma en animales, el muerto vuelve a la vida y otro mundo se desarrolla ante nuestros ojos.»

Pero no todo el trabajo de Cuvier consistía en la poesía de las reconstrucciones en el laboratorio. A veces iba al campo, frecuentemente en compañía de Alexandre Brongniart, un geólogo minero, y juntos examinaban y reconocían una excavación que penetraba en las profundidades de una capa estratificada procedente de un pasado remoto, más antiguo mientras más diferentes de los animales existentes en la actualidad eran los fósiles que allí se encontraban. Las distintas capas o estratos mostraban cambios muy marcados en la tierra y en la vida a lo largo de los tiempos. Los huesos de elefante sólo aparecían en las capas superiores. Más abajo se encontraba una sucesión de depósitos alternativos de fósiles marítimos y terrestres; a cierta profundidad los mamíferos desaparecían por completo. Cuvier identificó unas ciento cincuenta especies de fósiles en la cuenca del Sena y noventa de ellos no tenían equivalentes vivos. Con esas extinciones y los rígidos límites de las capas estratificadas en la mente, Cuvier razonó que una secuencia de cataclismos ampliamente extendidos condenó parte de la vida primitiva y dio nueva forma a la superficie de la tierra. La cuenca del Sena había estado, alternativamente, seca e inundada. Los estratos de los tiempos en que ocurrieron esos episodios parecían contamos una historia de vida pasada y de muerte catastrófica.

Cuvier presentó su teoría sobre la historia de la Tierra en un tratado de 1812 titulado *A discourse on the Revolutions of the Surface of the Globe.* De acuerdo con su teoría, el mar, o grandes inundaciones, habían invadido repetidamente las tierras. El hielo glacial avanzó cruzando continentes que hasta entonces habían sido templados, k) cual explicaría el hallazgo de algunos animales que recientemente fueron descubiertos congelados en Rusia. Movimientos muy violentos agitaron y conmovieron la costra de la superficie terrestre. Explicó que se trató de catástrofes tan repentinas y completas, que «el hilo de las operaciones de la naturaleza fue roto por ellas». El

trabajo fue grande. «Las catástrofes barrieron de la existencia a un sinnúmero de criaturas vivas -escribió Cuvier-. Las que vivían en tierras secas fueron ahogadas por los diluvios e inundaciones. Otras, cuyo hogar estaba en las aguas, perecieron cuando el fondo de los mares se secó repentinamente. Razas enteras se extinguieron, dejando sólo simples rastros de su existencia que ahora son difíciles de reconocer incluso por los naturalistas.»

Con su descubrimiento de la extinción, y de la existencia de un pasado que, por lo general, es muy distinto del presente, y con toda su capacidad y talento para la recreación de este pasado, partiendo de huesos viejos, Cuvier preparó las mentes del siglo XIX para el pensamiento de que la historia de la Tierra se extendía en el pasado hasta los tiempos anteriores a Adán y para esperar que la Tierra descubriera, bajo sus capas, más huesos de criaturas tan fabulosas como el *Mosasaurus*. «¡Qué tarea tan noble el estar en condiciones de ordenar esos objetos del mundo orgánico en un orden cronológico!», escribió Cuvier en 1812.

El desarrollo de la vida, el éxito de sus formas, la precisa determinación de esos tipos orgánicos que fueron los primeros en aparecer, el nacimiento simultáneo de determinadas especies, la solución de todas esas cuestiones es posible que nos ilustraran sobre la esencia de los organismos así como sobre los experimentos que podemos intentar con las especies vivas. Y el hombre, al que tan sólo se le ha concedido un momento de estancia en la Tierra, ganará la gloria de determinar el transcurrir en la historia de los miles de eras históricas que precedieron su existencia y de los miles de seres que nunca fueron sus contemporáneos.

Fue en esos días cuando Gideon Algemon Mantell comenzó la búsqueda de fósiles y dio con los huesos y dientes de la que resultó ser la más famosa víctima de las extinciones de Cuvier.

Los cazadores de fósiles como Mantell eran legión en Inglaterra, tanto aficionados como científicos, y los premios que buscaban eran fósiles de antiguos reptiles. Esos fósiles estaban de moda, en parte debido al *Mosasaurus* de Cuvier, y en esencia, porque en ellos parecía compendiarse la vida de la prehistoria. Varios descubrimientos recientes habían llamado la atención de los científicos y del público. Todos seguían hablando del increíble reptil que Mary Anning había encontrado en los acantilados de Lyme Regis, en el sur de Inglaterra. Si Dickens había escrito sobre paleontología[2] debió de buscar inspiración en Mary Anning. Sin formación profesional en paleontología ni estudios superiores, Mary vivía con su madre, viuda, a quien mantenía vendiendo «curiosidades de la naturaleza», en especial conchas fosilizadas. El trabalenguas *«she sells seashells on the seashore»*,[3] seguramente se refiere a ella. En 1810, cuando Mary Anning sólo tenía once años, ella y su hermano descubrieron algunos huesos que sobresalían de las rocas en los acantilados y después de romper las rocas con martillos y cinceles hallaron la marca de un esqueleto de diez metros de longitud. La criatura con sus cuatro patas con garras y sus grandes mandíbulas llenas de fuertes dientes muy afilados, tenía un aspecto combinado de reptil y pez. Cuando se conoció la noticia de su hallazgo, los sabios de Londres se dirigieron en peregrinaje a la modesta vivienda de Anning. Ella había encontrado el primer esqueleto razonablemente completo de un reptil marítimo que más tarde pasaría a ser conocido con el nombre de *Ichthyosaurus*, término derivado de las palabras griegas que significan «pez» y «lagarto». Unos años más tarde la propia Mary Anning descubriría los restos de otro reptil marino, el *Plesiosaurus*.

Los sabios no aceptaron fácilmente el descubrimiento de Mantell del primer dinosaurio reconocido como tal. No está claro, ni siquiera ahora, dónde y cómo adquirió los primeros huesos

de dinosaurio. Su descubrimiento, como tantas otras cuestiones relacionadas con los dinosaurios, es tema de conjeturas y disputas. La versión generalmente aceptada de cómo fueron descubiertos los primeros fósiles de dinosaurio se repite una y otra vez con mítica reelaboración y puede ser resumida del siguiente modo:

En un día de primavera de 1822, Mantell, un cirujano, fue en un coche de caballos hasta el bosque de las afueras de Lewes, en Sussex, donde el río Ouse transcurre hacia el sur, en dirección al canal de la Mancha. Allí, Mantell se detuvo en una casa para visitar a un paciente. Mientras estuvo allí, su esposa, Mary Ann, lo esperaba paseando por la carretera. En los seis años que llevaba de matrimonio con Mantell, la esposa había llegado a participar en el interés de su marido por los fósiles. Habían colaborado en un extenso volumen, *The Fossils of the South Downs*, que debía ser publicado en ese mismo año, en el cual reproducía su colección de conchas marinas fósiles, la mayor parte de ellas muy antiguas. Consecuentemente no había nada más natural para Mary Ann Mantell

Gideon Algemon Mantell.

que fijarse en un montón de piedras dejado allí por los peones camineros que habían reparado la carretera.

Sus ojos se fijaron principalmente en un trozo de piedra arcillosa. Encerrado en ella había algo que a primera vista podría tomarse por un gran diente. Se k) enseñó a su marido tan pronto éste salió de la casa.

«Has encontrado los restos de un animal hasta ahora desconocido por la ciencia», se supone que Mantell le dijo a su mujer.

El diente, según diría después, era «totalmente distinto a cualquier otro que hubiera visto con anterioridad».

Aquel año Mantell regresó varias veces a aquellos bosques en la primavera y el verano, en perjuicio de su clínica médica. Tenía treinta y dos años y llevaba diez ejerciendo de cirujano, pero su vocación de buscar huesos fósiles fue imponiéndose sobre su profesión. Visitó varias canteras y pidió a los picapedreros que le avisaran si encontraban algún otro diente, como aquel hallado por su esposa, o cualquier otra cosa que fuera más allá de las conchas normales. Aparecieron varios dientes más, así como algunos extraños huesos en una cantera de Tilgate Forest, cerca de Cuckfield, en Sussex. Resultaron ser los huesos y los dientes del primer dinosaurio reconocido como tal.

Esencialmente esa versión está basada en el informe del descubrimiento hecho por Mantell en 1825 y en sus recuerdos posteriores, publicados en 1851. La historia se convirtió en leyenda gracias a la biografía de Mantell publicada en 1927 por Sidney Spokes y por innumerables relatos de profesionales y popularizadores de la existencia del dinosaurio. Pero Dennis R. Dean, un catedrático de la Universidad de Wisconsin-Parside, ha expuesto, recientemente, algunos fallos en la leyenda. En su investigación de datos para escribir una nueva biografía académica de Mantell, Dean examinó el diario del cirujano y su correspondencia, incluyendo algunas cartas hasta entonces desconocidas, y con todos esos datos construyó una nueva versión del descubrimiento del dinosaurio.

De acuerdo con la historia de Dean, Mantell empezó a interesarse en las canteras de Cuckfield ya en 1818 y contrató a uno de los canteros llamado Leney para que reuniera y le enviara todos los especímenes raros de fósiles que encontrara. Los envíos de Leney a Mantell en 1819 incluían muchos dientes y huesos que deberían de haber sido de grandes reptiles. En junio de 1820 recibió de Leney un «delicado fragmento de un hueso enorme, varias vértebras y algunos dientes de proteosaurio».

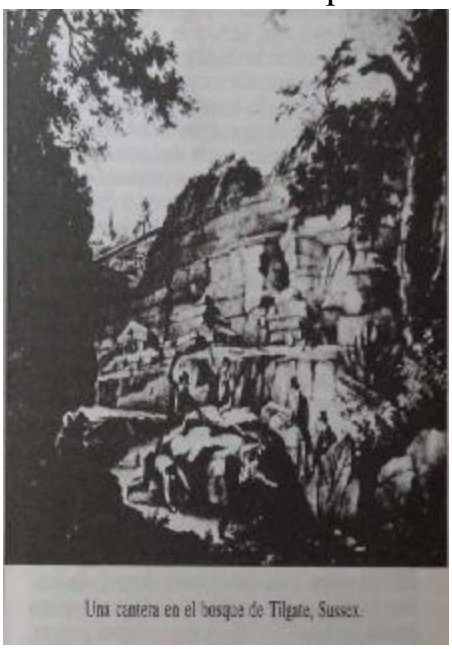
Eso animó a Mantell a organizar una expedición de búsqueda de fósiles. El objetivo de todas esas visitas al bosque de Tilgate, tanto entonces como antes y después, fue al parecer siempre geológico y paleontológico, y nunca para visitar a un paciente. El 15 de agosto de 1820, el hermano de Mantell, Thomas, llevó en su coche a Mary Ann y a otra mujer, posiblemente a su hermana, a Cuckfield Mantell cabalgaba a su lado. Si es cierto que Maiy Ann Mantell fue la que encontró el diente, como el cirujano proclamaría posteriormente, tuvo que ser durante ese viaje. Pero por lo visto aquello no pareció causar en él una impresión inmediata, pues en su diario informa que el grupo no recogió «nada de importancia» en aquella excursión.

Otros buenos huesos le fueron facilitados a Mantell aquel año y en 1821 y realizó, al menos, otras dos excursiones para recoger fósiles, ambas en septiembre de 1821. En su primera excursión encontró una parte de un hueso enorme. El 26 de septiembre se alejó de las canteras de Cuckfield con una «vértebra lumbar de un cocodrilo y un diente del mismo tipo de animal». Mantell, que no estaba completamente seguro de lo que tenía en sus manos, pidió la opinión de un especialista reconocido, William Clift, en el Hunterian Museum del Colegio Real de Cirujanos, en Londres. Clift llegó a la conclusión de que el diente pertenecía a un cocodrilo o a un tipo de lagarto.

En noviembre de 1821, aparentemente mientras estaba escribiendo la sección de los fósiles de Tilgate para *The Fossils of the South Downs*, Mantell tenía en su poder al menos seis dientes y muchos fragmentos óseos que posteriormente serían identificados como pertenecientes a un dinosaurio. En un escrito de meses antes del legendario paseo de Mary Ann, Mantell dice: «Los dientes, vértebras, huesos y otros restos de un animal de la familia de los lagártidos, de enorme tamaño, son quizá los fósiles más interesantes que han sido descubiertos en el condado de Sussex.» Advirtió que aquellos animales se parecían en cierto modo a los cocodrilos, aunque diferían en «muy importantes peculiaridades en relación con las actuales especies». Fuera lo que fuesen lo innegable era que se trataba de animales gigantescos. Subrayó que excedían en tamaño a todo «animal de la familia de los lagartos descubiertos hasta ahora tanto todavía vivos como en estado fósil». El cirujano de Lewes había descubierto los dinosaurios sin saberlo siquiera.

Esta versión de la historia del descubrimiento, como diría un periodista, no tenía una lectura tan grata como la leyenda generalizada. Carecía de los elementos de romance científico; nada

había de cierto en aquel paseo casual por el romántico paisaje inglés en una carretera rural, nada de fragmentos exóticos que despertaran la atención de una esposa interesada en el quehacer de su marido, nada de esos momentos de excitación compartida cuando la esposa le mostró el extraño diente a su marido cirujano y paleontólogo aficionado. De acuerdo con el análisis de Dean la leyenda perpetuaba algunos errores de hechos históricos. No había encontrado prueba alguna que demostrara que el cirujano y su esposa hubiesen salido de excursión por el bosque de Tilgate en la primavera o el verano de 1822. Por el contrario el estudio detallado publicado en *South Downs*, realizado por Dean -el libro había sido publicado en mayo de ese año-, demostraba que el cirujano estaba ya en posesión de una extensa colección de huesos y dientes de dinosaurios antes de 1822. Mantell dedicaba especial atención a «un incisivo cuneiforme», del cual sólo se recordaba, y así se anotaba, que varios especímenes del mismo tipo, más pequeños, «habían sido descubiertos por la señora Mantell». Uno de esos dientes, fue la conclusión de Dean, era posiblemente uno de los que Mantell, más tarde, presentaría para



Una cantera en el bosque de Tilgate, Sussex.

señalarlo como su descubrimiento original del dinosaurio. En las conocidas excursiones de Mantell a Cuckfield, como se subrayaba, sólo estuvo acompañado por su esposa el día 15 de agosto de 1820. Es posible, pues, que el primer diente de dinosaurio pudiera haber sido descubierto ese día por Mary Ann Mantell.

Pese a que la importancia de ese descubrimiento pasó inadvertida al principio, mientras Mantell examinaba y admiraba cada vez más esos dientes, se sentía intrigado. Notó que la corona de uno de los dientes estaba desgastada y formaba una superficie oblicua y suave. Estaba claro que se trataba de un animal de gran tamaño que se alimentaba de plantas. Aquel diente no podía haber masticado carne. El diente le recordaba a Mantell «parte de un incisivo, desgastado por el uso, de un gran paquidermo». Pero él sabía, gracias a los descubrimientos de Cuvier de algunas especies de elefantes extintas, que los restos de esos mamíferos prehistóricos sólo se encontraban en los estratos superiores pertenecientes a épocas relativamente recientes y no en los estratos más antiguos, más bajos, de los cuales creía que provenía su diente. Consecuentemente los pensamientos de Mantell se volvieron de nuevo a los reptiles antiguos.

Dado que la edad aparente del diente fósil de Mantell parecía excluir cualquier conexión con los mamíferos, el cirujano de Lewes creía que debía de tratarse de reptiles. Pero una característica de los reptiles modernos no se acomodaba con esa línea de pensamiento. «Como

ninguno de los reptiles existentes son capaces de masticar sus alimentos -dijo Mantell-, no podía arriesgarme a atribuir el diente en cuestión a un saurio.»

Mantell tomó aquel diente y otros ejemplares y se los llevó consigo a una reunión de la Sociedad Geológica de Londres. Algunos de los distinguidos científicos asistentes lo desanimaron al limitarse a considerar el diente como un resto carente de interés de un pez de gran tamaño emparentado con el pez-lobo, *Anarhicas lupus*, o tal vez de un diente cualquiera de una especie de mamífero. Quizá Mantell se había equivocado al determinar que el diente tenía tan gran antigüedad. Sólo el químico William Wollaston apoyaba a Mantell en su opinión de que había descubierto dientes de un «desconocido reptil herbívoro». Wollaston animó al cirujano para que continuara su investigación.

A continuación Mantell se dirigió al propio gran Cuvier en persona. El cirujano se enteró de que Charles Lyell, un joven abogado y geólogo, visitaría París y le pidió que se llevara consigo el diente fósil para enseñárselo a Cuvier. Para entonces, 1823, Cuvier ocupaba tres de las elevadas posiciones científicas de Francia, catedrático de historia natural en el Collége de France, catedrático de anatomía comparada en el Jardin des Plantes y secretario de la Academia de Ciencias. El científico había engordado y ennoblecido con el título de barón, con lo que se satisfacía su ilimitada vanidad. Aconsejaba al gobierno en materias de educación, enseñaba con elocuencia y hacía pública una extensa serie de lúcidos informes sobre investigación científica.

Lyell visitó a Cuvier en su despacho-estudio del Museo de Historia Natural. Era la residencia de trabajo de un hombre incansable y metódico, como Lyell lo describiría varios años más tarde. El sanctasanctórum de Cuvier, recordó el visitante inglés, era una habitación amplia… alargada, amueblada con once mesas o pupitres y otras dos mesas bajas, como si fuera una oficina pública con su correspondiente número de empleados. En cada pupitre había su servicio completo, tintero, plumas, papel, libros y los manuscritos en los que estaba trabajando. Pero todo aquello era para un único hombre «que se multiplicaba a sí mismo como autor y no permitía a nadie la entrada en aquella habitación, y que se dedicaba a una ocupación u otra según creía necesario o movido por su propio capricho».

Cuvier examinó el diente y, sin la menor vacilación, dijo que se trataba simplemente de un incisivo superior de rinoceronte. Cuando el incansable Mantell le envió algunos otros de sus huesos el veredicto fue igualmente desesperanzador: los huesos, dijo Cuvier, pertenecían a una especie de hipopótamo.

Mantell insistió, pese a las opiniones de la Sociedad Geológica y de Cuvier. William Buckland, profesor de geología en la Universidad de Oxford, le escribió a Mantell pidiéndole que no publicara nada en lo que se afirmara que los fósiles provenían de capas más profundas que las superficies diluvianas -es decir, de los sedimentos superiores-. No había pruebas, dijo Buckland, de que los fósiles fuesen lo suficientemente antiguos como para pertenecer a un reptil gigante extinguido. Pese a todo Mantell siguió insistiendo. Debía de dar la impresión de ser un obseso, algo así como el inventor de un aparato antigravitatorio que tratase desesperadamente de conseguir quien lo apoyase.

Al parecer Mantell llevó los fósiles al Hunterian Museum de Londres. Allí se pasó muchas horas volcado sobre la colección de dientes y huesos de reptiles con la esperanza de encontrar algo comparable a los que obraban en sus manos. Su búsqueda resultó infructuosa. Sin embargo, por casualidad, aquel día se encontraba en el museo un joven llamado Samuel Stutchbury, que había estado realizando investigaciones sobre las iguanas. Cuando Mantell le enseñó sus dientes

fósiles, Stutchbury observó que había una gran semejanza entre ellos y los dientes de las iguanas de América Central.

Cuando Mantell contempló los especímenes de Stutchbury, también observó la semejanza.

Mantell sintió renacer su confianza en que los dientes y huesos en su poder eran los de un reptil gigantesco que se alimentaba con plantas. Y si una iguana tenía dientes de aquel tamaño, especuló, el animal debió de haber sido enorme, unos dieciocho metros de longitud. Por sugestión de Conybeare, Mantell le dio a aquel reptil fósil el nombre de *Iguanodon*, lo que significa «diente de iguana». En 1825 ofreció un completo informe de su descubrimiento a la Royal Society en Londres.

El *Iguanodon* tal como fue restaurado por Mantell.

Algunas de las presunciones de Mantell sobre el *Iguanodon* resultaron equivocadas. Pensó que el animal había caminado sobre cuatro patas a la manera de una iguana a escala mayor. Confundió su protuberancia puntiaguda encima del hocico tomándola por un cuerno y así lo hizo ver en su dibujo, lo que dio al animal cierta apariencia de rinoceronte. Pero en lo que Mantell no se equivocó fue en la importancia de su descubrimiento. Mucho tiempo atrás, antes de que los mamíferos florecieran en la Tierra, declaró, habían vivido en ésta reptiles más gigantescos que cualquiera otros que, por lo que hasta ahora sabemos, hayan existido en nuestro planeta.

Cuando Cuvier se enteró de los hallazgos de Mantell antes de su publicación, reconoció graciosamente sus anteriores errores y expuso algunas ideas propias al respecto. Dado que todos los mayores animales terrestres contemporáneos eran herbívoros era razonable pensar que los mayores entre los antiguos reptiles se «habían alimentado de vegetales». Consecuentemente no debía sorprender a nadie que el *Iguanodon* siendo tan grande tuviera dientes de animal herbívoro. Como Cuvier adelantó, y revelaron hallazgos subsiguientes, muchos de los dinosaurios resultaron ser herbívoros, contrariamente a lo que ocurre con los reptiles de nuestros días.

Mientras Mantell estaba sufriendo al pensar qué debía hacer con los fósiles del *Iguanodon*, entre 1820 y 1825, un cazador de fósiles de los más eminentes, William Buckland, examinó en el museo de Oxford una interesante colección de huesos que habían sido encontrados en una cantera de pizarra. La mayoría de las tejas de pizarra de la región provenían de la aldea de Stonesfield, al norte de Oxford, y en los últimos años, a medida que la cantera se iba haciendo más profunda, los trabajadores fueron encontrando un número cada vez mayor de huesos fósiles que entregaron al museo. Algunos eran reliquias procedentes de pequeños mamíferos. Otros parecían ser mucho más antiguos y mayores. Entre esos huesos se encontraba un maxilar inferior con grandes dientes puntiagudos, como de sierra, algunas vértebras, un trozo de omoplato y varios fragmentos de un miembro trasero. Buckland decidió que era muy posible que los huesos procedieran de reptiles. También él estaba influenciado por el *Mosasaurus* de Cuvier.

Por alguna razón, probablemente por la presión de otras investigaciones, Buckland se tomó mucho tiempo para informar sobre sus fósiles. Pero consultó a amigos y colegas a los que hizo observar su material para que le dieran su opinión. Una de esas personas se sintió tan impresionada por los grandes dientes en forma de hoja que publicó en 1822 la declaración de que

el diente de Stonesfield pertenecía a un reptil de gran tamaño al que dio el nombre de *Megalosaurus*. El autor fue James Parkinson, un médico que es recordado por la descripción de la enfermedad que lleva su nombre. Nadie está seguro, pero el nombre de *Megalosaurus* también puede deberse a la inspiración de Conybeare, cuya capacidad de poner nombres parece responsable de perdurables contribuciones a la paleontología.

Buckland esperó dos años para ofrecer la primera descripción completa del *Megalosaurus* que apareció en 1824 en una publicación científica bajo el título de *Transactions of the Geological Society of London.* Con esto se adelantó a Mantell, en la letra impresa, en un año, aun cuando él mismo, a su vez, estuvo precedido por Parkinson. Esto es algo que en cierto modo es responsable de la confusión que aún persiste en nuestros días al atribuir la prioridad en el descubrimiento del primer dinosaurio fósil reconocido como tal. Parkinson posiblemente fue el primero en publicar la primera información de un *Megalosaurus* fósil, en 1822, pero no fue capaz de ofrecer una descripción científica satisfactoria. Buckland fue el primero en publicar un informe científico formal sobre los restos de un dinosaurio. El artículo publicado por Mantell sobre el *Iguanodon* se publicó un año después, en 1825, pero el cirujano había expuesto y discutido sus hallazgos ante la Geological Society meses antes de la publicación del informe de Buckland y describió ya los dientes en su libro de 1822 sobre fósiles. Es posible que hubiese publicado antes su informe si Buckland no le hubiera prevenido contra un anuncio «prematuro». Si Mantell llegó a tener la sensación de que Buckland actuó por motivos egoístas, el cirujano nunca expresó esas sospechas, al menos en público. Mantell en aquellos días escribió sobre Buckland alabando «la generosidad que marcaba su carácter». La generosidad no fue siempre un rasgo característico de las relaciones entre los cazadores de fósiles.

Si bien podría defenderse la prioridad de Mantell en el descubrimiento del primer dinosaurio -y su solitaria lucha para ganarse el apoyo de los especialistas establecidos lo convierte sin duda en un favorito, desde el punto de vista sentimental, y sus anotaciones en su diario registran el hallazgo de huesos de saurio en 1819 y 1820, lo que apoya su prioridad-, el anuncio realizado por Buckland tiene mayor peso. Era el geólogo más respetado de Inglaterra, catedrático de mineralogía y geología en Oxford y presidente de la Sociedad Geológica. Parecía personificar el reciente auge de la geología como una ciencia de amplio rango y entre cuyos campos se contaba el estudio de los fósiles, especialidad que, muy poco después, comenzó a ser llamada paleontología y se la consideraría como una disciplina estrechamente relacionada con la geología.

Buckland había nacido en Axminster en 1784, hijo de un clérigo. Después de sus estudios en Oxford, él también se ordenó sacerdote de la Iglesia de Inglaterra.

Varios otros de los más destacados geólogos del país combinaron igualmente la carrera eclesiástica con la ciencia. Aunque llegó a ser canónigo en Oxford y deán de Westminster, la geología y la paleontología se llevaron generalmente la mejor parte de las energías de Buckland. Era un trabajador lleno de vigor en este terreno. Causaba una inolvidable impresión cuando se ponía a excavar o rebuscar entre las rocas con su toga profesional y su chistera. En una cueva de Yorkshire identificó los restos de gran número de mamíferos que hacía ya muchísimo tiempo que no habitaban Europa, entre ellos hienas, leones y elefantes. Su informe sobre el descubrimiento de lo que él supuso fuera la despensa de las hienas prehistóricas, lo situó en primera fila entre los paleontólogos.

Sin embargo, Buckland tenía un punto de vista restrictivo sobre lo posible. Nada podía hacer

vacilar su creencia en la realidad absoluta del arca de Noé y del diluvio universal y en que los huesos de los animales hallados en muchas de aquellas cuevas habían sido víctimas infortunadas de aquella catástrofe. Estaba convencido de que Gran Bretaña no estuvo habitada por seres humanos antes del diluvio universal. Esto lo llevó, o le obligó, a interpretar equivocadamente los huesos encontrados en otra cueva, la Pavilan Cave, en Gales del Sur. Allí, en profundos sedimentos, entre los huesos de animales antediluvianos encontró el esqueleto de un ser humano. Estaba manchado de rojo, debido a la abundancia de contenido de hierro en la tierra de la cueva, y se adornaba con cuentas de marfil. Buckland no se atrevió a creer que aquel ser humano, que vivió en la era de los mamuts, fuera un descubrimiento sensacional, nada menos que la criatura humana más antigua encontrada antes de 1820. En vez de ello, dado que la

William Buckland.

cueva se hallaba en las proximidades de un viejo campamento romano, decidió que el esqueleto tenía que ser de una mujer -ningún varón británico se hubiera adornado con cuentas de marfily que su profesión había sido poco respetable.

«Cualquiera que fuese su ocupación -escribió Buckland con cierta delicadeza-, la vecindad de un campamento militar parece indicar cuál podría ser el origen de sus medios de subsistencia.» El esqueleto debido a su reputación y al color de las manchas de sus huesos pasó a ser conocido con el nombre de la «Red Lady of Paviland» («la Dama Roja de Paviland»). El error de Buckland quedó al descubierto mucho más tarde. La Dama Roja era un joven varón muerto hace 18.000 años, en la Era Glacial.

Nadie puede mostrarse indiferente con respecto a Buckland. Sus lecciones cargadas de teatralidad cautivaban a sus estudiantes. Sin embargo, algunos años más tarde Darwin lo consideraría «vulgar y ordinario», con una «exagerada tendencia a buscar la notoriedad». Pero quienes visiten la casa de Buckland encontrarán allí pruebas, más que suficientes de que se trataba de un excéntrico simpático. Se divertía presentando a sus invitados platos de carne de cocodrilo o de avestruz y observaba sus reacciones cuando los conejillos de Indias roían a sus pies, y, de acuerdo con las palabras de John Ruskin, «pequeños lagartos de las Carolinas, muy amables y bien educados, mantenían la casa libre de moscas». Su oso, llamado *Tiglath Pileser*, en honor de un rey de la antigua Babilonia, aparecía de vez en cuando en las reuniones y fiestas que ofrecía en su jardín, vestido con una túnica y tocado con una gorra oxoniana. Pero en sus

estudios de los fósiles, Buckland era absolutamente serio cuando se esforzaba por encontrar pruebas que apoyaran la teoría geológica catastrofista de Cuvier. Fue el defensor más incansable de Cuvier en Inglaterra.

Los huesos encontrados en la cueva de Yorkshire, estaba seguro de ello, eran restos de la vida en los días finales antes de que se produjera la última de las catástrofes: el diluvio universal.

La influencia de Cuvier también se hizo evidente en la obra de Buckland sobre el *Megalosaurus*. Parece ser que Cuvier insistió a Buckland para que siguiera adelante y publicara su artículo titulado: «Notice on the *Megalosaurus* or Great Fossil Lizard of Stonesfield.» Al igual que Cuvier en su análisis sobre el *Mosasaurus*, Buckland clasificó confiadamente los fósiles en el orden de los «saurios o lagártidos». Más aún, al reconocer su deuda académica con Cuvier, escribió: «De estas dimensiones, comparadas con las medidas de la familia de los lagartos, resulta que Cuvier ha asignado al individuo al que pertenece este hueso [un fémur] una longitud superior a los doce metros y el volumen de un elemento de dos metros y pico de envergadura.» Como podía verse, se concedía a Cuvier una gran parte de la fama del descubrimiento del *Megalosaurus* y, con ello, de los dinosaurios. Con su inspirada obra sobre anatomía comparada y la extinción de las especies, Cuvier pasó a ser al menos el padrino intelectual de los descubrimientos realizados en la década de 1820 a 1830.

En contraste con el *Iguanodon* vegetariano de Mantell, los dientes en forma de sierra del espécimen de Buckland eran los propios de un carnívoro. Pero Buckland advirtió otras cosas en aquellos dientes. Estaban embutidos en unos alvéolos, como ocurre con los dientes de los cocodrilos, mientras que los dientes de los lagártidos están directamente unidos al maxilar. Después de que Buckland citara algunas razones anatómicas que le llevaban a creer que aquel espécimen no era simplemente un cocodrilo antiguo, no fue capaz de seguir adelante con el tema y nunca se dio cuenta de la importancia de ese rasgo. Como más tarde escribiría Edwin H. Colbert, una moderna autoridad en dinosaurios, eso significaba una «prueba irrefutable» de que el *Megalosaurus* no era un lagarto gigante, como parecieron asumir Buckland y Cuvier, sino «algo nuevo, un reptil de características hasta entonces nunca imaginadas».

Muchos coleccionistas de fósiles de los primeros tiempos es muy posible que hubieran encontrado huesos de *Megalosaurus* sin darse cuenta de su importancia y significado. Un «fémur humano» hallado en Oxfordshire fue descrito en 1676 por el reverendo Robert Plot, primer conservador del Museo Ashmolean de Oxford. En realidad se trataba de la parte final del fémur de un *Megalosaurus*. Alan Charing, del Museo Británico (Historia Natural), descubrió recientemente en la colección del museo un hueso de *Iguanodon* que había sido encontrado en Cuckfield en 1809, antes de que Mantell se lanzara a la caza de fósiles en aquel lugar.

El interés de Buckland en los fósiles gigantes desapareció con los años. Pasó a preocuparse más de las grandes cuestiones de la geología y la paleontología, tal y como él las veía, es decir, en relación con la reconciliación de la geología con la Biblia. Era un hombre de iglesia y al mismo tiempo un científico.

Por otra parte, Mantell redobló su búsqueda de fósiles, con riesgo para su débil naturaleza y haciendo cada vez más difícil la existencia de su familia. Encontró los restos de otro dinosaurio en 1832, el año en que murió Cuvier. Bautizado con el nombre de *Hylaeosaurus* era una criatura pequeña, con caparazón duro y espinas largas duras y simétricas a lo largo del lomo. Esos huesos y muchos otros llenaban totalmente su casa. Al año siguiente Mantell decidió dejar Lewes y

dedicarse a practicar la medicina en Brighton, con la esperanza de que su trabajo le resultara más lucrativo en aquella ciudad costera y lugar de veraneo. Necesitaba aquel dinero para financiarse su afición a la paleontología. Publicó un libro de divulgación sobre geología y adquirió los huesos de otro *Iguanodon* hallado en Maidstone. Pero su ejercicio de la medicina sufrió hasta el punto de que en 1838 se vio forzado a vender una gran parte de su colección de fósiles al Museo Británico. Al año siguiente después de lo que debió de ser una confrontación hogareña en la que Mantell tuvo que elegir entre su familia y sus fósiles, su mujer y sus hijos lo abandonaron. Por aquel entonces Mantell ya había dejado de atribuir a Mary Ann el hallazgo del diente original del *Iguanodon*.

Gideon Mantell pasó los últimos años de su vida en Londres, hombre solitario y lleno de deudas, y murió en 1852. William Buckland vivió cuatro años más, con muchos más honores, pero con un prestigio científico disminuido porque había apoyado el bando equivocado en la guerra del siglo de la filosofía geológica. A la hora de sus respectivas muertes, sin embargo, Mantell y Buckland tuvieron la satisfacción de saber que con unos pocos dientes y huesos que habían sacado a la luz desde un pasado lejano, habían dado a la humanidad la primera prueba identificable de algunas de las creaciones más espectaculares de la naturaleza.

2 EL DESCUBRIMIENTO DEL TIEMPO

Casi todo lo relacionado con la historia de la Tierra, permanecía ignorado y parecía inconcebible a comienzos del siglo XIX. Hacía ya mucho tiempo que la ciencia había desechado la idea precopernicana de un pequeño universo cuyo centro era la Tierra, con lo que se liberaba al espíritu humano para que pudiera pensar libremente sobre las dimensiones virtualmente ilimitadas del firmamento. La química, la física y la psicología se abrían con muy pocas de las restricciones impuestas por el dogma. Las cosas habían alcanzado una situación adecuada para una encuesta rigurosamente objetiva, pero no era igualmente posible juzgar el modo como las cosas habían llegado a ser lo que eran, es decir la historia de la Tierra. Su estudio tenía que ser liberado de la influencia inhibidora de la creencia tradicional. Con sólo unas pocas excepciones no lo suficientemente apreciadas, los estudiosos estaban limitados por un concepto penosamente deficiente del tiempo.

En aquellos días, nadie podía analizar la historia que hoy conocemos con un cierto grado de certeza. Nadie conocía la edad del planeta Tierra -4.600 millones de años-ni podía imaginar la progresión de la vida que aparentemente había comenzado a finales de los primeros mil millones de años, quizá hace ya 4 200 millones de años. Al principio el planeta era estéril. Las tierras secas adquirieron formas marcadas notablemente por los cráteres producidos por los meteoritos; estaba iluminado por los fuegos de innumerables volcanes y drenado por la lluvia que alimentaba con aguas frescas a los recientes océanos. El aire estaba formado de nitrógeno, dióxido de carbono y otros gases, pero aún no contenía oxígeno. Había grandes reservas de compuestos con carbono e hidrógeno y algunos otros escasos productos químicos se habían acumulado en la tierra y en las aguas. La vida surgió de la no vida en esta sopa química primaria, los diferentes compuestos se fueron uniendo entre sí con la ayuda de las descargas eléctricas procedentes de los rayos y relámpagos y de las radiaciones ultravioletas del sol. (Hay una teoría alternativa que subraya el papel de la arcilla común como sede de almacenaje de la energía y la información para el procesado de la materia prima inorgánica en otras moléculas más complejas que llevarían a las moléculas aún más complejas, de las cuales surgió la primera vida.) Posiblemente algunas

moléculas se combinaron con otras más complejas que condujeron a organismos unicelulares capaces de autorreproducirse, algo así como la vida de las algas azulverdosas. La más simple definición de una entidad viviente es: algo que puede autorreproducirse. Después, tras una eternidad durante la cual pareció que no cambiaba gran cosa, algunas células, con un sentido de comunidad latente, se reunieron entre sí para formar organismos multicelulares con un aparato químico mucho más elaborado. Las primeras formas de vida, las algas y bacterias que proliferaron, aprendieron a usar la luz como fuente de energía para el crecimiento. Los organismos fotosintéticos que siguieron descomponían el agua para capturar el hidrógeno con lo cual dejaban libre el oxígeno para constituir el medio ambiental. El aire comenzó a contaminarse con el oxígeno, lo cual pudo haber llevado a la destrucción de muchas antiguas especies. La extinción formaba ya parte del proceso de la vida en la Tierra casi en la misma medida que lo sería posteriormente. De esa primera catástrofe global surgieron nuevas formas de vida que utilizaban el oxígeno. La atmósfera, enriquecida con oxígeno, resultaba mucho mejor conductora de los procesos químicos mucho más complejos que habían creado las primeras formas de vida animal. Medusas, gusanos y otros animales de cuerpo blando debieron de aparecer hace unos mil millones de años. Los animales de esqueleto externo -los trilobites, los corales y los escorpiones de mar-florecieron hace quinientos noventa millones de años. En un espacio de pocos millones de años, en una explosión de nueva vida sin precedentes, hicieron su aparición en la Tierra casi todos los grandes grupos de invertebrados con algunas partes duras en sus cuerpos. Los cangrejos límulos que se bañan en las playas son como un mensaje en una botella que nos llega desde aquellos tiempos, puesto que se trata de un animal que ha sobrevivido casi sin cambios durante quinientos millones de años. Después llegaron los peces, los primeros animales con espina dorsal. Sin embargo, la vida seguía confinada en el interior de las aguas. Pero cuando se alzaron las tierras y surgieron fuera de las aguas y la vida vegetal comenzó a crecer en sus orillas, algunos peces con pulmones salieron fuera del agua apoyándose en sus aletas y establecieron, por decirlo así, una cabeza de puente hace aproximadamente unos cuatrocientos millones de años. Estas especies se desarrollaron en especies anfibias, los antepasados de las ranas, sapos y salamandras actuales. La conquista de las tierras secas por la vida se completó hace unos trescientos millones de años con la presencia de reptiles, los primeros vertebrados independientes del medio acuático. De esos primeros reptiles descienden casi todos los animales vertebrados que viven en la Tierra en la actualidad, incluidos los seres humanos, así como muchos otros animales entretanto desaparecidos, notablemente los dinosaurios.

Pero a principios del siglo XIX la mayor parte de los científicos y desde luego los legos en la materia, no podían tener una idea del tiempo a escala tan amplia. Podían aceptar la teoría de la extinción de Cuvier, como un primer paso hacia esa comprensión. Podían ver fascinados los descubrimientos de tantos fósiles que sugerían una predisposición a la contemplación de la prehistoria. Pero no podían concebir a los dinosaurios y todo su mundo, porque, en cierto sentido, para ello antes tenían que descubrir el tiempo.

Cuvier, por ejemplo, no pudo hacer otra cosa más que sugerir una edad de «varios miles de siglos» para los fósiles contenidos en las capas de tierra de los alrededores de París. Y eso pese a ser un científico en la tradición de la Era de la Ilustración, abierto a las nuevas ideas derivadas de la investigación científica. Muchos otros científicos, sobre todo en Gran Bretaña, se aferraron a determinadas presunciones que militaban contra toda comprensión de la vida en una amplia escala en el tiempo. Partían de la presunción de que Dios había creado la Tierra en un período de

tiempo relativamente corto. Debido a ello no había tiempo suficiente para que la naturaleza pudiera tener un pasado que difiriera tanto del presente. Aceptaban la tesis de la inmutabilidad de las especies; la vida en el pasado no podía ser tan distinta de la de nuestros días. Creían que el mundo había sido creado al servicio y en beneficio del hombre, y de aquí las dificultades que tenían en concebir el mundo sin el hombre, un mundo dominado por especies no humanas.

Un bagaje intelectual de ese tipo no es, ciertamente, lo más recomendable para un viaje de regreso al tiempo de los dinosaurios. Pero muchos científicos lo hicieron así voluntariamente en su mayor parte, aunque a veces incómodos, al cruzar el umbral del siglo que habría de revolucionar el estudio de la historia natural.

Aunque las pruebas demostrando lo contrario estaban por todas partes, bajo nuestros pies, y comenzaban a llamar la atención, una gran parte de la Europa cristiana seguía dispuesta a creer que la Tierra no podía tener más de seis mil años. Esta barrera en lo temporal, levantada en nombre de la religión, parecía insuperable. Los ingleses, que hicieron posiblemente los primeros descubrimientos del dinosaurio, e incluso el gran Darwin, crecieron con el convencimiento de que Dios había creado la Tierra y al hombre, así como a todas las demás especies animales, en el año 4004 antes de Cristo.

Toda fecha que sugiere de modo específico un hecho requiere que alguien la haya establecido y en este caso parece ser que fue James Ussher, el prelado protestante, quien la fijó en el siglo XVII. Ussher, arzobispo de Armagh, de la Iglesia de Irlanda, fue un estudioso de la Biblia, el único libro que conocía y que valoraba por encima de todos los demás. No tenía la menor duda de que todo lo que se decía en la Biblia tenía un carácter histórico exacto. De acuerdo con esos conceptos, se metió de lleno en las genealogías del Antiguo Testamento, las listas de quién engendró a quién, e hizo cálculos sobre la duración de cada generación de los muchos patriarcas, sacerdotes, jueces y reyes. Al abrirse camino así de regreso en el tiempo, Ussher determinó, para satisfacción propia, que la creación debió de tener lugar en el 4004 antes de Cristo y el diluvio universal en el año 2349 antes de Cristo. Así lo publicó en 1650.

Ussher exploró el tiempo pasado del mejor modo que supo hacerlo, un camino con una tradición larga y honrada. Pero como hizo constar Martin J. S. Rudwick, un historiador de la Universidad de Cambridge, en su libro *The Meaning of Fossils* publicado en 1972, la idea de que la Tierra tenía una historia entró por vez primera en el debate «científico», no desde el campo de la ciencia sino del de la teología, en particular de cronólogos como Ussher. En el siglo IV un historiador de la primitiva Iglesia cristiana, Eusebio, desarrolló también una cronología que no se diferenciaba demasiado de la de Ussher. Posteriormente los estudiosos de la Iglesia tendieron a evitar tales interpretaciones literales de los relatos bíblicos y hasta llegaron a sugerir que la historia de la creación ofrecida en el *Génesis* más bien debía ser interpretada como una especie de alegoría. Después surgió Martín Lutero y restableció la edad bíblica de la Tierra con mayor firmeza que nunca. Lutero y los otros reformadores protestantes, consideraron las Sagradas Escrituras como la autoridad definitiva, en vez de aceptar los pronunciamientos de la Iglesia Católica Romana a la que consideraban demasiado corrupta como para poder confiar en ella. La fecha que Lutero le atribuía a la creación era, aproximadamente, el año 4000 antes de Cristo.

Pero ocurrió que fue el nombre de Ussher, debido a su reputación histórica, el que pasó a ser asociado con la creencia de que la Tierra y la vida contaban con menos de seis mil años de edad. La fecha determinada por Ussher causó una impresión duradera porque, al fin y al cabo, pasó a ser impresa precisamente en los márgenes de la Biblia del rey James, tan claramente como las

palabras «En el principio…». Aquellos que deseaban ser más exactos sobre un acontecimiento tan importante, podían consultar la matización de John Lightfoot sobre la fecha ofrecida por Ussher. Al revisar los cálculos de Ussher, unos años después, Lightfoot, un hebreo universitario y vicecanciller de Cambridge, llegó a la conclusión de que, para ser más preciso, Dios había creado la Tierra a las nueve de la mañana del domingo 23 de octubre del año 4004 antes de Cristo.

Les gustara o no, los científicos se veían obligados a contener sus observaciones de la naturaleza, acomodándolas a una escala de tiempo basada en la aceptación de que el mundo tiene una edad de seis mil años. Aquellos que mantenían dudas, retrocedían y, por lo general, se contenían ante las implicaciones heréticas de sus dudas. Cuando el botánico sueco Cari von Linneo dijo que «le gustaría creer» que la Tierra era más vieja, no obstante, cumpliendo lo que creía un deber apartó la cuestión afirmando que «las Escrituras no podían permitir una cosa así». Sin embargo, otros fueron menos precavidos. El naturalista francés Georges Louis Leclerc, conde de Buffon, escribiría a mediados del siglo XVIII: «El mejor trabajador de la naturaleza es el tiempo» y para él seis mil años apenas si resultaban suficientes para justificar la existencia de sedimentos y fósiles a tales profundidades en todo el planeta. En su cálculo incluía una estimación basada en el tiempo que necesitaría para solidificarse una esfera en estado de fusión del tamaño de la Tierra. Según eso la edad de la Tierra tenía que ser de al menos 75.000 años y posiblemente hasta medio millón de años. En el mismo siglo Immanuel Kant, en su *Cosmogonía*, le calculaba al mundo una existencia de varios millones de años. El árbol genealógico de Ussher empezó a mostrar signos de caída.

En la época de Mantell y Buckland, las pruebas de la existencia de una vida antigua extinguida y de las «catástrofes» que dieron nuevas formas a la superficie terrestre, exigían a gritos nuevas interpretaciones de la edad de nuestro planeta. La descripción de Cuvier de las extinciones asociadas con catástrofes periódicas, resultaba atrayente para muchos científicos como Buckland porque ofrecía la posibilidad de reconciliar la geología con el *Génesis*. La llamada teoría catastrófica añadía años incontables a la edad de la Tierra. Después de cada catástrofe, según los inspirados discípulos de Cuvier en la Gran Bretaña, Dios comenzaba una vez más con una nueva creación. El libro del *Génesis* trataba tan sólo de la última de esas creaciones. Al parecer Dios había descuidado revelar a Moisés las creaciones previas porque no se referían ni estaban relacionadas con el hombre. El diluvio universal, con el arca de Noé, era, presumiblemente, la última de esas catástrofes y no de las que produjeron las aniquilaciones clásicas, porque de acuerdo con la Biblia fueron varias las parejas de criaturas que lograron escapar a la extinción producida por el diluvio.

En sus escritos de 1836 William Buckland parecía dispuesto a aceptar las pruebas cada vez más numerosas de que la Tierra era más vieja de lo que Ussher había determinado en su genealogía. Como hombre de ciencia se inclinó ante los descubrimientos de la nueva geología. Al mismo tiempo, como hombre de iglesia y de comienzos del siglo XIX, no había perdido nada de su fe en la creencia popular de que la mano de Dios estaba presente en todo lo que se había revelado en la naturaleza. Los primeros huesos de dinosaurio fueron considerados e interpretados bajo esa luz.

El carbón, como combustible, la Revolución Industrial y el Imperio británico, así lo escribió Buckland, habían sido «guardados en reserva» por Dios, siglos antes, «en forma maravillosamente adaptada en beneficio de la especie humana». Ésa era la esencia de la idea de

que la naturaleza había sido ordenada en beneficio del hombre, una promesa implícita de las actividades humanas hasta ese día. Fluía lógicamente de la doctrina científico-teológica conocida diversamente como *Seal a Naturae*, la Gran Cadena del Ser, o Escala de Perfección. Todas las cosas fueron creadas al mismo tiempo y ocupaban lugares preestablecidos en los distintos tramos de la escalera a partir de los minerales para llegar a las formas inferiores de vida y continuar hacia arriba hasta llegar al hombre, que ocupaba el escalón más alto. El hombre, pues, era la culminación de la naturaleza.

Como corolario de la *Scala Naturae* existía un cuerpo ideológico conocido como teología natural que era creído por muchos en la época. La «biblia» de la teología natural era un volumen escrito por el reverendo William Paley, de Cambridge, publicado en 1802 y que se reeditó casi anualmente durante varias décadas para un lectorado ansioso. El título del libro ya puede servir de sinopsis del contenido: *Natural Theology: or Evidences of the Éxistence and Attributes of the Deity collected from the Appearences of Nature.*[4]

El libro comenzaba con una comparación analógica con un reloj. Si alguien en su pleno juicio, así escribía Paley, contempla un reloj por dentro, verá sin la menor dificultad que «sus distintas partes han sido construidas y unidas para cumplir un propósito determinado» y de ahí podía pasarse a deducir que el reloj «implicaba, forzosamente, la existencia de un relojero, de un constructor». Del mismo modo, según Paley, las obras varias y complicadas de la naturaleza, todas las plantas y todos los animales -incluidos los seres humanos-no podían ser producto de la simple casualidad. Tenían que haber sido creados con un propósito definido. Y Paley concluía: «No puede haber un proyecto sin alguien que lo haya hecho, ningún invento sin inventor, ni orden sin selección previa, coordinación sin un coordinador, utilidad y relación con un propósito sin la determinación de ese propósito, ni propósito sin alguien que lo establezca, ni medios conducentes a un fin sin que este fin y los propósitos conducentes a él hayan sido establecidos con anterioridad.»

Paley, adelantándose a posibles objeciones, admitió que Dios podía haber realizado algunos de sus designios de manera más sencilla. Pero, alegaba, si las cosas eran demasiado simples, quizá la gente no comprendería la destreza y las inteligencias superiores que Dios puso en la naturaleza y en la creación. ¿Cómo podía nadie discutir una de las ilustraciones más convincentes que hacía Paley de la destreza de Dios? Al caracterizar la habilidad de Dios en el diseño de la anatomía humana el autor de *Natural Theology* observó: «Una de las cosas más difíciles de conseguir es una peluca bien hecha y que siente bien. ¡Sin embargo, qué raro es encontrar un rostro torcido!» Voltaire, el famoso escritor anticlerical, se había burlado de esas ideas años antes de esta exposición de Paley. En *Cándido,* Voltaire hace afirmar al doctor Pangloss: «Todo está hecho con un propósito, todas las cosas son necesarias para la realización de ese propósito. Observen: las narices se hicieron para las gafas, consecuentemente usamos gafas.»

En la teología natural estaba implícita la creencia en los orígenes divinos de la Tierra y de la vida (probablemente creadas no hacía mucho tiempo), la inmutabilidad de las especies (nada podía ser más azaroso y sin designio que la confusa teoría de la selección natural de Darwin) y el punto de vista utilitario, popular en aquellos días, de que todo en la naturaleza estaba construido como medio para servir a un fin, por lo general para el mayor bien del hombre. Consecuentemente parecía poco probable que la gente aceptara un pasado en el cual el «Proyectista» fuera tan abandonado, caprichoso, o simplemente descuidado, que colocara hordas de grandes animales sobre la Tierra mucho antes de que pudieran resultar de utilidad alguna al hombre y que después

los haría desaparecer de la faz de la Tierra como si hubiera sido un error que el Creador deseaba olvidar.

Aunque sólo pocos científicos aceptaron plenamente la teología natural, creían lo suficiente de ella como para no desafiarla o estaban faltos de la inclinación o información suficientes para hacerlo así. Darwin recordó que mientras estudiaba en Cambridge, para su licenciatura, en la década de 1820-1830, no ponía en duda las premisas de Paley sino que, por el contrario, «quedó encantado y convencido por la línea general de sus argumentos». Más tarde, Darwin se corregiría y dio marcha atrás. Después de ordenar las pruebas de la evolución que se daban en la selección natural escribió: «En la diversidad de los seres orgánicos y en la acción de la selección natural parece no haber más designio que en el curso que sigue el viento cuando sopla.»

Cuando Darwin zarpó a bordo del *Beagle* en 1831, él mismo, al igual que la mayor parte de los ingleses, no ponía en duda la verdad literal de la Biblia. El capitán Robert FitzRoy, también un educado caballero, estaba convencido de que el viaje le daría a Darwin la oportunidad de encontrar pruebas de cómo se produjo la aparición de las primeras criaturas en la Tierra y que esto se produciría de acuerdo con el *Génesis.* Darwin y FitzRoy eran claros representantes de su época. Uno de ellos seguiría adelante y se convertiría en el Copérnico de la historia natural.

Durante el viaje, Darwin empezó a dejar de lado su antiguo bagaje intelectual. Leyó un nuevo libro de geología, del que era autor Lyell, un regalo que le hizo en el momento de su partida su mentor en Cambridge, John Stevens Henslow. De esa lectura Darwin obtuvo una nueva perspectiva en el fondo del tema de la posible edad y de la historia de la Tierra. Ciertamente que podía haber un Dios pero éste no tenía por qué ser necesariamente el ingeniero proyectista que Paley había imaginado. Pudo haber una creación divina, pero mucho antes de lo que Ussher había calculado. La geología le facilitaba esta nueva perspectiva en el tiempo que estaba promovida por las ideas de Lyell sobre la naturaleza larga, lenta y cíclica de la historia de la Tierra en contraste con la teoría del catastrofismo de Cuvier y Buckland y mediante la naciente posibilidad de reconstruir el pasado por medio de las reliquias de una vida anterior desaparecida, los fósiles. El descubrimiento del tiempo se fue haciendo por medio de una cuidadosa y atenta lectura de la Tierra y los fósiles en ella contenidos.

Rompió la barrera del tiempo en las últimas décadas del siglo XVIII. Aunque sus logros permanecieron largo tiempo sin ser debidamente reconocidos, hasta después de 1830, llegó a tiempo para ejercer una importante influencia en el descubrimiento de los dinosaurios y en la teoría de la evolución de Darwin.

Una de las paradojas de la historia es que en la sociedad de Ussher y Buckland -con su profunda creencia en las causas sobrenaturales-pudiera florecer simultáneamente una Era de la Razón con su fe igualmente fuerte en 1a capacidad del hombre para comprender las causas y la posibilidad de que estas causas tuvieran bien poco o nada que ver con lo sobrenatural. Hutton se inclinaba mucho hacia la última de esas tradiciones. Nacido en Edimburgo, en 1726, fue sucesivamente aprendiz de abogado, médico, fabricante de productos químicos, agricultor, científico y, finalmente, durante los treinta años que aún le quedaban de vida, un caballero que dedicaba su tiempo al descanso y a la investigación intelectual. Fue en esos años cuando Hutton desarrolló una nueva teoría sobre la Tierra.

James Hutton.

La teoría dominante era el neptunismo, defendida principalmente por Abraham Gottlob Wemer, profesor de mineralogía en Sajonia, que era considerado infalible en asuntos de geología. Wemer creía, y posteriormente casi todo el mundo estaba de acuerdo con él, que todas las rocas en la corteza terrestre se habían precipitado procedentes de un mar primario original que antes cubrió totalmente la superficie del planeta. Todos los rasgos característicos de la superficie terrestre en la época actual, las llanuras, los valles y las montañas, debían su forma y sus características a las mismas aguas universales. Wemer no se preocupó en explicar adonde habían ido a parar aquellas aguas ni nadie le pidió que lo hiciera. ¿Quién iba a discutir una teoría que tenía la virtud de ser compatible con el diluvio relatado en la Biblia?

Hutton no encontró pruebas de la existencia del diluvio universal. Por el contrario, creía que toda formación rocosa, con independencia de su antigüedad» parecía derivarse de las rocas más antiguas. Para Hutton todas las características del paisaje actual eran producto de un cambio gradual. «Desde la cima de las montañas a las orillas del mar -declaró-, todo se halla en estado de cambio.»

En un mensaje dirigido a la Royal Society de Edimburgo, en 1785, y en el libro *Theory of the Eartk,* publicado en 1795, Hutton describió la Tierra como una «máquina mundial», dinámica y autorregulada, gobernada por leyes naturales. No había necesidad de invocar acontecimientos singulares de creación o revolución para explicar la faz de la Tierra. Dado un tiempo suficiente -esto era lo crucial de la teoría de Hutton-la actividad geológica en sus presentes niveles podía haber producido todas las rocas y determinado la actual forma de la superficie de la Tierra.

De acuerdo con las ideas de Hutton la superficie de la Tierra se va deteriorando y renovando al mismo tiempo, por el ciclo de cuatro etapas: erosión, deposición, consolidación y elevación. Mientras fue agricultor, Hutton había visto cómo los ríos y arroyos arrastraban el suelo hacia el mar. La tierra era erosionada, arrastrada por el viento, la lluvia, las heladas, las olas y las mareas, en la primera fase del ciclo. Los materiales erosionados eventualmente se depositaban como sedimentos en el fondo de los mares y océanos en la segunda fase del ciclo. Allí, los sedimentos se hacían compactos y se consolidaban en capas de rocas, en la tercera etapa. Todo esto había sido reconocido por algunos de los predecesores de Hutton.

Quedaba una cuarta fase en el ciclo, advirtió Hutton, pues de no ser así los continentes se irían alisando y los océanos acabarían por llenarse. Tenía que haber una fuerza restauradora y vio en los volcanes el mecanismo por el que actuaba la cuarta fase del ciclo. Wemer y los neptunistas no habían tomado en consideración a los volcanes, considerándolos, simplemente, como el efecto superficial de la combustión espontánea de las vetas de carbón enterradas. Por su parte, Hutton vio en el vulcanismo la manifestación del poder «licuador y de la fuerza expansiva del fuego subterráneo». Los volcanes en erupción lanzaban nuevas rocas, basalto y granito procedentes de las profundidades de la Tierra. Wemer creía que el granito era la más antigua de todas las rocas, que se habían creado como sedimentos en el fondo del océano universal. Hutton, que había visto en las tierras altas de Escocia muchas vetas de granito que atravesaban capas más antiguas de roca sedimentaria, las rocas areniscas y la pizarra, pensaba de manera distinta. El calor interior de la Tierra no sólo suministraba nuevas rocas, postularía más tarde Hutton, sino que era también responsable de que las rocas sobresalieran fuera del mar y se plegaran para formar nuevas montañas y continentes. Vio la prueba de ello en las angulosas irregularidades que surgían en los lados de las colinas de Escocia. Esos estratos, plegados y torturados, implicaban un proceso de elevación de la corteza terrestre «que tenía por origen el calor subterráneo». Los fósiles marinos descubrían el origen de la capa de tierra. John Playfair, el biógrafo de Hutton, viendo una de esas reveladoras deformaciones en un viaje en compañía de Hutton por ese terreno, escribió: «Cualquiera hubiese visto allí la clara evidencia de las distintas formaciones de esas rocas y de los largos intervalos que separaban entre sí esas formaciones, ¿las habíamos visto surgir desde el fondo de las profundidades?… La mente parecía aturdirse cada vez más al contemplar tan profundamente los abismos del tiempo.»

Resultaba inimaginable que el viento, la lluvia, las mareas y las olas y un imperceptible movimiento de la corteza terrestre pudieran haber dado esa conformación a la superficie de la Tierra en sólo seis mil años. Después de señalar la «cadena de hechos» que apoyaba su concepto cíclico de la historia de la Tierra, Hutton preguntó: «¿Qué otra cosa podíamos necesitar?» Su respuesta: «Nada más que tiempo.» Desde su punto de vista del cambio geológico por medio de los procesos existentes, la Tierra era producto de un tiempo casi ilimitado. Hutton terminó el tratado con su famosa frase de que, en lo que a la historia de la Tierra se refiere, «no encontramos vestigio de perspectivas de un final».

Como era de prever, los críticos acusaron a Hutton de ateísmo. Él, por su parte, nunca había cuestionado la existencia de una creación divina, solamente la progresión de los acontecimientos que continuaron desarrollándose una vez que el Creador se puso a descansar al séptimo día. Incluso así, la crítica trató de ridiculizar a Hutton, como hizo William Cowper en su poema *The Taskr*.

… agujerea y taladra la sólida corteza terrestre y de sus estratos extrae un registro del cual aprendemos que aquel que la hizo y reveló sus fechas a Moisés, se equivocó en su edad.

Hutton no vivió lo suficiente para conocer su triunfo. La geología ortodoxa se alejó del neptunismo, pero no de la teoría de Hutton. Se dirigió en dirección al catastrofismo de Cuvier, que no requería una cantidad de tiempo indefinida y, más aún, que invocaba la existencia de océanos primitivos que presentaban un notable parecido con la inundación producida por el diluvio universal. Se dejó en manos de Charles Lyell, nacido el año 1797, el mismo año en que murió Hutton, el establecer y afirmar la teoría de Hutton como la nueva ortodoxia geológica. Esto lo consiguió con una obra en tres volúmenes titulada *Principies of Geology.* Fue el primero de

esos volúmenes el que Darwin se llevó consigo durante su viaje en el *Beagle*. El concepto de Lyell sobre el cambio gradual en el transcurso de un tiempo ilimitado, que pasó a ser conocido con el nombre de uniformitarianismo, preparó el camino para la geología y la paleontología modernas. Influyó en Darwin y lo llevó a considerar el tiempo a una escala suficiente para el lento proceso de la evolución y concedió a los paleontólogos la necesaria libertad para imaginarse mundos desaparecidos, habitados por criaturas que vivieron y se extinguieron mucho antes de que nacieran los patriarcas bíblicos.

Aun cuando el uniformitarianismo ha sobrevivido hasta nuestros días, nuevas pruebas han venido a demostrar que la maquinaria del mundo de Hutton no siempre funciona en ciclos suaves y armónicos. Los cataclismos han modificado muchas veces la faz de la Tierra a lo largo de los tiempos. La dinámica del suelo de los fondos marinos extendiéndose y la elevación que hizo surgir a los continentes, causan las convulsiones tectónicas de las placas. Esto y las catastróficas inundaciones de Cuvier, constituyen procesos continuados cuyo efecto acumulativo sobre el clima y la vida podría ser revolucionario. Una circunstancia que, en cierto sentido, representa una convergencia entre las dos teorías, la del uniformitarianismo y la del catastrofismo.

Sin embargo, para el siglo XIX era suficiente ya el conocimiento que se tenía de que la Tierra contaba con edad bastante para tener una historia de duración y variedad insospechadas, con tiempo suficiente para que en ella tuvieran su lugar los dinosaurios.

Sólo quedó para William Smith el estudiar los fósiles sobre el terreno para aprender cómo determinar y expresar el tiempo geológico y permitir a otros que establecieran el marco temporal para la historia natural.

3 LA MEDIDA DEL TIEMPO

En la noche del 5 de enero de 1796, William Smith, que en aquel entonces tenía veintiséis años, se puso a plasmar en el papel unas ideas que habían germinado en su cerebro en el transcurso de varios años. Era un concepto totalmente nuevo del significado de los fósiles. Smith podría parecer una fuente poco probable de la transformación de un concepto geológico y paleontológico puesto que en aquellos días la ciencia parecía estar sólo al alcance de cabañeros con medios de fortuna, hombres como Hutton y Cuvier. Los orígenes de Smith y su profesión eran humildes. Se ganaba la vida trabajando como topógrafo de minas y canales y, según dijo de él uno de sus contemporáneos, era «un hombre sencillo y moderadamente ilustrado». Su padre, un mecánico en Coyswols, murió cuando Smith aún no había cumplido los ocho años y el niño se fue a vivir con un tío que se mostró poco complacido por sus deseos de aprender algo más que la simple labranza. Pero Smith era un tipo industrioso y observador. Aprendió por su cuenta lo suficiente para hacerse topógrafo y mientras sostenía la cinta y la cadena, fue empezando a sentir curiosidad por los fósiles y aún más sobre la forma como algunas capas de roca contenían fósiles siempre situados en un mismo orden determinado. A Smith se le ocurrió la idea de que los estratos rocosos podían ser identificados por los fósiles característicos que había en su interior.

Smith quedó convencido de esto cuando se dedicaba a tomar medidas a lo largo de la carretera del nuevo Coal-Canal de Somerset. Las excavaciones, que habían llegado hasta las margas del triásico y sobre capas de piedra caliza y arcilla, alcanzaron la aldea de Dunkerton, en Somerset, a principios de 1796. Allí, tras un largo día de trabajo, en el mismo mes en que Cuvier, en París, hacía públicas sus opiniones sobre los elefantes extinguidos, Smith regresó a su habitación en la Posada del Cisne, en Bath Tumpike y escribió el siguiente memorándum:

Hace mucho tiempo que los fósiles vienen siendo estudiados como una gran curiosidad, coleccionados con dificultad, atesorados con gran cuidado y grandes gastos, y mostrados y admirados como un muchachito de buena familia muestra y admira su sonajero o su caballo de cartón y se lo hace admirar a sus compañeros de juegos… porque es bonito. Y esto ha venido haciéndose por parte de miles de personas que nunca dedicaron gran atención al orden y la regularidad tan maravillosos con que la naturaleza ha dispuesto estos productos tan singulares y ha asignado a cada clase su peculiar estrato.

Smith había reconocido el segundo de los dos principios fundamentales de la estratografía. Para satisfacción de Hutton y de los geólogos más prácticos, aunque no de algunos teólogos y teorizantes, se había establecido ya que los estratos de la Tierra se situaban en un orden regular de modo que en circunstancias normales, sin trastornos excepcionales, los estratos inferiores son las capas más antiguas. Esto le sirvió a Smith como principio conductor para su cartografía geológica, pionera en Inglaterra. Su nuevo descubrimiento fue que los restos orgánicos enterrados en las capas geológicas se sucedían en el mismo orden de regularidad. El segundo principio, que en la actualidad aceptan todos los geólogos y paleontólogos, puede parecer demasiado simple como para merecer una explicación, pero nadie había penetrado en él hasta el fondo hasta que lo hizo esa persona «moderadamente ilustrada» que era William Smith, el topógrafo, que a partir de entonces pasó a ser conocido como *Estrato* Smith.

Después de escribir el memorándum, Smith se pasó años preparando un índice de fósiles y los estratos en los cuales habían sido hallados. Cuando los fósiles tenían nombres científicos Smith no siempre los conocía ni tampoco lo necesitaba. Se limitó a reconocerlos e identificarlos por sus nombres comunes. Las pequeñas conchas de moluscos, los gruesos erizos de mar o los familiares fósiles en forma de cuerno que eran las amonitas. Para Smith era más importante que los nombres la conclusión de que el aspecto más distintivo de una capa particular de tierra no era su grosor o composición mineral, puesto que éstas variaban según el lugar en el mismo estrato, dependiendo del origen de los sedimentos, sino los fósiles que había en su interior. Ciertos fósiles que Smith encontró en un estrato, nunca los halló en ningún otro. Eran los restos de criaturas que habían vivido en el tiempo en que se estaba depositando un determinado estrato y no en ningún otro. Éstos son llamados en la actualidad «fósiles índices». Observando «el orden y la regularidad maravillosos» de esos fósiles índice, Smith afirmó que era posible establecer una correlación entre los estratos en pliegues terrestres separados entre sí por muchos kilómetros, incluso en distintos continentes. Los fósiles más humildes son los más útiles en este aspecto. Dinosaurios, *Mosasaurus* y tigres prehistóricos eran demasiado grandes y raros para servir de guía a los geólogos que trataran de identificar un estrato.

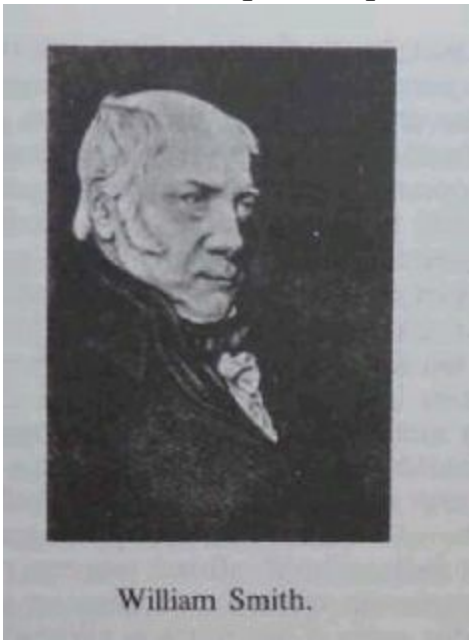
Dado que los estratos, por muy distintos que puedan parecer, son de la misma edad cuando contienen los mismos fósiles índice, William Smith había descubierto un medio para medir el tiempo. No el tiempo absoluto en miles y millones de años, puesto que esas mediciones estaban todavía a más de un siglo por delante, sino el tiempo relativo. Según Smith cada capa de roca representaba un intervalo de tiempo identificable por su determinado conjunto de fósiles y la secuencia de las distintas capas representaba la progresión del tiempo en el acontecer geológico. De esta manera, la vida en sí, la vida pasada preservada en forma fósil, pasó a ser la clave para la comunicación del tiempo geológico.

Durante tanto tiempo, hasta el siglo de Smith, la gente no había estado segura de qué debía hacerse con esas curiosidades a las que a veces llamaban piedras con figuras. La gente

prehistórica debió de encontrarlos fascinantes. Dejaron dibujos de fósiles en las paredes de sus cuevas y cavernas y los convirtieron en collares y amuletos. Consideraron que los fósiles tenían algo de especial, quizá que podían ser talismanes que utilizaban para adornar a sus muertos cuando se los dejaba descansar. Pero nadie pareció reconocer su verdadera naturaleza hasta los antiguos griegos.

En el siglo VI antes de Cristo, según se dice, Pitágoras reconoció que los fósiles eran restos de criaturas vivas. Debido a que algunos fósiles encontrados en las montañas parecían pequeñas criaturas marinas llegó a la conclusión de que el mar había cubierto aquellas alturas en otras épocas. Un siglo después Herodoto, al examinar pequeños fósiles conservados en los bloques de piedra de las pirámides y, dado que era un historiador, decidió que debía de tratarse de lentejas petrificadas, seguramente las sobras de la comida que se les suministraba a los constructores de las pirámides. En algún lugar Herodoto debió de ver más tarde «conchas en las montañas» y razonó de modo más correcto que procedían del mar y que, por lo tanto, las aguas debieron de cubrir antaño el desierto de Libia.

Un estudioso chino del siglo XII, Chu Hsi, fue aún más lejos en sus observaciones, adelantándose tanto a Hutton como a Smith. «He visto en altas montañas conchas y más conchas, frecuentemente incrustadas en las rocas -escribió el académico-. Estas rocas debieron de ser tierra o barro en tiempos pasados y los animales de los que proceden esas conchas vivían en las aguas. Por lo tanto, todo lo que estaba en el fondo pasó a estar en la cumbre y lo que originalmente era blando y suave se convirtió en sólido y duro. Se debe meditar profundamente sobre esas materias puesto que se trata de hechos que pueden ser verificados.»


William Smith.

Aquellos que durante el medievo en Europa meditaron sobre tales cosas prefirieron, sin embargo, seguir considerando a los fósiles como simples juguetes de la naturaleza. Simplemente se trataba de minerales que por casualidad tenían el aspecto de huesos o conchas. Hubo que esperar hasta el siglo XVII para que un catedrático alemán anunciara su certeza de que los fósiles no eran otra cosa que una prueba divina para determinar la fe del ser humano.

En este asunto, como en tantos otros, Leonardo da Vinci demostró estar muy por delante de su tiempo. A principios del siglo XVI el genial artista encontró una buena cantidad de fósiles en los Apeninos y, correctamente, supo darse cuenta de que se trataba de los restos de organismos marinos que habían quedado embutidos en rocas que se habían formado en el lecho de algún mar

antiguo. Las rocas que contenían los fósiles habían sido elevadas, alzadas, de un modo u otro, hasta su actual posición en las tierras secas. La interpretación de Leonardo no se puso en conocimiento de sus contemporáneos, sino que permaneció ignorada, enterrada en sus notas, para ser sacada a la luz pública mucho más tarde, también ella transformada en una especie de fósil capaz de maravillamos con la brillante interpretación que supo dar el genio de Leonardo de un tema hasta entonces ignorado. Una generación más tarde, Gabriele Fallopio, el diestro anatónomo que es recordado, cuando lo es, por su descripción funcional de las trompas de Fallopio, se sintió extrañado por la presencia de huesos de elefante, dientes de tiburón y muchos otros pequeños fósiles marinos que estaban siendo descubiertos en Italia. No podía imaginarse que las aguas del diluvio bíblico hubieran alcanzado las tierras altas de Italia (por lo general los fósiles marinos que se encontraban en tierra firme se consideraban como un producto del diluvio universal). Así Fallopio, volviendo al pensamiento medieval, se atrevió a afirmar que simplemente se trataba de formaciones minerales; se sentía mucho más seguro en esa posición. En 1589, un hugonote llamado Beraard Palissy fue quemado en la hoguera, acusado de herejía, por haberse atrevido a escribir que los fósiles eran residuos de criaturas vivas.

Fue más o menos en aquella época cuando empezó a dárseles un nombre. La palabra fósil fue, al parecer, introducida por Georgius Agrícola, un médico del siglo XVI. Derivó la palabra del latín *fossilis*, que significa «algo excavado de la tierra». Durante algún tiempo sirvió para definir cualquier cosa que se sacara de debajo de la superficie de la tierra -incluso carbón, minerales y metales, así como aquellos misteriosos caprichos de la naturaleza-. La definición más limitada, que los fósiles son restos de vida pasada, empezó a ser aceptada generalmente a principios del siglo XIX.

Sin embargo, los fósiles no son siempre en sí mismos los restos de cosas vivas sino a veces sólo trazas o señales dejadas por su existencia. Por ejemplo, un animal puede ser enterrado y descomponerse, sin embargo sigue siendo una forma sólida durante el tiempo suficiente para dejar una cavidad en la roca, un molde de su propia forma y nada más. Muchas víctimas de la erupción del Vesubio que cubrió Pompeya dejaron moldes de sus formas en la ceniza volcánica. (Pero esto es asunto de los arqueólogos, que estudian los artefactos, el trabajo del hombre y no los fósiles. Cualquier cosa que tenga menos de diez mil años, y consecuentemente que no sea prehistórico, no es considerado un fósil auténtico a los ojos de los paleontólogos cuyo interés se cifra en tiempos muy anteriores.) En algunos otros casos el molde se pudo llenar con arena, arcilla u otras sustancias para constituir una formación que representa al molde como lo haría una pieza de fundición. Otras marcas también clasificadas como fósiles pueden ser las impresiones de las hojas en la arcilla y el limo, las madrigueras de los animales, y las huellas de pies o patas dejadas en el barro y solidificadas posteriormente. Los rastros en la formación *Oíd Red Sandstone* (La Vieja Piedra Arcillosa Roja) de las islas Orkney registran el paso de un pez primitivo en la primera invasión de la tierra seca por los vertebrados. El cangrejo rey que vivió hace trescientos millones de años fue lo suficientemente indiscreto para dejar sus huellas en Comwall, precisamente mientras se hallaba realizando sus contactos sexuales. No menos reveladores de la vida pasada son los cropolitos, las heces fosilizadas, que pueden revelar la dieta de las especies extinguidas. Más importantes, aunque más raros, son los insectos preservados en ámbar, una resina de pino fosilizada, hallada con mayor frecuencia en las orillas del mar Báltico. Y los mamuts enteros, con la sangre seca todavía en sus venas, que han sido encontrados bajo los hielos de Siberia y Alaska.

Pero la forma más corriente de conservación ha sido la carbonización y la petrificación. El petróleo y el carbón son conocidos como combustibles fósiles porque eso son precisamente, los residuos de madera y otras materias vegetales transformadas mediante un proceso de carbonización, que es un proceso de corrupción incompleta en ausencia de aire y en presencia de presiones extremas. Pero para los paleontólogos los más interesantes son los fósiles, más fácilmente identificables, producidos por 1a petrificación.

En la conservación después de la muerte existen tantos factores dependientes de la suerte y las circunstancias como condicionan la propia vida y la muerte. Sólo un número muy escaso de plantas y animales pasan de la vida a ese estado intemporal de la petrificación, y esto es bueno si se tiene en cuenta la finita capacidad de soporte del mundo. El peso de todos los organismos que han vivido en la Tierra en los últimos quinientos millones de años se calcula que equivale a la masa total de la Tierra. Sin embargo, casi la totalidad de la materia orgánica desaparece después de la muerte, es decir -para emplear un lenguaje ecológico actual-, es biodegradable. La carne es consumida por los carroñeros, que van desde los microbios a los zorros. Los huesos se deshacen y se convierten en polvo. No queda nada reconocible. Como escribió Loren Eiseley: «La naturaleza no tiene interés en la conservación de la muerte; su propósito es ordenar sus elementos para que puedan volver una vez más a la eterna ruta de la vida.»

Las posibilidades que tiene un organismo de convertirse en fósil son mayores -aunque tampoco muchas-si posee un esqueleto resistente o una concha mineralizada. La «fosilización potencial» de las criaturas de cuerpo blando, como por ejemplo gusanos, es muy escasa, pese a que existen exquisitas impresiones de antiquísimas medusas que se hallaron ocasionalmente. La circunstancia de que se produzca un enterramiento rápido, repentino y total, aumenta las posibilidades de petrificación. El enterramiento protege a los organismos contra el oxígeno y otros agentes de la corrupción que lo respiran. Esto facilita que transcurra el tiempo suficiente para que se produzca la mineralización. El agua que contiene minerales disueltos penetra en los poros del hueso o la concha y, lentamente, destruye mucho de su materia original reemplazándola, molécula a molécula, por sus minerales. El resultado es un fósil pétreo, una réplica petrificada de la forma original que contiene bien poco, o nada, de la materia orgánica original. Las condiciones más favorables para que se produzca esa fosilización existen en los sedimentos del mar, en las ciénagas, en los pantanos y en las pequeñas charcas de agua estancada. Los animales que mueren en suelo seco tienen menos posibilidades de conseguir un entierro que facilite su fosilización, un hecho que tiende a distorsionar el registro de los fósiles.

Consecuentemente los científicos nunca llegarán a saber cuántas especies de dinosaurios vivieron a la sombra del *Iguanodon* de Mantell o del *Megalosaurus* de Buckland y que se extinguieron sin dejar tras ellos fósiles que recordaran su existencia. Cada edad de la Tierra dejó tras de sí un índice incompleto de fósiles. De los tres millones de especies de seres vivos que existen en el mundo en la actualidad, sólo una pequeña fracción tiene una posibilidad de dejar tras sí fósiles identificables. El más extendido de los órdenes animales de la Tierra comprende trescientas mil especies de escarabajos, un hecho que ha llevado al especialista en genética J. B. S. Haldane a responder, cuando se le preguntó cuáles eran los rasgos característicos del Creador que se habían puesto en evidencia en la vida de la Tierra: «Debió de tener un especial cariño por los escarabajos.» Pero serán muy pocos los que sobrevivirán como fósiles, si es que lo hace alguno. La mayor parte de las restantes especies de seres vivos en la actualidad son plantas, es decir, pobres candidatos a la fosilización. Existen 8 600 especies de aves y 4 000 de mamíferos,

cuyas posibilidades son algo mejores. Sin embargo, sólo pocas de esas especies -y la mayor parte de ellas, como indica el estudio de la actualización de la naturaleza, se habrán extinguido en un período de diez millones de años a partir de ahora-dejarán fósiles que puedan sugerir qué tipo de vida existía en la época en la cual una de las especies existentes en particular empezó a comprender el significado y la importancia de los fósiles.

Esta comprensión de los fósiles comenzó con dos científicos del siglo XVII que publicaron el primer análisis compendiado del fenómeno. Fueron Robert Hooke y Niels Stensen, este último más conocido por la latinización de su nombre, Nicolaus Stenonis, o simplemente Steno. Hicieron observaciones avanzadas a las que se adhirieron pocas personas hasta un período muy posterior. William Smith, probablemente sabía poco, o nada, de sus ideas.

Hooke, un matemático inglés con gran prestigio intelectual en el tiempo de Isaac Newton y Edmond Halley, ofreció las pruebas de que los fósiles eran los restos de organismos convertidos en piedra o las impresiones dejadas por ellos. Su razonamiento le hizo sobrepasar la línea de la sabiduría convencional. Dado que son tantos los fósiles que tienen origen marino, dijo, indican que la superficie de la Tierra ha sufrido una marcada transformación desde la creación, en la cual el mar cedió el paso a la tierra seca, después el mar cedió paso a la tierra, y así una y otra vez, como Cuvier, con pruebas más efectivas, establecería más tarde. Con respecto al significado de los fósiles, Hooke escribió:

Comprendo humildemente (aunque es posible que haya quienes piensen que se le concede demasiada importancia a algo tan trivial como una concha putrefacta) que los hombres actúan por lo general con demasiada superficialidad y pasan sin conceder importancia a estas marcas de la antigüedad que la naturaleza nos dejó tras sí como monumentos y caracteres jeroglíficos de transacciones precedentes semejantes a cambios en el cuerpo de la Tierra, que son infinitamente más evidentes y probatorias que cualquier otra cosa que la antigüedad pueda dejar tras sí, como monedas o medallas o cualquier otra cosa hasta ahora conocida, dado que la mayor parte de esos caminos pueden ser falsificados o hechos con arte y destreza… Las conchas fósiles no pueden ser falsificadas ni por la mayor destreza que en el mundo pueda darse, ni nadie que examine de manera imparcial sus apariencias puede dudar de que son realmente lo que parecen. Y aunque hay que aceptar que resulta muy difícil leerlas y trazar su geocronología y fijar los intervalos de tiempo en los cuales ocurrieron tales y cuales catástrofes o mutaciones. Sí, esto no es imposible…

Los geólogos modernos podrían describir de manera distinta la importancia de los fósiles, pero no mejor. Esos «monumentos y caracteres jeroglíficos de transacciones precedentes», si son descifrados, podrían conducir al descubrimiento de la cronología de la Tierra. Hooke estaba dando vueltas en tomo a algo que Smith había de hacer suyo. La referencia de Hooke a las medallas y monedas delataba, desde luego, su creencia de que los fósiles se corresponderían con el período de la vida humana.

Steno era un médico danés que, mientras servía a un duque florentino, se tomó el tiempo suficiente para investigar los fósiles marinos de la Toscana. Reconoció su estructura interna debido a sus conocimientos de anatomía y demostró que los fósiles sólo podían ser reliquias de criaturas vivas. Pero siendo como era un hombre de su época -acabaría por convertirse al catolicismo y llegaría a obispo-Steno no podía permitirse imaginar que los fósiles fuesen más antiguos que el diluvio universal. Tampoco podía creer que los huesos de elefante que estaban siendo descubiertos en aquellos días fuesen prehistóricos. Eran, así lo declaró, los restos de los

elefantes africanos que Aníbal trasladó desde África a Italia.

Sin embargo, Steno supo hacerse una perspectiva más acertada que ninguna otra en el siglo XVII sobre la conformación de la Tierra en capas o estratos. Llegó a la conclusión de que esos estratos se habían ido asentando en forma de sedimentos acuosos que más tarde se solidificaron para transformarse posteriormente en dura roca y que en una secuencia normal los estratos superiores eran más jóvenes que los inferiores. El principio de superposición es en la actualidad un axioma de la estratografía. Fue el principio aplicado por Cuvier, cuando reconoció el hecho de la extinción de las especies a lo largo del pasado y postuló que eso ocurrió como consecuencia de una serie de catástrofes ampliamente extendidas.

Al igual que Hooke había sabido ver el significado de los fósiles para determinar el tiempo geológico, aunque quedándose por detrás de las observaciones más precisas de Smith, Steno reconoció que los estratos de la corteza terrestre contenían en sí un registro cronológico de los más importantes acontecimientos ocurridos en la Tierra en el pasado y que cada uno de los estratos podía ser considerado como un capítulo en la historia de la Tierra. Todos ellos llegaron a aproximarse al descubrimiento de la insospechada edad de la Tierra, pero no profundizaron en ello de modo suficiente.

El asunto sufrió una detención que duró varias generaciones, hasta llegar a William Smith. Este geólogo alemán aplicó el principio de superposición del estrato de Steno y llegó a establecer con gran certeza el hecho de que diferentes capas de rocas representaban episodios discretos del tiempo geológico, el primer principio de la estratografía. Otros científicos habían identificado y clasificado muchos fósiles para llegar a un consenso en la aceptación de que se trataba de restos de una vida pasada. Pero nadie entre ellos comprendió la relevante relación existente entre los estratos y los fósiles hasta que Smith puso juntas ambas cosas y mostró cómo se debía leer el tiempo geológico.

Durante las próximas pocas décadas, a medida que la secuencia de las capas de la corteza terrestre y los fósiles se hizo más familiar, los científicos empezaron a diseñar la escala temporal geológica que está en uso en nuestros días, que se convertiría en el calendario general de la geocronología. En el lenguaje de la geología y de la paleontología entraron los términos del calendario como «estaciones», «meses» y «semanas», para expresar las grandes divisiones del tiempo tal y como era medido en las rocas.

Las estaciones eran las eras: precámbrica, paleozoica, mesozoica y cenozoica. Las divisiones, con excepción de la precambriana, fueron propuestas en la década 1840-1850 por John Phillips, sobrino y aprendiz de William Smith. Reflejaban las claras transiciones de un período a otro, subrayadas por extinciones masivas, por el paso de un sistema de vida predominante a otro -la vida primitiva del paleozoico, los grandes reptiles del mesozoico y los mamíferos del cenozoico-. Anteriormente, en la era precámbrica, que abarcaba el período que va desde la formación de la Tierra hasta la aparición de vida multicelular abundante, los estratos contenian un número muy escaso de fósiles.

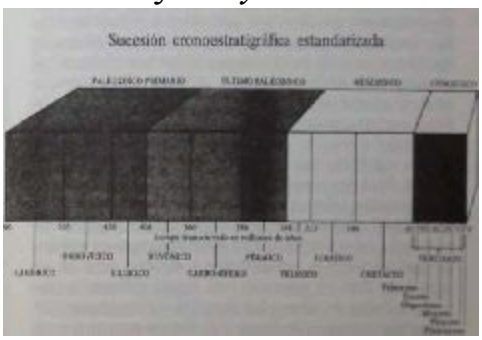
Los meses del tiempo geológico son las divisiones que ahora conocemos como períodos. Son, siguiendo el orden de antigüedad: cámbrico, ordovícico, silúrico, devónico, carbonífero y pérmico, todas ellas divisiones de la era paleozoica; en los Estados Unidos las formaciones carboníferas se clasifican como los períodos mississípico y pensilvánico. Por lo general, los períodos llevan los nombres de las zonas en los que fueron estudiados detalladamente por vez primera. Los períodos ordovícico y silúrico, por ejemplo, llevan los nombres de antiguas tribus

galesas: cámbrico deriva del nombre romano de Gales; pérmico, de la provincia de Perm, en Rusia; devónico, de Devonshire. El carbonífero es un nombre claramente descriptivo, el «período del carbón», o los estratos en los cuales se encuentra carbón.

Para los cazadores de dinosaurios los tres «meses» o períodos más importantes son los del mesozoico: triásico, jurásico y cretáceo. Toman sus nombres de los estratos del sur de Alemania, con una estructura claramente tripartida de sus rocas; de las montañas del Jura y de la palabra latina que significa cal o greda, debido a La composición calcárea de los estratos en las cercanías de París que sirvieron para definir y categorizar al período. Casi en todas partes donde los geólogos encontraron capas cretáceas, con la notable excepción de las famosas Rocas Blancas de Dover, consiste en piedras de arenisca o pizarra y, posiblemente, escaparía a la clasificación a no ser por el índice registro de fósiles de Smith.

El cenozoico está dividido en dos períodos principales: terciario y cuaternario. Debido a la gran abundancia de fósiles hallados, esos dos períodos pasaron a ser subdivididos en épocas conocidas por paleoceno, eoceno, oligoceno, mioceno, plioceno, pleistoceno (la época de la más reciente de las eras glaciales) y holoceno, que incluye los últimos diez mil años hasta el momento presente.

Sin embargo, éste era un calendario sin fechas. Dado que los geólogos no podían asignar unas edades absolutas a los estratos, los paleontólogos que hicieron los más importantes descubrimientos relacionados con el dinosaurio en el siglo XIX y ya entrado el XX sólo sabían que esas criaturas vivieron en uno u otro de los períodos del mesozoico. Podían decir, por ejemplo, que los pequeños coelosaurios procedían de rocas que indicaban que habían vivido en el triásico. Igualmente pudieron asignar los *Aliosaurus*, *Brontosaurus* y *Stegosaurus* al jurásico. El *Iguanodon* y el *Tyrannosaurus* eran definitivamente criaturas del



cretáceo. Así, los paleontólogos saben cómo situar los distintos dinosaurios en la sucesión del tiempo, pero se encontraban absolutamente perdidos a la hora de determinar las edades absolutas de esos períodos en los que predominaron los dinosaurios. Es lo mismo que si los historiadores conocieran sólo edades

relativas y tuvieran que limitarse a situar el descubrimiento de América en un período sin fecha concreta situado entre las cruzadas y la revolución industrial.

Los científicos que trataron de calcular la edad absoluta de la Tierra se presentaron con distintas respuestas, ninguna de ellas satisfactoria. William Thomson, el famoso lord Kelvin, basó sus cálculos en presunciones sobre cuánto tiempo debería de haber tardado el planeta en enfriarse hasta alcanzar la actual temperatura que reina en su superficie. Pero su respuesta -de veinte millones a cuarenta millones de años-fue discutida vigorosamente por los geólogos, que necesitaban más tiempo para la progresión de los cambios registrados en las capas geológicas. Cálculos basados en el grosor de los sedimentos llegaban hasta dar a la Tierra una edad de cien millones de años. Otro cálculo, basado en la cantidad de sal disuelta en el mar llegaba a una edad

de entre los ochenta millones a los noventa millones de años. Estos cálculos ni siquiera se aproximaban a la verdadera edad del planeta, pero nadie podía estar seguro de ello hasta que los científicos se dieron cuenta de que las rocas contenían en sí su propio «reloj» atómico que estaba en marcha desde el momento mismo de su formación. En 1905, Bertram Boltwood, un químico de la Universidad de Yale, observó una relación madre-hija entre el uranio y el plomo. Los átomos del mismo elemento, con diferentes pesos atómicos, debido a las variaciones en el número de electrones, se llaman isótopos. La decadencia radiactiva es un proceso espontáneo en el cual un isótopo de un elemento (la madre) pierde partículas de su núcleo para formar un isótopo de un nuevo elemento (la hija). Algunos isótopos que se degeneran lentamente son utilizados como relojes atómicos. La degeneración del uranio, un fenómeno recientemente descubierto, produce plomo. La cantidad de plomo mezclada con el uranio ofrecería una medida del tiempo transcurrido desde la formación del mineral Muestras de rocas de las antiguas formaciones, como fueron determinadas por su edad fijada por los fósiles, según se vio, contenían una proporción menor de uranio en relación con el plomo que aquellas otras formaciones posteriores, es decir, más jóvenes. Formaciones de la misma edad fósil mantenían la misma relación plomo-uranio. Otro reloj atómico que en la actualidad es de utilidad para los geólogos se basa en la relación madre-hija de los isótopos de torio y plomo, de rubidium y estroncio, y del potasio con el argón.

Cuando Emest Rutheford, un físico nacido en Nueva Zelanda, calculó el ritmo del cambio del uranio al plomo, los científicos comenzaron con sus primeros intentos de obtener la edad radiométrica de la roca y de la propia Tierra. La edad calculada por Boltwood ascendía hasta los dos mil millones de años.

Posteriores mejoras y perfeccionamientos en el método, conjuntamente con la creación de instrumentos analíticos más sofisticados, produjeron un aumento progresivo de la edad calculada para la Tierra. Un libro sobre geología publicado poco antes de la segunda guerra mundial informó de una edad de tres mil millones de años. Un texto de los años 1950-1960 habló de los 4 500 millones de años. En la actualidad, con una certeza que nunca fue posible con anterioridad, la edad fijada es de 4600 millones de años, una escala temporal más cerca de la de Hutton que de la de Ussher. Los «relojes atómicos» en las rocas, permitieron a los científicos asignar fechas absolutas al calendario del tiempo geológico: 590 millones de años para el comienzo del mesozoico; y 65 millones para el final del cretáceo y de los dinosaurios.

Una extensión tal del tiempo tiene poco significado para criaturas cuya vida va de los tres a los diez años, nuestra auténtica barrera temporal. Una de las formas de poder conseguir una apreciación comprensiva aproximada es comprimir los 4 600 millones de años en un solo año, como hace Don L. Eicher en su libro *Geologic Time.*

En esa escala, escribe Eicher, las más antiguas de todas las rocas conocidas datan de mediados de marzo. Los seres vivos hicieron su aparición en el mar en mayo -o, de acuerdo con descubrimientos más recientes, algo antes-. Las plantas y los animales terrestres aparecieron a finales de noviembre. Los dinosaurios dominaron la Tierra a mediados de diciembre y desaparecieron el 25 de ese mes. Los humanoides aparecieron aproximadamente en la noche del 31 de diciembre. Roma dominó el mundo occidental durante cinco segundos, de 11 h. 59’ 45” a las 11 h. 59’ 50”. Colón descubrió América tres segundos antes de la medianoche. James Hutton descubrió la magnitud del tiempo geológico y William Smith aprendió a leer los estratos y los fósiles poquísimo antes del último segundo del año, que fue también el tiempo en el cual unos pocos científicos estaban comenzando a sospechar que no todas las especies que existieron en un

momento u otro pudieron sobrevivir hasta llegar a los tiempos modernos y cuando los huesos de las más espectaculares de esas especies empezaron a salir a la luz.

4. UN NOMBRE PARA UN FENÓMENO

Sólo aquellos con lengua ágil pueden pronunciar los nombres de los descubrimientos que siguieron a los del *Megalosaurus* de Buckland y del *Iguanodon* y el *Hylaeosaurus* de Mantell. Para 1841, a esa serie de reptiles arcaicos se unieron el *Macrodontonphion,* el *Thecodontosaurus*, el *Paleosaurus,* el *Plateosaurus*, el *Cladeidon* y el *Cetiosaurus* y sus restos fósiles trataban de decir a los científicos algo sobre la vida en el mesozoico. Esas criaturas recién descubiertas parecían ser lo suficientemente distintas de los reptiles modernos o de los gigantes marinos, como el *Mosasaurus* de Cuvier o el *Ichthyosaurus* de Mary Anning, como para merecerse un nombre familiar para ellos solos.

Y así pasaron a ser conocidos colectivamente por el nombre más fácil de pronunciar de *Dinosauria*, es decir, de dinosaurios.

Ese nombre se debe a la inspiración de Richard Owen, un brillante especialista en anatomía y paleontología a quien en su tiempo se le llamó el Cuvier inglés. Su ascensión hasta tan altas cumbres profesionales fue muy rápido. Nacido en Lancaster en 1804, se convirtió en estudiante de cirugía mientras aún era un adolescente y aprendió anatomía gracias a la realización de incontables autopsias en presos. La experiencia marcó el rumbo de su carrera. Muy pronto su fama como profesor de anatomía del Colegio Real de Cirujanos fue tan grande que se solicitaban sus opiniones en todas las cuestiones de anatomía comparada y de reptiles fósiles. Fue él quien dio nombre a los dos fósiles descubiertos más recientemente: el *Cladeidon*, del triásico, y el *Cetiosaurus*, del jurásico.

Owen era capaz de despertar respeto pero no afecto. Era un hombre pomposo y afectado. No le gustaba ser llamado el Cuvier inglés porque se consideraba superior a su colega francés. Estaba convencido de que era infalible y ofrecía sus opiniones, consecuentemente, como veredictos mediante oscuros polisílabos. Con el transcurrir de los años sus colegas tuvieron razón en desconfiar de él porque, según decían, era capaz de apropiarse del descubrimiento de cualquier otro. «Hay que deplorar profundamente -escribió Mantell-que este eminente hombre y magníficamente dotado nunca sea capaz de actuar con sinceridad y liberalidad.» El propio aspecto físico de Owen reforzaba su reputación de hombre frío y remoto. Era alto y desgarbado, con una gran cabeza de frente despejada. Tenía la boca grande y apretada, con la mandíbula prominente. Sus ojos salientes de pez podían ser terroríficos.

Ésta fue la figura adusta que se presentó en la reunión anual de la Asociación Británica para el Progreso de las Ciencias, celebrada en Plymouth el 2 de agosto de 1841. Owen expresó muchos reparos con respecto a los reptiles fósiles, en particular sobre el *Iguanodon*, el *Megalosauros* y el *Hylaeosaurus*. Eran, indudablemente, criaturas gigantescas pero, ¿se trataba de lagartos gigantes? Aunque ya Mantell había conjeturado que eran algo distintos de los otros reptiles arcaicos, eran muchos los científicos que los consideraban simplemente como lagartos excesivamente desarrollados, debido, quizá, a la influencia de Cuvier quien, a juicio de Owen, los había conducido a error debido a su correcta identificación del mosasaurio como una especie extinguida de lagarto. En su escrutinio de los fósiles, Owen observó muchas características que, así se lo dijo a su audiencia en Plymouth, le «ofrecían suficientes motivos para establecer una tribu o suborden distinto de reptiles saurios» para los cuales propuso el nombre dinosaurios

{Dinosaurio).

Richard Owen.

Owen acuñó ese nombre a partir del griego *deinos*, que significa «terrible» o «espantosamente grande» y *sauros* que significa lagarto. Dinosaurio, el terrible lagarto. Es curioso que eligiera una palabra que significaba lagarto cuando estaba pensando, precisamente, en separar a esta criatura de la familia de los lagártidos, pero es posible que utilizara la palabra *saurio* en su sentido más general que significa «reptil».

Durante dos horas y media Owen siguió hablando, estableciendo sus razones para una nueva clasificación de la vida animal extinguida. Su principal argumento era que, a diferencia de otros saurios gigantes, aquéllos eran criaturas terrestres más que acuáticas. Otra diferencia era que, en contraste con otros reptiles, tenían la característica común de poseer cinco vértebras fundidas en el cinturón pélvico. Sus enormes esqueletos -aún no habían sido descubiertos los pequeños dinosaurios-sugerían que tenían cuerpos más masivos y pesados que los alargados lagartos y mosasaurios. A Owen le recordaban a los mamíferos paquidermos. «De la forma y el tamaño de las costillas -dijo-se deduce que su tronco era más ancho y grueso en sus proporciones que el de los saurios modernos y, sin duda, se alzaba del suelo apoyado en extremidades proporcionalmente más anchas y en especial más largas, de modo que el aspecto general del *Megalosaurus* en vida debía de parecerse proporcionalmente a los grandes mamíferos cuadrúpedos que ahora pueblan la Tierra, y que debieron de ocupar en la era olítica (los tiempos antiguos cuando ciertas rocas, como la piedra caliza, se sedimentaron) el lugar que hasta entonces tenían los grandes reptiles del extinguido orden de los dinosaurios.»

Con esta descripción Owen, en efecto, estaba dibujando el primer diseño de lo que más tarde serían los grandes murales que encantarían a la humanidad. No tenía dudas de que habían sido criaturas imponentes, lagartos terribles del tamaño de un elefante. Sin embargo, tenía la impresión de que algunas estimaciones de su estatura, que se basaban en extrapolaciones sobre las medidas estandarizadas de los lagartos, eran ridículas. Debido a la comparación de los dientes y la clavícula del *Iguanodon* con los de la iguana, por ejemplo, los paleontólogos habían llegado a aceptar dimensiones de treinta y cinco metros de longitud para el extinguido reptil. Owen propuso que, en vez de hacerse así, los cálculos se basaran en el tamaño y el número de las vértebras, un método que aún se sigue empleando en la actualidad. Eso nos da una longitud más razonable para el *Iguanodon*, de ocho metros, y de nueve metros para el *Megalosaurus*.

Pero el interés de Owen por los dinosaurios iba más allá de su tamaño y forma. Cuando

continuó con la exposición de su «Informe sobre los reptiles fósiles en Gran Bretaña», reveló sus auténticos matices. Era esencialmente antievolucionista o, cuando menos, antilamarckiano. Aunque creía que las especies habían cambiado con el paso del tiempo, Owen estaba convencido de que cada uno de los animales dentro de uno de los grandes grupos eran variaciones de un mismo tema, del «arquetipo ideal» y de que la «mente divina que había planeado el arquetipo también conocía anticipadamente todas sus modificaciones». Su evolución preplaneada era antitética a las heréticas ideas de Jean Baptiste Lamarck, contemporáneo de Cuvier. Lamarck creía en la evolución, pero no en la extinción; las especies no desaparecían sino que iban cambiando gradualmente, transformándose en algo diferente y, a su juicio, mejor.

Aunque Darwin aún terna que publicar su teoría, la evolución era ya materia divisoria en el campo científico. Aquellos que seguían creyendo que Dios había creado las especies en sus formas presentes e invariables, o los que, como Owen, creían que Dios «preconocía» todas las modificaciones, dirigieron el ataque contra el esquema de Lamarck sobre las cosas. En 1809 Lamarck había postulado la existencia de una tendencia intrínseca de todos los organismos hacia la perfección por lo que se desarrollaban progresivamente desde las formas más simples hacia las más complejas. Ésta era la tendencia «observada» en la naturaleza. Pero no era ésa la forma como Owen la veía cuando contempló los fósiles de lo que él llamaría dinosaurios.

Si de veras existía como afirmaba Lamarck un ascenso de la simplicidad a la complejidad, argüía Owen, los principales reptiles que en la actualidad poblaban el mundo no serían unas criaturas comparativamente tan bajas. Los fósiles del *Iguanodon* y del *Megalosaurus*, afirmaba, revelaban que los dinosaurios eran «la cumbre de la creación reptiliana» y la «más cercana aproximación a los mamíferos». Pero, ¿dónde estaban los dinosaurios? Muertos hacía ya mucho tiempo, y todos y cada uno de los tipos de reptiles que los habían sucedido eran criaturas mucho más simples y menos evolucionadas que ellos. Si esto era evolución, se trataba de una evolución retrógrada. Desde luego, Owen estaba exponiendo un punto débil en 1a teoría de Lamarck, en su concepto de la evolución. Con satisfacción, porque sabía la importancia de su argumento, Owen subrayó enfáticamente la superioridad de los dinosaurios sobre otros reptiles. Adrián J. Desmond, en *The Hot-Blooded Dinosaurs*, escribió: «Literalmente Owen pobló su tierra mesozoica con dinosaurios como una estrategia contra los evolucionistas.»

Con sus maneras autoritarias Owen siguió adelante y declaró que los dinosaurios no se habían desarrollado a partir de un orden más bajo de reptiles, sino que habían sido creados por Dios. Más aún, Dios los había colocado en la Tierra en un tiempo particular del mesozoico porque reinaban condiciones especiales que le eran muy favorables. Debido a la abundancia de grandes reptiles y a la ausencia de todo mamífero de importancia, Owen llegó a la conclusión de que la atmósfera mesozoica era deficiente en oxígeno. Razonó que los reptiles, al ser animales de sangre fría y menos energéticos, requerían menos oxígeno que los mamíferos de sangre caliente. Posiblemente, una «vigorización» de la atmósfera, con más oxígeno, hizo la Tierra inhabitable para los dinosaurios. Ésta parece ser la primera teoría para explicar la extinción de los dinosaurios, aunque, ciertamente, no habría de ser la última.

Hacia el final de su informe, Owen introdujo algunas ideas provocativas sobre el metabolismo de los dinosaurios. «Un observador más precavido, tal vez se hubiera retraído ante tales especulaciones», reconoció Owen, pero él no lo hizo. Los dinosaurios, dijo, es posible que tuvieran una vida más vigorosa que la que se asocia con los reptiles. Su «estructura torácica» indicaba que debieron de tener un corazón con cuatro cámaras, más parecido al de los mamíferos

y las aves que al corazón con tres cámaras de reptiles. «Su superior adaptación a la vida terrestre», dijo Owen, era una prueba más de que tenían que «disfrutar de la función de un órgano central de la circulación altamente organizado en un grado bastante aproximado al que ahora caracteriza a los vertebrados de sangre caliente». Ésa era la primera deducción de que, posiblemente, los dinosaurios se habían alzado sobre la típica sangre fría de los reptiles, aunque, ciertamente, no sería la última.

Richard Owen había presentado el primer informe inteligible y generalizado sobre los dinosaurios. Posiblemente sólo un hombre de su arrogancia se hubiera atrevido a sacar tan amplias deducciones de tan pocos huesos, que representaban los restos parciales de no más de nueve géneros de reptiles arcaicos. Sin embargo, cualesquiera que fueran sus motivos, pese a la debilidad de algunas de sus pruebas, aquel día de 1841, Owen «creó» el dinosaurio.

Apropiadamente Owen aisló al dinosaurio y lo separó de la tipificación usual de los reptiles, modernos o arcaicos. Les dio un nombre, aunque «dinosaurio» no sea, hablando estrictamente, una agrupación de animales científicamente reconocida. Casi nada de lo que se sabe sobre ellos parece indicar que constituyan un grupo natural único. Desde el pasado siglo XIX, por el contrario, la mayor parte de los científicos han llegado a la conclusión de que los llamados dinosaurios consisten en dos grupos separados que estaban emparentados muy lejanamente. Estos grupos eran los saurischias y los ornitichias. Como los nombres sugieren, ambos grupos tenían anatomías claramente diferenciadas que posiblemente los hacían no estar más relacionados entre sí de lo que puedan estarlo con otros miembros del árbol genealógico de los reptiles, como los cocodrilos o los pterosaurios.

Conjuntamente, los saurischias y los ornitichias, los crocodílidos y los pterosaurios son miembros de un amplio conjunto conocido como archisaurios. Estos cuatro órdenes se desarrollaron a partir de los más primitivos de ellos, los tecodontes. (De los archisaurios sólo algunos crocodílidos -los aligátores y los cocodrilos del Ganges, así como los auténticos cocodrilos-han sobrevivido hasta la actualidad.) Los archisaurios son descritos diversamente como un superorden o una subclase de los reptiles. Así, el lugar en la naturaleza de cada una de las familias de dinosaurios es como sigue:

Clase reptilia

Subclase archisaurios

Orden saurischia
Suborden pterópodos
Infraorden camosauríos

Familia Tyrannosau ridae
Género Tyrannosaurus
Especie rex.

E l *Tyrannosaurus rex* era un lagártido (saurischia), bípedo (pterópodo), y un animal carnívoro (camosauria). No hay nada que indique que fuese un dinosaurio. Aquellos que encontraron y dieron nombre al *Tyrannosaurus rex* en Montreal, a principios del siglo actual, están clasificados como sigue:

Clase mammalia

Subclase Eutheria

Orden primates

Suborden antropoidea

Superfamilia hominoidea

Familia hominidae
Género Homo
Especie sapiens.

Los *Homo sapiens*, los autonominados «hombres sabios», son vertebrados que alimentan a sus hijos con leche procedente de las glándulas mamarias de sus hembras (mamíferos), desarrollan a sus hijos *in útero* (eutheria), tienen manos y pies con cinco dedos, dotados de uñas en vez de garras (primates), tienen visión dirigida hacia adelante y gran cerebro (antropoidea), poseen extremidades superiores especializadas para la manipulación (hominoidea) y son bípedos para de ese modo poder cazar utilizando armas que sostienen en sus extremidades anteriores.

Pero sólo los más puristas entre los *Homo sapiens* insisten en cancelar a los dinosaurios de Owen del lenguaje científico y tales puristas son pocos. Además, los dinosaurios (tanto sauriquianos como omitisquianos) comparten una característica que falta en los demás reptiles. Todos se alzan en posición «completamente erecta» con sus patas traseras soportando el peso de cuerpo por detrás. En esto son más parecidos a los mamíferos que a los reptiles. La mayor parte de los restantes reptiles son reptadores, con sus extremidades proyectándose a los lados del cuerpo. Los actuales cocodrilos se colocan en una postura semierecta sólo cuando quieren correr trotando, lo cual no es frecuente. La estructura de los miembros que soportaban a los dinosaurios en su postura erecta les permitió, también, a muchos de ellos, desarrollarse en auténticos bípedos, es decir, a mantenerse de pie sobre sus dos patas traseras. En este aspecto eran muy distintos de los restantes reptiles. Alan Charig, un paleontólogo británico, encuentra en esto «cierta justificación» para el uso del término popular «dinosaurio», para denominar tanto al sauriquiano como al omitisquiano.

Con razón o sin ella los dinosaurios de Owen sobreviven como parte irradicable del idioma. Casi todos los científicos, incluso en sus reuniones más solemnes, se refieren (sin disculparse por ello) a estos fascinantes animales llamándolos dinosaurios. Como se dice que hace el Tribunal Supremo, los científicos leyeron el resultado de la elección y se dieron cuenta de que la nomenclatura arcaica seguía perdiendo ante los siempre populares dinosaurios, por aclamación.

El atractivo popular de los dinosaurios, sea cual sea el término utilizado, quedó demostrado cuando hicieron su debut en el Crystal Palace de Londres, en 1854. Owen también participó en esto, pero principalmente fue obra de un artista cuya imaginación compensó la falta de conocimiento sobre aquellas criaturas.

Después de la primera feria mundial, la Gran Exposición de Obras de la Industria de Todas las Naciones, en 1851, instalada en las cercanías del Hyde Park, su edificio central -una enorme edificación acristalada con estructura metálica, conocida como el Palacio de Cristal-fue desmantelado y vuelto a edificar en las afueras de Londres, en un parque en Sydeham. Se decidió que su planta baja fuera decorada con reproducciones de las bestias prehistóricas que acababan de ser descubiertas. La tarea fue encomendada a un escultor, Benjamín Waterhouse Hawkins. Se trataba, según dijo, de «revivir el mundo antiguo». Trabajando en estrecha colaboración con Owen, Hawkins dio forma con cemento, piedra, ladrillos y hierro a reproducciones de tamaño natural de anfibios, cocodrilos y plesiosáuridos extinguidos, así como a tres dinosaurios a los que dedicó su mayor atención, el *Iguanodon*, el *Megalosaurus* y el Modelo de *Iguanodon*, obra de Waterhouse Hawkins.

Hylaeosaurus.

Con ello Hawkins creó la falsa ilusión de que el hombre moderno sabía más sobre aquellas bestias de lo que en realidad conocía. Sospechosamente, algunas de las reproducciones parecían ranas y tortugas aumentadas de tamaño. El *Iguanodon* tenía el aspecto de un rinoceronte reptil, pues Hawkins perpetuó el error de Mantell poniendo un cuerno sobre el hocico de aquella criatura. Se representó al *Iguanodon* y al *Megalosaurus* como si fueran animales que anduvieran a cuatro patas, pues los científicos aún no habían descubierto su bipedalidad.

Pese a todo, Hawkins celebró con gran orgullo estas reproducciones dando una de las cenas más increíbles en la historia de la ciencia. Las invitaciones fueron escritas en ficticios huesos de las alas del *Pterodactyl.* Veintiún huéspedes, todos ellos destacados científicos, llegaron al parque en la víspera de año nuevo, la noche del 31 de diciembre de 1853, y tomaron asiento en una mesa engalanada servida en el interior del parcialmente terminado *Iguanodon.* Owen ocupó la presidencia de la mesa que estaba -¿dónde si no?- en la cabeza del animal. Los reunidos entraron en el año nuevo, el 1854, brindando por Hawkins como si fuese un moderno Pigmalión y l a *Quarterly Review* informó de la fiesta con estilo entusiástico: «Saurios y pterodáctilos, ¿pudisteis soñar alguna vez, en vuestras antiguas fiestas, que una raza por venir que se aposentaría sobre vuestras tumbas… cenaría en honor de vuestros fantasmas, evocados de las profundidades por sus brujos?»

Punch, en un artículo titulado «Diversión en un fósil», ignoraba la naturaleza herbívora del *Iguanodon* al declarar: «Nos congratulamos de la compañía (de los científicos) en la era en la que vivimos, porque si hubiera sido en un período geológico anterior es muy posible que hubieran ocupado el interior del *Iguanodon*, pero no para cenar allí.»

Algo más tarde, en ese mismo año, la exposición se abrió al público y los Victorianos acudieron a montones, según un relato de la época «para contemplar los monstruos que poblaron la Tierra antes que Noé». Desde entonces la gente siempre contempló admirada las reproducciones de los dinosaurios. Su fascinación, como observó Hawkins, era «casi romántica en su influencia sobre la imaginación».

La cena matemática en el *Iguanodon* restaurado por Waterhouse Hawkins.

En 1868 Hawkins aceptó una invitación de la ciudad de Nueva York para construir una serie de modelos semejantes para su nuevo Central Park. Observando ese «interés casi romántico» por las criaturas extinguidas, los miembros de la comisión encargada de la construcción del parque diseñaron un proyecto para conmemorar a «los enormes peces, las grandes aves, los monstruosos reptiles y los pesados y rudos mamíferos» que habitaron la Tierra antes de que el hombre estableciera «la marca de su preeminencia». Las criaturas prehistóricas debían ocupar una isla situada en el centro de Paleozoic Museum, que tenía que ser edificado en el lado oeste del parque, frente a la calle Sesenta y Tres. Hawkins estableció un taller en el mismo parque y estaba muy ocupado haciendo los moldes y maquetas para las reproducciones cuando todo el proyecto fue desechado por razones de política ciudadana. El equipo de Tammany Hall, de William Marcy (Boss) Tweed, no tuvo más que quejas por el proyecto. ¿Quién se creía ser aquel inglés que esperaba llenar un museo con dinosaurios y monstruos por el estilo? Tweed reemplazó a los miembros de la comisión del parque por sus propios hombres que eran escépticos sobre la antigüedad de los dinosaurios a los que se referían sarcásticamente como «especímenes de animales que se dice precedentes del período preadanita». Y aún había algo más, dijo el comisario Tweed: resultaba una locura construir un museo «dedicado totalmente a la paleontología, una ciencia que, pese a ser interesante, es en la actualidad tan imperfectamente conocida como para no justificar un gasto público tan grande para ilustrarla». Se había calculado que el museo costaría 300.000 dólares; en dieciocho meses el equipo de Tweed había gastado ocho millones de dólares procedentes de los fondos públicos, patrocinando empleos a cuatro mil trabajadores en el parque lo que, posiblemente, Tweed debía pensar que era un buen precio para pagar sus votos. Al ver que el museo no le producía beneficio alguno, Tweed lo hizo demoler hasta sus cimientos en 1870. Por su parte, Hawkins continuó trabajando en sus modelos confiando que algunos otros museos se decidieran a adquirirlos. En la primavera de 1871, por orden de los funcionarios de Tweed, los trabajadores del parque entraron en el taller de Hawkins, destrozaron los dinosaurios a martillazos, enterraron los trozos en el parque y se alejaron de allí. Tan sólo unas semanas después de este acto de vandalismo el propio Tweed cayó en desgracia. Fue condenado por fraude y sentenciado a prisión. La mayor parte de los fragmentos de los dinosaurios y de otras criaturas prehistóricas fueron desenterrados cuatro años más tarde, pero, según pudo verse, ya no servían para nada. Algunos «huesos de dinosaurio» deben de estar, aún, enterrados en el

Central Park, como restos de un extinguido aparato político.

¿Por qué los dinosaurios fascinan así a la humanidad? ¿Por qué entre todas las criaturas extinguidas los dinosaurios evocan imágenes tan vividas de la vida pasada? La naturaleza de esta cualidad especial es posiblemente tan difícil de identificar como la fuente de la tradición del

dragón.

Uno de los temas principales de la mitología es el héroe, Beowulf, Sigfrido o san Jorge luchando contra un dragón. Es el combate contra fuerzas misteriosas. Cuando el héroe vence matando al dragón, el miedo desaparece. Casi invariablemente el símbolo de ese miedo, de ese terror, es un animal enorme, fundamentalmente un reptil. La gente que dio con huesos gigantes, posiblemente los restos de mamuts o de mastodontes, debe ser perdonada por creer que aquellos huesos podían ser la prueba de la existencia de los dragones. Pero la ciencia del siglo XIX había llevado a muchos a perder su fe en los dragones. Y en su lugar, llenando quién sabe qué nicho psicológico, aparecieron los dinosaurios.

Además, los dinosaurios tienen tanto parecido con los míticos dragones tal y como los describen algunos académicos, que, realmente, inspiraron su leyenda. De acuerdo con los científicos, se trataba de un caso de «memoria racial». Encuentros entre protohumanos y dinosaurios en un pasado remoto debieron de dejar cicatrices indelebles en la psique humana. Pero en la actualidad nadie se toma en serio esta idea. Pese a las películas de dibujos animados y los cómics, ningún tipo de dinosaurio compartió la Tierra con los más remotos antepasados del hombre. Y lo que es más, como señala Daniel Cohén en *A Modem Look at Monsters*, el concepto de «memoria racial» resulta sospechoso en su conjunto puesto que, pese a que los hombres cazaron al mamut y a otras criaturas elefánticas en Europa y hace tan sólo diez mil años, el folklore europeo no contiene nada que se refiera a los elefantes u otras criaturas semejantes. El descubrimiento de elefantes vivos en África y Asia llegó a los europeos como una sorpresa total

Algunas de las primeras descripciones de los grandes reptiles alimentaron la creencia en el parecido entre dinosaurios y dragones. En 1840, un año antes del informe de Owen, un geólogo británico llamado Thomas Hawkins publicó *The Book of Great Sea Dragons*, que estaba basado, sin demasiada conexión, en los descubrimientos de Cuvier, Anning, Buckland y Mantell. Las ilustraciones del libro mostraban reptiles monstruosos de la tierra, las aguas y el aire luchando en siniestros paisajes. Esas ilustraciones le recuerdan a un escritor moderno, L. Sprague de Camp, la leyenda de los dragones medievales de tal modo que al verlas, «uno casi espera ver aparecer en escena a un caballero armado de punta en blanco». El libro de los dragones disfrutó de gran popularidad y no le faltaron imitadores.

Paleontólogos e incluso científicos, analistas de la conducta, parecen encontrarse perdidos a la hora de explicar el porqué de la influencia que los dinosaurios ejercen sobre la psique humana. Debe de ser alguna razón elemental puesto que son los niños los que con más facilidad se sienten subyugados por los dinosaurios y a una edad muy temprana. Muchos niños atraviesan una fase que podríamos llamar dinosáurica. Los dinosaurios son enormes y terroríficos, alimentan las fantasías; el tamaño y la ferocidad pueden ser un factor de su popularidad porque los dinosaurios de pequeño tamaño apenas si son mencionados por los niños. Cuanto mayor sea algo, o alguien, mayor impresión causa en la mente de un niño. Y todas esas criaturas fueron reales lo que, al parecer, las hace más terribles y excitantes que las criaturas imaginarias de los cómics, como Black Lagoon o Superman. «Superman no es real -dijo un niño debatiendo la fascinación que un amigo parecía sentir por aquella figura-, pero mi mamá dice que los dinosaurios sí existieron.» Los dinosaurios son, pues, reales pero seguros. Son seguros, inofensivos, porque ya pasaron por completo; quienes no conocen nada más de los dinosaurios recuerdan haberlos visto marchando lentamente por los estériles paisajes de la película *Fantasía* de Walt Disney y desplomándose para morir, acompañados por la música de Stravinski. La gente parece disfrutar al sentirse un

poco asustada, pero a una distancia segura.

John E. Schowalter, profesor de pediatría y psiquiatría en la Universidad de Yale, el Centro de Estudios de la Infancia, se sintió sorprendido hace unos años al ver qué escaso esfuerzo se había hecho para explicar por qué los niños aman y se identifican con los dinosaurios. Realizó una encuesta entre los maestros y maestras de escuelas primarias y guarderías y recogió observaciones de los padres que acudían con sus hijos a su propia consulta psicoterapéutica. Descubrió que la fascinación por los dinosaurios no sólo era algo común, sino también por lo general saludable. Los niños más interesados tendían a ser los más brillantes e imaginativos.

Schowalter llegó a la conclusión de que los dinosaurios jugaban un importante papel en la fantasía de los juegos de los niños que se iban haciendo mayores. En su fantasía, los niños aprendían cómo vérselas con un mundo de gigantes, de adultos. Para los niños, por ejemplo, el feroz *Tyrannosaurus rex* representaba frecuentemente al padre, mientras que el grande, pero dócil, *Brontosaurus* representaba a la madre. En un mural de una clase, los niños pintaron una falda en el *Brontosaurus*. Parecía dar cierta confianza a los niños el saber que los dinosaurios gigantes están ya extinguidos; el antiguo orden cambia, observó Schowalter, y el futuro pertenece a los miembros más pequeños de la generación en crecimiento.

Las fantasías despertadas por los dinosaurios contienen en ellas un deseo de realización completa. A veces, dijo Schowalter, un niño se identifica con el más agresivo de los dinosaurios y aterroriza a los otros niños. Otro tema que se da con frecuencia es uno en el cual el hijo salva a las figuras de los padres de dinosaurios hostiles, con lo cual los protege y se eleva sobre ellos simultáneamente. Un niño trata repetidas veces de derrotar y expulsar a un dinosaurio dominante, pero siempre fracasa. Según Schowalter sólo cuando se afirma más en la vida real, en el hogar, y no sufre represalias, se atreve algunas veces a modificar la fantasía para que termine en su favor.

Los dinosaurios les ofrecen a los niños una temprana oportunidad para triunfar sobre sus iguales y sobre los adultos. Los niños aprenden a pronunciar los difíciles nombres de los dinosaurios, algo que no les resulta fácil a muchos adultos, y se aprenden de memoria sus más importantes características. Armados con ese bagaje se sienten prestos a abalanzarse contra quienes tienen un dominio inferior sobre tales conocimientos. Esto hace que el niño sea alabado y tomado en serio frecuentemente. Es posible que sea la primera ocasión en la que el niño experimenta una sensación de haber logrado alcanzar la madurez intelectual.

En la infancia y posteriormente los dinosaurios inspiran admiración, una admiración que espolea la imaginación. Arthur C. Clarke, el escritor de ciencia-ficción, recuerda que siendo un niño iba con su padre en un coche tirado por un pony. «Abrió un paquete de cigarrillos y me alargó el cromo que había en su interior. Pertenecía a una serie sobre animales prehistóricos -escribe Clarke-. A partir de ese momento me sentí subyugado por los dinosaurios, coleccioné todos los cromos que pude conseguir sobre el tema y los utilicé en clase para ilustrar pequeñas historias de aventuras que les contaba a los otros niños de la escuela del pueblo. Es posible que ésos fuesen mis primeros pasos en la ficción… Hasta estos días conservo mi fascinación por los dinosaurios y, ansiosamente, miro hacia el futuro, hacia el tiempo en que los ingenieros genéticos recreen el *Tyrannosaurus.*»

Resulta evidente que los dinosaurios satisfacen una necesidad humana de misterio y aventuras. Su atractivo puede ser tan simple -o tan complejo-como eso. Vivieron en un tiempo tan lejano en el pasado que sólo puede ser imaginado a través de algunas de las más notables aventuras de la mente. En su mayor parte fueron gigantescos y bizarros, sin parecerse en nada a

cualquier otra especie existente antes o después. Y cuando se extinguieron y no quedó ni uno solo de ellos dejaron tras sí el insondable misterio de su destino y su suerte. Ahora que la ciencia trata de modo tan diligente de explicarlo y cuantificarlo todo, resulta alentador el que se haya dejado algo para la imaginación.

Los dinosaurios, también, entraron en la conciencia humana en un momento propicio: cuando el hombre estaba comenzando a contemplar el tiempo y la vida a una escala que excedía con mucho a la fe tradicional. Los dinosaurios no sólo ofrecieron materia espectacular para la teoría científica sino que, más que los trilobites, las ammonitas y los perezosos gigantes, hicieron popular el viaje mental de regreso a los tiempos remotos. Los dinosaurios llegaron para compendiar la vida prehumana. Y el ser humano, pese a sus preocupaciones cotidianas, tiene una permanente curiosidad tanto por el pasado como por todo aquello que lo rodea en el presente, en la tierra y más allá. Está buscando, desde siempre, el conocer cuál es su lugar en la naturaleza y en el cosmos, incluso a riesgo de llegar a sentirse humillado por sus conocimientos.

En su libro *Huntingfor Dinosaurs*, publicado en 1969, Zofia Kielan-Jaworowska, una eminente paleontóloga polaca, escribió:

Ningún científico familiarizado con la aventura intelectual de estudiar animales de un pasado remoto, tendrá la menor vacilación en afirmar que el viajar millones de años en el pasado, que es lo que significa el estudio de la paleontología, resulta mucho más fascinante que el más exótico de los viajes geográficos que estamos en condiciones de realizar en la actualidad. El estudio de animales que vivieron en la Tierra hace millones de años no es, simplemente, el estudio de su anatomía, sino en primer lugar, y sobre todo, un estudio del transcurso de la evolución en la Tierra y de las leyes que la gobiernan.

Todos los sistemas filosóficos desarrollados por el hombre fueron siempre antropocéntricos, con las trágicas consecuencias para la humanidad que todos conocemos a través de la historia y las que estamos sufriendo en la actualidad. El estudio de la evolución de animales que habitaron la Tierra durante millones de años y el compararla con la historia de la humanidad -tan breve a escala geológica-coloca la posición del hombre en el mundo de los seres vivos en su auténtica perspectiva y ayuda a contrarrestar las ideas antropocéntricas.

De todos los animales prehumanos, las criaturas a las que Owen llamó dinosaurios, y que Hawkins revivió en piedra, se hicieron irresistibles para el público y, también, para un número cada vez mayor de científicos. Éstos pasaron a dedicarse al gran juego de los cazadores de fósiles en la última mitad del siglo XIX y entraron, en pleno siglo XX, en la propia era mesozoica de la paleontología, cuando gigantes vagan por el mundo en busca de huesos y a veces sus choques territoriales e intelectuales resuenan por sus tierras.

Segunda parte

5. EL AVE PRIMITIVA

En noviembre de 1859, veintitrés años después del regreso del *Beagle*, Charles Darwin hizo pública la teoría que lo inmortalizó y revolucionó la biología y todas las ciencias relacionadas con ella, incluyendo la paleontología. Lo hizo como a disgusto. Ya en fecha tan temprana como 1837 había llegado a la convicción de que las especies eran mutables, no fijas, y que los cambios

se producían mediante un proceso de transformaciones graduales de los organismos que, con el tiempo, llevaban a producir un organismo nuevo, diferenciado. Nuevas formas de vida surgieron de las más antiguas, algunos reptiles se convirtieron en aves plumíferas y algunos simios se transformaron en hombres. Pero previendo la controversia que sus ideas habrían de provocar y deseoso de evitar el combate intelectual, Darwin retrasó la publicación de su teoría de la evolución mediante dilatorias en geología y un estudio definitivo de las lapas. Posiblemente la hubiera aplazado aún más de no haberse enterado en 1858 de que otro naturalista inglés, Alfred Russell Wallace, había llegado de modo independiente a las mismas conclusiones y estaba dispuesto a publicarlas. Ningún científico, ni siquiera Darwin, que estaba ya a punto de retirarse, podía permanecer impasible y sin hacer nada mientras que otro se apuntaba la gloria de una idea en la cual tenía absoluta prioridad. En vista de ello Darwin se apresuró a publicar, a finales de 1859, su obra maestra *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favored Races in the Struggle for Life.*

Aunque algunos otros científicos habían especulado con la tradición y el dogma en defensa de la evolución, nadie antes que Darwin y después de Wallace, había concebido una explicación plausible de cómo se desarrollaba esa evolución. Ni siquiera Lamarck, el más destacado de los evolucionistas de principios del siglo XIX. El concepto de Lamarck de la generación espontánea de las formas simples, de las cuales posteriormente y de modo progresivo se desarrollarían las formas más elevadas, dejaba muchos aspectos sin explicar. Su noción de un mecanismo mediante el cual se producía el cambio evolucionista -la herencia de caracteres adquiridos-podía ser válida como explicación para la transmisión de caracteres culturales o de conducta, pero no explicaba la transformación, la evolución, de los rasgos físicos. Es decir, el cuello largo de la jirafa no se debe a que estos animales fueran estirando el cuello cada vez más, a lo largo de generaciones, para alcanzar las hojas más altas. El mecanismo que hacía funcionar la evolución, como creía Darwin, era algo muy distinto: la selección natural. Ésta fue la idea más profunda y original de Darwin.

La selección natural, en oposición a la selección artificial, ya por aquel entonces ampliamente practicada por los criadores de animales y plantas, era cuestión de la «supervivencia de los más aptos», una frase que Darwin no utilizó en la primera edición de su libro, pero que acabaría por caracterizar su teoría y sería pervertida en la práctica política. Partiendo de sus experiencias como naturalista del *Beagle* y de su lectura de los puntos de vista de Thomas Malthus sobre la población, Darwin hizo dos observaciones tan sencillas como importantes: que los organismos individuales, dentro de una misma especie, tienen caracteres distintos, y que la mayor parte de los organismos tienen más descendencia de la que logra sobrevivir. Los organismos que adquieran las características que resulten más adaptadas al ambiente sobrevivirán y se reproducirán, dedujo Darwin, y aquellos que no lo hagan morirán. Esos individuos con atributos que les daban una superioridad comparativa en relación con otros de la misma especie -alas más poderosas o dientes más fuertes, por ejemplo-vivirían más tiempo y tendrían un número mayor de descendientes que tenderían a heredar sus atributos ventajosos. Mientras que Lamarck creía que los cambios inducidos por el medio ambiente en las plantas y los animales serían heredados en la próxima generación, Darwin mantenía que en cualquier población dada están presentes cambios marginales y que el medio ambiente «selecciona» cuáles de las variaciones serán favorecidas por la herencia. Entre las jirafas con cuello más largo o más corto, la selección natural, «escogerá» las que tengan el cuello más largo, porque son éstas las

más capaces de alcanzar las hojas más altas, es decir, son más «aptas» para alimentarse mejor. Las variaciones marginales de Darwin, como por ejemplo la mayor longitud del cuello en una jirafa, individualizada, estaría ya codificada en el código genético del organismo y son precisamente esos cambios en el código genético los que pueden ser heredados. Con el paso del tiempo, y con esas herencias acumulativas, una especie puede llegar a modificarse hasta el punto de convertirse en algo distinto, una nueva especie diferenciada. En la metáfora botánica de Darwin, el árbol de la vida crece y cambia con la apariencia de «frescos pimpollos y éstos, si son vigorosos, se ramifican y por todas partes cubren con sus fuertes ramas a las otras más débiles». Ésta es la evolución de las especies por selección natural, de acuerdo con Darwin.

Desde este punto de vista, la vida es infinitamente creativa, pero ¿dónde se hallaban en los fósiles las formas transicionales entre los ascendientes y los descendientes de los organismos? Darwin en *Origin of Species* reconoce la debilidad en este caso de la selección natural y define a esa ausencia de fósiles de las formas intermedias como «probablemente la más grave y más obvia de las muchas objeciones que podrán ser presentadas en contra de mis opiniones». Dedica todo un capítulo, el titulado «On the Imperfections of the Geological Record»,[5] para intentar explicar esta ausencia. Mucha de la evidencia, concede, se pierde irremediablemente. Los huecos en el registro de los fósiles eran inevitables porque los fósiles sólo se forman en circunstancias excepcionales. Muchos organismos, indudablemente, llegaron y se fueron sin dejar una huella fósil de su paso y las huellas de otros pueden haber sido destruidas por catástrofes geológicas muy diversas. Pero Darwin estaba seguro, o quería creerlo así, de que algunas de las formas transitorias cruciales están enterradas y que con el tiempo y si se hacen mayores esfuerzos, acabarán por ser descubiertas. Al fin y al cabo, la Paleontología es una ciencia muy joven.

Los críticos, como lobos que descubren el más débil de los miembros de una manada de caribús, se lanzaron sobre esa admitida vulnerabilidad como si desearan devorar la teoría entera. *Family Herald*, una publicación antidarwiniana de Inglaterra, atacó con ridiculez: «Desafiamos a cualquiera, de mister Darwin para abajo, a que nos muestre el eslabón entre el hombre y el pez. Que capturen una sirena y así encontrarán el eslabón perdido.»

«El eslabón perdido» («The mising link») era otra frase -como la de la supervivencia de los más aptos-que se apoderó del interés del público. El eslabón tenía que ser hallado o la teoría jamás llegaría a ser aceptada entre muchos científicos como entre el público. Los huesos del hombre de Neanderthal, la primera forma extinguida del hombre que llegó a ser estudiada, fueron encontrados en las cercanías de Düsseldorf, en 1856, pero los profesionales por lo pronto no supieron qué hacer con ellos. Algunos científicos llegaron a suponer que eran los restos de un idiota enfermo o quizá de un cosaco muerto durante las guerras napoleónicas. Incluso los partidarios de Darwin encontraron que el hombre de Neanderthal, aunque prehistórico, era demasiado humano como para considerarlo como el eslabón entre el hombre y el mono.

Un eslabón perdido, que no seguiría perdido por mucho tiempo. Menos de dos años después de la publicación de la obra de Darwin, unos canteros de Baviera hicieron uno de los descubrimientos paleontológicos más fascinantes y famosos de todos los tiempos. Hallaron los restos fósiles de algo que tenía todo el aspecto de un reptil, posiblemente de un pequeño dinosaurio que, en algunos aspectos, tenía cierto parecido con un ave puesto que poseía plumas. Darwin estableció la hipótesis de que las aves debieron de desarrollarse a partir de reptiles, y existía la prueba, al menos así parecía, en el reptil-ave conocido como el *Archaeopteryx*. Los partidarios de la teoría de la evolución casi no podían creer su suerte.

El descubrimiento tuvo lugar en el pastoral valle de Altmühl cerca de la ciudad de Solnhofen, situada al noroeste de Munich y al sur de Nuremberg. Desde los tiempos del Imperio romano, el valle había sido conocido por sus piedras calizas de color amarillento grisáceo, de belleza y resistencia casi marmóreas. Los adoquines de Solnhofen se utilizaron para pavimentar carreteras y para decorar los baños romanos de Baviera. En la actualidad la mayor parte de los viejos edificios de las orillas del río Altmühl tienen sus tejados y suelos protegidos con placas de la piedra arcillosa de Solnhofen. Un aumento de la demanda de aquella piedra se produjo después de 1793, cuando Aloys Senefelder se dio cuenta de que constituían el material perfecto para la litografía, el nuevo procedimiento de impresión que se estaba desarrollando en aquellos días.

Con la creciente popularidad de la litografía en la impresión masiva, los canteros de Altmühl hubieron de renovar sus esfuerzos y, al hacerlo así, fueron descubriendo un número cada vez mayor de fósiles, algunos de ellos bastante extraños. El pterodáctilo descrito por Cuvier provenía de aquellas canteras. Otros saurios voladores habían sido igualmente preservados en la piedra, así como exquisitos especímenes de insectos, gambas, cangrejos, peces, cocodrilos y tortugas marinas. Las canteras eran una verdadera mina de fósiles, un Comstock o un Kimberley de los paleontólogos.

La piedra caliza de Solnhofen se ha formado con los sedimentos acumulados hace 150 o 160 millones de años a lo largo de las orillas norteñas de un mar del jurásico. El surgimiento y la consolidación de Europa como continente quedaba todavía a millones de años de distancia en el futuro. En aquel lugar y en aquel tiempo del jurásico, los pterosaurios planeaban con la apariencia de enormes pelícanos pardos, a los que se parecían no sólo en su aspecto sino quizá también en la forma como se zambullían en el agua para cazar los peces. Gigantescas libélulas volaban en enjambres sobre las tierras pantanosas y las grandes charcas. A lo largo de las orillas de los ríos y los lagos, cubiertas de helechos, cicádeas y arbustos de tejo, abundaban los *Compsognathus*, dinosaurios del tamaño de una gallina, que corrían en persecución de pequeños mamíferos y reptiles. Y también hacían acto de presencia aquellas criaturas parecidas a las aves, los *Archaeopteryx*, no mayores que cornejas.

Esto se ha reconstruido partiendo de huesos fosilizados enterrados en la arcilla fangosa. F. Wemer Barthel, un geólogo moderno, crecido en la región de Solnhofen, cree que el fango fue arrastrado por tormentas hasta pequeñas bahías y lagunas y se asentó allí, detrás de una barrera de arrecifes. Las mismas tormentas, sin duda, habrían hecho caer muchas de aquellas criaturas voladoras en las lagunas, donde quedarían atrapadas en el espeso fango que en aquel tiempo formaban el lecho espeso del que se desarrollaría aquella piedra caliza de grano fino y uniforme.

Al extraer la piedra de esos antiguos lechos arcillosos, los canteros trabajaban cuidadosamente para sacar las losas de piedra enteras, con tanta atención como si se tratara de piedras preciosas, por lo que tenían muchas más posibilidades de encontrar fósiles raros. La piedra, desgastada por la acción del tiempo, se rompe en capas siguiendo los planos de sedimentación de modo que un bloque puede ser abierto en sus segmentos como las hojas de un libro. Cada losa era revisada por no menos de una docena de trabajadores que buscaban la perfección, tratando de descubrir cualquier defecto, cortándolas a mano en las dimensiones encargadas, llevándolas, también a mano, hasta los cobertizos y, al mismo tiempo, buscando sin duda la posible presencia de fósiles. John Ostrom, el paleontólogo de Yale que había visitado casi todas aquellas canteras, vio los métodos poco corrientes que allí se practicaban y que aún se siguen practicando. La mayoría de las canteras, en todas partes, están actualmente muy

mecanizadas, lo que no ocurre con las canteras de Solnhofen. «Todos los trabajadores de la cantera tenían los ojos muy abiertos para descubrir cualquier trofeo fósil que, quizá, podía esconderse a los ojos de los propietarios de las canteras, y ser vendidos a un coleccionista, complementando así su escaso salario.» Ostrom dijo: «Ésa es la razón por la cual en la actualidad contamos con esos especímenes increíbles del *Archaeopteryx*.»

Fue de ese modo como los trabajadores, a finales de 1860 o principios de 1861, vieron las débiles impresiones de una pluma en uno de los bloques pétreos de Solnhofen. El descubrimiento resultó sorprendente en dos aspectos: es muy raro que texturas suaves, como las de las plumas, se conserven. Y hasta entonces nadie había encontrado el menor signo indicador de que en un período tan antiguo como el mesozoico hubiera vivido algún tipo de ave. Los aires pertenecían al pterosaurio y se suponía que las aves no aparecieron hasta después de la extinción de este saurio volador. Pero allí, en las piedras calizas de Solnhofen, del período jurásico, estaba la impresión de una pluma solitaria de unos sesenta milímetros de longitud. Que se sepa, hasta ahora las aves son las únicas criaturas que tienen plumas. Por lo tanto aquella huella fósil debió de ser dejada por el ave primitiva.

La pluma fósil fue puesta a disposición de Hermann von Meyer en Frankfurt. Era uno de los paleontólogos más industriosos y respetados de Alemania, pese a que padecía una cojera que lo alejaba de la investigación sobre el terreno, y de su preocupación por la política que limitaba el tiempo que dedicaba a la ciencia. Von Meyer era el autor del libro en cinco volúmenes *Fauna del mundo antiguo*, que incluía sus descripciones de muchos nuevos géneros y especies de los pterosaurios descubiertos en las canteras de Solnhofen. Era, además, autor de un precavido aditamento a la ley de Cuvier sobre la correlación de las partes. «Yo encuentro -escribió Von Meyer-que en una o en varias partes una criatura presenta correspondencias limitando con la similitud con otra criatura sin estar emparentada con ella.» Los ictiosaurios, por ejemplo, pueden parecerse a los delfines en ciertos aspectos y los pterosaurios pueden parecer aves o murciélagos, pero simplemente se trata de una convergencia y no realmente de un parentesco. El reconocimiento del fenómeno de las convergencias podría haber evitado más de un disgusto comprometedor a muchos paleontólogos. Eso era algo que había que tener en cuenta a la hora de examinar la pluma fósil

Von Meyer se acercó a aquel objeto con bastante escepticismo, pero finalmente llegó a la conclusión de que no se trataba de un engaño. En su informe, publicado en una revista científica alemana en agosto de 1861, declaró la autenticidad de la pluma, muy antigua y posiblemente de ave. Advirtió que «no terna necesariamente que provenir de un ave» y que podría ser de «un animal con plumas con diferencias esenciales con nuestras aves».

Un mes más tarde, antes de que el mundo científico tuviera tiempo de reaccionar ante esa primera información, Von Meyer anunció otro descubrimiento mucho más sensacional. Un esqueleto sin cabeza había sido encontrado en las pizarras de Solnhofen y en él había claras impresiones de plumas. El fósil, desde luego, tenía todo el aspecto de ser uno de los eslabones perdidos preconizados por Darwin. Von Meyer le dio el nombre, neutro desde un punto de vista taxonómico, de *Archaeopteryx lithographica* («plumífero arcaico de la pizarra litográfica»).

En principio, el valor del fósil fue considerado no desde el punto de vista científico sino en términos monetarios. Su propietario creyó que los museos pagarían una suma importante por lo que parecía ser la más vieja de las aves del mundo -*Urvógel,* el ave primigenia, como los alemanes dieron en llamarlo-.

El propietario, pues, se mantuvo firme en su precio.

El esqueleto había sido encontrado en una cantera cuyo propietario era un hombre llamado Ottmann. Pero de un modo u otro el fósil había llegado a las manos de Karl Häberlein, el médico del distrito, con consulta en la vecina aldea de Pappenheim. Quizá se le entregó como pago de sus servicios médicos. Häberlein se había dado cuenta de que los fósiles de aquellas canteras despertaban gran interés científico y, ciertamente, éste debía de ser más auténtico porque el fósil parecía ser de un cruce entre un reptil y un ave. Hizo saber que el fósil estaba a la venta por el precio, en aquel entonces prohibitivo, del equivalente a setecientas libras esterlinas. Según dijo necesitaba el dinero para dar una dote a su hija.

Científicos y representantes de varios museos se pusieron en contacto con Häberlein para tratar del ave. Se les permitió que la vieran, para que pudieran comprobar que no se trataba de una falsificación, pero no se les permitió hacer dibujos.[6] No obstante, de modo solapado, se lograron hacer algunos y pudieron llegar a manos de Andreas Wagner, de la Universidad de Munich. Aquella «criatura mestiza», observó, tenía las plumas de un ave, pero su cola era la de un reptil. Y esto le preocupaba Wagner, un antidarwinista, se daba cuenta de lo que los evolucionistas podían hacer con ese descubrimiento y, consecuentemente, decidió golpear primero con una identificación y un nombre que desalentara a los que pensaran en hacer interpretaciones darwinianas a base del eslabón perdido. En un reportaje basado en el dibujo y en rumores, Wagner llamó al espécimen un reptil, quizá una especie de pterosaurio, y le dio el nombre de *Griphosaurus problematicus*, el «problemático lagarto grifo», lo cual era una declaración afirmativa, pero no una descripción taxonómica. En la mitología griega el grifo era una criatura fabulosa medio pájaro medio león.

Al escribir sobre la conveniencia de «guardarse de las falsas interpretaciones darwinianas del nuevo saurio», Wagner afirmó: «La primera contemplación del *Griphosaurus* podrá causamos ciertamente la impresión de que tenemos ante nosotros una criatura intermedia, en la que se está operando una transformación, el paso del saurio al ave. Probablemente, Darwin y sus partidarios emplearán el nuevo descubrimiento como un éxito, excesivamente bien recibido, para la justificación de sus extrañas ideas sobre la transformación de los animales. Pero si lo hacen así es taran equivocados.» Los darwinistas, continuó diciendo, debían presentar pruebas de esa fase intermedia mediante la cual se llevaba a cabo la transición de alguna forma o clase animal existente o extinguida y se transformaba en otra.

«Si no pueden hacerlo así (y ciertamente no podrán) -concluía Wagner-, sus puntos de vista tienen que ser rechazados de manera inmediata como un sueño fantástico que no tiene nada que ver en absoluto con la exacta investigación de la naturaleza.»

Sin embargo, se mantuvo el interés por el fósil. Wagner, sin saberlo, había acentuado su potencialidad de sensacionalismo. Richard Owen, que por aquel entonces era superintendente del Museo Británico, leyó el informe de Wagner y, en 1862, envió a George Waterhouse a Pappenheim con autorización para pagar quinientas libras esterlinas por el fósil. Pero Häberlein se mantuvo firme. Owen, finalmente, convenció a las autoridades que administraban el museo para que aceptaran el precio de Häberlein, precisamente cuando los funcionarios de un museo alemán estaban comenzando sus propias negociaciones que llegaron con

El Archaeopteryx del Museo Británico

retraso. Los alemanes se enteraron con disgusto, como más tarde diría el escritor Herbert Wendt, de que el ave había volado a Londres.

Después de que en octubre de 1862 llegara a Londres el espécimen (todavía empotrado en la piedra caliza), Owen lo examinó con la mayor atención y detalle. Tampoco él era amigo del darwinismo. Owen creía en «la creación continua» que imitaba la evolución, pero no podía aceptar la teoría de Darwin sobre la selección natural, porque implicaba la ausencia de un designio predeterminado. Sin embargo Owen era, también, un experto anatónomo. Con una sola mirada pudo ver que aquella criatura poseía, como había dicho Wagner, «una combinación de características tan raras y sorprendentes como nadie podría imaginarse». Con la excepción de la cabeza, que faltaba, el esqueleto estaba completo y extraordinariamente bien conservado. Tenía algunas características de reptil: una larga cola huesuda; tres dedos con garras al final de sus manos delanteras, o alas; costillas y vértebras de saurio. Pero estaba claro que tenía algunas plumas, semejantes a las de las aves, que se agrupaban en las alas de la forma como ocurre en las aves modernas. Para Owen aquellas alas inclinaban la balanza. Esto, informó a la Royal Society en noviembre, era «inequívocamente» un ave antigua, pero no debía ser considerada como prueba de la existencia del eslabón perdido darwiniano. No volvió a discutir el asunto.

Por su parte los evolucionistas concedieron a la criatura «importancia extrema» para documentar la teoría de Darwin. Aquel fósil era sin duda el eslabón perdido entre los reptiles y las aves. Finalmente, Thomas Henry Huxley se sumó a la batalla y se aseguró de que el mundo conociera la importancia del *Archaeopteryx*.

Huxley era conocido como el «bulldog» de Darwin, un papel agresivo y batallador que asumió con satisfacción y llevó a cabo con elocuencia y efecto devastador. Era, ál mismo tiempo, un científico brillante, por derecho propio, el primero de una larga serie de personas con ese mismo apellido (Huxley) que se distinguirían en las artes y la ciencia. Thomas Henry Huxley nació en 1825, hijo de un maestro de escuela de posición modesta. Aunque formado en medicina, Huxley tuvo desde muy pronto un gran interés por la fisiología y la historia natural, muy superior al que sentía por el ejercicio de la medicina. Su estudio sobre las medusas, realizado mientras navegaba como cirujano ayudante en un navío británico destinado en aguas de Australasia, le permitió ser elegido miembro de la Royal Society a la edad de veintisiete años. Aceptó el cargo de profesor de paleontología e historia natural en la Escuela de Ingeniería de Minas en Londres, donde se interesaría por el estudio de los fósiles y donde pasó a ocupar un lugar destacado en las guerras darwinianas.

Mientras el libro de Darwin aún estaba en la imprenta, Huxley ya previo las luchas que se avecinaban y escribió a su amigo: «En cuanto a los perros de mala ralea que ladran y gruñen,

debes recordar que algunos de tus amigos poseen y conservarán siempre una combatividad que quizá pueda servirte de ayuda (pese a que la has rechazado con frecuencia y justamente). Estoy afilando mis garras y el pico para estar bien dispuesto.»

Pese a que terna reservas sobre algunos aspectos de la teoría de Darwin, Huxley publicó un comentario favorable del libro de Darwin y se dirigió a Oxford en junio de 1860 para la primera batalla. Su presa era nada menos que el obispo de Oxford, Samuel Wilberforce, cuyas maneras untuosas le habían ganado el apodo de *Soapy Sam*[7] Wilberforce se disponía a dirigir el ataque antidarwinista en la sesión final de la Asociación Británica para el Avance de la Ciencia. Darwin esquivó el encuentro alegando que se hallaba gravemente enfermo, pero Huxley estaba allí, sentado en el estrado no lejos de Wilberforce. Entre los asistentes, unos setecientos, muchos mostraban sus simpatías por el obispo, pero no así un reducido grupo de graduados de Oxford que sentían sed por la sangre del eclesiástico.

Según recordó Huxley, Wilberforce habló «durante una hora y media con su inimitable estilo de vaciedad y desconsideración». Posiblemente había sido entrenado por Owen, pero los relatos de la época difieren sobre cuál fue la línea de razonamiento que desarrolló en sus esfuerzos por rechazar la teoría de la evolución de Darwin. Sin embargo, todos están de acuerdo en que en su discurso, el obispo hizo una injuriosa alusión a los antepasados simiescos de Huxley, lo que llevó a éste a inclinarse hacia uno de los que se sentaban a su lado para murmurarle: «El Señor lo ha entregado en mis manos.»

Cuando Huxley subió al estrado desarmó por completo al obispo y se ganó el respeto, si no la completa conversión de la audiencia. En una carta a un amigo hizo este relato de su discurso:

…Hablé tratando de causar el efecto de que había escuchado con gran atención el discurso del señor obispo, pero que me había sido imposible descubrir ni un nuevo argumento, ni un solo factor original en él, excepto en la cuestión surgida sobre mis predilecciones personales en cuestión de antepasados. A mí no se me hubiera ocurrido sacar a discusión un tópico así, pero estaba dispuesto a enfrentarme con el reverendo señor obispo incluso en este terreno. Si se me pusiera ante la disyuntiva de elegir, dije yo, entre tener por abuelo a un miserable mono o a un hombre altamente dotado por la naturaleza y que poseyendo grandes medios e influencia empleara esas facultades y esa influencia para introducir el ridículo en una grave discusión científica, afirmo, sin vacilación, mi preferencia por el mono.

La respuesta, de acuerdo con Huxley, desató «unas risas incontenibles» y grandes aplausos, tras los cuales la audiencia «escuchó el resto de mi disertación con la mayor atención». Darwin, al tener noticia de lo ocurrido, se sintió afectado pero complacido. «¿Cómo te atreviste a atacar de ese modo a un obispo? ¡Estoy realmente avergonzado de ti! ¿Es que ya no respetas los símbolos de la dignidad? i Por Júpiter, que supiste hacerlo pero que muy bien!»

Más tarde Huxley incorporó al *Archaeopteryx* en sus ataques contra Wilberforce, Owen y otros que no se atrevían a compartir los puntos de vista de Darwin sobre el curso de la vida. Huxley estaba intrigado por las muchas características reptilianas del espécimen. Sin la impresión de la pluma, probablemente habría sido erróneamente identificado como un reptil, como había ocurrido con otros *Archaeopteryx* fósiles. Unos años más tarde, en 1867, Huxley publicó un informe clásico estableciendo la relación evolutiva entre las aves y los reptiles. Citó catorce rasgos anatómicos que se daban tanto en las aves como en los reptiles, pero no en los mamíferos, en apoyo de su caso, en defensa de clasificar a los dos juntos en una nueva categoría taxonómica a la que dio el

Thomas Henry Huxley, según una caricatura aparecida en *Vanity Fair*.

nombre de saurópsidos. (La categoría propuesta fue rechazada por los científicos, aun cuando llegaron a estar conformes con la relación entre los reptiles y las aves y, mucho más tarde, se reviviría el tema de reagrupar algunos reptiles -dinosaurios-con aves.) Más aún, arguyó Huxley, las criaturas más próximas, intermedias entre aves y reptiles, el eslabón de conexión que se había perdido, eran algunos tipos de dinosaurios.

Huxley sentía que no había razón alguna para que los evolucionistas siguieran a la defensiva en relación a los huecos en el registro de fósiles, una vez que ya se disponía del *Archaeopteryx*. Expuso sus ideas sobre el tema en una conferencia popular pronunciada en febrero de 1868. El discurso fue típico de Huxley, del cual Darwin diría en cierta ocasión: «Nunca dice ni escribe nada insustancial.» El discurso era, también, un reflejo de cómo estaban cambiando los tiempos y las ideas.

Aquellos que mantienen la doctrina de la evolución, dijo el evolucionista Huxley al comenzar su discurso, «conciben que hay motivos para creer que el mundo, con todo lo que existe en él y sobre él, no comenzó a existir en la condición en que hoy lo contemplamos, ni siquiera en una forma que se aproxime en absoluto a esta condición». Continuó después con un sucinto compendio de Hutton, Lyell y Darwin, todo en uno. Los evolucionistas, dijo, «mantienen que la conformación y composición presentes de la corteza terrestre, la distribución de las tierras y las aguas y las formas infinitamente diversificadas de animales y plantas que constituyen su población presente, son meramente los términos finales de una inmensa serie de cambios que han venido ocurriendo en el transcurrir de un tiempo inconmensurable por la acción de causas más o menos idénticas a las que actúan en el momento presente».

Pero ¿cómo es, preguntó Huxley en ese momento, si todos los animales «han surgido por graduales modificaciones de un mismo tronco común», que existan esos grandes «saltos», esos huecos que se dan entre peces y mamíferos o reptiles y aves, por ejemplo? «Nosotros, los que creemos en la evolución, replicamos diciendo que esos huecos fueron antaño inexistentes, que las formas que conectaban unas especies con otras existieron en épocas previas de la historia de la Tierra, pero que ahora están extinguidas.»

Una vez más, anticipándose a la siguiente pregunta, Huxley continuó dirigiéndose a su audiencia. «Resulta natural, pues, que ahora se nos pida que presentemos esas formas de vida extintas», dijo, y concedió que la mayor parte de ellas se habían perdido y, probablemente, no

había posibilidad de recuperarlas, pero no todas ellas. Como resultaba de todo punto natural, Huxley citó el *Archaeopteryx* como su primera prueba. Se mostró de acuerdo con Owen en que se trataba de un ave, pero era un ave de tipo transicional. Allí estaban las plumas y el hueso de la pechuga típico de las aves, pero también la larga cola ósea de un reptil así como otras características físicas de los reptiles que se repetían en su esqueleto.

Otro animal fósil de la misma cantera de Solnhofen, aunque contemporáneo del *Archaeopteryx*, fue presentado posteriormente por Huxley para robustecer su caso, no sólo en defensa del eslabón de unión existente entre los reptiles y las aves, sino de modo más específico para establecer el eslabón dinosaurio-ave. Se trataba del pequeño dinosaurio que Andreas Wagner describió en 1861 y al que dio el nombre de *Compsognathus*. Huxley ya se había fijado mentalmente en el *Compsognathus* como un eslabón perdido antes de que se uniera a los otros evolucionistas en apoyo de *Archaeopteryx* como tal eslabón. Si el *Archaeopteryx* era un ave que tenía el aspecto de un dinosaurio, el *Compsognathus* era un dinosaurio que, en cierto modo, parecía un ave. Tenía menos de dos tercios de un metro de longitud, el más pequeño de los dinosaurios jamás identificados y no mucho menor que el *Archaeopteryx*. Para Huxley resultaban del mayor interés los miembros traseros del animal, largos y delicados. El dinosaurio, por lo que parece, había sido un animal bípedo. Su articulación del pie y la del tobillo tenían un notable parecido con las de las aves. «Es imposible mirar la conformación de este extraño reptil -le contó Huxley a su audiencia-y dudar de que andaba o saltaba en una posición erecta o semierecta, más o menos como un ave, con las que debía de tener un extraordinario parecido gracias a su cuello largo, su diminuta cabeza y sus pequeños miembros anteriores.»

Puesto que se trataba de especies contemporáneas, Huxley reconoció que el *Archaeopteryx* no podía ser descendiente del *Compsognathus*. Pero encontrar un ave parecida a un reptil y un reptil parecido a un ave que vivieron en la misma época, aproximadamente, en el jurásico, cerraba el hueco evolutivo entre los reptiles y las clases avícolas, lo que Huxley ofreció en apoyo a su clasificación saurópsida y de la teoría de la evolución de Darwin.

Del énfasis puesto por Huxley en la relación de parentesco entre los reptiles y las aves en su defensa de la teoría de Darwin surgió una nueva apreciación de los dinosaurios. Los descubrimientos anteriores fueron interpretados de nuevo. Ése fue el primero de los muchos «redescubrimientos» que haría la paleontología de los dinosaurios. Recientes hallazgos, particularmente en Norteamérica, adquirieron un nuevo significado.

Los primeros fósiles hallados en Norteamérica e identificados como de dinosaurios, se excavaron en Montana y New Jersey en la década de 1850-1860. Una expedición cartográfica del Ejército de los Estados Unidos, trabajando en las tierras bañadas por el río Judith, en la actual Montana, dio con una serie de dientes, en una capa perteneciente al período cretáceo. Esos fósiles fueron examinados en 1858 por Joseph Leidy, profesor de Anatomía de la Universidad de Pennsylvania y director de la Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia. Leidy se pronunció anunciando que aquélla era la primera prueba de que los dinosaurios también habían vivido en América durante el mesozoico. Uno de los especímenes era un herbívoro al que dio el nombre de *Trachodon,* lo que

significa «diente rudo». Ahora se sabe que era uno de los dinosaurios de pico de pato que también son conocidos como *Anatosaurus* o «lagarto pato». Algunos hallazgos de otra criatura, en el río Judith, inspiraron a Leidy a dar a aquel carnívoro el nombre de *Deinodon horridus*, «el más horrible de los dientes terroríficos».

En el verano del mismo año, William Parker Foulke, un miembro de la Academia de Ciencias Naturales, se enteró de la existencia de algunos huesos fósiles en una pequeña cantera en Haddonfield, en New Jersey, cerca de Filadelfia. Investigó a fondo una buena cantidad de grandes huesos, un esqueleto casi completo de una criatura de seis a ocho metros de longitud. Después de un cuidadoso examen, Leidy llegó a la conclusión que Foulke había encontrado un dinosaurio al que dio el nombre de *Hadrosaurus foulkii*, en honor de la ciudad y del descubridor. Se trataba de uno de los dinosaurios de pico de pato que los últimos descubrimientos demostrarían que fueron los más abundantes durante el período cretáceo en Norteamérica. Leidy dedujo de sus dientes que aquel *Hadrosaurus* parecía estar emparentado con el *Trochodon* de Montana y el *Iguanodon* de Inglaterra.

Esto hacia pensar que los dinosaurios posiblemente habían habitado todo el mundo.

Lo que más sorprendió a Leidy fue la enorme desproporción existente entre el tamaño de las extremidades anteriores y posteriores del animal. El fémur era casi dos veces más largo que el húmero del brazo superior. Si los huesos no hubieran sido hallados juntos hubiese podido creer que pertenecían a dos animales distintos. En su informe a la Academia, Leidy dijo:

«La gran desproporción de tamaño existente entre las partes delanteras y las traseras del esqueleto del *Hodrosaurus*, me llevó a sospechar que este gran lagarto herbívoro extinguido debía de tascar y ramanear manteniéndose erecto, como el canguro, sosteniéndose sobre sus extremidades posteriores y su rabo.»

Huxley supo ver la importancia del descubrimiento de Leidy. No todos los dinosaurios andaban y corrían a cuatro patas; el dinosaurio rinocerino de Owen había llevado a interpretar erróneamente la realidad. Algunos de los dinosaurios eran bípedos, otro parecido generalizado entre las aves y los dinosaurios. Seguidamente Huxley examinó de nuevo al *Iguanodon* de Mantell y se dio cuenta de que sus cuartos traseros y su pie con tres dedos eran «sorprendentemente parecidos» a los de las aves. El *Iguanodon*, contrariamente a la imagen de cuadrúpedo con la que se lo representó en el Crystal Palace, tenía que haber sido capaz de

mantener una postura erecta y de saltar o correr sobre sus patas traseras, una observación que posteriormente sería confirmada.

Eso le recordó a ciertas huellas de «aves» existentes en el valle del río Connecticut de Nueva Inglaterra. Estas huellas habían engañado por igual a los agricultores y a los científicos desde su descubrimiento en los primeros años del pasado siglo. Un día, en 1802, un estudiante de enseñanza superior llamado Pliny Moody, mientras araba las tierras de su padre en South Hadley, Massachusetts, sacó de la tierra una losa de piedra arcillosa que tenía la huella de un pie de gran tamaño, con tres dedos. Semejaban la huella de un pavo o un grajo gigantes. Los que vieron aquella maravilla decidieron, en un momento de devoción un tanto cómica, que la huella tenía que haber sido impresa en la piedra por el cuervo que Noé dejó salir del arca para que diera con tierra seca. Otras huellas del cuervo de Noé fueron encontradas en los años siguientes, siempre en la piedra caliza del triásico, que había dado origen a la «piedra parda» que se usó preferentemente en la construcción de las casas ciudadanas de Manhattan. Una colección de esas huellas fósiles, algunas de las cuales tenían medio metro de longitud, llegaron a las manos de Edward Hitchcock en 1835. Se trataba de un geólogo y presidente del Amherst College. Puesto que no se halló ningún esqueleto que pudiera asociarse con las huellas, Hitchcock sólo podía imaginar cómo habían sido aquellos animales. Llegó a la conclusión de que el valle de Connecticut tuvo que ser poblado en alguna ocasión por ciertas aves extraordinarias con patas de tres dedos y de un tamaño varias veces superior al de un avestruz. «Debieron de ser los gobernantes gigantes de aquel valle», dijo Hitchcock. Nadie supo entonces que lo que se había descubierto eran huellas de dinosaurio, sino que las identificaron erróneamente varios años antes de que los primeros huesos de dinosaurio fueran identificados en Inglaterra.

Si algunos dinosaurios fueron bípedos y tenían pies parecidos a los de las aves -y el *Hadrosaurus, Iguanodon* y *Compsognathus* parecían eliminar toda duda-, Huxley razonó que las «huellas de ave pétreas» pudieran ser las de dinosaurios que vivieron a principios del mesozoico. Quizá algunas de las huellas más pequeñas fueron dejadas por pájaros, concedió, pero no se tenía conocimiento de que las aves se hubieran desarrollado en el primitivo mesozoico. Pero muchas de las huellas, ciertamente las mayores, fueron hechas por dinosaurios bípedos. «La importante verdad que revelan esas huellas -afirmó Huxley-, es que al comienzo de la época mesozoica existían animales bípedos que tenían pies de ave y andaban en la misma postura erecta o semierecta.»

Había algo que daba que pensar: los dinosaurios eran más antiguos de lo que hasta entonces se había imaginado y poseían algunos rasgos propios de las aves o semejantes a ellas aun antes de la época del *Archaeopteryx*.

El tiempo probaría que Huxley tenía razón con respecto a las huellas. Con los nuevos descubrimientos de huesos, casi todas las huellas de Nueva Inglaterra se atribuyen en la actualidad a una variedad de dinosaurio del triásico. En el Dinosaur State Park, en Rocky Hifl, Connecticut, unas dos mil huellas bien conservadas se creen procedentes de criaturas tales como el *Stegomosuchus*, el *Dilophosaurus* y el *Coelophysis*, el último de los cuales, según piensan algunos científicos, ocupa un lugar destacado en la línea principal de ascendencia de las aves.

Resultaba suficiente para el propósito inmediato de Huxley el haber demostrado de este modo la confusa similitud entre las huellas de las aves y las de los dinosaurios. Las aves surgieron a partir de los dinosaurios u otros reptiles arcaicos, declaró Huxley con mayor certeza que nunca, y una de las criaturas de la transición, uno de los eslabones de conexión, era el ave

parecida a un reptil de las canteras calizas de Solnhofen, el *Archaeopteryx*.

El *Archaeopteryx* que en la actualidad se encuentra en el museo de Londres no tenía cabeza y algunos de los antidarwinistas se aferraron a ello con todas sus fuerzas. Si el *Archaeopteryx* hubiese tenido un pico sin dientes, como todos deseaban creer, entonces hubiera sido seguramente un ave, aunque antigua, sin ningún obvio mensaje evolucionista. Incluso Huxley dudaba de que el ave primitiva tuviera dientes, aunque otros que habían examinado el fósil creyeron ver los restos de un maxilar superior con cuatro dientes. Si hubiera sido una boca de reptil con dientes, entonces Huxley y sus aliados se hubieran sentido reforzados en su hipótesis de que se trataba de un eslabón evolutivo entre reptiles y aves. Aquel pájaro sería de mucho más valor si hubieran podido encontrar otro con cabeza.

El siguiente descubrimiento se produjo en 1877, también en la región de Solnhofen, y aquel esqueleto estaba aún más completo y era más espléndido que el primero. Alan Feduccia, un zoólogo norteamericano, escribió en 1980 para decir que este fósil de *Archaeopteryx* «posiblemente será el más importante espécimen de la historia natural, tal vez comparable con el valor de la piedra Rosetta». Su cabeza estaba intacta, una cabeza de Huxley. El cráneo era de ave con una boca que se desarrollaba hacia adelante adquiriendo forma de pico, pero en las mandíbulas había dientes afilados de reptil. En contraste con el espécimen de Londres este esqueleto estaba articulado en una pose natural con las alas extendidas. Los brazos y manos de tipo dinosaurio, estaban adornadas con una gran cantidad de plumas casi idénticas en detalle a las de las aves modernas y había más plumas a ambos lados de su larga cola de reptil. En esta ocasión, el *Archaeopteryx* se parecía aún más al eslabón perdido.

Este segundo ejemplar también fue a parar a manos de la familia Háberlein. El médico había muerto, pero su hijo Ernesto se sintió igualmente emprendedor y ofreció a la venta el esqueleto por un precio tres veces superior al logrado por el primer espécimen. Tras muchos regateos, el industrial Wemer Siemens compró el fósil para asegurarse de que se quedaba en Alemania, y volvió a venderlo a la Universidad de Berlín. En homenaje al industrial el fósil fue clasificado como si fuera un género especial, *Archaeomis siemensi*. Sin embargo, estudios posteriores demostraron que el segundo espécimen pertenecía probablemente al mismo género, si no a la misma especie que el primer *Archaeopteryx*. Entre los paleontólogos el segundo *Archaeopteryx*, en la actualidad propiedad del Museo de la Universidad Humboldt, en Berlín, es mencionado generalmente como el espécimen de Berlín.

Desde entonces han sido identificados otros esqueletos de *Archaeopteryx*. El siguiente descubrimiento se produjo mucho tiempo después. En 1956, un estudiante de geología alemán dio con un ejemplar, en mal estado de descomposición, que estaba casi olvidado en la cabaña de un cantero a pocos cientos de metros del lugar donde fuera hallado el esqueleto de Londres. Durante unos años el fósil fue exhibido en un pequeño museo en Maxberg y por esa razón pasó a ser llamado el espécimen de Maxberg.

Otro esqueleto fue identificado en 1970. Según se supo después éste había sido encontrado y estaba en circulación desde 1855, es decir, seis años antes del descubrimiento de la pluma solitaria y el esqueleto de Londres. John Ostrom, mientras se hallaba en Europa para estudiar los especímenes de Londres, Berlín y Maxberg, también visitó el Museo Teyler, en Harlem, Países Bajos. Allí encontró un espécimen que había sido clasificado como un pterosaurio, pero que no lo era en absoluto. De inmediato se dio cuenta de que las piernas y los pies eran demasiado largos para un pterosaurio de aquella era. Los tres dedos de las garras eran de distinta longitud mientras

que una de las características del pterosaurio es que son igualmente largos. ¿Podría tratarse de un *Archaeopteryx* erróneamente identificado? Provenía de la misma cantera. Ostrom se sintió picado en su curiosidad y consiguió permiso para sacar el fósil de la vitrina en que se exhibía para poder inspeccionarlo más de cerca y detalladamente. Cuando colocó la losa de piedra caliza bajo una luz fuerte pudo ver leves impresiones de plumas, algo que nadie había descubierto previamente cuando se realizó el hallazgo, porque no existía razón que los pudiera llevar a sospechar la existencia de algo tan extraño. Los pterosaurios eran reptiles voladores, o planeadores, con alas de membranas de piel, no de plumas.

Ostrom le preguntó al director del museo de Teyler si podía prestarle el fósil para llevárselo a su casa, en Yale, y poder estudiarlo con detalle. Explicó su sospecha de que en realidad el pterosaurio podía ser un *Archaeopteryx*, algo que cualquier director de museo se sentiría satisfecho de oír. Ostrom abandonó el museo con una caja de zapatos bajo el brazo cuyo contenido había sido asegurado por un millón de dólares.

Irónicamente, el mismo Hermann von Meyer que había aplicado el nombre de *Archaeopteryx* a la pluma solitaria y había informado sobre el espécimen de Londres, fue el primero que describió -e identificó equivocadamente-el espécimen de Teyler. Lo hizo en 1857, es decir, antes de que se hubiera reconocido ningún fósil de ave en las pizarras de Solnhofen. Von Meyer observó, desde luego, que la «membrana de las alas» tenía una extraña apariencia, distinta a la de otros pterosaurios que él había visto. Pero se limitó a informar que se trataba de una especie distinta de pterosaurio. Ostrom, de vuelta en Yale en el otoño de 1970, confirmó su primera impresión de que se trataba de un nuevo fósil de *Archaeopteryx* y anunció el redescubrimiento, para decirlo así, de un nuevo ejemplar. Aunque el espécimen de Teyler «está en estado fragmentario y es mucho menos espectacular» que los ejemplares de Londres y de Berlín, dijo Ostrom, tiene garras bien conservadas que ofrecen «nuevas evidencias importantes que no están conservadas en ninguno de los otros especímenes». Una especie de vaina o cubierta córnea, en cierto modo semejante a una uña humana, rodeaba las garras.

Años más tarde, refiriéndose a su «afortunado» descubrimiento, Ostrom sacó una moraleja: «Mi hallazgo es un clásico ejemplo de por qué un paleontólogo o un museo nunca deben desprenderse de nada que no pueda ser clasificado de absolutamente desprovisto de valor.» Era también una prueba irrefutable que justificaba la tendencia en aumento a creer que los descubrimientos de importancia se hacen con mayor frecuencia en los laboratorios o los museos que con el trabajo en el exterior. «Desde que tuve que dejar de trabajar en el campo, en las excavaciones -añadió Ostrom-, he venido diciendo que los descubrimientos más importantes se hicieron en los almacenes de los museos.»[8]

El quinto y más reciente de los ejemplares de *Archaeopteryx* sacado a la luz, se presentó en 1973. También este esqueleto había sido excavado con anterioridad, en 1951, y se pensó que se trataba de algo distinto, un espécimen del pequeño dinosaurio *Compsognathus*. La confusión le hubiera gustado a Huxley. Era comprensible, sin embargo, ese error porque este ejemplar carecía de huellas de plumas claramente perceptibles. Si no hubiera procedido de una de las canteras de piedra arcillosa del jurásico, en las proximidades de Eichstatt, la posibilidad de que aquel ejemplar fuera de un *Archaeopteryx* no se le hubiese ocurrido a nadie. Un profesor de Eichstatt, Franz X. Mary, adquirió el espécimen y a su debido tiempo reconoció en él otro *Archaeopteryx*.

Así, pues, ahora se dispone de cinco especímenes de esta rara ave primitiva: los ejemplares de Londres, Berlín, Maxberg, Teyler y Eichstatt, así como la pluma solitaria que se conserva en el museo de Munich. De vez en cuando corren rumores que hablan de la existencia de otros. En 1983, los paleontólogos alemanes pensaron que disponían de dos candidatos. Pero uno de ellos resultó ser un pez. El otro, lo que no resulta tan extraño, se demostró que eran los restos de un pterosaurio. La confusión de las identidades era corriente en aquellos casos. Hasta entonces no había aparecido ningún ave, de la era que fuera, en el registro de los fósiles. En 1978, Jim Jensen, excavando en Colorado, anunció el descubrimiento de lo que él mismo llamó un posible rival del *Archaeopteryx*, pero los fósiles eran tan pocos y tan fragmentados que ningún científico se mostró decidido a mostrar su acuerdo con Jensen.

Pero sólo hacía falta uno, la primera de aquellas aves de 150 millones de años de antigüedad, procedentes de las piedras arcillosas de Solnhofen, el primer reptil-ave *Archaeopteryx,* para apoyar la efectiva defensa que venía haciendo Huxley de la teoría de Darwin que defendía la evolución por medio de la selección natural. Hacía ya tiempo que no se cuestionaba seriamente el que las aves procedieran de la evolución de los arcaicos reptiles.

Othniel Charles Marsh declaró en 1877 que Huxley, realmente, había establecido el puente entre reptiles y aves. El *Compsognathus* y el *Archaeopteryx*, dijo, sirven como «escalones de piedra por los cuales los evolucionistas de hoy día conducen al dudoso hermano para cruzar los vacíos restos del golfo, que antaño pareció insalvable». Durante varios años, la hipótesis de que las aves eran descendientes directas de los reptiles gozó de amplio apoyo, que sólo perdió su favor en el momento de su muerte en 1895. Desde entonces la hipótesis ha sido revivida y, con las nuevas pruebas, se formó un grupo abundante de fanáticos partidarios. El *Archaeopteryx* es, todavía, el mejor ejemplo conocido del tipo de criaturas predecidas por la teoría de Darwin: una especie que representa un paso intermedio entre dos grandes clases de organismos.

El descubrimiento del *Archaeopteryx,* que tuvo lugar poco después de que Darwin publicara su libro *The Ori-gin of Species*, elevó el estudio de los dinosaurios a un plano más amplio y más elevado. Pasaron a ser considerados algo más que monstruosas curiosidades. Era más que posible que los dinosaurios fueran figuras claves en algunas evoluciones trascendentales en el curso de la vida en la Tierra. Dándose cuenta de ello, teniendo la impresión de que el descubrimiento de los dinosaurios no había hecho más que comenzar, los científicos fueron dedicando, cada vez en

mayor número, sus carreras y sus vidas a la exploración del tiempo tal y como nos era revelado por los huesos de aquellas criaturas.

6. COPE Y MARSH: LAS GUERRAS DE LOS HUESOS

Desde el Oeste americano llegaron, en 1877, tres mensajes sobre descubrimientos de huesos poco corrientes que habrían de convertirse en objeto de controversia y en la más enconada de las rivalidades en la historia de la paleontología. Pusieron en movimiento expediciones exploradoras que descubrieron algunos de los más ricos cementerios de dinosaurios del mundo y llevarían al descubrimiento de unas criaturas del pasado tan populares como el *Brontosaurus* y el *Diplodocus,* el *Stegosaurus* y el *Triceratop.* Los nuevos hallazgos revelaron, por encima de toda duda, que los dinosaurios vivieron en gran número en el mesozoico y que existieron en una variedad insospechada de formas y tamaños.

El primer mensaje procedió de Arthur Lakes, un maestro de escuela inglés que enseñaba en Golden, Colorado, un pueblo situado al oeste de Denver. Lakes había estudiado geología en Oxford y en su tiempo libre se dedicaba a recoger fósiles. A comienzos de la primavera, él y H. C. Beckwith, un capitán de la armada, de Connecticut, estaban excavando en las montañas próximas a la ciudad vecina de Morrison. Estaban buscando hojas fósiles y examinando el estrato geológico a lo largo de las orillas de la cala Bear. Cuando llegaron a una colina de arenisca, Lakes encontró algunos grandes huesos incrustados en la roca. Eran, según una carta que escribió en abril a la Universidad de Yale, «aparentemente una vértebra y un hueso húmero de algún saurio gigante».

Lakes dirigió la carta, conjuntamente con dos pequeños bocetos de los huesos, a Othniel Charles Marsh, profesor de paleontología en Yale, que era muy conocido como hombre rico y dispuesto a pagar por nuevos especímenes. Marsh tardó mucho en responder. Mientras tanto, Lakes desenterró otros huesos «colosales» de no menos de seis animales diferentes, cuando no de seis especies distintas. Al parecer envió diez cajones repletos de huesos a

New Haven, para su identificación, y como no tenía la seguridad de que Marsh estuviera interesado envió seguidamente un cargamento de especímenes semejantes a un paleontólogo de Filadelfia, Edward Drinker Cope, otro hombre de dinero que era un científico independiente especializado en la vida en la prehistoria. Esos dos envíos, ciertamente, llegarían a provocar una inesperada reacción. Cope y Marsh acabarían odiándose mutuamente.

La reacción fue rápida y predecible. Cuando Marsh recibió su envío, le mandó a Lakes cien dólares y le pidió que mantuviera en secreto el lugar de los descubrimientos. El 1 de julio publicó una extensa descripción de los descubrimientos de Lakes, en el *American Journal of Science.* Al animal con los grandes huesos le dio el nombre de *Titanosaurus,* pero, posteriormente, lo cambió por el de *Atlantosaurus.* Cuando Marsh se enteró de la existencia de la correspondencia entre Lakes y Cope, telefoneó a Benjamín Mudge, su jefe recolector de fósiles sobre el terreno para que de inmediato dejara Kansas y se trasladara a Morrison, Colorado, para asegurarse los servicios y la lealtad de Lakes y que se hiciera cargo de las excavaciones. Antes de que Cope pudiera publicar su propia interpretación de los huesos, Lakes le escribió diciéndole que las muestras halladas debían ser enviadas a Marsh. Cope lo hizo así, aunque con toda seguridad debió de sentirse profundamente irritado por este último triunfo de su rival.

Sin embargo, por esos días llegó un segundo mensaje anunciando otro descubrimiento procedente igualmente del Oeste y estaba dirigido a Cope. En la misma primavera, O. W. Lucas,

un naturalista aficionado que también era maestro de profesión, estaba recogiendo plantas en las proximidades de Cañón City, Colorado, y encontró una buena cantidad de grandes huesos fósiles. Lucas envió algunos de los especímenes a Cope, quien lo animó a que siguiera excavando para buscar más. Para finales de verano Cope había podido reunir un número suficiente de muestras para llegar a la conclusión de que los dinosaurios de Cañón City habían sido herbívoros, con una longitud de entre veinte a veinticinco metros, con lo cual excedía «en sus proporciones a cualquier otro animal descrito hasta entonces, incluso el encontrado por el profesor Lakes cerca de Golden City». Se trataba del *Camarasaurus.* Inmediatamente que Marsh supo de los hallazgos de Cañón City dio instrucciones a Mudge de que abandonara las excavaciones de Morrison y realizara sus prospecciones en la zona en la que Lucas estaba trabajando para Cope. Mudge, desde luego, informó a Marsh de que Lucas estaba encontrando huesos para Cope que eran mucho mayores que todo lo que Lakes había conseguido. Con la aprobación de Marsh, Mudge hizo trasladar de Kansas a Samuel Wendell Williston para establecer un campamento rival cerca de Cañón City. Hacía ya muchos años que Marsh no realizaba excavaciones en persona y confiaba principalmente en hombres como Mudge y Williston, buscadores de fósiles especializados y con experiencia, que trabajaban por cuenta propia, pero que aceptaban también encargos pagados por los paleontólogos profesionales residente lejos de allí, en el Este. Constituían una nueva especie de cazadores de dinosaurios, buscadores de huesos profesionales contratados a jornada completa. Mudge era profesor en el Kansas State Agricultural College (en la actualidad Universidad del Estado de Kansas), en Manhattan, y Williston había sido uno de sus estudiantes. Williston continuaría sus estudios hasta convertirse en un buen paleontólogo por derecho propio, pero en Cañón City y en el año 1877 tuvo poca suerte trabajando para Marsh. Informó que Lucas estaba consiguiendo los mejores huesos para Cope y había rechazado las peticiones que le hicieron para que dejara a Cope y pasara a trabajar para Marsh. Ni Cope ni Marsh hubieran vacilado en sobornar a los que trabajaban para su rival.

Marsh no tuvo tiempo para alimentar su desengaño en Cañón City, puesto que había razones para creer que tenía a su alcance una recompensa aún mayor. A finales de julio de 1877, el tercer mensaje de un descubrimiento en el Oeste le llegó cuando se hallaba en New Haven. La carta le era enviada desde Laramie y firmada por «Harlow y Edward». Decía así:

Le escribo para anunciarle el descubrimiento realizado no lejos de este lugar de un gran número de fósiles, que se supone proceden del megaterio, aunque aquí no hay el suficiente número de geólogos para poder afirmarlo con seguridad. Hemos excavado uno parcialmente y ahora sabemos que hay varios otros en lugares donde hasta ahora no hemos realizado trabajo alguno. La formación geológica en que han sido encontrados es del período terciario.

Estamos deseosos de disponer de los fósiles que ya hemos conseguido y, también, del secreto de los otros. Somos trabajadores y, por lo tanto, no estamos en condiciones de ofrecérselos como un regalo, pero podemos vender el secreto del lecho de los fósiles y conseguir trabajo excavando otros y nos gustaría mucho hacerlo así.

Hasta ahora no nos hemos dirigido a nadie.

Hemos medido uno de los omoplatos y comprobamos que medía ocho pies y cuatro pulgadas de largo (2,42 m).

Una de las vértebras mide dos pies y medio de circunferencia (76 cm) y diez pulgadas de longitud (25,4 cm).

En prueba de nuestra sinceridad y veracidad le enviamos algunos fósiles por lo que nos

costaron en tiempo y dinero el desenterrarlos.

Nos gustaría mucho recibir noticias suyas que siempre serán bienvenidas, puesto que sabemos que es usted un geólogo entusiasta y un hombre de medios de fortuna, cualidades que siempre hemos estado deseosos de encontrar… y en especial la última.

Esperando tener noticias suyas muy pronto, antes de que empiece a cuajar la nieve del invierno…

Las cajas de huesos de Harlow y Edward llegaron finalmente a Marsh en octubre con una carta que hacía mención de nuevos descubrimientos. Los huesos, definitivamente, pertenecían a un dinosaurio y eran gigantescos. Los dos hombres se habían equivocado al situarlos en el terciario y también con respecto a la edad de los grandes reptiles. De inmediato Marsh les envió una caita con instrucciones sobre posibles futuras recogidas y envío, con preguntas sobre la geología del lugar donde se había realizado el descubrimiento, y un cheque de 75 dólares pagadero a nombre de Harlow y Edward. (Esto puede parecer una pobre compensación por su trabajo, pero en aquellos días y en el territorio de Wyoming, el salario mensual de un hombre solía ser mucho menos.)

En su comunicado siguiente los dos hombres se mostraron dispuestos a trabajar para Marsh, pero le avisaban de que había «mucha gente que busca estas cosas» en la vecindad. Esto era todo lo que Marsh tuvo que oír para sentirse embargado por el temor de que los agentes de Cope pudieran estar acercándose a *sus* huesos.

En vista de eso, Marsh despachó a Williston hacia el lugar de las excavaciones que, para entonces, ya se había descubierto era la Estación Como, del ferrocarril Union Pacific, al oeste de Laramie, no lejos de Medicine Bow, un lugar sin orden ni ley que Owen Wister utilizaría como escenario de su doctrina del Oeste en *The Virginian.* Williston se bajó del tren ya bien entrada la noche de un día de noviembre para encontrarse con que la estación consistía en dos hileras de barracas muy primitivas levantadas en una llanura barrida por el viento. Le preguntó al jefe de estación por un hotel y fue enviado a una de las barracas. Allí preguntó de nuevo dónde podía encontrar a Harlow y Edward y se enteró de que vivían en un rancho en el campo bastante lejano de allí. «Una caja de puros recién abierta ayudó a arreglar las cosas», recuerda Williston. El agente frunció el ceño y acabó por reconocer que él y su capataz eran Harlow y Edward. Williston le enseñó al jefe de estación un telegrama de Marsh para probar su identidad y al día siguiente fue conducido a donde los dos buscadores guardaban su tesoro de huesos fósiles, a lo largo de un cerro al sur de la estación conocido con el nombre de Como Bluff.

Como Williston le escribió a Marsh poco después de su llegada a Como, Harlow y Edward eran en realidad William E. Carlin, el jefe de estación, y William H. Reed, el agente de la compañía. Habían utilizado nombres falsos para ocultar su conexión con los fósiles, posiblemente porque los habían estado recogiendo en las horas de trabajo que debían dedicar al ferrocarril. El subterfugio les salió caro puesto que no pudieron cobrar el cheque nominal que les enviara Marsh. Pero no había falsedad alguna en sus informes sobre los fósiles. Los huesos, escribió Williston, «se extienden durante once kilómetros y se encuentran a toneladas». Varias toneladas de huesos ya habían sido embaladas y estaban esperando ser transportadas a New Haven.

Dos días más tarde Williston volvió a escribirle a Marsh con mayor entusiasmo: «Cañón City y Morrison son sencillamente nada en comparación con esta localidad tanto en lo que se refiere a perfección y accesibilidad como a la cantidad.» Recomendaba a Marsh que contratara a Carlin y a Reed por setenta y cinco dólares al mes a cada uno.

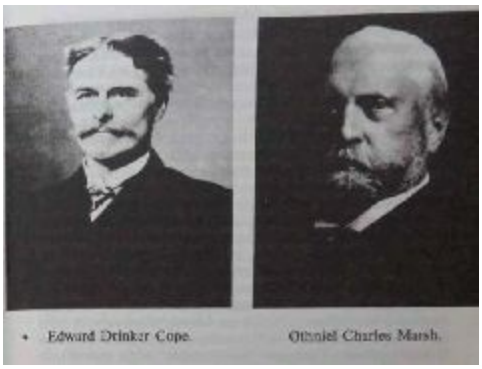
Y le advertía: «El próximo verano será grande el peligro de la concurrencia.»

Por lo visto Marsh compartió la sensación de urgencia de Williston. Firmó un contrato con Carlin y Reed por noventa dólares mensuales cada uno, en vez de los setenta y cinco dólares, y en él se estipulaba que «debían tomar las precauciones razonables para mantener fuera de la región a todos los buscadores de fósiles no autorizados por el profesor Marsh y hacer los mayores esfuerzos en defensa de los intereses del profesor Marsh». Williston recibió instrucciones de quedarse en Como para supervisar las excavaciones.

Así quedó establecido el escenario de uno de los períodos más productivos en el descubrimiento de restos de dinosaurios en Colorado y Wyoming y, después, más hacia el norte. Los colonos de mentalidad más simple miraban a aquellos primeros cazadores de fósiles y naturalistas como una curiosa colección de tipos raros. Para ellos «todo aquel que se marchaba al Oeste en busca de huesos petrificados, o incluso insectos, demostraba carecer de sentido común», recuerda James H. Cook, un cazador de pieles y ranchero que conoció a Cope y a Marsh y que después acabaría, él mismo, por sentir la auténtica «emoción» que significa el hallazgo de fósiles, en la región occidental de Nebraska. Los fósiles aparecían por todas partes y aquélla fue una época en la cual el objeto y el carácter de la caza del dinosaurio cambiaría para siempre. Los aficionados que hacían algún descubrimiento por mera suerte fueron eclipsados por los paleontólogos profesionales y sus recolectores contratados que aportaron a la caza un fervor adquisitivo que parecía un reflejo de la época de la expansión. Los indios estaban siendo sometidos a la fuerza, los búfalos exterminados y el país se expansionaba en busca de ser cultivado y explotado. El nuevo ferrocarril transcontinental trasladaba nuevos colonos y buscadores de fortuna. Los cazadores de dinosaurios, de acuerdo con el espíritu de la época y del lugar, establecieron sus propias pretensiones sobre los lugares descubiertos, que guardaban celosamente y a veces hasta con belicosidad, mientras seguían excavando en busca de fama y fortuna. En lugares semejantes a Como Bluff tenían que luchar contra los elementos y entre sí. Fueron ellos los pioneros de los métodos de exploración paleontológica sistemática a gran escala. Desarrollaron nuevas técnicas para proteger los fósiles más delicados durante los largos viajes hasta los laboratorios y los museos del Este. Esos envíos iban en grandes vagones, toneladas y toneladas de huesos de dinosaurio destinados, principalmente, a Filadelfia y New Haven, a las manos ansiosas de Cope y Marsh.

La competencia en la ciencia, como en cualquier otra actividad humana, es normal y hasta puede ser saludable; puede sacar a relucir lo mejor de las personas brillantes y ambiciosas. Pero en Cope y Marsh lo que descubrió fue lo peor. Ambos eran brillantes y ambiciosos, pero también arrogantes y vengativos, ansiosos de conseguir fama y renombre. Entre ellos se estableció una lucha por la supremacía científica que estaba marcada por los celos, la envidia y la desconfianza mutuas. No se trataba simplemente de que cada uno de ellos quisiera triunfar, sino que, además, deseaba el fracaso del otro.

Cope era el más brillante de los dos, un genio impetuoso de carácter voluble. Su rapidez mental le ganó un pronto reconocimiento por parte del estamento científico. Su interés abarcaba todo lo relacionado con la naturaleza, pero se centraba en la herpetología y la paleontología de los vertebrados, y se aprestaba a publicar sus observaciones sin demora -demasiado apresuradamente, decían algunos-sobre todo lo que le acudía a la mente. Nunca evitó la especulación. En 1867, a la edad de veintisiete años, publicó *Origin of Genera* un tratado en el



cual aceptaba la evolución, pero rechazaba la selección natural El libro lo clasificó como uno de los más destacados representantes de la escuela americana de la evolución, o neolamarckismo. Sin embargo, Cope no era esencialmente un líder, sino un solitario. Fue uno de los últimos científicos que trabajó con independencia de cualquier institución académica. Jamás aceptaría ser un mero colegiado. Su impaciencia y temperamento fiero lo alienaban de los demás científicos. Era incapaz de ocultar sus sentimientos, incluso en los casos que hubiera resultado diplomático y conveniente hacerlo así. Tampoco podía olvidar ni perdonar a un crítico o a un rival.

Los rostros de estos dos hombres ofrecen bastante más que un indicio de sus caracteres. Los elegantes bigotes de color castaño de Cope hablaban de la comodidad y la respetabilidad en las que había nacido. Sus ojos de mirada intensa y su mentón enérgico descubrían agresividad. La mandíbula inferior de Cope había sido llamada una afrenta para la paz. Por su parte, Marsh, barbudo y calvo, presentaba una imagen más estólida y dura. Su rostro apenas si expresaba sus emociones, como si éstas fueran algo que su naturaleza solitaria no pudiera compartir con otros. Era la imagen de un hombre bien centrado, seguro de sí mismo y acostumbrado a abrirse camino por la fuerza más que por la persuasión.

Marsh era un pensador lento pero seguro, un genio para reconocer y concentrarse en los asuntos más desafiantes y en las cuestiones más arduas de la ciencia. Se había convertido en un ferviente defensor de Darwin en Estados Unidos. Consiguió los fósiles mayores y más impresionantes del Oeste. Pero también Marsh, como Cope, era un solitario. Aunque contaba con muchos aliados en altos puestos del gobierno y del campo científico y disfrutaba de la camaradería de los clubs de moda, al parecer era incapaz de mantener una estrecha amistad con nadie. Tenía un comportamiento distante y era de naturaleza desconfiada. Un colega observó en Marsh «la ausencia total de ese intercambio de confidencias que existe normalmente entre amigos íntimos». Siguió soltero toda su vida, lo que llevó a uno de sus compañeros de clase a afirmar que Marsh manejaba muchos huesos, pero nunca había conseguido una costilla.

Othniel Charles Marsh, que prefería ser llamado O. C. *(O si* en la pronunciación inglesa), de acuerdo con las iniciales de su nombre propio, era nueve años mayor que Cope. Había nacido en Lockport, al oeste de Nueva York, en 1831. Hijo de un campesino, seguramente él también hubiera sido uno de ellos si su madre no hubiese sido la hermana de George Peabody, un rico financiero. Marsh tuvo una infancia solitaria. Su madre murió cuando él sólo tenía tres años de edad y vivió principalmente con sus tíos y tías. No mostró especial actitud ni ambición destacada por nada, salvo por la búsqueda de fósiles en las llanuras del canal Erie, cerca de su hogar. Sin embargo, cuando tenía veinte años la suerte alejó a Marsh de su granja. Recibió un legado de las propiedades de su madre gracias a Peabody, y Marsh pudo entrar en la Academia Phillips, de Andover, Massachusetts, donde se pasó cinco años y se autodescubrió como un buen estudiante y

un joven con un claro concepto de sus propósitos. Le escribió a su tío George, en Londres: «En todo lo que de mí dependa y esté en mis manos el evitarlo, nunca tendrá ocasión de arrepentirse de la bondad que ha mostrado por mí y por mi querida madre.» Marsh quería dinero para ir a Yale y lo consiguió. A los veintidós años ingresó en el famoso *college* y estudió allí durante seis años como estudiante de preparatoria hasta que pasó a la Escuela de Ciencias de Sheffield, siempre viviendo bien, en un apartamento de cuatro habitaciones con sus colecciones de minerales y fósiles. Después de sus estudios en Yale, la generosidad del tío George llevó a Marsh a Europa, en 1862, donde pasó la mayor parte del tiempo que duró la guerra civil de Estados Unidos. No está claro si se libró del servicio militar por dinero, como hicieron otros jóvenes ricos o, como dicen otros relatos, se libró del servicio militar debido a su mala vista. Sea como fuere, lo cierto es que aprovechó el tiempo que estuvo en el extranjero para estudiar en algunas universidades alemanas, para visitar museos y acompañar a su tío en la pesca del salmón, en Escocia. Cuando regresó a New Haven en 1866, llevó consigo un regalo de 15.000 dólares para fundar un museo de historia natural, que fue sólo una de las muchas aportaciones que la filantropía de Peabody hizo a la educación del pueblo americano. Marsh fue recompensado con una cátedra en Yale. Eso y el dinero adicional que recibió a la muerte de Peabody en 1869, encauzaron el futuro de O. C. Marsh.

Es sorprendente que Marsh no descubriera las capas llenas de huesos de dinosaurios de Como Bluff en 1868. En su primer viaje al Oeste, tomó uno de los trenes de la Union Pacific, cuya línea acababa de ser finalizada, para, entre otras cosas, tratar de descubrir una salamandra tigre que se decía habitaba en el lago. Cuando el tren se detuvo brevemente para aprovisionarse de agua en la estación Antelope, en el oeste de Nebraska, Marsh examinó una serie de fósiles existente en tomo a un nuevo manantial. Identificó los huesos de algunos animales extinguidos, entre ellos un caballo enano. Cuando el jefe de tren gritó, «¡ Señores viajeros, al tren!», Marsh se alejó de allí de mala gana y sólo después de haber convencido al jefe de estación para que recogiera más huesos fósiles para él y los tuviera dispuestos para que pudiera llevárselos cuando volviera a pasar por allí en su viaje de regreso al Este. En Como, Marsh encontró la salamandra que buscaba, aunque no supo darse cuenta de la presencia de una buena cantidad de huesos de dinosaurio que había allí por todas partes como troncos abandonados. Estos fósiles tuvieron que esperar su descubrimiento hasta la llegada de Carlin y Reed. Es posible que la mente de Marsh estuviera fija en la estación Antelope. En su viaje de vuelta Marsh recibió «un sombrero lleno de huesos» de manos del jefe de estación. «Cuando nos estrechamos la mano -escribiría Marsh-, dejé en su palma una brillante moneda por su trabajo.»

Ésa era la forma en que Marsh gastaba su dinero en la adquisición de fósiles, pero en aquel caso los huesos valían bien aquellas monedas. El caballo fósil de la estación de Antelope fue un descubrimiento importante. Se trataba de una pieza famosa que probaba paleontológicamente la validez de la teoría de Darwin. Su reconocimiento de este eslabón perdido despertó la atención de los científicos del mundo por Marsh. Éste se sintió más convencido que nunca de que la paleontología constituiría el trabajo de su vida.

Marsh regresó al Oeste como jefe de cuatro expediciones de estudiantes de Yale, desde 1870 a 1873, trabajando principalmente en el oeste de Kansas y en Wyoming. Algunos ex alumnos de Yale con influencia en Washington consiguieron que las guarniciones militares les facilitaran provisiones y escoltas de caballería para proteger sus movimientos contra los indios en territorios hostiles, aunque por lo general los soldados no apreciaban lo que estaban haciendo.

Como cuenta Charles Betts, uno de los estudiantes: «Después de catorce horas en la silla, uno de los soldados, agotado por el calor y la sed, acabó por exclamar: "¿Para qué hizo Dios todopoderoso una tierra como ésta?" Otro de los soldados más creyente y devoto le replicó: "Dios todopoderoso hizo esta tierra lo suficientemente buena, ¡pero es esta diabólica geología de la que habla el profesor la que lo ha estropeado todo!"»

Incluso el estólido Marsh pareció ceder ante el impulso romántico de exagerar sus experiencias en el Oeste. No era el primer hombre del Este que lo hacía así después de una experiencia en el Oeste. Y en él resultaba casi lógico. Muchos de los buscadores de fósiles contratados por Marsh se quejaban de que éste se apropiaba del éxito de exploraciones que se realizaban mientras se hallaba cómodamente en New Haven. Samuel Williston escribió en 1897:

En sus publicaciones el profesor Marsh declara, o deja deducir, que sus exploraciones personales en este o aquel campo fueron muy extensas y numerosas, y que la mayor parte de los fósiles por él descritos son el resultado de esas expediciones. La verdad es que desde 1875, cuando comenzaron mis relaciones personales con el profesor Marsh, éste no había realizado trabajos en los yacimientos y su conocimiento de las formaciones donde fueron hallados los fósiles se derivan de las pocas y breves visitas a los campamentos donde trabajan para él los buscadores contratados. Sus referencias a los peligros personales en los encuentros con indios hostiles son divertidas en extremo para quienes conocen los hechos. Creo estar en condiciones de afirmar, sin temor a ser contradicho, que el profesor Marsh no corrió más peligro en sus encuentros con los indios que cuando recibió en su casa de New Haven a Nube Roja.

Nube Roja era el más destacado de los jefes guerreros de los sioux con el que Marsh hizo amistad en 1874. Para conseguir su permiso para la caza de fósiles en territorio sioux, en Nebraska y Dakota, en la que sería la última de las expediciones de Marsh, se mostró dispuesto a transmitir a Washington las quejas de Nube Roja contra los corruptos agentes del gobierno encargados de los asuntos indios, que estaban distribuyendo alimentos podridos y suministros en pésimas condiciones a los hambrientos sioux. Marsh lo hizo. Y además logró que los periódicos dedicaran su atención a aquel fraude. La investigación subsiguiente descubrió uno de los muchos escándalos de la administración de Grant y provocó la expulsión del jefe de la Oficina de Asuntos Indios.

Ese asunto hizo que Marsh gustara, por vez primera, el sabor de la celebridad a nivel nacional, que tanto había hecho por conseguir y que esperaba desde hacía mucho tiempo. Esto coincidió, además, con su elección para la Academia Nacional de Ciencias. Después de un comienzo lento e incierto, su lugar en el campo científico parecía asegurado. Tenía buenas influencias en Washington, honores profesionales y cajones y cajones llenos de los especímenes más fascinantes de fósiles, entre ellos algunos de aves dentadas y pterodáctilos, con alas de una envergadura de hasta seis metros. Con todos ellos pudo llenar el museo que su tío George había financiado en la Universidad de Yale. Y lo que es más, Marsh, finalmente había alcanzado la estatura científica de su más joven rival, Edward Drinker Cope.

Cope había nacido en 1840 en la familia de un próspero naviero y hombre de negocios de Filadelfia. Después de la muerte de su madre cuando tenía tres años, la misma edad de Marsh cuando se quedó huérfano de madre, Cope creció en un ambiente familiar cerrado y disfrutó del cariño y el aliento de su padre y su madrastra. Desde muy joven, el chico mostró gran interés por la naturaleza y exploraba los bosques que rodeaban Filadelfia tomando notas y haciendo dibujos de los fósiles que veía en la Academia de Ciencias Naturales. En un viaje por mar a Boston, con

su padre, llenó su diario de excelentes dibujos de medusas y delfines. No cabía duda de que pensaba dedicar su vida al estudio de las ciencias. Al salir de la escuela, en 1860, Cope empezó a estudiar anatomía con Joseph Leidy en la Universidad de Pennsylvania, pero no cursó estudios universitarios oficiales. En vez de ello se preparó él mismo, pasándose dos años catalogando de nuevo la colección herpetológica de la Academia de Ciencias Naturales y, después, como Marsh, viajando por Europa para visitar museos y a los más destacados científicos. Su estancia en Europa tuvo lugar en los años 1863-1864, durante la guerra civil. Cope era un cuáquero devoto y, por lo tanto, pacifista. También se cree que el viaje se debió al interés de su padre por separarlo de una mujer de la que estaba enamorado. A su regreso, Cope se hizo cargo de la dirección de la hacienda agrícola que su padre le había comprado, dio clases de zoología durante algún tiempo en el Haverfort College y se casó con una prima lejana llamada Annie Pim.

Los rasgos que harían de Cope un hombre tan difícil de tratar y tan desgraciado ya se habían manifestado. Era inquieto, impaciente y pendenciero. Sufría con su propia brillantez y hacía sufrir a los demás. Dejó su hacienda, por la que no sentía interés, y dimitió de su trabajo en la facultad de Haverford por diferencias con la administración. De joven, Cope le escribió a su padre: «Yo no estoy hecho para llevar una vida confortable de acuerdo con las normas de las gentes.» O, para ser más sincero, con las normas de las gentes que eran sus amigos y colegas científicos. Un día, en el vestíbulo de la American Philosophical Society, Cope llegó a liarse a puñetazos e hincharle un ojo a uno de sus amigos por unas diferencias de opinión sobre un tema científico. Muchos otros fueron víctimas de su lengua agresiva e hiriente. Leidy llegó a decir de Cope: «Hace las cosas de una forma innecesariamente ofensiva.»

En 1867, Cope se trasladó, con su esposa y una hija de corta edad, a Haddonfield, New Jersey, donde estaba más cerca de los lugares de recolección de fósiles en los que había sido descubierto el primer hadrosaurio en la década anterior y donde, con sus ingresos independientes, podía dedicarse plenamente, como profesional, al estudio de los reptiles modernos y de los vertebrados fósiles. Pese a que aún no había llegado a los treinta, Cope ya había publicado numerosos informes científicos en los que, como siempre, se sintió arrastrado a poner en ellos más de sus observaciones e ideas. En su carrera científica escribió más de 1 400 artículos y varios libros.

La penetración de Cope en el Oeste se produjo en 1871, cuando viajó al oeste de Kansas. Había leído las noticias sobre las exploraciones de Marsh en la región del río Smoky Hill y deseaba recoger muestras de los restos de la vida del período cretáceo en los lechos calizos de aquel lugar. En este viaje formó equipo con Charles H. Stemberg, un cazador de fósiles independiente y todavía joven, y sus esfuerzos dieron como resultado una abundante cantidad de tortugas fósiles, serpientes de mar, mosasaurios y tiburones, en una tierra que antaño fuera un fondo marino. Stemberg era un hombre poco comente puesto que fue capaz de llevarse bien con Cope y no expresó más que admiración por su inteligencia, buen ánimo y espíritu indomable que mostró sobre el terreno.

En otra expedición, en 1876, Stemberg acompañó a Cope en una búsqueda de fósiles en el río Judith, en la región de Montana, haciendo el viaje en tren y diligencia hasta Helena. Cuando estaban allí llegó hasta ellos la noticia de la matanza de las tropas de Custer en Little Big Hom a manos de los indios sioux. Cope había sido prevenido de que no debía adentrarse en las tierras peligrosas que constituían la zona neutral entre los sioux y sus enemigos hereditarios, los crows. Los buscadores de fósiles podían ser asesinados por cualquiera de las dos tribus rivales que

cargarían las culpas sobre sus enemigos. Pero, como recuerda Stemberg, Cope razonó que aquél era el mejor momento para entrar en la región. Todos los guerreros sioux estarían con Toro Sentado y, por lo tanto, no podrían llegar hasta la región del río Judith en un mes o dos. En vista de ello, Cope y Stemberg avanzaron desde Fort Bento, un pueblo de la «frontera» que, según escribiría Stemberg, «terna las calles adoquinadas con naipes». Compraron un carro y un tiro de muías, contrataron los servicios de un cocinero y algunos muleros y se pusieron en marcha. El instinto de Cope no se equivocó y en su viaje no encontraron indios amenazadores. Algunos caciques de los crows, que los visitaron en son de paz, se quedaron encantados al ver cómo Cope se quitaba y se ponía su dentadura postiza. Durante muchos días de viaje Stemberg y Cope no encontraron un solo ser humano. Desde la salida a la puesta del sol, Cope recorría lenta y penosamente barrancos y laderas buscando fósiles y recogiendo algunas muestras de dinosaurios tales como el *Trachodon*, el *Monoclonius* y algunas otras especies de dinosaurios cornudos y otros con picos de pato. El agua que bebían era espesa «como una solución de sales Epsom», como diría Stemberg, y tuvo las consecuencias que podían preverse. Por la noche, tras una de las cenas indigeribles del cocinero, Cope se pasaba mucho tiempo leyendo la Biblia y después trataba de descansar pero sus noches eran una mezcla de insomnio y pesadillas agitadas. «Cualquiera de los animales cuyos restos o huellas encontrábamos durante el día, tenía un papel en sus noches, en pesadillas en las cuales lo lanzaba por los aires, lo pisoteaba y lo atropellaba violentamente -escribió Stemberg-. Cuando lo despertaba de una de esas pesadillas, me daba las gracias cortésmente y volvía a echarse para sufrir otro ataque.»

Por las mañanas, al amanecer, Cope, pese a todo, estaba dispuesto para otro agitado día de trabajo. Nadie podría decir de Cope que no cumpliera totalmente sus deberes como paleontólogo sobre el terreno. Henry Fairfield Osbom escribió que «como explorador sobre el terreno, en geología y paleontología vertebrada, Cope superaba con mucho a sus colegas cofundadores de la última de las ciencias: Joseph Leidy y Othniel Charles Marsh».

La belicosa rivalidad entre Cope y Marsh había estallado varios años antes de los descubrimientos de 1877. Hasta entonces casi fueron amigos. En 1867 Cope le dio a una especie un nombre en honor de Marsh y éste le devolvió la galantería unos años más tarde. En la primavera de 1868, Marsh visitó a Cope en Haddonneld y recorrió los yacimientos de fósiles de la vecindad. Reinaba entre ellos cierta cautela mutua, como podía esperarse de su carácter, pero sus relaciones parecían amistosas.

Su correspondencia, al principio, fue cordial. Cope se refería a sí mismo como «un amigo» (utilizando la vieja fórmula inglesa *«thy»)* pero pronto las cartas pasaron a estar llenas de observaciones insultantes sobre sus respectivos errores. Marsh nunca permitió que Cope olvidara su error en la reconstrucción de un esqueleto fósil, con cabeza y cola. En el verano de 1872 terminó toda pretensión de cordialidad, cuando Cope invadió lo que Marsh consideraba su territorio privado de caza de fósiles, en la cuenca del Bridger, al suroeste de Wyoming y lugares adyacentes en Utah.

Los fósiles más codiciados en la cuenca eran, principalmente, mamíferos del eoceno y, hablando con precisión, Marsh no tenía derecho a proclamar su prioridad en el descubrimiento. Durante muchos años, un médico de Fort Bridger había estado recogiendo fósiles en aquel lugar y enviándoselos a Leidy para su identificación. Marsh exploró la zona durante su expedición de 1871 y volvió allí de nuevo en 1872. En julio de ese año fue cuando Cope, que exploraba bajo los auspicios de la inspección cartográfica de Ferdinand V. Hayden, que había llegado a Fort

Bridger, compró suministros y se aseguró los servicios de uno de los hombres de Marsh que lo guió hasta uno de los lugares donde éste estaba realizando excavaciones.

Después de semanas sobre el terreno, Cope regresó al fuerte delirante de fiebre, pero con la firme voluntad de recuperar las fuerzas suficientes para redactar varios artículos sobre los uitanteros, mamíferos que se extinguieron en el eoceno. Marsh se sintió ofendido. Bridger Basin era su territorio y los uitanteros eran sus animales. Naturalmente años más tarde Marsh, ya mucho más metódico, publicaría un estudio completo sobre estos animales. «Últimamente he sido sometido a una rivalidad poco escrupulosa -escribió Marsh a algunos colegas científicos-, y como consecuencia de ello he perdido mucho más de la mitad de mis descubrimientos, para conseguir los cuales he arriesgado mi vida durante mis exploraciones por el Oeste.»

Esto era algo típico de los dos hombres. El impetuoso Cope se lanzaba a toda prisa a desenterrar algunos huesos, como espoleado por la lucha y, a toda prisa, corría a publicar lo que había aprendido como si únicamente él pudiera interpretar los mensajes de los fósiles, como si el tiempo se le estuviera acabando. La reacción de Marsh, por otra parte, reflejaba su necesidad de poseer todo lo que tocaba y el temor de que siempre había alguien tratando de robarle sus posesiones. Charles E. Beecher, un colega de Yale, le escribió: «No sólo tiene los medios y la inclinación, sino que penetra en todo campo de excavación con la ambición dominante de conseguir todo lo que se pueda hallar allí sin dejar absolutamente nada tras él.» El Oeste, aunque lo suficientemente vasto para satisfacer los mayores sueños, parecía no serlo para Cope y Marsh en su búsqueda insaciable de grandeza científica.

Y ciertamente no quedaba espacio ya para un tercer paleontólogo, el retirado Joseph Leidy. En una carta a un científico extranjero, Leidy escribió: «Antes, todos los fósiles que se encontraban en los Estados Unidos venían a mis manos, pues nadie más se preocupaba de estudiar esas cosas. Pero ahora los profesores Marsh y Cope, con la bolsa repleta, ofrecen dinero por lo que antes llegaba a mis manos gratuitamente. Y en ese aspecto yo no puedo competir con ellos.»

Cope y Marsh, dijo Nathan Reingold en su libro *Science in Nineteenth-Century America* «eran barones ladrones tratando de acaparar el mercado de viejos huesos».

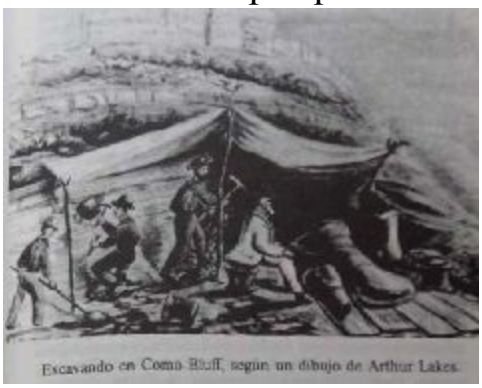
En Como Bluff, a comienzos de 1877, los barones de los huesos llevaban a cabo una incesante batalla por el control de lo que resultó ser la más rica de las tumbas de dinosaurios nunca descubierta. Marsh siempre mantuvo la ventaja. Mediante sus acuerdos con Carlin y Reed, los dos hombres del ferrocarril, Marsh fue el primero en disponer de un equipo que encontraría y explotaría una de las más ricas excavaciones a lo largo de la banda de sotavento, al norte de la colina que había frente a la llanura por la cual se extendía la línea férrea que se dirigía a la estación de Como. Cope hubo de recurrir a una especie de guerra de guerrillas con las más numerosas fuerzas de Marsh. Envió agentes a espiar la operación y, en ocasiones, desplegando sus propios equipos de excavadores para establecer una cabeza de puente en los márgenes. Unos pocos de los que trabajaban para Marsh desertaron y se pasaron a Cope. Los que no desertaron no podían resistir la presencia de los otros y mantenían las distancias excavando separadamente en tajos situados en los extremos opuestos de la colina. Los obreros de ambos bandos tenían que trabajar duramente bajo tormentas, excavar sobre superficies rocosas, combatir las inundaciones en sus tajos, soportar la monotonía y la soledad y olvidar la indiferencia y falta de atención de sus jefes.

Tras la llegada de Samuel Williston a la estación de

Como, en noviembre de 1877, las fuerzas de Marsh comenzaron una campaña sistemática de

excavaciones y recolecciones y en el primer año recuperaron unas treinta toneladas de restos de dinosaurios. Había huesos muy raros y esqueletos parciales de *Camarasaurus*, *Laosaurus*, *Dipiodocus*, *Barosaurus* y *Stegosaurus*. El reparto de papeles entre los dinosaurios se iba haciendo cada vez más definido. Los nuevos huesos llegaban de distintos tajos a lo largo de la escarpada colina y cada uno de ellos constituía una alegría y un desafío para el paleontólogo. Los fósiles eran abundantes y mezclados.

La mayor parte de las excavaciones, dijo Williston, «contenían restos de numerosas especies individuales, que se mezclaban en una confusión intrincada al máximo y en todas las posiciones concebibles, con los huesos de las extremidades situados en posición casi erguida, en la proximidad de vértebras unidas entre sí que describían curvas verticales, *etc.* como si en aquellas antiguas cuevas fangosas los gigantescos monstruos hubieran quedado enterrados en el barro hasta su muerte y las sucesivas generaciones hubiesen pisoteado y hundido esos huesos y dejado los suyos para que se mezclaran con ellos».Muchas de las excavaciones fueron llevadas a cabo por Reed y un ayudante contratado. Carlin resultó ser perezoso y, en cierto modo, un traidor. Reed, por el contrario, demostró ser persona industriosa y tenaz así como con una inconmovible lealtad hacia Marsh. Cada mañana el activo y zambo Reed caminaría hacia una de las excavaciones, situada quizá a varios kilómetros de la estación, le daría al pico durante todo el día para regresar llevando una pesada bolsa repleta de huesos. Su petición de dinero, dirigida a Marsh, para comprar un caballo de carga, no obtuvo respuesta. (Frecuentemente Marsh era insensible a las necesidades de sus peones en el campo y además lento a la hora de pagarles. Su defecto «no era la desconsideración sino la falta de atención», según sus biógrafos Charles Schuchert y Clara Mae Le Vene.) Reed actuaba tanto en verano como en invierno, trabajando bajo una lona extendida sobre el pozo de la excavación para conseguir cierta protección contra la nieve o el sol. Lo resistía todo porque se había convertido en un entusiasta cazador de fósiles.



Excavando en Como Bluff, según un dibujo de Arthur Lakes.

«Me gustaría que estuviera aquí -le escribió Reed a Williston en una carta de marzo de 1878-para ver cómo salen los huesos y son auténticas bellezas.»

No pasó mucho tiempo sin que la abundancia de fósiles en Como atrajera la atención de Cope. En abril de 1878, Williston escribió desde Como a Marsh avisándole de la visita de un hombre hosco que dio el nombre de Haines. Dijo que vendía víveres y otros suministros de tipo general, pero toda su conversación y sus preguntas se referían a los fósiles. Carlin sospechó que aquel hombre fuese el propio Cope en persona. Cuando le dijo al forastero que Cope era «un maldito ladrón», el hombre reaccionó con desprecio. Williston consiguió una muestra de la escritura del visitante que resultó ser «una escritura limpia, fina y muy legible», que no se parecía a la de Cope que era borrosa e ilegible, por lo que llegaron a la conclusión de que no podía ser Cope, aunque sí, quizá, uno de sus agentes. Cualquier visitante que a partir de entonces llegara ha Como era considerado con profunda desconfianza.

Cope no realizó su primera invasión de los depósitos fósiles de Como mediante un asalto directo, sino empleando la subversión. Carlin se convirtió en su cómplice al traicionar a Marsh. Carlin y Reed tuvieron un enfrentamiento, en el otoño de 1878, porque Reed estaba resentido contra él por no haber realizado la parte de trabajo que le correspondía. Cuando sus relaciones se deterioraron, Carlin, que actuaba como agente de la compañía en la estación, parece ser que obligó a Reed a salir de Como. Reed estableció un campamento en Rock Creek, cerca de una de sus excavaciones, resistiendo los vientos invernales en su tienda de campaña y en soledad. Llamó a aquel lugar Campo Miseria. En una de sus cartas dirigidas a Marsh, en marzo de 1879, Reed le informó de que Carlin se había pasado al lado de Cope. Había abierto su propio tajo y enviaba a Cope sus hallazgos de modo regular.

Reed se mantuvo firme en su fidelidad a Marsh. Después de haber sacado a la luz los mejores fósiles de una excavación, machacaba los huesos restantes para que Carlin no encontrara allí nada que enviar a Cope. Era una práctica inexcusable en un buscador de fósiles profesional, pero en aquella guerra todo parecía estar permitido. Reed siempre estaba en actitud vigilante contra espías e intrusos. Cuando un día dos hombres hicieron acto de presencia en uno de sus tajos, se acercó a ellos a toda prisa para preguntarles qué los había llevado allí y qué tenían en mente. Los hombres le respondieron que habían ido para excavar huesos y él les respondió que en aquel lugar no podrían conseguirlos. De todos modos lo intentarían, replicaron los dos forasteros. Entonces Reed se fue a la parte alta de la vertiente con un pico y empezó a cavar lanzando piedras y tierra en alud hacia abajo, donde se encontraban los dos hombres. Los forasteros le dijeron a Reed que se fuera de allí. «Pero yo no estaba dispuesto a marcharme todavía», dijo en una carta. Reed se quedó con los «invasores» durante cuatro días y cubrió su tajo con más tierra y piedras de las que ellos estaban dispuestos a quitar.

Al enterarse de la invasión, Marsh ordenó a Arthur Lakes que abandonara las excavaciones de Colorado y que se desplazara a Como para echarle una mano a Reed, pero los dos hombres no se llevaron bien. Reed había llegado a considerarse molesto por ser «supervisado» por Williston y su resentimiento contra Lakes aún fue mayor. Lo que enfadaba a Reed era que mientras él cavaba y sudaba en el verano, Lakes se limitaba a sentarse frecuentemente frente a la excavación y hacía dibujos del tajo y de los huesos que eran extraídos. A Reed aquellos dibujos le parecían una pérdida de tiempo. Pero John Ostrom y John S. Mclntosh en su libro *Marshs Dinosaurs: The Collections from Como Bluff,* escribieron: «Esos dibujos, desde luego, tenían gran valor para Marsh y para la posteridad. Muchos de los yacimientos serían reencontrados en años recientes y registrados en este volumen principalmente gracias a los bocetos de Lakes que nos mostraban la zona de Como y sus distintas secciones geológicas. Sin ellos una gran parte de esta información (si no toda) se hubiera perdido.» Y lo que es más, los dibujos conservaron el sabor de la primera caza de los dinosaurios de manera mucho más fiel que muchas de las cartas, diarios y otros relatos escritos. El antagonismo entre Reed y Lakes se hizo más profundo. Marsh les dio instrucciones de trabajar por separado en los extremos opuestos del campamento, lo que hicieron y con un efecto positivo.

Tanto Marsh como Cope, que habían ido dirigiendo inteligentemente sus operaciones por correo y telégrafo, desde sus hogares, visitaron el escenario de su guerra de los huesos en el verano de 1879.

Marsh realizó una breve visita en junio y se le atribuye el hallazgo de un nuevo yacimiento. Cope llegó en agosto para reforzar su débil posición en aquel lugar. Carlin k) había abandonado a

principios de verano para volver a su trabajo en el ferrocarril y fue reemplazado por dos hermanos de Michigan llamados Hubbel. F. F. Hubbel parece ser el responsable de la obtención de los fósiles más importantes de Como para Cope, entre los que se incluían un esqueleto casi completo del gran carnívoro bípedo *Albsaurus*, así como otro esqueleto de un *Antrodemus* y algunas vértebras de *Stegosaurus*.

Por lo que parece, Cope sólo se quedó en Como un día o dos y Reed y Lakes tomaron las más elaboradas precauciones para asegurarse de que su rival no metería las narices por los alrededores de sus yacimientos más importantes. Cada uno de los buscadores de Marsh y varios de sus ayudantes se distribuyeron a lo largo de todo el lecho, ocupando los yacimientos y cubriendo con lonas o escombros algunos de los huesos más interesantes. El lugar más protegido fue el yacimiento número 9 que, como se había puesto en claro, contenía una gran abundancia de fósiles tanto de mamíferos como de dinosaurios. Refiriéndose a este emplazamiento, Reed le había escrito a Marsh: «Creo que es el mejor de los yacimientos encontrados aquí.» Según se puso posteriormente en claro no había en estas palabras la menor exageración. De los 250 mamíferos del período jurásico conocidos corrientemente en Norteamérica, según Ostrom y Mclntosh, en Como Bluff fueron encontrados todos menos tres y, salvo pocas excepciones, todos procedían del yacimiento número 9.

Cope estuvo yendo y viniendo sin incidentes. Lakes se dio cuenta de que no era un ogro tan terrible como Marsh le había hecho suponer. En su diario, Lakes escribió: «Cope, el *Monstrum horrendum,* ha venido y ha vuelto a irse y debo decir, por lo que he visto de él, que no me desagradan sus maneras afables y que tiene una conversación agradable. He comprendido la razón de su firme reputación de honestidad.»

Pese a sus diferencias, Reed y Lakes continuaron excavando en la colina y fue gracias a ellos que Marsh pudo conservar el primer lugar en los hallazgos de dinosaurios en aquel lugar. En noviembre de 1879, Reed hizo su descubrimiento más importante, el esqueleto virtualmente completo de un *Apatosaurus excelsus*. De creer a Ostrom y a Mclntosh, éste sigue siendo uno de los mejores esqueletos de brontosaurio que jamás fue encontrado. (*Apatosaurus* es el nombre genérico apropiado para lo que la mayor parte de las gentes llama brontosaurios.) En la actualidad constituye una de las piezas centrales del Museo Peabody en Yale. En febrero de 1880, Lakes desafió valientemente temperaturas bajo cero, nevadas y duros trabajos de excavación subterránea para extraer el esqueleto de un stegosaurio, encontrado en el tajo de Robber's Roost, situado en el extremo oeste de la colina. Este animal, con su pequeña cabeza y dotado de un cuerpo fuerte y robusto, protegido por grandes placas óseas que salían de su columna vertebral, y con una cola poblada de fuertes cerdas, es uno de los dinosaurios más impresionantes. Lakes pasó muy malos momentos recogiendo alguno de aquellos raros fragmentos. En una ocasión golpeó un viejo muelle mientras excavaba y se quedó con sólo una mano útil para sacar los huesos. «Más que extraer huesos, tenía la sensación de tratar de coger anguilas que se me escapaban de entre los dedos -escribió Lakes-. Mientras tanto las nevadas y las heladas habían endurecido el barro y congelaron el agua, por lo que nadie tiene razones para sorprenderse de que en la operación en el tajo se perdieran algunas piezas pequeñas.»

Durante otros dos lustros, en los ochenta, las fuerzas rivales se disputaron el hallazgo de huesos a lo largo de las laderas de Como Bluff. Arthur Lakes abandonó su trabajo para volver a dedicarse a la enseñanza. Por lo que se sabe Reed se cansó de la lucha y se dedicó a la crianza de ovejas. Frank Williston, el hermano de Samuel y uno de los mejores buscadores de Marsh, se

pasó a Cope. Otros cazadores de huesos, de Harvard y de la Universidad de Wyoming, trataron de probar suerte. También llegaron por allí algunos otros buscadores independientes.

La batalla de Como Bluff había terminado para 1889. Cope, con sus finanzas en malas condiciones debido a inversiones poco inteligentes en minas de plata, había empezado la retirada de sus equipos. Fred Brown le escribió su última carta a Marsh en junio de 1889, lo que pareció señalar el fin de las excavaciones de Marsh en Como. Otras expediciones siguieron acudiendo por allí, de vez en cuando, en los siguientes veinte años y lograron realizar descubrimientos significativos. En la actualidad sólo una imaginación muy viva podría reconstruir el escenario. El Union Pacific corría por el sur de la colina, dejando tras sí sólo las débiles huellas de la vieja, línea férrea en la estación de Como. Lejos del emplazamiento de la estación, al otro lado de la salvia, se pueden identificar todavía dos o tres de los viejos tajos. Los demás hace ya mucho tiempo que desaparecieron por obra de la erosión del viento y la lluvia.

Hasta el día de hoy los paleontólogos siguen clasificando y analizando los especímenes excavados por los equipos de Cope y Marsh. Los hombres de este último descubrieron veintiséis nuevas especies de dinosaurios en Como Bluff y los restos óseos de otras especies que ya habían sido descubiertas previamente. Los equipos de Cope, casi siempre inferiores en número, consiguieron en Como un número menor de nuevas especies, pero tuvieron más éxito en las excavaciones de Colorado. Sin embargo, parece ser que Cope estuvo en cabeza en la carrera para identificar y describir nuevos géneros y especies biológicas. Tiene el mérito de haber identificado y descrito 1282 géneros o especies de vertebrados fósiles norteamericanos, en comparación con los 536 descritos por Marsh.

Pese a las presiones que siempre se ejercieron para apresurar al máximo la recogida de huesos en gran cantidad para después enviarlos rápidamente al Este para su análisis y reconstrucción, los hombres que trabajaban para Cope y Marsh siempre recibieron instrucciones en el sentido de que debían esforzarse en poner el mayor cuidado en la descripción de la configuración de la capa geológica en la que eran encontrados los fósiles, así como de la geología de los lechos y en la preparación para el transporte de los huesos frágiles. Los dibujos y los informes de Lakes eran auténticos modelos de una descripción del terreno.

El desarrollo de nuevas técnicas para enyesar los fósiles, más o menos como hacen los médicos para escayolar los huesos rotos de sus pacientes, llevó al descubrimiento de métodos de protección de especímenes que aún siguen siendo practicados por los actuales paleontólogos que trabajan sobre el terreno. En su expedición de 1876 al río Judith, Cope y Stemberg trataron de minimizar el daño de los fósiles dejándolos dentro de su matriz rocosa y, antes de embarcarlos, rodeaban el bloque entero en una protección de escayola. Tuvieron que improvisar en muchas ocasiones utilizando el material que tenían a mano, arroz y bolsas. Hervían el arroz hasta convertirlo en una pasta espesa, sumergían trozos o tiras de arpillera o tela vieja de sacos, rodeaban los huesos con este material y lo dejaban que se secara hasta convertirse en una especie de yeso seco. Williston, trabajando en Colorado para Marsh, desarrolló un método semejante empleando yeso de París con el mismo objetivo. Muy pronto todos los que buscaban huesos fósiles y que tenían que transportar sus hallazgos, pasaron a emplear métodos de protección semejantes.

De ese modo llegaban al Este los huesos procedentes del campo de batalla paleontológico del Oeste norteamericano. Algunos de los huesos configuraron el primer esqueleto completo de los gigantes de la Era de los Reptiles. Los esqueletos, en posturas terroríficas más impresionantes

que las reconstrucciones del Crystal Palace, pasaron a dominar los museos de ciencias naturales de todo el mundo. Fueron una fuente de asombro y la inspiración que hizo surgir nuevo interés por la vida prehistórica. El estudio de los dinosaurios ganó un firme apoyo como una rama importante de la paleontología. Es de lamentar que Cope y Marsh no pudieran aceptar esto como un logro lo suficientemente valioso para justificar una vida dedicada a la ciencia, sin necesidad de pelearse entre ellos.

Los dos adversarios vieron cómo aumentaba un odio mutuo. La desesperación y la frustración llevaron a Cope a abandonar toda su contención. No sólo había dilapidado su herencia, con malas inversiones en minas de plata agotadas, sino que incluso llegó a perder el apoyo, aunque pequeño, que le concedía el gobierno, una mala fortuna de la que culpó a las maquinaciones de Marsh. No podía seguir compitiendo con éste en la recolección de fósiles sobre el terreno. Ni siquiera estuvo en condiciones de conseguir el dinero suficiente para financiar la publicación de la obra que estaba convencido había de darle la inmortalidad como gran naturalista. Mientras tanto, la estrella de Marsh se alzaba cada vez más y lucía en el cielo con luz cada vez más brillante. Pese a fuertes objeciones de Cope, Marsh fue elegido presidente de la Academia Nacional de Ciencias. También fue nombrado paleontólogo especializado en vertebrados de la Geological Survey de los Estados Unidos, lo que le aseguraba fondos suficientes para extender su laboratorio y contratar personal auxiliar más numeroso.

Cope tuvo la desgracia de haberse alineado con el lado derrotado, en la lucha política de la que surgiría el Geological Survey, en 1879. Había trabajado en distintos períodos con las expediciones que exploraron los territorios del Oeste, de Ferdinand Hayden y George Wheeler. Pero la nueva agencia consolidada estaba dirigida por Clarence King y John Wesley Powell, ambos rivales de Hayden y Wheeler y amigos de Marsh. Sin embargo se pudo llegar a un acuerdo para que Cope pudiera publicar sus investigaciones durante los trabajos cartográficos de Hayden, lo que hizo en el volumen titulado *Vertebrata of the Tertiary Formations of the West* , tan extenso y completo que aún se sigue utilizando y es conocido como «la Biblia de Cope». Powell, como director de la Geological Survey, no quiso autorizar el dinero que Cope necesitaba para concluir la publicación de su último volumen y fracasaron todos los intentos hechos por Cope para conseguir la asignación necesaria. Cope sospechó que la mano de Marsh estaba detrás de todo aquello y es muy posible que así fuera. Después, en diciembre de 1889, llegó el golpe más duro de todos. El secretario del Interior pidió que Cope entregara al Museo Nacional de los Estados Unidos su colección de vertebrados fósiles porque se consideraban propiedad del gobierno por haberlos recogido mientras pertenecía al servicio de cartografía, pese a que era un miembro sin paga, voluntario. Eso fue demasiado para Cope. No estaba en condiciones de publicar sus obras y, además, se le exigía que entregara sus fósiles, que no sólo constituían un tesoro científico sino que significaban el nido en cuyos huevos había invertido todos sus medios financieros.

Cope decidió vengarse. Durante muchos años había estado reuniendo munición para usarla contra Marsh si se presentaba la ocasión. Muchos de sus informes los había adquirido de los infortunados ayudantes de Marsh, en Yale, que se quejaban de estar mal pagados y siempre con retraso. Protestaban, además, de las restricciones que Marsh imponía a su independencia investigadora y por su costumbre de atribuirse los éxitos que habían sido conseguidos por sus empleados. Samuel Williston le dijo a Cope que muchos de los artículos sobre sus investigaciones, publicados por Marsh y relacionados con sus descubrimientos sobre los dinosaurios, fueron «escritos principalmente por mí». Al parecer Marsh entrevistaba a sus

empleados y recogía de ese modo sus informaciones y después redactaba el artículo que era publicado sin reconocer la colaboración de los demás. Cope le escribió en una ocasión a Henry Fairfield Osbom, uno de sus pocos aliados, que Marsh era «simplemente un aventurero político-científico que ha logrado tener éxito siguiendo caminos muy distintos a los verdaderos méritos científicos, hasta lograr situarse en una posición rectora entre los científicos del país». Dado que Cope había disipado la mayor parte de su influencia en el mundo científico oficial, eligió para vengarse exponer los defectos de Marsh por medio de los periódicos. «Cuando se tiene que corregir una injusticia, la prensa es el medio más cristiano de hacerlo -escribiría Cope en otra carta dirigida a Osbom-. Reemplaza a las pistolas y las porras de tiempos pasados y significa un gran adelanto.»

El 12 de enero de 1890 Cope presentó sus acusaciones y dejó escapar su enfado en una entrevista concedida a William Hosea Ballou, un periodista amigo suyo, y que fue publicada en el *Herald* de Nueva York. En ella se mencionaban todos los errores científicos de Marsh así como sus defectos personales. Cope también acusó a Marsh de haber plagiado, en algunos de sus trabajos sobre la evolución del caballo, la obra de un paleontólogo ruso llamado Vladimir Kowalevski.

Obviamente, también Marsh, por su parte, había guardado un fichero en el que se registraban los aspectos vulnerables de Cope. En una respuesta al artículo del *Herald* publicado en el mismo periódico volvió a sacar a relucir, una vez más, el hecho de que Cope, en una ocasión había puesto en la cola la cabeza de un fósil. Añadió que Cope había sido visto en Kansas abriendo cajones de fósiles que pertenecían a Marsh. En cuanto a la acusación de que había plagiado la obra de Kowalevski, Marsh recordó que éste era un científico sin escrúpulos. (Como el propio Cope, se podía entender entre líneas.) «Kowalevski, finalmente, se sintió atormentado por los remordimientos y acabó su infortunada carrera volándose la tapa de los sesos -dijo Marsh-. Cope vive todavía y sin arrepentirse.»

Cope tuvo cierta satisfacción en 1892 cuando su campaña, gracias al apoyo de un congresista del sur que consideraba que era una desgracia fiscal que una agencia oficial concediera su apoyo a los escritos de Marsh sobre «aves dentadas», produjo una fuerte reducción de las aportaciones económicas concedidas a la Geological Survey. Consecuentemente, Marsh fue informado de que su subvención había sido reducida y que debía presentar su dimisión como paleontólogo de la Geographical Survey.

Cope tuvo poco tiempo para saborear esta pequeña victoria. Volvió a hacer unos cuantos viajes breves más al Oeste en busca de fósiles y una vez estuvo buscando dinosaurios en Dakota del Sur. Para poder realizar sus objetivos vendió parte de los fósiles que aún le quedaban al Museo Americano de Historia Natural de Nueva York y se convirtió en catedrático de la Universidad de Pennsylvania. En 1897 murió en Filadelfia como consecuencia de un fallo renal a la edad de cincuenta y siete años. Para aquel entonces Marsh debía de haberse gastado ya la mayor parte de la herencia de su tío George, puesto que en sus últimos años se vio forzado a pedir un salario de la Universidad de Yale. Los honores siguieron llegando hasta él, entre ellos el Premio Cuvier de la Academia Francesa. Más tarde, en 1899, Marsh cogió una neumonía y murió a la edad de sesenta y siete años.

Edward Drinker Cope y Othniel Charles Marsh fueron, en gran medida, los responsables de que el Oeste americano se incorporara a la exploración del mesozoico. Con su paso, los hombres que Cope y Marsh habían entrenado y contratado se hicieron cargo de la exploración.

7. A LA BÚSQUEDA DE FÓSILES POR TODAS PARTES: NORTEAMÉRICA

Una de las mejores inversiones de Cope en el terreno de la paleontología fueron los trescientos dólares que envió por correo a Charles F. Stemberg en la primavera de 1876.

Stemberg era sin duda uno de los cazadores de dinosaurios más destacados, entre los que trabajaron en las excavaciones para Cope o Marsh, y que continuaron realizando el mismo trabajo después de que los dos eternos rivales abandonaron.

Al igual que la mayor parte de aquellos buscadores de fósiles, Stemberg era un hombre del Oeste, amante de la vida en el campo, al aire libre, al que jamás se le ocurriría asentarse para trabajar de granjero o campesino. En vez de ello, y en respuesta a la llamada de los fósiles, se convirtió en una especie de cowboy o de buscador de oro, salvo que en vez de oro buscaba fósiles; un hombre sencillo, robusto y fuerte, impulsado por un espíritu inquieto y curioso. Era un fiel representante del carácter de hombres como él, tercamente independientes y que incluso cuando trabajaban al servicio de alguna institución nunca establecían

Charles H. Stemberg.

lazos demasiado firmes y jamás se sentían tan felices como cuando se pasaban meses y meses alejados de sus patronos. Solían ser personas de múltiples recursos. Nacidos en los territorios de la nueva frontera, aprendieron desde muy jóvenes a viajar sin equipaje, viviendo del terreno, capaces de hallar agua en el desierto, en condiciones de dominar a las muías más cerriles y conducir los grandes carros cargados con el equipo, y en condiciones de encontrar medios para dar con los huesos y extraerlos de la tierra y de transportarlos hasta la más próxima estación de ferrocarril. Eran infinitamente pacientes, no les importaba vivir en el campo durante meses, o a veces años, exponiéndose a grandes peligros y trabajos para sacar de las rocas un trozo de hueso que podía conducirlos, después de días o semanas de difíciles excavaciones, al descubrimiento de un nuevo dinosaurio desconocido hasta entonces para la ciencia, o que tal vez no les servía de nada. De un modo u otro esos cazadores, las vanguardias de la exploración del tiempo pasado, eran capaces de soportar los rigores y la soledad de su trabajo, considerándolo más como un desafío que como una labor deseo-razonadora que, incluso, podían llegar a

considerar excitante. Charles Hazelius Stemberg fue uno de esos cazadores de fósiles durante sesenta años de su larga vida de noventa y tres. El primer momento crucial de su carrera se presentó, al parecer, en 1876 cuando recibió el dinero de Cope para compensar los gastos de su primera expedición para recoger huesos fósiles.

Stemberg había recurrido a Cope en busca de ayuda porque había determinado, casi dos lustros antes -así lo escribió-, que «por mucho que me cueste en privaciones, peligro y soledad, haré asunto mío el recoger datos de la corteza de la Tierra, para que los hombres puedan aprender más sobre la "introducción y la sucesión de la vida" en nuestro planeta».

Este compromiso escrito lo hizo en 1867 cuando sólo tenía diecisiete años y acababa de emigrar a Kansas. Había nacido en el valle del río Susquehanna, del Estado de Nueva York. Su padre era un ministro de la Iglesia luterana y el director del seminario de Hartwick, en Oneonta.

La caída desde el desván de un granero dejó a Charles con una pierna lisiada para el resto de su vida, pero eso no le impidió que recorriera cojeando los bosques de Nueva York y descubriera allí sus primeros fósiles, ni tampoco que se lanzara de lleno a la existencia vigorosa de los territorios fronterizos de Kansas. A su llegada a Ellsworth, en el oeste de Kansas, Charles y su hermano gemelo Edward fueron testigos de una escaramuza entre soldados e indios y vieron el «carro de la muerte» recorrer solemnemente el pueblo para recoger los cadáveres que eran arrojados de los *saloons* después de una noche de tiroteo. Cuando los dos hermanos se marcharon a cazar en las praderas encontraron ricos depósitos de hojas fósiles en las rocas calizas del cretáceo y lograron reunir una impresionante colección que enviaron al Museo Nacional de Estados Unidos en Washington. Aquellos fósiles de hojas semitropicales, una prueba más del sublime clima del cretáceo que sin duda contribuyó a la felicidad de los dinosaurios, despertaron la imaginación de Stemberg y lo afirmaron en su camino. Su padre le aconsejó en contra de una profesión tan poco práctica como era la paleontología. «Me dijo que si yo fuera el hijo de un padre rico ésa sería, indudablemente, una manera divertida de pasar el tiempo -escribiría Stemberg años más tarde-, pero como tenía que ganarme la vida debía dedicarme a otros asuntos.» Sin embargo le resultaba imposible pensar en pasarse la vida cultivando la tierra o criando animales, después de haber comprobado la existencia de tantos fósiles como parecía haber por todas partes esperando ser recogidos.

Stemberg se reunió por primera vez con Cope en 1871, cuando el hombre de Filadelfia hizo su penetración inicial en Kansas y en el «territorio» de Marsh. Al año siguiente Stemberg acompañó a Leo Lesquereux, un paleobotánico suizo, que encontró muchas impresiones de viñas, helechos, higueras y pétalos de flores de la magnolia del período cretáceo. Lentamente, sin toda esa orquestación ruidosa asociada con las resurrecciones de animales, los científicos estaban reconstruyendo la vegetación que debió de conocer el dinosaurio. Seguidamente, Stemberg estudió durante un año con Benjamín Mudge, en Kansas State, y en 1876 esperaba unirse a Mudge en una expedición para

Marsh. Pero se encontró con que en el grupo no había sitio para él, así que le escribió a Cope.

«Puse mi alma en la carta que le escribí, pues se trataba de mi última oportunidad -recuerda Stemberg en su autobiografía titulada *The Life of a Fossil Hunter*-. Le hablé de mi amor por la ciencia y mis vehementes deseos de buscar en las tierras calizas de Kansas y reunir una colección de sus maravillosos fósiles, sin importarme lo que me costara en incomodidades y peligros. Añadí, sin embargo, que era demasiado pobre para hacerlo por cuenta propia y le pedí que me

enviara trescientos dólares para comprar unos ponies, un carro y el equipo de acampada, así como para contratar un cocinero y carrero.»

Cope le contestó con rapidez y con aquel dinero Stemberg pudo equiparse y lanzarse a la caza de fósiles del período cretáceo. Su descripción de la expedición recoge la dureza y la emoción de aquellos primeros días de la caza del dinosaurio.

En aquel verano, como haría durante muchos otros, después, Stemberg operó fuera del acampamiento fronterizo de la estación de Buffalo, un oasis con un gran molino de viento y un pozo muy profundo de agua clara. Los grupos de buscadores de Mudge también aparecían por allí de vez en cuando y compartían el agua con el equipo de Stemberg. La animosidad existente entre sus patrocinadores no llegaba hasta ellos. Tenían conciencia de que servían a patronos rivales y, por lo tanto, competían en su trabajo, pero se mostraban civilizados en su relación. Stemberg era un hombre amable y correcto que buscaba fósiles más que fama.

En el árido territorio sin caminos, más allá de la estación de Buffalo, Stemberg estaba constantemente en peligro de ser atacado por los indios. Hizo un esfuerzo para camuflar su campamento utilizando lonas de color pardo para sus tiendas y la cubierta del carro, esperando que así no destacarían sobre la hierba parda del pasto de los búfalos que cubría la tierra. «Nunca llevé conmigo un rifle -dijo Stemberg-. Lo dejaba en el campamento o en el carro, pues pronto llegué a la conclusión de que no podía cazar fósiles e indios al mismo tiempo. Y yo había ido allí en busca de fósiles.»

Frecuentemente, la búsqueda de agua solía ser la ocupación que más tiempo requería. Stemberg hace la siguiente descripción de un día típico dedicado a la búsqueda de agua y de fósiles al mismo tiempo:

Ambos lados de mi barranca estaban bordeados por tierras calizas de color crema o amarilla, con un fondo azul. En ocasiones durante cientos de pies la roca estaba completamente desnuda y cortada en quebradas laterales, con grietas y hondonadas, o formando bellas esculturas en forma de torres y obeliscos. En ocasiones adquiría la apariencia de una ciudad en ruinas, con muros de vacilante albañilería, y sólo de cerca los ojos se convencían de que se trataba de otro ejemplo de la imitación que a veces se permite la naturaleza…

Me había pasado todo el tiempo caminando de un lado a otro por el cañón buscando agua… Yo sabía que había agua allá, en el río, pero estaba demasiado lejos del lugar de trabajo y confiaba en encontrar otra fuente en un lugar más próximo. Llegó la hora de la cena, pero el día seguía siendo tan caluroso que sudábamos por todos los poros. Un viento del sur soplaba con fuerza y llenaba nuestros ojos con nubes de polvo de barro seco, inflamándolos hasta el punto de hacernos sufrir más allá de los límites que el ser humano puede soportar.

Seguíamos sin agua. El cochero, con los caballos sedientos, me hizo unas señas frenéticas para que me diera prisa Para aliviar mis labios, resecos como el pergamino, y la lengua hinchada, llevaba en la boca una piedrecita a la que daba vueltas. O, si la estación era propicia, aliviaba mi sed con el ácido jugo de una baya roja que crecía en los barrancos.

Después de horas de búsqueda encontré, en un terreno húmedo, los agujeros de los cangrejos; con una plomada y una regla medí la profundidad a la que debía de encontrarse el agua, a unos pocos pies de profundidad de aquel manantial en miniatura. Le di la agradable señal a Will, el conductor, que cavó un pequeño pozo para que hombres y bestias pudieran beber.

El agua era dura y alcalina y Stemberg escribió: «hacía el mismo efecto en el cuerpo que una solución de sales de Epsom, debilitando constantemente el organismo». Sin embargo bebían de

aquella agua porque no tenían elección cuando se sentaban en el campamento para una comida de carne de antílope, bizcochos calientes y café. Si Stemberg había visto algún fósil a lo largo de la ruta, él y el cochero regresaban al lugar con pico y pala y «localizaban las capas de terreno en las que estaban los huesos *in situ*, como decían los científicos, es decir, en su posición original en su sepulcro de piedra».

Era entonces cuando llegaba el momento del trabajo, realmente resultaba duro cavar en la ladera del barranco a lo largo de una grieta o del cauce de un arroyo seco. Eso era algo distinto, que ponía a prueba su paciencia, resistencia y entrega a la tarea que tenían que realizar, prosiguiendo la búsqueda en el interior de la roca que se resistía a sus esfuerzos. Pocas personas aguantaban la prueba tan bien como el laborioso Stemberg. También eran pocos los capaces de describir la experiencia con una prosa tan afectada. He aquí lo que escribió:

Cada golpe de pico levantaba una nube de polvo calizo que el viento hacía entrar en nuestros ojos. Pero trabajábamos con incansable entusiasmo hasta que lográbamos dejar al descubierto un espacio por el que lograba introducirme echado a todo lo largo. Allí, entre los abultamientos de piedra caliza, bajo el sol ardiente y trabajando con tanto cuidado como paciencia con la brocha y el punzón, descubría lo suficiente de los huesos hasta estar en condiciones de decir qué era lo que había descubierto, para que cuando llegara el momento de cortar la roca que contenía el hallazgo no cortara también los huesos.

Una vez que habían sido descubiertos, si se encontraban en una roca dura, de buena calidad, se cavaba una zanja a su alrededor y con repetidos golpes de pico se soltaba la placa rocosa que contenía los huesos.

Después se envolvían con firmeza y se reforzaba el envoltorio, con yeso o vendas de arpillera que previamente habían sido sumergidas en yeso diluido con una consistencia como de nata batida. En el caso de muestras de gran tamaño, se entablillaban a lo largo para dar mayor resistencia al material, de modo que pudieran resistir el transporte.

Todo el día, desde que surgía el primer rayo de luz hasta que la caída de la tarde me obligaba a dejar el tajo, trabajaba, olvidándome del calor y de la sed terrible y del agua alcalina con que tenía que saciarla, olvidándome de todo salvo del gran objetivo de mi vida, sacar de los estratos desmenuzados de aquel viejo lecho oceánico los fósiles de la fauna de la era cretácea.

Sin embargo, ese incesante trabajo ejercía un efecto debilitador sobre mi naturaleza física hasta el punto de que llegué a enfermar de malaria y después sufrí un ataque de temblores agudos. Me sentí como si la suerte me hubiera vuelto la espalda y todo estuviera en mi contra.

Recuerdo un día en que me hallaba en medio de un ataque de temblores, cuando encontré un bello espécimen de mosasauro de Kansas… Su cabeza descansaba en el centro con la columna a su alrededor y las cuatro extremidades extendidas a ambos lados. Estaba cubierto, tan sólo, por unas pulgadas de yeso desintegrado.

Olvidando mi enfermedad grité en la inmensa soledad que me rodeaba: «¡Gracias, Dios mío! ¡Gracias, Dios mío!» Y hacía bien en darle las gracias al creador, pensé, mientras con ayuda de un pincel limpiaba el polvo calizo que envolvía el fósil para dejar al descubierto las bellezas de aquel ejemplar de la Era de los Reptiles.

Más tarde, en el verano de 1876, Stemberg abandonó los lechos calizos de Kansas y, como ya hemos visto, acompañó a Cope en su expedición al río Judith, Estado de Montana. Durante los años que continuó recogiendo huesos de los dinosaurios y de otros reptiles consiguió especímenes muy valiosos que suministró a los museos de Europa y Norteamérica. Al menos

dieciocho fósiles han sido bautizados en su honor. Aunque continuó siendo un recolector independiente durante la mayor parte de su vida estableció una dinastía de buscadores de fósiles que siguió con ese tipo de exploración meditada, tranquila y diligente durante muchos años después de su muerte, ocurrida en 1934. Los tres hijos de Stemberg, George, Charles y Levi, llegaron a ser, por sí mismos, buscadores de dinosaurios y paleontólogos de renombre. En algunas temporadas los cuatro Stemberg trabajaban juntos sobre el terreno y fue en una de esas expediciones, en 1908, cuando hicieron uno de sus descubrimientos más sensacionales en relación con los dinosaurios.

Aquel verano, los Stemberg estaban excavando en el sur de Wyoming, bastante alejados de la ciudad de Lusk. Su suerte fue tan mala como lo era su comida. Mientras que Stemberg y su hijo Charles tomaban el carro y parte del equipo y se ponían en camino hacia la ciudad, para adquirir suministros, un viaje de ida y vuelta que duraría cinco días, George y Levi se quedaban en el campamento subsistiendo a base de patatas hervidas, pero fue en esos días cuando excavaron los huesos de un dinosaurio de pico de ánade, que encontraron en un acantilado calizo. En la tarde del tercer día, descubrieron el esqueleto hasta su esternón. El esqueleto yacía de espaldas y los extremos de sus costillas sobresalían por encima.

«No había nada de particular en aquello -escribió George F. Stemberg-, pero cuando aparté un gran trozo de roca caliza que tenía sobre el pecho, descubrí, con gran sorpresa por mi parte, un perfecto molde de la impresión de la piel del animal estupendamente conservado. Se puede imaginar la sensación que me invadió cuando me di cuenta de que, por vez primera, había sido descubierto un esqueleto de un dinosaurio perfectamente envuelto en su piel. Aquélla fue para mí una noche de insomnio.»

Cuando dos días más tarde su padre regresó al campamento, George le dio la noticia y, sin demora, todos los Stemberg se apresuraron a dirigirse al lugar donde había sido realizado el hallazgo. Para aquel entonces el esqueleto había sido puesto al descubierto por completo. «Por todas partes podían verse huellas de la piel», dijo George. Para su padre fue suficiente una simple mirada para darse cuenta de que habían realizado un hallazgo de excepcional importancia.

Lo que los Stemberg habían descubierto era, en efecto, una momia de dinosaurio. Se trataba de uno de los dinosaurios de pico de pato conocidos por el nombre de trachodontes. Técnicamente, desde luego, no era una momia porque no se había conservado nada del cuerpo original. Se trataba del fósil de lo que antaño fuera la momia de un dinosaurio.

Cuando el animal murió, hacía unos sesenta y cinco millones de años, el cuerpo se momificó bajo condiciones de extrema sequedad, en las que las humedades se evaporaron antes de que las bacterias hubieran llegado a producir la descomposición. De algún modo logró escapar a los carroñeros y rápidamente se cubrió con arenisca y se fosilizó posteriormente. Y se quedó allí, piel, tendones y trozos de carne petrificados hasta que los Stemberg dieron con él.

El Museo Americano de Historia Natural adquirió el espécimen de Stemberg y lo exhibió en una caja de cristal con una etiqueta que lo definía simplemente como «Dinosaurio momificado». Esto ofreció a los paleontólogos la primera visión de la escamosa textura y de las muestras de la piel del dinosaurio. Charles Stemberg lo llamó «el espécimen que corona todo el trabajo de mi vida». Siempre que acudía a Nueva York visitaba el trachodonte momificado que, en una ocasión, inspiró a este hijo de un ministro luterano para escribir lo que sigue: «Mi propio cuerpo se transformará en polvo, mi alma volverá a Dios que se la dio, pero la obra de Su mano, estos animales de otras épocas, darán alegría y placer a generaciones que aún no han nacido.»

El verano que siguió a su licenciatura en Yale, en 1884, John Bell Hatcher llegó a Long Island, Kansas, para trabajar como aprendiz con Charles Stemberg. Hatcher era un protegido de O. C. Marsh y en aquel entonces, cuando ya Cope no estaba en condiciones de financiar trabajos de exploración a gran escala, Stemberg trabajaba para Marsh y había tenido un éxito considerable. Su cantera, en las cercanías de Long Island, contenía una gran abundancia de huesos de un rinoceronte prehistórico. Al cabo de estar sólo unos días allí, Hatcher, que no había quedado impresionado en lo más mínimo por Stemberg, decidió trabajar por cuenta propia. Es posible que hubiera algo de cierto en la acusación que hizo en una carta dirigida a Marsh, según la cual el anciano era descuidado y poco científico en sus excavaciones. Pero también podría ser que la carta fuera expresión de la intolerancia de un joven ambicioso, muy creído y seguro de sí mismo. Sea como fuere, los dos hombres resolvieron el asunto poniéndose a trabajar por separado en lugares distintos del barranco. Terminaron la temporada con una marca impresionante: 117 grandes cajas de madera llenas de huesos de rinoceronte prehistórico enviados a New Haven. Pese a que Hatcher quizá fuera un hombre con el que resultaba difícil trabajar, como siempre se dijo, el amable Stemberg sólo tuvo palabras de elogio para «el estudiante serio y brillante» que era Hatcher, «que tiene un futuro muy prometedor gracias a su perfecta comprensión del trabajo sobre el terreno y la cuidadosa atención con que se dedica a él».

De ese modo, Hatcher entró en el escenario paleontológico de un modo característico. Aunque era un hombre pequeño de apariencia insignificante, era un firme trabajador que se daba prisa. Más tarde los científicos hablarían de «su entusiasmo y tenacidad ilimitados» y de su «maravillosa capacidad visual, al mismo tiempo telescópica y microscópica» que contribuía a su «sin igual habilidad sobre el terreno». Hatcher se convirtió en la figura heroica del perfecto buscador de fósiles.

Pero la suya fue una breve carrera. Hatcher nació en Illinois, pero su familia se trasladó a Iowa cuando él todavía era muy joven. De muchacho fue un chico enfermizo, pero no mimado. Trabajó en una mina de carbón para ganar, al mismo tiempo, fuerza física y dinero para pagarse sus estudios superiores y fue allí donde empezó a interesarse por la geología y los fósiles. Los que encontró durante su trabajo de minero se los llevó a Yale y esto fue lo que hizo que Marsh se interesara por él. Cuando se graduó, a la edad de veintitrés años, a Hatcher sólo le quedaban veintidós años de vida, un período de tiempo durante el cual se dedicó a buscar huesos desde Montana hasta la Patagonia.

Pero fue en la región del río Judith, en Montana, en 1888, donde Hatcher hizo uno de los más importantes descubrimientos en relación con los dinosaurios. Encontró parte de un cráneo de un dinosaurio con cuernos que, según decidió el propio Marsh, pertenecía a una familia de dinosaurios, el *Ceratopsidae*, o dinosaurio cornudo.

En ese mismo año Hatcher se encontró con un cowboy en Lance Creek, al este de Wyoming, que le dijo que tenía noticias del hallazgo de un cráneo con «cuernos tan largos como un mango de azada y órbitas tan grandes como un sombrero». Marsh, al escuchar esa leyenda, ordenó a Hatcher que acelerara su búsqueda del ceratópsido. De regreso a Wyoming, durante cuatro temporadas completas, de 1889 hasta 1892, Hatcher hizo concordar los huesos para crear una imagen del aspecto que debieron de tener esos dinosaurios. Nunca había sido visto nada semejante por los cazadores de fósiles. Los ceratópsidos tenían tremendas cabezas. Conjuntamente con una especie de armadura que salía de la parte de atrás del cráneo y que les protegía el lomo y el cuello, los cráneos tenían dos metros de largo. Los cuerpos de los ceratópsidos eran demasiado rechonchos

para ser de un dinosaurio. Apenas se alzaban unos tres metros de la altura de las caderas y tenían colas relativamente cortas, lo que hacía que su longitud total fuera de menos de siete metros. El más pesado y más característico de estos dinosaurios cornudos encontrados por Hatcher fue el *Triceratops*, un animal con tres cuernos. Tenía el tamaño de un elefante adulto y la terrible apariencia cornuda de un rinoceronte. Con seguridad los ceratópsidos fueron una especie muy abundante en los últimos cinco millones de años de la era cretácea. Desde sus campamentos de Wyoming, Hatcher exhumó más de cincuenta ceratópsidos, treinta y tres de los cuales tenían, más o menos, los cráneos perfectos.

Durante todo ese tiempo Hatcher mantuvo sus ojos fijos en las más humildes criaturas del cretáceo, los pequeños mamíferos. El interés científico por ellos se había extendido desde los descubrimientos en el campamento número 9 de Como Bluff. Cuando Hatcher encontró una diminuta mandíbula de mamífero, durante su segunda temporada en Wyoming, Marsh le pidió que pusiera más interés en tales exploraciones. «Son muy raros -le telegrafió Hatcher a Marsh, explicando así sus escasos resultados-, y el hallazgo de un par de dientes constituye el resultado medio de un día de trabajo.»

Repentinamente, sin ninguna explicación, la producción de fósiles de Hatcher aumentó espectacularmente. «Batí la marca ayer, con el hallazgo de 87», escribió en agosto. Antes de que hubiera pasado el verano, estuvo en condiciones de enviarle a Marsh más de ochocientos diminutos dientes. Los paleontólogos estaban sorprendidos. ¿Cómo se las arreglaba Hatcher para conseguir algo así? Hatcher no reveló el secreto de su éxito hasta 1896, como una reflexión tardía en un informe sobre dinosaurios cornudos y mamíferos del cretáceo. Los sacaba de los hormigueros.

Las praderas del oeste del Mississippi están llenas de los pequeños montículos de los habitáculos de la hormiga carpintera roja. Excavando el interior de sus hogares subterráneos las hormigas encontraban trozos de huesos y de piedras que sacaban y dejaban fuera. Acumulaban aquellos fragmentos encima de sus montículos. También se dice que esas hormigas se salen de su camino para buscar objetos pequeños y duros -algunas de las piezas son tan pequeñas como ellas mismas-que llevan de vuelta a sus montículos para fortalecerlos. Los científicos no están seguros de por qué motivo las hormigas hacen esto. Es posible que ese material tosco y duro proteja los hormigueros contra la lluvia y la erosión del viento. También es factible que las piedrecitas y los pequeños huesos sirvan para el almacenaje del calor solar, que ayude a la incubación de los huevos de las hormigas y a las larvas que ocupan el interior de los montículos. Pero lo único que verdaderamente le importaba a Hatcher era que muchos de los hormigueros contenían una buena cantidad de pequeños huesos fósiles y de dientecitos. Las hormigas habían realizado la mayor parte de su trabajo. Hatcher utilizaba una pequeña criba de las que sirven para cerner la harina para separar los huesos de la tierra polvorienta. Los actuales paleontólogos se alegran cuando descubren la presencia de hormigueros y los registran hasta el punto de haber encontrado en ellos miles de pequeños huesos de mamíferos que han revelado muchas cosas de esos diminutos contemporáneos de los últimos dinosaurios.

Pese a su triunfo en Wyoming, Hatcher empezó a mostrarse descontento de su acuerdo laboral con Marsh. Al igual que otros colaboradores de éste que recogían en las excavaciones huesos para él, se consideraba insuficientemente pagado y mal considerado. Esperaba una oportunidad para hacer un trabajo de laboratorio, más analítico, en parte porque cada vez se iba sintiendo más imposibilitado por el reumatismo, hasta tal punto que llegó frecuentemente a

necesitar ayuda para montar a caballo. Por lo tanto, en 1893 Hatcher dejó a Marsh para pasar a ser encargado del museo de paleontología de los vertebrados en Princeton. En la década siguiente, en Princeton primero y después en el museo Camegie de Pittsburgh, publicó un gran número de artículos sobre los múltiples fósiles que había descubierto. Pero hasta el final continuó siendo, sobre todo y en primer lugar, un recolector de huesos en el campo. Su última empresa de gran importancia, su más ambiciosa y ferviente, fueron sus tres expediciones a la Patagonia.

En América del Sur Hatcher no buscaba dinosaurios sino mamíferos de un período prehistórico más reciente. Sin embargo vale la pena relatar su experiencia, porque constituye el material que sirve de base a la leyenda y Hatcher es una personalidad legendaria en el campo de la paleontología de los vertebrados. Él y su equipo se pasaron en una ocasión cinco meses en un territorio salvaje sin ver a ningún otro ser humano. Sabía resistirlo todo y una vez se mantuvo firme durante un ataque de reumatismo que lo dejó postrado durante seis semanas. Tenía poco dinero o, al menos, de acuerdo con la leyenda, no había llevado mucho dinero consigo. Cuando los medios financieros de la expedición descendieron hasta un punto extremo, Hatcher se sacó de la manga un truco para asegurarse una financiación suplementaria: el póquer.

Aquel hombre pequeño y calvo, tan poco impresionante, con ojos de mirada profunda que parecían ocultar sus secretos, podía pasarse toda una noche en un pueblo lejano y salir de allí a la mañana siguiente dejando a sus habitantes más pobres aunque más listos. James Teny, un geólogo petrolífero, informa de uno de esos momentos en un artículo publicado en *The Atlantic Monthly*:

Un truco que el destino les jugó a los habitantes de la Patagonia fue enviarles a un norteamericano de aspecto poco notable, procedente de Princeton, para recoger fósiles… El profesor pasó por todas las aldeas desde Bahía Blanca a los Estrechos; sus lecciones fueron siempre las mismas… pero como regla general el dinero perdido por la comunidad pasó al cazador de huesos para ser gastado en bien de la ciencia. Cuando llegó la famosa noche final en la cual Hatcher debía abandonar San Julián, todos los jugadores de los alrededores se dirigieron allí para pedir la revancha. El juego comenzó muy temprano y fue una de esas pacíficas y amistosas partidas del Oeste en la que cada uno de los jugadores pone sobre la mesa su Colt del cuarenta y seis. Los fajos de billetes de pesos crecían y crecían delante de Hatcher hasta el punto de que pronto casi quedó oculto detrás de ellos. Abajo, en el puerto, sonó la sirena del barco. Hatcher anunció que tenía que marcharse. Alguien sugirió que no debían dejarlo marchar. Hatcher tomó su revólver y sus pesos y retrocedió hacia la puerta con un «¡buenas noches, caballeros!». Nadie se movió. El viento gemía sobre los tejados y la Patagonia volvió a dedicarse al cuidado de sus ovejas con una débil sonrisa en el rostro.

Los esfuerzos del trabajo de exploración sobre el terreno llegaron a su fin, para Hatcher, en 1904. Había regresado al Oeste americano el verano anterior, escribió una obra en tres tomos sobre sus hallazgos en la Patagonia (sin mencionar el póquer) y estaba intentando completar su exhaustivo informe sobre los ceratópsidos. Pero un ataque de fiebres tifoideas resultó fatal para su agotado cuerpo al que se le había exigido demasiado. Rindiéndole tributo, William Berryman Scott, de Princeton, dijo que John Bell Hatcher «había revolucionado notablemente los métodos de recogida de fósiles de vertebrados, un trabajo que antes de su época había estado en manos de gente sin entrenamiento y sin formación, pero que él convirtió en una de las bellas artes».

Earl Douglass había tenido la seguridad de que encontraría huesos de dinosaurios en las colinas calizas sobre el río Verde, en el nordeste de Utah. Allí donde el río emerge de la garganta de Split Mountain, en el pastizal de Uinta, al este de Venal, las rocas que estaban expuestas a la

vista pertenecían a la misma formación Morrison en la cual los buscadores de Cope y Marsh habían hallado sus fósiles en Colorado y Wyoming. John Wesley Powell había advertido la presencia de «restos de reptiles» fosilizados cuando pasó por allí en su camino para explorar el Gran Cañón. Los pastores de ovejas transmitían relatos sobre la existencia de grandes huesos que yacían repartidos por el árido país. Al igual que Jim Jensen en los últimos años, Douglass oyó esas historias y decidió ver por sí mismo lo que había de cierto en ellas. En el verano de 1908 había descubierto un fémur casi disgregado por la intemperie, procedente de un *Diplodocus*, que yacía en el fondo de un estrecho barranco. Buscó en las laderas sobre el barranco, pero no pudo identificar el estrato del cual procedía el hueso. Pese a todo, lleno de esperanzas, regresó en la primavera de 1909 para continuar la búsqueda, acompañado por George Goodrich, un granjero local. Habían llegado el 19 de agosto y seguían sin tener suerte.

Estaba descansando a la sombra de un enebro un fatigado y sudoroso Douglass, luchando contra el desánimo, y tenía los ojos fijos en la cresta de una colina próxima, hasta la escarpada ladera de atrás. Estaba tratando de pensar adonde debía mirar después. En la distancia reconoció que la lejana ladera estaba cubierta por la misma arenisca gris que cubría el suelo cerca de donde había sido descubierto el fémur del *Diplodocus*. Douglass trepó por la colina y vio a cierta distancia por encima de él un hueso fósil, así que disparó su revólver por dos veces, señal acordada con el resto del grupo para avisar de que se había hecho un descubrimiento. Cuando Goodrich llegó a la colina, Douglass estaba convencido ya de que su descubrimiento era de gran importancia, porque en la pared de roca caliza sobresalían en relieve ocho inmensos huesos de la cola de un dinosaurio gigante. Douglass quedó aún más impresionado por el hecho de que los huesos estaban en una sola línea separados entre sí sólo por el espacio que normalmente ocupa un cartílago. Ese ordenamiento o articulación era una clave importante que podía indicar la posibilidad de haber encontrado el esqueleto completo de un dinosaurio, lo cual tenía mucha más importancia que algunos huesos aislados y repartidos por doquier.

De inmediato Douglass empezó a dedicarse a la labor que habría de consumir los siguientes quince años de su vida Allí estaba un hombre que había conocido el lado peripatético de la caza de fósiles y que estaba dispuesto a quedarse allí para explotar aquel tajo. Había nacido en Minnesota en 1862, educado en Dakota del Sur y había dado clases durante algunos años en Montana, donde también logró extraer algunos fósiles. En una ocasión acompañó a un botánico en una expedición recolectora a México y se pasó un año catalogando los especímenes del Jardín Botánico de Missouri, en St. Louis. En 1902, tras haber estudiado con Scott en Princeton, Douglass se incorporó al equipo del museo Camegie, como una autoridad en mamíferos primarios. Pero Andrew Camegie, el millonario patrocinador del museo, quería algo más importante, más grande y llamativo, «algo tan grande como un granero», para el centro de la nueva sala del museo en Pittsburgh. Ésta fue la razón por la que Douglass recorrió Utah en busca de dinosaurios. Douglass informó de su hallazgo en una carta dirigida a William J. Holland, el director del museo, que decidió acudir a Utah para echar un vistazo al hallazgo. Douglass y Goodrich habían estado muy ocupados desmenuzando la gran roca caliza que envolvía el esqueleto y ya habían dejado libre y expuesto a la observación en su mayor parte el esqueleto que Holland, después de un detallado examen, bautizó con el nombre de *Apatosaurus louisae.* La segunda parte del nombre era en honor de la esposa de Camegie. El magnate del acero, como es lógico, concedió un generoso apoyo a Douglass en sus ambiciosas excavaciones en la «Cantera Quarry».

Aquella operación no estaba destinada a ser una expedición de temporada. Douglass había planeado quedarse a excavar durante el invierno y el verano. Su esposa Pearl y su hijito de pocos meses pronto acudieron a su lado y juntos, con una entereza que resulta inconcebible para nosotros, en la actualidad, se enfrentaron y soportaron el invierno ventoso y helado. Construyeron un camino de carro entre el campamento y el lugar de las excavaciones que estaba mucho más abajo. El principal alojamiento era una barraca que consistía en un marco de madera cubierto con lona. Mantenían el calor con una estufa de hierro que servía también para cocinar. La familia dormía en otra tienda de campaña cercana y había una tercera tienda para almacenar el equipo. Los tres peones contratados dormían en un carro de los usados por los pastores para el transporte. Cada día, con la excepción de aquellos en que había grandes tempestades o tormentas, Douglass y sus hombres se dirigían muy temprano al acantilado y descubrían un poco más del esqueleto. La cola sola medía ya más de nueve metros. El animal entero debía de tener una longitud de unos treinta metros, el esqueleto de dinosaurio de mayor tamaño y más completo que jamás fuera encontrado.

Durante semanas de arduo trabajo Douglass y sus hombres fueron extrayendo el esqueleto pieza a pieza Encontraron el hueso pélvico, las extremidades, la clavícula, todos y cada uno de estos huesos fósiles situados en su lugar correspondiente. La forma de la larguísima y voluminosa criatura fue apareciendo cada vez con mayor claridad, con la excepción del cuello y la cabeza, pues no se encontró nada por encima de los hombros. A Douglass se le ocurrió que era posible que el cuello y la cabeza se hubieran torcido hacia atrás y quedado debajo del cuerpo y al parecer encontró los huesos del largo cuello en el lugar que supuso debían estar, doblados abajo y a lo largo del cuerpo. Pero la cabeza se había perdido para siempre.

Donde había un esqueleto tan grande, creía Douglass, tenía que haber otros esperando ser exhumados. Con la aprobación del museo se afincó allí, haciendo de aquella cantera su vida y su carrera. El campamento se convirtió en su casa propia. Se construyó una sólida casita de troncos, compró una vaca y algunas gallinas y cultivó una extensa huerta para disponer de verduras. Pero nunca olvidó, ni por un momento, cuál era la razón de su presencia en la cuenca pedregosa del río Verde. Era un explorador científico. Buscaba plantas, insectos **y** especímenes fósiles. Llevaba un detallado diario de sus observaciones, sus descubrimientos, sus desengaños. Y durante aquel tiempo él y algunos de sus obreros excavaron, rompieron las rocas con sus cinceles y limpiaron las arenas en la ladera del acantilado donde había encontrado el *Apatosaurus***.**

Earl Douglass de pie delante del esqueleto a medio descubrir de un Diplodocus.

En aquel lugar la formación Morrison estaba volteada. Los lechos fósiles, antaño sedimentos

de una antigua cuenca fluvial, habían sido inclinados por las fuerzas deformadoras para pasar de un plano horizontal hasta formar una pared casi vertical, parte de la cual quedaba expuesta en la cara de la ladera, pero la mayoría desaparecía cubierta por nuevos sedimentos arrastrados por el río Verde. Cuando Douglass terminó de examinar la parte del lecho expuesta, excavó una zanja en las capas de roca a cada uno de los lados de la pared que había contenido el gran fósil. Con el paso de los años, la zanja se fue haciendo cada vez más larga y honda hasta alcanzar doscientos metros de longitud y veinticinco de profundidad. Los obreros instalaron raíles, como si de una mina se tratara, y vagonetas para extraer los escombros. Muy pocos cazadores de fósiles habían actuado jamás de modo tan metódico e industrioso como Earl Douglass.

Una de sus recompensas fue el hallazgo de otro notable esqueleto perfectamente articulado de un dinosaurio gigante, un *Diplodocus*. Douglass embarcó toneladas de huesos de esta criatura, con cráneo y todo, hasta Pittsburgh para que fueran limpiados y analizados. Era el más perfecto ejemplar de *Diplodocus* encontrado jamás. Esos animales herbívoros eran casi tan grandes como el *Apatosaurus*, pero de líneas más estilizadas y de apariencia más grácil. Holland, en su análisis, decidió que este particular espécimen representaba a una especie distinta a la que dio el nombre de *Diplodocus camegie.* Esta denominación complació de tal modo a Andrew Camegie que el *Diplodocus* no sólo se convirtió en una pieza central de su museo, sino que hizo moldes en escayola del esqueleto completo que fueron distribuidos por muchos museos de todo el mundo.

De 1909 a 1923, Earl Douglass puso al descubierto muchos otros dinosaurios y envió a Pittsburgh más de 350 toneladas de huesos incrustados en la roca. Había encontrado más de una docena de especies, entre las que se incluían los restos de *Stegosaurus*, *Allosaurus*, *Laosaurus* y *Camptosaurus.* Uno de sus descubrimientos fue el raro espécimen de un *Camarasaurus* en edad juvenil. Casi todos los ejemplares de dinosaurio encontrados hasta entonces habían sido de individuos crecidos, en edad adulta.

En 1924 el museo Camegie tenía un exceso de huesos de dinosaurios y decidió suspender sus excavaciones en aquella cantera Douglas no quiso pensar en regresar a Pittsburgh. Utah se había convertido en su hogar, pero su residencia agrícola no había crecido lo suficiente como para dar satisfacción a sus sueños de prosperidad. No había podido conseguir agua suficiente para irrigar nada más ambicioso que su huerto, así que sin el salario que le pagaba el museo no estaba en condiciones de sacar adelante a su familia. Consiguió que la Universidad de Utah le encargara la excavación de algunos huesos y durante los dos años siguientes vivió en Salt Lake City, donde preparó los huesos para su instalación en el museo de la Universidad. No fue un acuerdo feliz. No se le concedió el menor crédito a Douglass por su trabajo, pasó a ser considerado como un simple ayudante sin importancia y se le negó un empleo permanente en la Universidad. Años más tarde, al escribir sobre Douglass en un capítulo de *Mormon Country*, Wallace Stegner descubrió que el nombre del buscador de fósiles había sido «tachado»… de las memorias de la Universidad. Douglass murió en 1931, en la pobreza.

La vieja cantera Camegie en sí se conserva como un monumento a Earl Douglass. En 1915, con la ayuda de Holland, Douglass convenció al gobierno federal de que aislara el terreno y lo calificara como monumento nacional. Douglass escribiría en su diario: «Espero que el gobierno, en beneficio de la ciencia y del pueblo, despeje una amplia zona, dejando los huesos y esqueletos en relieve y alojándolos allí. Eso constituiría uno de los lugares más sorprendentes e instructivos imaginables.» Ésta fue la génesis del Monumento Nacional al Dinosaurio, situado al este de Vernal, Utah. En la actualidad, los visitantes pueden caminar por una galería cerrada y, como si

miraran en el pasado a través de una ventana, contemplar los fósiles encerrados todavía en los estratos inclinados de la piedra caliza, en la que Douglass descubrió algunos de los más terroríficos gigantes del jurásico.

Se ha dicho frecuentemente de Bamum Brown que extrajo más dinosaurios que cualquier otro hombre. Henry Fairfield Osbom, que en su calidad de presidente del Museo Americano de Historia Natural tuvo ocasión de conocer y trabajar con un mayor número de paleontólogos de los que actuaban sobre el terreno que cualquier otro director de museo, dijo en cierta ocasión: «Brown es el coleccionista de fósiles más sorprendente de todos lo que he conocido. Es como si fuera capaz de oler los fósiles. Si controla unas excavaciones y ordena abrir una nueva zanja, ésta acabará en medio de los depósitos más abundantes. Nunca se equivoca.»

Los registros muestran que está justificada la hipérbole de Osbom. Cuando Bamum Brown llegó en 1897 al Museo Americano, éste no poseía ni un solo fósil de dinosaurio. Cuando murió Brown en 1963 -sólo le faltaba una semana para celebrar su nonagésimo aniversario-el museo tenía una de las más extensas e importantes colecciones del mundo, lo que se debía, en gran parte, a las numerosas exploraciones a gran escala realizadas a lo largo de sesenta años. Su descubrimiento más impresionante fue el de los primeros esqueletos de *Tyrannosaurus* rex, el mayor carnívoro que cazó sobre la tierra firme.

Brown se incorporó al museo en Nueva York cuando estaba acabando su carrera de paleontología en la Universidad de Columbia. Había nacido en Carbondale, Kansas, en 1873. Sus padres lo bautizaron en honor de P. T. Barnum, el empresario del circo, para añadirle un aditamento florido a su muy corriente apellido. No era un nombre enteramente inapropiado, dijo en cierta ocasión un escritor del museo, porque Bamum Brown «nos presentó a uno de los mayores animales encontrados en la Tierra». Comenzó a investigar de muchacho, recogiendo los fósiles de animales extinguidos. En la Universidad de Kansas fue alumno de Samuel Williston, quien impartía clases en la Universidad. Brown nunca terminó su tesis para doctorarse en Columbia porque, según dijo, «había tratado de abarcar más de lo que podía apretar». Además el trabajo sobre el terreno le atraía más que el de las aulas y el de los laboratorios. En ese aspecto Brown era igual que la mayoría de los cazadores de dinosaurios de la época.

Sin embargo, cuando iba bien vestido en la ciudad, y en su coche, parecía más un profesor universitario o quizá un dignatario de la iglesia que un explorador dedicado a recoger fósiles en el campo. Un colega se refirió a «la apariencia grave y a veces melancólica» de Brown. Generalmente, su forma de vestir era impecable y su actitud seria y digna. Miraba al mundo y a los fósiles a través de unos lentes *pincenez* que colgaban de una cadena de oro. Las mujeres, por lo que se sabe, lo consideraban extraordinariamente atractivo. Era el galán cumplido en los salones de baile y un excelente y ameno invitado en cualquier mesa. Cuando regresaba de las zonas de excavaciones, las gentes de los pueblos, en especial las mujeres, acudían a recibirlo al tren y se disputaban el honor de llevarlo de la estación hasta sus casas para invitarlo a cenar.

Poco después de que pasó a trabajar para Osbom, Brown se encontró con que una expedición del Museo Americano estaba volviendo a abrir los lugares de excavación de Como Bluff. Al principio, en el verano de 1897, el grupo tenía razones para creer que los cazadores de Marsh habían dejado aquellos lugares totalmente vacíos. Pero parece ser que Osbom y Brown descubrieron un esqueleto de dinosaurio y Jacob L. Wortman, el jefe de la expedición, encontró un segundo esqueleto -trabajo suficiente para todo el verano-. Obtuvieron buenos resultados el verano siguiente. Se trasladaron más al norte del peñasco. El grupo iba dirigido por Wortman,

asistido por Walter Granger, y pronto llegaron a un pequeño valle literalmente cubierto de huesos de dinosaurio. No muy lejos de allí, en las proximidades del río Medicine Bow, estaban las ruinas de la cabaña de un pastor que había sido construida casi por completo con huesos de dinosaurio, que por lo visto eran más fáciles de conseguir allí que la madera. Aquel lugar pasó a ser conocido con el nombre de «Cantera de la Cabaña de Huesos» y la expedición del museo excavó hasta extraer todo lo que había digno de valor allí.

Por esos días Brown se había trasladado a unos terrenos más distantes. En el invierno de 1899, según se divertía Brown contando años más tarde, Osbom lo llamó a su despacho un día a primeras horas de la mañana y le dijo que una expedición de la Universidad de Princeton estaba a punto de zarpar para la Patagonia, a las once de aquella misma mañana. «Quiero que vaya usted en ella en representación del Museo Americano», le ordenó el imperioso Osbom a Brown que sólo tenía veintiséis años. El joven paleontólogo tuvo tiempo para llegar al barco, se sumó a la expedición y se pasó casi dos años en la Patagonia, trabajando con el grupo de Hatcher.

Brown ganó su propia fama y autoridad como buscador de fósiles en el verano de 1902. Se dirigió en tren a Miles City, Montana, y exploró las tierras yermas de los alrededores al sur del río Missouri. «Este territorio parece prometedor y nunca ha sido explorado», le escribió a Osbom en junio. Allí tenía una oportunidad de explorar lechos de fósiles procedentes del último período del cretáceo, un período que había sido descuidado, en el apresuramiento mostrado por la mayor parte de los cazadores de dinosaurios por explorar, sobre todo, los fósiles del jurásico o la formación Morrison. Alquiló un carro, contrató a un equipo y Brown hizo un viaje de cinco días en dirección norte hasta el pequeño campamento de Jordán, después se internó en un territorio aún más duro en la parte más alta del arroyo del Infierno. Cowboys y pastores habían informado de la existencia en aquellos lugares de huesos extraños. Brown estableció un campamento en las proximidades de la cabaña del dueño de un almacén. La primera noche de su estancia allí, antes de comer, el 12 de julio, encontró

Barnum Brown (a la izquierda) con H. F. Osborn, en Como Bluff.

algunos fósiles de *Triceratops*. Pocos días más tarde Brown realizó su hallazgo más sensacional. En el peñasco de dura piedra caliza amarillenta que cruzaba el arroyo encontró los primeros huesos de lo que, según se vio después, era el esqueleto completo de un *Tyrannosaurus rex*. Brown se pasó el resto de aquel verano y la mayor parte del siguiente excavando las piezas del esqueleto. Rompió con explosivos la matriz de piedra caliza y extrajo los huesos con ayuda de la piqueta y el cincel. Aplicó laca para endurecer las piezas frágiles y envolvió las otras en

tela de saco empapado en escayola. Las partes mayores del esqueleto, como la pelvis, incrustada en la piedra, que pesaba en su conjunto unas dos toneladas, significó una auténtica prueba para demostrar la capacidad estratégica de Brown. Dado que resultaba demasiado pesada para poder ser llevada por el carro, construyó una especie de trineo con tablones deslizantes y alquiló un tiro de cuatro caballos para arrastrarla. Costó todo un día de trabajo trasladar la pelvis desde el lugar en que fue hallada, en el valle del arroyo del Infierno, hasta la carretera. Allí comenzaba el transporte durante doscientos kilómetros de distancia hasta la estación de Miles City.

Cinco años más tarde, en 1908, Brown descubrió su segundo *Tyrannosaurus*. Trabajando al norte del arroyo del Infierno, en una zona que en la actualidad se halla sumergida bajo las aguas del pantano de Fort Peck, había conseguido «un diez», según exclamó en una carta a Osbom. Brown informaba haber encontrado «quince caudales -huesos de la cola-conectados, enterrados en la arena». Con pico y pala cavó una zanja y vio que los huesos continuaban incrustados en la piedra caliza. «Nunca había visto nada semejante», le dijo Brown a Osbom, al comentar la aparente totalidad del esqueleto. Osbom le respondió: «Su carta… hace que me sienta como un profeta y el hijo de un profeta, puesto que había sentido, instintivamente, que usted encontraría un *Tyrannosaurus* en esta temporada.» El entusiasmo de Brown aumentaba a medida que progresaba su excavación. «Una pieza magnífica -escribiría en otra carta-Este cráneo por sí solo vale todo el trabajo de un verano porque es perfecto.»

De regreso al museo de Nueva York, los huesos de los dos especímenes de tiranosaurio fueron ensamblados con el máximo cuidado para que el mundo pudiera contemplar el terrorífico aspecto que debieron de tener los más poderosos carnívoros terrestres que jamás vivieron. Esas criaturas, que existieron en los últimos millones de años del cretáceo, tenían cabezas enormes, de más de un metro de longitud, desde el frente hasta la parte de atrás. Las mandíbulas apenas si eran algo más cortas y estaban llenas de dientes y colmillos de sable de quince centímetros de longitud y de dos centímetros y medio de anchura. Esos animales se erguían sobre sus dos patas traseras que terminaban en pies semejantes a los de las aves, con tres dedos dirigidos hacia adelante, armados con fuertes espolones, las armas de las que se valían para apresar sus presas. El *Tyrannosaurus* de 1902, encontrado por Brown, fue vendido al Museo Camegie de Pittsburgh, durante la segunda guerra mundial, como precaución contra una segunda extinción de aquella criatura, pues existía el temor, muy generalizado, de que Nueva York pudiera llegar a ser bombardeado. (Algunos huesos de dinosaurios se perdieron en la primera guerra mundial cuando un buque canadiense que los transportaba a Gran Bretaña fue torpedeado por un submarino alemán.) El *Tyrannosaurus* de 1908 ha permanecido durante todo este tiempo en el Museo Americano, una presencia amenazadora para los niños que lo observan con los ojos muy abiertos, y es el orgullo de Bamum Brown que se divertía presentando aquel esqueleto a los visitantes del museo como «mi hijo favorito».

En 1910, siguiendo la confidencia que le hizo un ranchero canadiense, Brown se dirigió hacia el norte en busca de nuevas aventuras y nuevos descubrimientos de criaturas procedentes del cretáceo. Se pasó seis temporadas explorando la cuenca del río del Ciervo Rojo, en la región central de Alberta. Varios geólogos canadienses, empezando por George Dawson, en la década de 1870-1880, llamaron la atención sobre la existencia de restos de dinosaurios que esperaban ser desenterrados en las provincias occidentales del Canadá, especialmente en la región del lago Alberta. Lawrence Lambe, del Geological Survey de Canadá, se dirigió, en particular, a los sedimentos a lo largo del río del Ciervo Rojo. Pero fue Brown quien estableció la exploración

más original y de mayor éxito.

Después de reconocer el país, Brown decidió utilizar un nuevo acercamiento por vía acuática a la caza del dinosaurio. Una barcaza fluvial sería su campamento flotante y en ella se dejaría arrastrar río abajo, parándose de vez en cuando para excavar y recoger los fósiles hallados, que serían llevados a la barcaza. Se construyó una lancha de quilla plana, de diez metros de largo por cuatro de ancho, con lo que la barcaza ofrecía espacio suficiente en cubierta para establecer el campamento con tiendas de campaña y una estufa para cocinar. Brown sabía cómo viajar. De ese modo no tenían que perder el tiempo buscando agua, ni con problemas con muías tozudas y cerriles, ni con las frecuentes averías de los carros en terrenos difíciles. Al final de cada temporada la barcaza estaba llena de fósiles envueltos en arpilleras escayoladas y eran enviados a la estación de ferrocarril más próxima. Entre los más valiosos especímenes encontrados se cuentan un esqueleto casi completo de un dinosaurio con cuernos, el *Monoclonius, y* otro del dinosaurio de pico de pato y con cresta llamado *Corythosaurus.* Y lo que era más interesante para los paleontólogos, Brown estuvo en condiciones de extraer fósiles de distintos estratos del cretáceo y con ello reveló nuevas pruebas del desarrollo y la evolución del dinosaurio durante los últimos millones de años de su existencia.

Los impresionantes resultados obtenidos por Brown resultaron un tanto embarazosos para los canadienses. ¿Por qué se le permitía a aquel yanqui explorar, en busca de dinosaurios, los yacimientos canadienses? En respuesta, se dijo que la Geographical Survey de Canadá, como no tenía la suficiente experiencia para buscar los huesos por cuenta propia, había requerido los servicios de Charles H. Stemberg y sus tres hijos. Algunos de los miembros de la familia Stemberg ya habían trabajado en Canadá con anterioridad, cuando en 1912 se les pidió que encontraran algunos dinosaurios en Ciervo Rojo, antes de que Brown pudiera hacerse con ellos. En la primera temporada los Stemberg actuaron con una expedición tradicional y establecieron su campamento en las cercanías de Drumheller, haciendo exploraciones de reconocimiento, río abajo, con carros o en una balsa. Sin embargo, en 1913, rindieron pleitesía a Brown copiando su técnica del campamento flotante y también ellos se pasaron unos años dedicados a obtener buenos resultados en los lechos del último período de la era cretácea. Esto puso a disposición de los museos canadienses muchos esqueletos de distintos dinosaurios de pico de pato, de piel dura y carnívoros, así como también un espécimen del cráneo del *Styracosaurus.*

Los territorios de abrupta piedra caliza del Ciervo Rojo contenían la suficiente cantidad de huesos de dinosaurio como para satisfacer a todos los buscadores, y también a los equipos rivales de Brown y Stemberg, y para suministrar en abundancia a los museos de las dos naciones, Canadá y Estados Unidos. (La zona donde en la actualidad se ha establecido el Parque Provincial del Dinosaurio continúa siendo explorada con resultados fructíferos.) En la actualidad los cazadores de dinosaurios han extendido sus objetivos y perspectivas así como su habilidad, y los procedimientos han alcanzado un óptimo nivel. Pueden seguir siendo rivales y, en respuesta a una confidencia o a determinados indicios o un simple estudio del territorio, correr para ser los primeros en resucitar alguna gran bestia y sacarla de su sepulcro de piedra. Y demostraron, para alivio de la profesión de paleontólogo, que no es necesario ser Cope o Marsh para dejar tras sí un legado de éxitos.

8. A LA BÚSQUEDA DE FOSILES POR TODAS PARTES: EUROPA Y ÁFRICA

Un año después de los sorprendentes descubrimientos de 1877 en el Oeste americano, los trabajadores que estaban abriendo una nueva galería de más de trescientos metros en una mina de carbón belga, encontraron un rico yacimiento de huesos. Habían hecho un túnel hasta llegar a una capa cretácea que profundizaba atravesando los depósitos carboníferos formados por los bosques pantanosos del más antiguo período carbonífero. Una profunda barranca debió de abrirse a través del carbón, unos cien millones de años antes, y en ella cayeron muchos dinosaurios indefensos cuyos cuerpos serían pronto cubiertos por las tierras pantanosas y las aguas de las inundaciones. El barro se petrificó y los huesos se fosilizaron apresados en él. Los fósiles se quedaron allí hasta que los seres humanos de la era industrial necesitaron carbón. Los mineros, sin querer, destruyeron un esqueleto antes de darse cuenta de que habían dado con un cementerio prehistórico. Seguidamente y durante los tres años siguientes los paleontólogos del Museo Real de Historia Natural en Bruselas trabajaron en la sombría oscuridad de la galería minera en Bemissart, cerca de la frontera francesa. Extrajeron de allí más de treinta esqueletos, virtualmente completos, de *Iguanodon*. Nunca antes se habían encontrado tantos especímenes de un solo género de dinosaurios en un mismo lugar, una circunstancia que ofrecía a los científicos la rara oportunidad de estudiar las variaciones de una especie y de recrear las vidas y el hábitat de los dinosaurios.

Louis Dollo fue un paleontólogo que hizo una carrera ilustre gracias a esos *Iguanodon* de Bemissart. En cierto sentido era el primer científico moderno especializado en el estudio de los dinosaurios. A diferencia de sus contemporáneos, Dollo se pasaba poco tiempo en el terreno de los hallazgos cazando huesos, que le eran enviados en abundancia. No sentía ninguna necesidad de competir en el hallazgo de nuevas especies, especies distintas y a ser posible del mayor tamaño. Era un hombre de laboratorio, retraído, satisfecho y contento con pasarse la vida dibujando toda posible inferencia de los huesos de una especie, el *Iguanodon*. En ambos aspectos Dollo adelantó los estilos laborales de muchos de los más destacados científicos dedicados al estudio de los dinosaurios.

Louis Dollo.

Estos científicos era posible que desenterraran algunos dinosaurios, y otros investigadores no eran ya más que jubilados, pero el punto más importante no fue ya la caza sino el análisis de la presa. Las batallas eran sobre ideas, no sobre los resultados en los yacimientos.

Louis Antoine Marie Joseph Dollo nació en 1857 en Lille, Francia, y se licenció en ingeniería civil y en ingeniería de minas. Cuando se trasladó a Bruselas en 1879, trabajó como ingeniero en una fábrica de gas, pero su interés por la geología y la zoología lo condujo a la paleontología. En 1882, se unió al equipo del Museo Real de Historia Natural y fue allí donde por vez primera estableció conocimiento con los *Iguanodon* de Bemissart.

En el término de un año, Dollo ensambló y montó su primer esqueleto y comenzó a publicar sucintas interpretaciones sobre cuál debió de haber sido el aspecto y la vida de aquellos animales. Esos pronunciamientos apenas si estaban basados en algo más que un diente o algunos huesos aislados, así que su credibilidad solía derivarse más del prestigio del científico que de los hechos disponibles. En un principio, Dollo carecía de ese prestigio, pues lo único que había hecho había sido encontrar una gran cantidad de huesos y el primero de todos los esqueletos de dinosaurio que conservaba cada hueso en su lugar. Esto le dio la autoridad que necesitaba para influir en el mundo de la paleontología y formar el pensamiento científico sobre los dinosaurios.

El efecto consistió en confirmar o revisar anteriores ideas. Trabajando con esqueletos completos, Dollo pudo informar con certeza que el *Iguanodon* se erguía y se movía sobre sus patas traseras y con las manos delanteras libres para coger hojas y ramas de los árboles, así como otras plantas comestibles. El *Iguanodon* no era un cuadrúpedo, como se había caracterizado en el modelo exhibido en el Crystal Palace, sino un bípedo, como había postulado Huxley. De adulto el *Iguanodon* era un animal fuerte, grande, que posiblemente llegaría a pesar siete toneladas, con unos diez metros de longitud y cinco de altura. Dollo mostró, además, que la protuberancia ósea, que Mantell había tomado por un cuerno semejante al que va sobre el hocico del rinoceronte, era una gran garra, una especie de espolón, que iba en la punta del dedo pulgar del *Iguanodon.* Posiblemente era una de las armas defensivas del colosal herbívoro.

Al examinar la cola del *Iguanodon,* Dollo descubrió una ordenación de tendones osificados que cruzaban las vértebras y supuso que su misión consistía en dar rigidez a la cola que debía de tener consecuentemente una fuerza que anteriormente no se había supuesto. Una cola rígida podría haber sido el arma de combate más efectiva del dinosaurio. Bastante tiempo después los científicos llegaron a la conclusión de que aquella cola debía de servir también para que el animal pudiera mantener el equilibrio cuando corría saltando sobre sus dos patas traseras.

En sus estudios del dinosaurio, Dollo avanzaba en un terreno al que dio el nombre de paleontología etológica. Miraba más allá de los huesos para ver cómo habían vivido los dinosaurios. Naturalmente que la anatomía de aquellos animales era una de las claves más importantes, puesto que de ella se podía deducir su postura, sus posibles hábitos alimenticios y su defensa contra los depredadores. Además, Dollo quiso recrear el medio ambiente en el que había vivido el dinosaurio -una práctica usual en la paleontología actual, pero no entonces-. Informó sobre los fósiles de los animales, insectos y plantas que compartieron el mundo del *Iguanodon.* Estudió los sedimentos para deducir cuál debió de ser el clima y el paisaje de aquel período de la antigüedad. Dollo fue pionero en muchos de los métodos que se desarrollarían con creciente sofisticación en el siglo XX y que nos han dado una increíble visión del pasado.

En lo que se refiere a los *Iguanodon* de Bemissart, de acuerdo con la recreación documentada de Dollo, debieron de haber pastado en un extenso delta fluvial que, en aquella era, cubría Bélgica, el norte de Francia y el sur de Inglaterra, entonces unidas, hace unos cien millones de años, en el cretáceo. El delta se abría en un amplio mar que se extendía a través del sur de Europa hasta Asia, el mar Thetis. El clima era tropical. Las coniferas crecían sobre el suelo

cubierto de helechos. Entre los cocodrilos, tortugas, ranas y grandes insectos voladores, los *iguanodon* vivían en gran número y pastaban, siempre alertas, vigilando cualquier mido o visión que pudiera anunciar la presencia de los dinosaurios carnívoros depredadores. El *Iguanodon* posiblemente se defendía del ataque de los carnívoros con sus garras y con su cola flagelante o, quizá, huían a refugiarse en las aguas. Algunos de ellos, por una razón ignorada, quedaron atrapados en la barranca profunda que les sirvió de tumba.

Dollo dedicó más de veinticinco años al estudio de estos iguanodontes. Sospechó que los huesos representaban dos especies distintas: una especie de gran tamaño, el *Iguanodon bemissartensis;* y otra más pequeña, el *Iguanodon mantelli*, bautizado así en honor de Gideon Mantell. Es posible que Dollo se equivocara en esto. De acuerdo con la opinión de Edwin Colbert, otros científicos creían que los esqueletos procedían de la misma especie. Las diferencias anatómicas, decía Colbert, podrían deberse a las diferencias existentes entre los dos sexos.

Louis Dollo llegó a ser profesor en la Universidad de Bruselas y amplió sus estudios a otros dinosaurios, entre los que se incluían el *Triceratops* y el *Stegosaurus.* Para el momento de su muerte, en 1931, ya se habían desenterrado muchos otros dinosaurios en Europa, desde Escocia hasta Transilvania, desde los Países Bajos a España y Portugal. Pero ninguno de los descubrimientos hechos en Europa, antes o después de su muerte, admite comparación con los esqueletos de *Iguanodon* encontrados en la mina de carbón de Bemissart.

En su búsqueda de dinosaurios, como en otras muchas cuestiones, los europeos no podían limitarse a su propio continente. Al parecer, la caza del dinosaurio seguía la misma norma y sistema con que se hicieron los primeros descubrimientos en el hemisferio sur. Los colonos británicos en África del Sur enviaban en ocasiones a Londres huesos misteriosos para que fueran estudiados. El primero de ellos, identificado como perteneciente a un dinosaurio, fue un espécimen de un prosaurópodo del triásico, y fue descrito por Owen, en 1854, que le dio el nombre de *Massospondylus.* En un principio se pensó que esos animales, cuya longitud más común era de unos cuatro metros, podrían ser los antepasados directos de los grandes saurópodos del jurásico, cuadrúpedos gigantescos como los *Brontosaurus.* Alan Charing afirma que ahora son muchos los especialistas que creen que los prosaurópodos eran una rama colateral del árbol de la familia de los saurópodos que se extinguió a finales del triásico. «Los antepasados del triásico de las mayores bestias que jamás corrieron por la Tierra todavía tienen que ser descubiertos», dijo Charing. Otras reliquias que llegaron a Londres procedentes de África del Sur, en 1866, frieron identificadas por Huxley como una nueva especie de prosaurópodos del triásico, el *Euskelosaurus.*

Muy poco más se oyó hablar de los dinosaurios africanos hasta que Robert Broom comenzó a informar de sus exploraciones a principios de 1900. Broom, médico escocés, que estudiaba los orígenes de los mamíferos, había trabajado durante años en Australia investigando la anatomía de algunos mamíferos primitivos como el ovíparo monotremes y los marsupiales antes de que se trasladaran a África del Sur. Allí, su interés recayó de modo principal en los restos fósiles de algunas raras criaturas conocidas como reptiles de aspecto de mamíferos. De algunos de esos animales, que vivieron en el período pérmico y triásico, se desarrollaron los pequeños mamíferos que lucharon por sobrevivir durante la era de los reptiles. Años antes de que se estableciera que África fue la cuna de la especie humana, Broom encontró, en el Gran Karoo, una cuenca árida situada en el extremo sur del continente, numerosas pruebas de la existencia de los primeros

antepasados del primer mamífero. Mientras cazaba con trampas por el Karoo, halló algunos huesos de dinosaurio sobre los cuales envió su primer informe en 1904. Broom describió los huesos de un *Brontosaurus*, el *Algoasaurus*, que vivió a principios del período cretáceo. Esto dio ánimos a los paleontólogos para empezar la caza de dinosaurios en África.

Muy pronto encontraron todos los huesos que habían confiado en hallar, en un lugar llamado Tendaguru. Los lechos de fósiles de la región demostraron ser aún más ricos que todos los encontrados en el hemisferio sur.

En 1907, un ingeniero de minas alemán, W. B. Sattler, que trabajaba a cien kilómetros en el interior del país, a partir de Lindi, un puerto marítimo del África Oriental Alemana (que después sería llamada Tanganyika bajo el dominio británico y en la actualidad se llama Tanzania). Cerca de Tendaguru, una colina que se alza frente a una pradera cubierta de hierba y de árboles pequeños, Sattler encontró varias piezas de huesos largos que yacían sobre el suelo y que reconoció como fósiles. Eberhard Fraas, una autoridad en reptiles fósiles, que se hallaba por casualidad en la colonia, de visita, fue llevado al lugar del hallazgo para que identificara aquellos huesos. Por todas partes que dirigió su vista entre la alta hierba, pudo ver más huesos, que habían sido puestos al descubierto por la erosión. Después de recoger algunas muestras regresó a su casa, en Stuttgart, e hizo correr la voz de la existencia de un fabuloso yacimiento de huesos de dinosaurio que simplemente esperaba la llegada de alguien con pico y pala. Se pudo reunir el suficiente dinero para financiar una expedición a Tendaguru.

Bajo la dirección de Wemer Janensch, el encargado de la sección de reptiles en el Museo de Berlín, paleontólogos alemanes y cientos de personas de la localidad, trabajaron en aquel lugar durante cuatro años a partir de 1909. Fue una empresa monumental, mucho más que cualquiera de las expediciones en busca de dinosaurios en el Oeste americano. En primer lugar allí no había ferrocarril y el campamento estaba a dos días de distancia, en buque fluvial, de Dar-es-Salaam, al sur de Lindi, un campamento caluroso muy poco recomendable para los visitantes europeos. Algunos años más tarde, un paleontólogo británico, John Parkinson, escribió: «Es aconsejable desembarcar en Lindi muy bien pertrechado. Se presupone que se debe llevar consigo una cama, una red protectora contra los mosquitos, así como un cocinero y un criado nativo. La quinina se puede comprar en la oficina de Correos.»

Desde Lindi era precisa una marcha de cuatro días, en el calor tropical del interior, para llegar a Tendaguru. La invasión de moscas excluía el uso de asnos y muías. Todo debía ser transportado por los porteadores nativos a la espalda o sobre su cabeza. Los alemanes contrataron ciento setenta obreros en el primer año e incrementaron la cifra hasta los quinientos en temporadas siguientes. Dado que muchos de los trabajadores llegaban acompañados de sus familias, el campamento bajo la colina de Tendaguru llegó a ser, sin duda, el mayor de todos los que antes y ahora pueden asociarse con la búsqueda de dinosaurios fósiles.

La estrategia empleada allí en la excavación fue diferente a la utilizada en otros yacimientos fósiles porque los estratos geológicos que contenían los fósiles eran de difícil acceso. En ninguna parte estaban expuestos en peñascos o barrancas, lugares en los cuales la erosión habría hecho una gran parte del trabajo de los paleontólogos. Así, una vez que hubieron recogido los fósiles que hallaron en la superficie, Janensch y sus obreros tenían que cavar profundas galerías en la llanura y en la colina. Las galerías y pozos se extendían por una superficie de varios kilómetros y algunos de ellos estaban a una hora de camino del campamento base. De acuerdo con los informes de la expedición, los porteadores hicieron más de 5 400 viajes hasta Lindi, llevando huesos y

transportando víveres y provisiones a la vuelta. Llevaban sobre sus cabezas las cajas que contenían los huesos pequeños; los otros más pesados, como fémures o columnas vertebrales enteras, eran colgados de una vara para ser llevados por dos indígenas. En Lindi se embalaban los huesos para ser enviados a Alemania, más de cien cajas con unas doscientas toneladas de fósiles extraídos en cuatro años de excavación.

El más precioso de los trofeos conseguidos en esta expedición fue un gigante del jurásico, el *Brachiosaurus* -o lagarto con brazos-. Cuando, de regreso en Berlín, Janensch ensambló los huesos de aquella criatura el resultado fue realmente impresionante. Aparentemente se trataba del mayor de todos los cuadrúpedos, saurópodos herbívoros, el formidable dinosaurio que hoy nos resulta tan familiar. A diferencia de la mayor parte de otros dinosaurios, el *Brachiosaurus* tenía las patas delanteras mucho mayores que las traseras. Su espalda descendía en pendiente hacia atrás y surgía de un cuello larguísimo al final del cual había una cabeza relativamente pequeña. Esta cabeza quedaba a 12,6 metros del suelo, es decir, a suficiente altura para que el *Brachiosaurus* pudiera mirar por encima de una casa de cuatro pisos. Janensch calculó que el animal vivo debía de pesar unas dieciocho toneladas, hasta veinte veces el peso del mayor de los elefantes africanos. En la actualidad el esqueleto del *Brachiosaurus* se exhibe en el Museo de Historia Natural de la Universidad Humboldt en Berlín. Es, sin duda, el resultado más espectacular de la expedición a Tendaguru y el mayor testimonio de la larga carrera científica de Wemer Janensch, que nació en 1878 y murió en 1969.

Hasta fecha muy reciente se había considerado al *Brachiosaurus* como el mayor de los animales que existieron en la Tierra en todos los tiempos. Pero otro dinosaurio, quizá un pariente distante del *Brachiosaurus,* es posible que lo sobrepasara en peso y altura. Se trata del llamado *Ultrasaurus* que Jim Jensen encontró en Colorado en 1979. Partiendo del tamaño del omoplato, la única pieza grande del esqueleto que ha sido desenterrada, Jensen calcula que este dinosaurio tenía, por lo menos, un piso más de altura que el *Brachiosaurus* de Tendaguru.

Los alemanes jamás regresaron a Tendaguru después de la temporada de 1912. Cuando la colonia pasó a manos británicas, después de la primera guerra mundial, la siguiente expedición a aquellos lugares tendría lugar en 1924 y estuvo dirigida por W. E. Cutler, un paleontólogo de la Universidad de Manitoba, con experiencia en los lechos fósiles de Canadá. Iba acompañado de Louis S. B. Leakey, el paleontólogo nacido en Kenia que ganaría fama por sus descubrimientos del hombre primitivo. Cutler murió en Lindi en 1925 y en los años siguientes las excavaciones estuvieron dirigidas por Parkinson y Boheti bin Amrani, un nativo que había sido uno de los vigilantes y capataz en la expedición alemana. En 1930, en su libro *The Dinosaurs in East Africa,* Parkinson atribuye la concentración de dinosaurios en Tendaguru a las probables condiciones que reinaron allí en el último período del jurásico. Los dinosaurios vivían en la amplia desembocadura de un río que vertía sus aguas en una laguna separada del océano por un gran banco de arena. «No cabe duda de que muchos animales serían apresados en aquella laguna y en ella hallaron su tumba», escribió Parkinson, trazando una imagen no muy agradable. «Las carcasas en estado de podredumbre flotaban gracias a los gases producto de la descomposición y se iban desmembrando lentamente -continuaba-. Las arenas en las cuales se encuentran los huesos son invariablemente de grano fino y para que tales pesos pudieran ser transportados por el agua, que necesariamente tenía que transcurrir a poca velocidad, cabe suponer que el conjunto era una masa fangosa, un verdadero barrizal.»

Principalmente fueron los británicos los que continuaron el trabajo de los alemanes. Pero

antes de concluir sus operaciones en 1929, las extendieron un poco más hacia el norte, hasta un lugar llamado Kindope, que nunca había sido explorado por los alemanes. Allí, entre otros varios fósiles, los británicos encontraron un dinosaurio que se parecía al *Stegosaurus* escamoso de Norteamérica, aunque un poco más pequeño y con una altura de unos cinco metros. Se le dio el nombre de *Kentrosaurus*.

Para aquel entonces los cazadores de fósiles habían establecido la distribución global de los dinosaurios. El primer lugar donde se excavaron sus huesos fue en Inglaterra, después en el resto de Europa, de modo especial en la cuenca minera de Bemissart, en Bélgica.

Después fueron encontrados en gran abundancia en Norteamérica, de modo muy especial en los estados y las regiones del oeste. En 1882 se identificaron los primeros huesos de dinosaurios en América del Sur, exactamente en Argentina.

En 1924, algunos especímenes de dinosaurios fueron sacados a la luz en Australia. Y un verdadero tesoro de restos fósiles que esperaban en Asia, inspiraron una nueva aventura en el campo de la caza del dinosaurio.

9. GOBI: EL MATERIAL ESTÁ AQUI

A primeras horas de la mañana del 21 de abril de 1922, un grupo de hombres dejó la ciudad fronteriza de Kalgan, al norte de Pekín, y se encaminaron hacia la puerta de la Gran Muralla detrás de la cual está Mongolia. Innumerables caravanas habían hecho aquella misma ruta con anterioridad, viajeros de todo tipo y aspecto, pero sin duda ésta era la más extraña de todas. Dos pesados automóviles Dodge y dos grandes camiones Fulton saltaban sobre los baches y las marcas dejadas por las ruedas de los carros en la carretera que partía del norte de Kalgan. En el grupo iban varios científicos norteamericanos, amantes de la aventura, naturalistas, paleontólogos y geólogos, con toda una cohorte de mecánicos, cocineros y ayudantes. Días antes los había precedido una caravana de setenta y cinco camellos que transportaban bidones de gasolina y cajas con otros suministros (180 kilogramos a lomo de cada camello), que debían ser depositados en los lugares designados de antemano a lo largo de la ruta por la cual se intentaba cruzar el Gobi, ese gran desierto que se extiende al este y al oeste, durante 3 000 kilómetros, en el centro de Mongolia. Aquellos cuarenta hombres, cinco vehículos a motor y setenta y cinco camellos, formaban la expedición del Asia Central, organizada y dirigida por Roy Chapman Andrews. Éste describió la empresa como «la mayor expedición científica terrestre que jamás salió de Estados Unidos». Nada semejante se había visto nunca en Asia, ni figuraba en los anales de la caza del dinosaurio. El principal objetivo de esta expedición no terna nada que ver con el dinosaurio, sino que se trataba, nada menos, que de la búsqueda del origen del hombre. Tan ambicioso proyecto hubiera despertado sospechas entre los incrédulos burócratas chinos y mongoles. No podían creer que hombres en su sano juicio se arriesgaran a cruzar el desierto de Gobi simplemente para buscar viejos huesos. Aquella historia tenía que ser la cobertura, el pretexto, tras el cual se ocultaba otra cosa. Supusieron que su objetivo tendría que ser algo más valioso, como el oro o el petróleo, o quizá tenían la intención de apoderarse de todo el país y aquellos hombres que se llamaban a sí mismos científicos no eran otra cosa que exploradores en busca de tesoros o algo aún peor, agentes del imperialismo norteamericano. Esto era algo que podían entender, aunque no tolerar, pues esas razones eran las que durante muchos años venían atrayendo a los extranjeros a China y ahora a Mongolia.

Pese a todo, debido a las cartas de presentación de altos funcionarios norteamericanos y a la

intervención de gente influyente en Pekín, Andrews obtuvo el permiso necesario y se puso en acción tan pronto la nieve empezó a fundirse y el calor de la primavera volvió a Gobi. Al pasar por la puerta de la Gran Muralla, Andrews volvió la vista hacia atrás, entre la débil neblina azulada de las montañas de Shansi de China y, hacia adelante, contempló la llanura ondulada y las redondas colinas de Mongolia. Es algo maravilloso encontrarse en una tierra exótica, llena de vida y de romántica energía.

En el año que Andrews había pasado en Pekín ocupado con los preparativos de la expedición, había tenido que oír los consejos de muchos que le prevenían en contra de su proyecto de partir de Kalgan en dirección a Urga (en la actualidad Ulan Bator), la capital de Mongolia. Recordó que muchos le habían dicho que debían de estar casi locos. Gobi era una tierra desértica, estéril, de arena gruesa, salvia camellera y arbustos espinosos. En el verano, durante el día, el calor se hacía realmente insoportable, pero eso, con ser muy desagradable, no era nada en comparación con los vientos gélidos con los que habrían de enfrentarse si se veían obligados a pasar allí el invierno. También era posible que el elemento humano fuese igualmente inhospitalario. Los bandidos amenazaban continuamente la ruta de las caravanas y las luchas políticas azotaban el país. Mientras Andrews invernaba en Pekín, los ejércitos de Mongolia habían logrado expulsar a los chinos fuera de sus tierras. En muchas ocasiones su expedición pasaría por lugares que evidenciaban la existencia de grandes batallas que no figuraban en los archivos y de las que el mundo exterior no supo nada; combates luchados en la oscuridad de la noche, aislados: montones de cartuchos y peines de fusil o ametralladora vacíos, uniformes destrozados. Apenas los mongoles vieron su país libre de chinos cuando contemplaron cómo los rusos se infiltraban por el norte y el oeste. Las tropas bolcheviques habían entrado en Mongolia en persecución de unidades de rusos blancos que no querían rendirse, pero después de haber acabado con ellos los bolcheviques se quedaban allí para aprovecharse del caos político que había seguido a las guerras chinas. En la década de los años veinte Mongolia, gradualmente, fue cayendo bajo el control ruso; precisamente en el período en que Andrews estaba allí buscando el origen del hombre y cualquier otro tipo de huesos prehistóricos que encontrara en su camino.

En Pekín había muchos que se tomaban a broma la idea de buscar huesos fósiles en el Gobi. «Igualmente podríamos buscar fósiles en el océano Pacífico», le dijeron muchos, según recuerda Andrews. Naturalmente que se trataba de una aventura especulativa. «Un juego de azar», era la definición que Andrews tenía para ella. La historia fósil de partes alejadas de Asia, incluso Mongolia, era completamente desconocida. El desierto de Gobi había sido cruzado en ambas direcciones y en múltiples ocasiones por varios exploradores y naturalistas en los años finales del siglo XIX, pero como no tuvieron demasiado tiempo para una exploración a fondo, se habían dado por satisfechos con una inspección superficial. Si encontraron algún fósil no informaron de ello, salvo con una excepción: en 1892 el geólogo ruso Vladimir A. Obruchev encontró un diente de rinoceronte fósil cuando su caravana hacía la ruta de Kalgan a Urga.

No había, pues, un punto de partida seguro, pero el génesis de la expedición de Andrews se basaba en una profecía y no en un fósil. En 1900 Henry Fairfield Osbom había profetizado que en el Asia Central los paleontólogos encontrarían la cuna original del hombre primitivo. En ausencia de hechos -aún no se habían hecho los grandes descubrimientos de homínidos en África, y el Asia Central estaba en blanco en los mapas de la historia natural-la especulación de Osbom no podía ser refutada y tampoco, dada la considerable influencia del científico, ignorada. La idea había ganado cierta respetabilidad científica unos dos lustros antes, cuando William Diller Matthew,

director de la sección de paleontología de los vertebrados en el Museo Americano de Historia Natural, postuló en un estudio sobre el clima y la evolución que el Asia Central podría muy bien ser el Jardín del Edén de la mayor parte de los mamíferos, incluso quizá del propio ser humano. Se trataba de una hipótesis que merecía ser estudiada sobre el terreno. Ésta era la razón por la que Andrews entró en escena, un hombre en busca de aventuras y determinado a encontrarlas.

Andrews creía con todo su corazón que había nacido para ser naturalista y explorador. «Nada que no fuera eso ocupaba mi mente -escribió en *Ends of the Earth*, publicado en 1929-. Todos los momentos que podía sustraer a la escuela los pasaba en los bosques que se extendían a lo largo de las orillas del río Rock, o en el agua… Entrar en el Museo Americano de Historia Natural era la mayor ambición de mi vida.»

Dejó las orillas del río Rock cerca de su ciudad natal de Beloit, Wisconsin, en 1906, después de haber completado sus estudios de grado medio, y se dirigió a Nueva York y al Museo Americano. Su primera ocupación allí fue limpiar y fregar suelos en el departamento de taxidermia. Estaba dispuesto a hacer cualquier cosa con tal de poner sus pies al otro lado de la puerta del museo. Al cabo de sólo siete meses de estancia en el museo salió para realizar su primera «expedición» -a Amagensett, en el extremo sur de Long Island-. Una auténtica ballena había sido arponeada y quedó sobre la playa. Andrews acompañó a uno de los taxidermistas del museo para comprarla y trasladar sus huesos al museo. Así comenzó su interés por la cetología y, a lo largo de varios años, estuvo recogiendo y estudiando ballenas en Alaska, Columbia Británica, Corea y Japón, con un entusiasmo inconmovible. Mostró siempre un gran celo al servicio de la historia natural, sólo comparable al de algunos políticos por mantenerse en su cargo. Escribiendo sobre su trabajo con las ballenas, Andrews dijo: «Llegué al extremo de arrastrarme hasta sus estómagos para ver la clase de apartamento que alquiló Jonás.»

La afición a escribir y a enseñar era su fuerte. Con algunas diapositivas y un lenguaje evocador de lugares lejanos y criaturas poco corrientes, el entusiasta Andrews provocaba la atención de sus audiencias a lo largo y ancho de todo el país. Gentes de dinero que lo oían hablar mandaban generosos cheques al museo para financiar sus expediciones. En sus veintidós libros, todos llenos de emocionantes relatos, escritos con un estilo popular, Andrews hacía compartir la emoción de la paleontología y la historia natural con millones de personas, especialmente con los jóvenes. Hablar de dinosaurios y otros grandes fósiles con cualquiera cuya niñez concluyera antes de 1950 era como evocar sólo un nombre: Roy Chapman Andrews. «De niño -dijo Malcolm C. McKenna, hoy uno de los directores en el Museo Americano-me interesé por la paleontología a causa de Andrews y sus libros.»

Andrews quiso ir a la exploración del Gobi, debido a la influencia de Osbom y Matthew. La idea de buscar los orígenes del hombre en una tierra extraña y remota disparó su imaginación, pero no cruzó por su mente la idea de buscar dinosaurios. Hacia 1920 hizo unos cuantos viajes de reconocimiento a lo largo de la frontera de China y Mongolia, en las proximidades del Tibet y Birmania y, después, un viaje a la propia Mongolia. Una vez que tuvo la impresión de lo que debía ser hecho, él, personalmente, logró reunir la mayor parte del dinero -de ricos patrocinadores-necesario para financiar la empresa y se dirigió a Pekín, en abril de 1921, para prepararlo todo. Andrews demostró ser un maestro para la organización de ese tipo de expediciones.

Cuando examinó la situación vio que el problema consistía en transportar a un grupo de especialistas de diversos campos de la ciencia, como paleontología, geología y botánica, al

interior de Mongolia dándoles a todos el tiempo suficiente para una exploración intensa en los lugares prometedores y sacarlos de allí antes de la llegada de las nieves de octubre. Pero, ¿cómo hacerlo? En toda Mongolia no existía ferrocarril. Los camellos, utilizados por los anteriores exploradores, sólo podían recorrer un promedio de dieciséis kilómetros diarios. Comprendió que a esa velocidad, la expedición quedaría muy limitada en relación con la distancia que podrían penetrar en Mongolia y en el tiempo disponible para llevar a cabo las excavaciones. La solución, así le pareció a Andrews, consistía en emplear una combinación de camellos y, por primera vez en una importante expedición científica, los automóviles. Una caravana de camellos debía adelantarse y transportar la gasolina. Para una temporada de trabajo sobre el terreno, ciento veinticinco camellos transportarían unos veintidós mil litros de gasolina, cuatrocientos cincuenta litros de aceite, tres toneladas de harina, una tonelada y media de arroz y grandes cantidades de otras provisiones y víveres. Los científicos deberían seguirlos quince días más tarde en automóvil con piezas de repuesto, herramientas para realizar las excavaciones, tiendas de campaña, raciones de alimentos, agua y más gasolina. Andrews calculó que, dado que los automóviles podían realizar ciento sesenta kilómetros por día, en comparación con los dieciséis que podían recorrer los camellos, la expedición estaría en condiciones de realizar diez años de trabajo en una sola temporada.

Los automóviles, equipados con un sistema de suspensión reforzado, con ballestas excepcionalmente fuertes, fueron enviados a Pekín desde Estados Unidos y puestos a disposición de Andrews.

En un lugar tan árido e inhóspito como el desierto de Gobi no existía posibilidad alguna de vivir sobre el terreno. De vez en cuando, la expedición podría comprar un cordero, cazar un antílope o aprovisionarse en Urga, pero no se podía confiar en ello. Todas las necesidades debían ser tenidas en cuenta de antemano y había que llevar consigo todas las provisiones necesarias. Andrews, aunque valiente y decidido, no creía en escatimar el mínimo confort que cada persona necesita. «Comer bien, vestir bien y dormir bien es una regla bastante buena para uso cotidiano.

No busques la dificultad -escribió en un informe compendiado sobre la expedición-. Tampoco creo en la aventura.» En este aspecto Andrews citaba la consigna del explorador del Ártico Vilhjamur Stefansson: «Las aventuras son la marca de la incompetencia.» Pese a la teoría de que todo debía ser como estar en casa, los viajes de Andrews pueden calificarse de aventuras incomparables, muy en particular si se tiene en cuenta el modo como él los describiría.

Mientras estaban en Pekín, reunió sus suministros y equipo, tiendas de campaña de tela de algodón azul y las *yurts* (las tiendas de campaña típica de los mongoles en forma de cúpula bizantina) cubiertas de pieles, camisas de franela y pantalones de montar del tipo *breeches*, abrigos de piel de oveja y pantalones guateados para las noches de frío, sacos de dormir de piel de cordero, verduras secas enviadas desde Nueva York, leche y huevos en polvo, alimentos en conserva y carne seca, así como armas para cazar cualquier tipo de animal comestible (y para defenderse en caso de ataque de los bandidos) durante el camino. También reunió algunas botellas de whisky para «celebrar los cumpleaños».

Todo eso fue trasladado a Kalgan por ferrocarril mientras Andrews esperó hasta que las lilas florecieron en el patio interior de su cuartel general en Pekín; entonces se trasladó hasta allí en compañía de su equipo de científicos y auxiliares. Entre ellos se incluían dos geólogos, Charles P. Berkey y Frederick K. Morris; un médico y antropólogo del Colegio Médico de Pekín, Davidson Black; Bayard Colgate, un joven rico que interrumpió un viaje de placer alrededor del

mundo para unirse a la expedición como jefe de los transportes motorizados, y J. B. Shackelford, fotógrafo. Iban acompañados por un representante del gobierno de Mongolia, que debía servirles al mismo tiempo de guía, intérprete y enlace con las autoridades locales. Pero el científico más importante de toda la expedición era Walter Granger, el paleontólogo jefe y segundo en el mando de la expedición.

Andrews era el promotor, organizador y líder, un explorador aventurero, de la escuela victoriana, pero no era el responsable científico de la exploración. Le faltaba el entrenamiento y la experiencia de un paleontólogo profesional. Y también su paciencia. Admitía que se le aplicara el adjetivo de «espíritu inquieto» temperamentalmente poco adecuado para ser un paleontólogo dedicado a recoger y coleccionar material. «El desencanto y el éxito -dijo Andrews-me afectan demasiado v me sitúan con excesiva facilidad en los más negros abismos del pesimismo o en las más elevadas alturas de la felicidad, y, en particular, no puedo dominar lo suficiente mi impaciencia cuando se trata de descubrir una muestra importante.» Su falta de cuidado con los especímenes era una leyenda del museo; durante años la gente del museo habló de un espécimen que había sido reducido prácticamente a fragmentos, como ocurría con los discos de pizarra de aquellos días cuando se caían. La permanente inquietud de Andrews al parecer le había dejado poco tiempo disponible para estudiar. «Roy era un tipo muy peculiar -le dijo Robert Cushman Murphy, un ornitólogo del Museo Americano, a un reportero de *The New Yorker*-. Estaba lleno de lagunas en sus conocimientos. Muchas cosas pasaron por su lado sin que supiera adoptarlas.» Granger, por su parte, compensaba de sobra las muchas deficiencias científicas de Andrews. Los dos hombres tenían un mismo origen. También Granger había crecido con un intenso interés en la vida en la naturaleza y con el deseo de trabajar para el Museo Americano. Aún no tenía los dieciocho años de edad cuando dejó su Vermont natal, en 1890, y encontró un empleo como conserje y ayudante en el mismo departamento de taxidermia en el que Andrews trabajaría a su llegada. En poco tiempo Granger aprendió muchas cosas sobre los dinosaurios en Como Bluff y la cantera de la Cabaña de Huesos y se convirtió en una autoridad en los mamíferos primitivos. Colbert lo recuerda como una «persona jovial, un hombre alto con una risa cordial» y cuya simple presencia contribuía a suavizar cualquier tipo de problemas y llevar al éxito a una expedición. En los cuarenta y cinco años de su carrera nunca pasó una temporada sin registrar su presencia en algún lugar sobre el terreno donde se estuvieran realizando excavaciones.

En la temporada de 1922, Granger se unió a Andrews en la primera de las cinco expediciones que habrían de realizarse en Mongolia, patrocinadas por la expedición al Asia Central, entre 1922 y 1930. La expedición fue bautizada erróneamente, pues Mongolia, que resultó ser el único punto de destino, estaba en el nordeste de Asia. Y por lo que todo el mundo sabe, sus esfuerzos resultaron ser tan estúpidos como vanos, tal y como se les había advertido: ¡como buscar fósiles en el océano Pacífico! Seguían confiando en encontrar fósiles del hombre primitivo, aunque, de verdad, no había razón alguna para saber lo que habrían de encontrar y no podían presentir que estaban entrando en uno de los yacimientos de huesos prehistóricos más ricos de la Tierra.

La expedición de Andrews tuvo unos buenos momentos después de pasar por la puerta de la Gran Muralla y en cuatro días la caravana motorizada recorrió 425 kilómetros desde Kalgan, es decir, la mitad de la distancia entre Kalgan y Urga. El equipo alcanzó la laguna de Iren Dabasu, un terreno más estéril que el que habían dejado atrás, si es que eso era posible. Montones de arena, de forma cónica y de color rosado, se alzaban sobre el suelo como gigantescos

hormigueros. En tiempos más tranquilos y pacíficos, obreros chinos reclutados en Kalgan recogían la sal del lago y la enviaban al sur en caravanas de carros tirados por bueyes. Pero aquéllos no eran tiempos de paz y cuando Andrews llegó allí se encontró con una escena de la máxima desolación. No había peones sacando la sal, ni caravanas acampadas junto a los pozos. Un templo lama situado en las proximidades había sido abandonado y las cabañas de adobe de la estación telegráfica estaban desiertas. Sin embargo, allí encontraron la gasolina que les habían dejado en el lugar secreto previamente establecido. Así Andrews supo que su caravana de camellos había pasado por allí dos semanas antes.

Andrews decidió establecer un campamento un poco más al oeste, en la base de unos peñascos de un color gris blancuzco. Mientras supervisaban la instalación de las tiendas, Granger, Berkey y Morris recorrieron los alrededores en coche para inspeccionar la zona. A la caída del sol, los dos coches de los científicos dieron la vuelta en tomo a un gran peñasco pardo y regresaron al campamento. Andrews se quedó mirando a Granger y vio que sus ojos brillaban de emoción. Berkey estaba «extrañamente silencioso». Granger metió la mano en sus bolsillos y sacó un puñado de fragmentos óseos. Berkey y Morris hicieron lo mismo. «¡Bien, Roy, lo hemos logrado! -exclamó Granger entre bocanadas de humo de su pipa-. ¡El material está aquí!»

Empujando uno de los camiones de Fulton en las arenas del desierto de Gobi.

Mientras se hacía la comida, Granger se paseó a lo largo de la cresta montañosa que había en las cercanías del campamento y encontró más fósiles. A la mañana siguiente, antes del desayuno, los científicos dejaron el campamento para buscar nuevos fósiles. Berkey encontró un fragmento del fémur de un animal que no supo identificar. A los ojos de Granger era de aspecto reptil. Granger subió a la parte más alta del macizo rocoso y cayó de rodillas. Comenzó a barrer la arena que cubría algo empotrado en el suelo. Era la tibia de un gran reptil.

Cualquier duda que Granger pudiera haber tenido desapareció entonces. Lo que habían encontrado eran los huesos de un dinosaurio, el primero hallado en Mongolia y uno de los primeros localizados en cualquier otro lugar del Asia oriental. Un Andrews pletórico de júbilo pudo olvidarse de los escépticos que allí, en Pekín, se habían reído de él. Allí estaban los fósiles de Mongolia y había sido él quien dio con ellos. Los fósiles eran mucho más antiguos que el ser humano o que cualquier otra cosa que hubiese esperado encontrar.

Granger y unos pocos de sus compañeros se quedaron una semana en Iren Dabasu. El enclave podría ser extraño y exótico, pero los hábitos laborales de Granger seguían siendo los mismos que en Como Bluff: recogía huesos, los empapaba en laca para endurecer todas las partículas sueltas y los «escayolaba» en tela de saco con una pasta de harina para asegurarlos en su largo viaje hasta el laboratorio. El grupo de Granger debía unirse con Andrews y los demás en Urga, donde Andrews había procedido directamente y de modo inmediato a terminar sus acuerdos con las autoridades mongoles para poder continuar el viaje. Urga era una ciudad desigual,

inquieta, políglota, que se extendía a lo largo de la orilla norte del río Tola; primero se dirigió al pobladísimo barrio chino, después al barrio ruso y, finalmente, a la ciudad propiamente dicha, donde la inquietud y la intriga política eran algo epidémico. Resultaba sorprendente que Andrews tuviera éxito en conseguir los necesarios salvoconductos. Mientras estaba allí, un amigo con el que había contado, un ex ministro del Interior, había sido sacado de su casa y fusilado.

Pese a ello, Andrews se las arregló, hacia mediados de mayo, para poder convencer a los funcionarios vacilantes de que su expedición no significaba ninguna amenaza para la incierta seguridad del país.

Reagrupada de nuevo, la expedición regresó al desierto de Gobi, en esta ocasión por el sudoeste de Urga, y se dirigió a los lugares donde debería realizar sus descubrimientos más importantes. Al día siguiente a su llegada al campamento del Onagro -que fue llamado así por la expedición porque allí trataron inútilmente de cazar a tres asnos salvajes de color pardo-, Shackelford, el fotógrafo, encontró un hueso muy bien conservado perteneciente al pie de una especie de antiguo rinoceronte. «De forma ciertamente misteriosa -escribiría Andrews no sin un poco de envidia-, Shackelford, el buscador de fósiles aficionado, parecía conocer dónde estaban los mejores especímenes.» Para no ser superado, Andrews buscó y excavó por los alrededores y descubrió algunos dientes medio rotos. A Granger le costó cuatro días de meticuloso trabajo extraer los dientes del suelo y el cráneo al cual pertenecían. El hueso del pie encontrado por Shackelford y el cráneo resultaron ser los hallazgos más interesantes de la expedición. De regreso en 1924, Osbom determinó que habían pertenecido al rinoceronte gigante extinto llamado *Baluchitherium,* que anteriormente sólo había sido descubierto en Baluchistán. Se trataba del mayor de los mamíferos terrestres que jamás existió en nuestro planeta, por lo que hasta ahora se sabe.

Regresando hacia el este para comenzar el viaje de vuelta a China, la expedición siguió una antigua ruta de caravanas que una tarde los llevó al borde de un amplio lago, rodeado por paredes de piedra arcillosa de color rojizo. El paisaje resultaba impresionante. El sol poniente parecía convertir la roca en un bloque de ascuas resplandecientes. Los hombres, asombrados y maravillados, lo bautizaron con el nombre de Flaming ClifFs («Acantilados Flamígeros») de Shabarakh Usu (ahora se llama Bain-Dzak) y Andrews, el escritor, se quedó extático: «Desde nuestras tiendas podíamos ver bajo nosotros un extenso estanque rosado, tachonado con salientes rocosos como extraños animales esculpidos en las rocas. Una de aquellas peñas fue bautizada con el nombre de “dinosaurio”, porque parecía un gigantesco *Brontosaurus*, sentado sobre sus patas traseras. Otras parecían ser castillos medievales con almenas y torretas, como de ladrillo rojo a 1a luz del atardecer, puertas colosales, muros y terraplenes. Las cavernas se hundían profundamente en las rocas, y laberintos de barrancos y gargantas estaban llenos de fósiles que los convertían en un paraíso para los paleontólogos.»

Shackelford fue, una vez más, el que hizo el primer descubrimiento que sería, además, el más significativo. En el primer día en Flaming ClifFs, «como conducido por una mano invisible», dijo Andrews, que se sentía tan sorprendido como envidioso, Shackelford se dirigió directamente, sin vacilar, hacia un pequeño pináculo de rocas, en la cima de las cuales descansaba un hueso fósil blanco. Cuando Granger examinó aquel fósil llegó a la conclusión de que se trataba de un trozo del cráneo de un reptil. Fue recogido con sumo cuidado. (El pelo de camello, que éstos mudan en junio y julio, constituía un excelente material de embalaje.) Después, todos los hombres descendieron a la laguna y se dispersaron, removiendo rocas y arena, para regresar con todos los

fósiles que podían llevar consigo. Entre otras cosas Granger aportó un trozo de cáscara de huevo. Los buscadores apenas si le concedieron importancia, limitándose a creer que se trataba de la cáscara de un huevo de un ave fósil. Al año siguiente sabrían la verdad.

De mala gana Andrews abandonó Flaming Cliffs, prometiendo regresar. «Difícilmente podíamos suponer en aquel entonces, que más adelante llegaríamos a considerarlo el más importante depósito en Asia, si no en el mundo entero», escribió. Pero a medida que pasaba el tiempo el viento soplaba cada vez más frió y la expedición tuvo que regresar a China en octubre. La fortuna les había sido propicia: habían encontrado sus primeros fósiles al principio del viaje, habían sabido negociar con éxito sus permisos y visados con las autoridades administrativas de Urga, y habían quedado impresionados por el esplendor de la promesa paleontológica en Flaming Cliffs. No habían tenido problema alguno, salvo algunas pequeñas dificultades con los vehículos a motor (embragues y direcciones deteriorados, atascos en la arena o el fango, etc.) y de un modo u otro habían eludido todo encuentro con bandidos o guerrilleros.

Andrews condujo a salvo la expedición de regreso a Kalgan en los últimos días de septiembre, justamente cuando se iba a iniciar el invierno. Desde allí se dirigieron directamente a Pekín y uno de los hombres fue enviado a Nueva York con un informe preliminar y el trozo de cráneo de reptil encontrado por Shackelford en Flaming Cliffs. A su debido tiempo, en ese mismo invierno, Osbom cablegrafió: «Ha hecho usted un descubrimiento muy importante. El reptil es el antecesor del *Triceratops* tanto tiempo buscado. Ha sido bautizado como *Protoceratops andrewsi*, en su honor. Vuelva y encuentre más.»

Eso era exactamente lo que Roy Andrews intentaba hacer, precisamente, cuando la primavera volviera de nuevo a Mongolia.

Andrews vio muchos cambios en la gran meseta cuando entró en Mongolia en abril de 1923. La vida esplendorosa había vuelto a lo largo de la ruta de la caravana de Kalgan a Urga. Las *yurts* se levantaban cerca de casi todos los manantiales, rebaños de cabras y ovejas pastaban en los pastizales del sur. Había más tierras cultivadas y un buen número de caravanas de camellos se movían lentamente en ambas direcciones, con pellejos y pieles para Kalgan y con diversas mercancías y provisiones hacia Urga. Aquel año se unieron al tráfico algunos vehículos a motor, lo cual causaba una gran impresión en aquel paisaje desértico. Andrews recuerda haber visto a diez o quince chinos, con sus correspondientes sacos de dormir, apretados en un Dodge de cinco plazas, que se dirigían al gran mercado de Urga. Había transcurrido algo más de un año desde el cese de las hostilidades entre Mongolia y China y el país volvía a abrir sus puertas al comercio.

Sin embargo, eso no significaba que los peligros fueran menores. Los bandidos eran más numerosos que el año anterior y asaltaban a los viajeros a lo largo de las rutas comerciales, en especial, precisamente, al norte de Kalgan. Una semana más o menos antes de que ellos partieran, dos coches rusos habían sido detenidos y asaltados por soldados chinos. Uno de los hombres resultó muerto. Los soldados provocaban tanto o más terror que los propios bandidos. Charles Coltman, que había formado parte de la expedición de 1922, había sido asesinado por un soldado chino, en invierno, en la frontera próxima a Kalgan. Las caravanas eran atacadas con total impunidad. Un suceso comente en Kalgan era «el juicio» de algunos bandidos y su ejecución en el lecho seco del río que pasaba por el centro de la ciudad. La expedición de Andrews tomó la precaución de pasar la primera noche de camino en una posada china protegida por soldados y obtener una escolta militar fiable al cruzar parte de los territorios más peligrosos. Pese a todas esas precauciones, algunos días más tarde, cuando Andrews con un pequeño grupo regresó a

Kalgan para recoger parte del equipo que había llegado con retraso, tuvo un encuentro con tres bandidos a caballo. Escapó por los pelos lanzando su automóvil contra ellos, lo que hizo que sus caballos se espantaran y se encabritaran. Según diría más tarde, los bandidos «huyeron presa del pánico».

La expedición puso rumbo a Iren Dabasu y volvieron a ocupar el mismo campamento en que estuvieron el año anterior, estableciendo una estación de recogida de fósiles. Por petición de Andrews, el Museo Americano les había asignado otros tres buscadores de fósiles que se incorporaron a la expedición del Asia Central. Se trataba de George Olsen y Peter C. Kaisen, que llevaban ya mucho tiempo trabajando en el museo, y Albert F. Johnson, que había trabajado con Bamum Brown en Alberta. Un joven chino que había formado parte del viaje de 1922, fue ascendido de criado y camarero a ayudante paleontólogo de Granger.

Doce hombres podrían haber trabajado durante doce meses sin agotar los tesoros fósiles de Iren Dabasu. Johnson explotó el más rico de los tajos, una fuente de huesos de dinosaurios carnívoros y herbívoros de distintas especies, muchos de los cuales eran dinosaurios de pico de pato. También encontró algunos fragmentos suavemente curvados, que recordaban las piezas de un rompecabezas perdido, hasta el término de la temporada, después del gran hallazgo en los Flaming Cliffs de Shabarakh Usu.

Los Flaming Cliffs era el destino final de esta expedición. Siguiendo sus propias huellas de 1922, los hombres llegaron a Shabarakh Usu el 8 de julio y se quedaron allí cinco semanas. Mientras cenaban la primera noche, cada uno de los buscadores se refirió a lo que habían hecho: cada uno de ellos había encontrado y empezado a excavar un cráneo de dinosaurio. Los fósiles estaban por todas partes, pero el descubrimiento que daría fama mundial a la expedición ocurrió cinco días después, el 13 de julio.

Aquella tarde George Olseti regresó al campamento para informar de que había visto tres huevos fósiles en la piedra caliza. Podría estar equivocado, desde luego. La piedra procedía del período cretáceo y, por lo tanto, probablemente era demasiado antigua como para contener huevos de grandes aves. Era posible que no fueran huevos sino cualquier tipo de formación geológica que había hecho que la roca adquiriera ese aspecto. Pero cuando Granger acompañó a Olsen al lugar del hallazgo e inspeccionó la cáscara estriada y marrón, llegó a la siguiente conclusión: «Tienen que ser huevos de dinosaurio. No pueden ser otra cosa.»

Los dinosaurios eran reptiles y éstos, con muy pocas excepciones, ponen huevos. El huevo de cáscara dura fue de hecho el invento evolutivo, conjuntamente con las escamas, gracias al cual los reptiles pudieron dejar el agua y pasar a tierra firme. Los primeros anfibios, como las ranas y las salamandras de nuestros días, tenían que llevar una doble vida: podían salir del agua, pero tenían que volver con frecuencia al líquido elemento no sólo para mantener húmeda su piel suave sino también para poner sus huevos desprovistos de cáscara dura. Los huevos normales de anfibio son partículas de embrión envueltas en gelatina, que se secarían muy rápidamente fuera del agua. Con el tiempo los reptiles descubrieron un modo de romper con los lazos que los ataban al agua. Fueron los pioneros en el desarrollo del huevo amniótico, una cápsula autocontenedora que podría ser puesta en cualquier parte. El embrión, que se desarrollaba dentro de la dura cáscara porosa, estaba rodeado por el líquido amniótico, una bolsa llena de albúmina como sustituto del agua y con la yema como reserva alimenticia. Este huevo, que los reptiles desarrollaron hace trescientos millones de años, en el período carbonífero, sirve como recordatorio de la ascendencia reptil de los mamíferos y las aves. Los humanos, como mamíferos, comparten este

parentesco. Aunque nosotros no ponemos huevos, el óvulo humano, una vez fertilizado, queda envuelto en una bolsa de líquido amniótico muy parecido al del huevo de los reptiles. (La envoltura del óvulo humano contiene también una pequeña bolsa de yema, pese a que el embrión es alimentado, a través de la placenta, por la sangre de la madre.) Y el fluido en ese saco es salado. La evolución todavía tiene que erradicar este vestigio de nuestros

orígenes en el mar, según el cual primero vino el pez que se arrastró fuera del agua a tierra firme, los anfibios que vivieron en ambos mundos, acuático y terrestre, y después los reptiles que con el advenimiento del huevo de cáscara dura estuvieron en condiciones de establecer su hogar permanente en tierra y dieron origen a los mamíferos. Por lo tanto no resultaba sorprendente descubrir que los dinosaurios habían sido animales ovíparos. La gran sorpresa hubiera sido descubrir que no ponían huevos. Pero hasta aquel momento nadie podía estar seguro de ese aspecto de la vida de los dinosaurios. Jamás se habían encontrado huevos fósiles intactos. Estaban aquellos trozos de cáscara encontrados en Flaming Cliffs en 1922, y en Iren Dabasu sólo unas pocas semanas antes, claves que nadie pudo entender hasta el hallazgo de Olsen.

George Olsen (a la izquierda) y Roy Chapman Andrews junto a un nido de huevos de dinosaurio, en Mongolia.

En el campamento, los científicos y los recolectores estudiaron los tres huevos. Cada uno de ellos tenía unos veinte centímetros de longitud por diecisiete de circunferencia y eran algo más alargados y planos que los de los reptiles modernos. La cáscara tenía varios milímetros de grosor y su superficie externa era más bien arrugada y estriada mientras que la interior era lisa y suave. Aunque no deseaban en modo alguno cometer un error estúpido, no se les ocurría qué otra cosa podían ser aquellos objetos de color marrón rojizo más que huevos… y en ese caso, especialmente, huevos de dinosaurio.

La expedición descubrió otros huevos, veinticinco en total, algunos agrupados en piña y otros en nidos. Granger encontró cinco juntos, formando un racimo. Johnson descubrió un grupo de nueve, dos de los cuales estaban rotos y exponían pequeños esqueletos de dinosaurios en estado de embrión. Una sección de roca que contenía varios huevos fue extraída y enviada en su totalidad al Museo Americano, donde se vio que contenía trece huevos en dos círculos. Sus puntos estaban dirigidos al centro tal y como debieron ser puestos en su nido arenoso decenas de millones de años antes para que fuesen incubados por el calor del sol. Pese a todo ese cuidado, por cualquier razón, aquellos huevos en particular nunca empollaron. Es posible que una ola repentina de frío impidiera la incubación o que una tormenta de arena los cubriera demasiado hasta el punto de impedir que llegara a ellos el necesario calor solar. En todo caso, los huevos se resquebrajaron, la arena fina entró en su interior y así comenzó el lento proceso de fosilización.

Granger llegó a la conclusión de que los huevos encontrados en Flaming Cliffs eran del *Protoceratops*, el dinosaurio descubierto por Shakelford allí mismo en 1922. De los siete cráneos y catorce esqueletos recogidos por la expedición, allí, en 1923, muchos fueron identificados como restos de ese supuesto ascendente de los dinosaurios cornudos, o

ceratópsidos. Posiblemente Granger tenía razón. Pero también otros dinosaurios vivieron en Flaming Cliffs en aquellos tiempos. Debía de ser un lugar de puesta muy popular.

Olsen encontró un pequeño esqueleto de dinosaurio que, cuando fue limpiado y puesto al descubierto se vio que estaba agachado sobre un montón de huevos. Al parecer era un desdentado. Era posible que se alimentara sorbiendo los huevos del *Protoceratops.* Verdad o no, Osbom más tarde quedó impresionado por la prueba circunstancial al dar al animal en cuestión el nombre de *Oviraptor philoceratops. Oviraptor* significa «capturador de huevos», y *philoceratops* significa «amante de los huevos de los ceratópsidos». Los nombres aplicados a los dinosaurios reflejan muchas veces más la imaginación que las pruebas reales. La posición del esqueleto sobre un nido de huevos, dijo Osbom, «hizo que de inmediato el animal resultara sospechoso de haber sido sorprendido por una tormenta de arena en pleno acto de robar un nido de huevos de dinosaurio».

Nido con trece huevos de *Protoceratops*.

A partir de otros huevos y cráneos los científicos identificaron a otro supuesto ladrón de huevos, el *Velociraptor* («ladrón rápido»); a un gran dinosaurio cubierto de escamas al que se le dio el nombre de *Pinacosaurus*, y al dinosaurio de aspecto de ave, el *Sauromithoides.* Este último tenía manos en forma de alas y un cráneo de constitución más bien ligera, pero, como observó Andrews, era demasiado tarde en el tiempo geológico para ser un antepasado de las aves. Todos estos y muchos otros fósiles protoceratopsianos eran nuevos para la paleontología.

Al término de la expedición de 1923, Andrews regresó a Estados Unidos. Las noticias del hallazgo de los huevos le habían precedido y habían dado lugar a un torrente de publicidad en diarios y revistas. Los periodistas abordaron el barco donde viajaba Andrews, a su llegada a Seattle, y lo bombardearon con preguntas y ofertas de dinero a cambio de la exclusiva para la publicación de las fotos de los huevos. Un huevo es una cosa muy frágil y la idea de la existencia de huevos que fueron puestos por dinosaurios hada millones de años y que habían sobrevivido en forma fósil, parecía algo increíble. Las fotografías de aquellos grandes objetos, tanto más que los huesos fósiles, documentaban la realidad de los dinosaurios como criaturas vivas que respiraron y se reprodujeron hacía muchos millones de años. Andrews rechazó las ofertas, pero supo capitalizar el creciente interés público y consiguió reunir 280 000 dólares para financiar la próxima expedición. En conjunto, en diez años, se gastó más de un millón de dólares en la exploración de Gobi. Como truco publicitario se subastó uno de aquellos huevos que fue adquirido por Austin Colgate, tío de Bayard Colgate, que lo regaló a la Colgate University.

Andrews lamentaría más tarde haber hecho aquella operación. Las autoridades chinas y mongoles al enterarse de la compra realizada por Colgate llegaron a la conclusión de que cada huevo de dinosaurio valía 5 000 dólares en los mercados mundiales y que si bien aquellos expedicionarios no habían ido a sus territorios en busca de petróleo o de oro sí buscaban algo

igualmente valioso, aquellos huevos petrificados.

«Nunca se los pudo convencer de que se trataba de un precio ficticio -dijo Andrews-, un precio basado en una publicidad cuidadosamente montada, y que realmente los huevos no tenían el menor valor comercial.»

Las siguientes expediciones fueron vigiladas con ojos cada vez más sospechosos.

En 1924 no hubo ninguna exploración, lo que dio tiempo a Andrews para conseguir dinero y a los científicos el tiempo necesario para examinar y estudiar los fósiles recogidos en los dos viajes anteriores. Pero en la primavera de 1925 partió de Kalgan la mayor de todas las expediciones. No les había resultado fácil obtener permiso a causa de la falsa interpretación del asunto de la venta de los huevos. El gobierno insistió en que la expedición fuera acompañada por observadores propios. Andrews, para apaciguar al gobierno de Mongolia, visitó Urga con regalos consistentes en un molde exacto de un huevo de dinosaurio y otro del cráneo del *Baluchitherium.* Mientras estaba allí recibió la noticia, procedente de Nueva York, de que uno de los pequeños fósiles recogidos en Flaming Cliffs en 1923 era de un mamífero del período cretáceo, una rareza paleontológica de gran importancia.

Hasta entonces sólo había sido descubierto un único cráneo de mamífero del mesozoico. Fue encontrado en África del Sur e identificado como perteneciente al grupo conocido como de los *multituberculata*, es decir, de unos mamíferos insectívoros de pequeño tamaño emparentados lejanamente con los modernos erizos y musarañas. Algunas de sus especies sobrevivieron a las extinciones que borraron a los dinosaurios de la faz de la tierra y siguieron existiendo durante algún tiempo más hasta que, finalmente, también llegó el final de su mundo. No dejaron descendientes directos, pero sus fósiles en las rocas arcillosas de Mongolia atestiguaban la existencia de abundantes especies de mamíferos entre los reptiles gigantes del mesozoico.

En su carta dirigida a Andrews, Matthew escribió: «Haga todo lo que esté en sus manos para conseguir otros cráneos.» Andrews dio instrucciones a Granger, que ya había regresado para excavar en Flaming Cliffs, y en una semana los hombres del equipo reunieron siete pequeños cráneos de mamíferos. Los análisis subsiguientes demostraron que aquellos animales apenas si superaban el tamaño de una rata, tenían el cuerpo muy peludo y hocicos puntiagudos. No todos eran multituberculados, que formaban una rama colateral en la evolución de los mamíferos a partir de los reptiles. Los especímenes revelaron a William K. Gregory y a George Gaylord Simpson, paleontólogos del Museo Americano, que en la corriente principal del cretáceo los mamíferos, como clase zoológica, ya se habían separado de los marsupiales y los placentarios, esas especies en las cuales después de dar a luz la madre alimenta a sus fetos en la bolsa marsupial y aquellos otros que traían al mundo a sus hijos ya completamente formados. Esto confirmaba la anterior especulación de Huxley y Osbom de que los lejanos ascendientes de los mamíferos placentarios se podían situar en tiempos tan remotos como el período cretáceo, en forma de pequeños mamíferos, semejantes a los roedores, que se escabullían entre las patas de los poderosos dinosaurios.

Andrews dirigió otras dos expediciones a Mongolia, en 1928 y 1930. Los científicos limitaron su campo de trabajo, en 1926, a la provincia de Yunnan. La guerra civil y la creciente xenofobia los mantuvo alejados de aquel escenario en 1927. Un grupo de ultranacionalistas, conocido como la Sociedad para la Conservación de los Objetos Culturales, intimidó de tal modo a las autoridades chinas que éstas no se atrevieron a conceder permiso para las exploraciones por temor a ser considerados como proextranjeros. Una de las expediciones de Andrews fue

autorizada en 1928 y se descubrieron algunos otros restos de dinosaurios -algunos huevos de Iren Dabasu-, pero les fueron arrebatados por los soldados que se quedaron con los cajones en que iban. La llamada sociedad cultural acusó a los norteamericanos que componían la expedición de ser «espías contra el gobierno» y «haber robado valiosos tesoros de China». Después de seis semanas de negociaciones, en los que intervino la embajada de los Estados Unidos que tuvo que recurrir a tan altas esferas como el ministro de Asuntos Exteriores de Nankín, se consiguió que los fósiles fueran devueltos a Andrews y a sus científicos. La última expedición, la quinta, se organizó en 1930, pero ésta no se adentró demasiado en Mongolia, pues para entonces las condiciones se habían hecho tan insoportables que Osbom dio instrucciones a Andrews para que cerrara el cuartel general de la expedición en Pekín y no hiciera ningún nuevo viaje a los hostiles lechos de fósiles de Mongolia.

Childs Frick se dio cuenta más que nadie en esos días de que aquello significaba el fin de una época. Childs Frick era hijo del magnate del acero y un ávido coleccionista de fósiles, irresistible, que contrató a algunos chinos para que le suministraran durante los años siguientes huesos procedentes de Mongolia. Pero ninguna otra expedición de importancia partió de Kalgan ni de ninguna otra parte. La depresión económica y la guerra mundial alejaron de allí a la paleontología. El presente se había vuelto demasiado exigente en sus demandas como para disponer de tiempo para reflexionar en el pasado prehistórico.

Y más aún. En paleontología estaba desapareciendo el viejo ordenamiento y, como un símbolo de ese acontecer, estaba la dimisión de Osbom, que abandonó la presidencia del Museo Americano en 1932, y su muerte ocurrida en 1935. Su vida y su carrera abarcaron el más destacado período expansionista de la paleontología. Hoy día resulta tentador quitar méritos a Osbom considerándolo como un rico autócrata que se movía por el terreno de la paleontología como si se tratara de su feudo personal. Hijo del presidente de la Compañía Central Ferroviaria de Illinois, nació en 1857 y estaba destinado a heredar una importante fortuna, así que su presencia inicial en el campo de la paleontología parece tener todos los rasgos del capricho de un diletante. El joven Osbom, recién salido de Princeton, a finales de 1870 realizó algunas excursiones a los yacimientos de fósiles de Wyoming que acababan de ser abiertos y que se disputaban Cope y Marsh. Se pasó algún tiempo en Londres, estudiando anatomía comparada con Huxley, y llegó a conocer al gran Darwin. Pero la paleontología se convertiría para él en mucho más que un simple pasatiempo. Publicó una serie de libros, fundó el departamento de zoología en la Universidad de Columbia y volvió al Museo Americano para poner en marcha su departamento de paleontología y convertir al Museo en una institución de primer orden. Harry L. Shapiro, uno de los paleontólogos del Museo, recordándolo en años recientes dijo: «El Museo en su totalidad no era más que una extensión de Osbom.» Pero su reputación sufrió un declive póstumo porque compartía y expuso muchos de los prejuicios de la época. Creía, por ejemplo, que la mujer carecía de la necesaria «cualidad viril» para ser una buena maestra. Escribió un prefacio aprobatorio a un libro sobre la superioridad de las «razas nórdicas». Pese a todo fue un gigante en el campo de la paleontología, debido a su propia actitud profesional y a los ánimos que dio a Cope, Bamum Brown, Andrews, Granger, Simpson y muchos otros cazadores de fósiles. Por otra parte Osbom era también un presentador. No permitió que los huesos más espectaculares recogidos por los cazadores languidecieran en cajones o sótanos. Trató de que los grandes huesos, principalmente los de los mayores dinosaurios, fueran montados y se ofrecieran al público en posturas «de la vida real». Contrató a Charles R. Knight, un pintor y escultor

independiente, para que reprodujera murales con escenas «vivas» de los dinosaurios en acción, sobre un fondo que representaba lo que se suponía debía ser un paisaje del mesozoico. Siguiendo el ejemplo de Osbom, dijo Charles Schuchert, de Yale: «Comenzaron a hacer su aparición en un museo tras otro, esqueletos fósiles articulados, erguidos en poses que recordaban las actitudes que debieron tener en vida y que fascinaban a los visitantes y, a la vez, eran un excelente medio de educación no sólo para el público en general sino, más aún, para los propios paleontólogos.» Más que nunca los dinosaurios dejaron su impronta en la imaginación humana y éste es, en no pequeña parte, el legado de Henry Fairfield Osbom.

Los paleontólogos de esos años estaban empezando a revivir un pasado de interés más inmediato y directo para los seres humanos: nuestras propias raíces fósiles. En la década de 1850-1860 había sido descubierto el hombre de Neanderthal; el hombre de Java, el *Homo erectus*, en la de 1890-1900. Después, en 1924, Raymond Dart descubrió en África del Sur el llamado niño de Taung, el cráneo fósil del *Australopithecus africanus*. Ésta parecía ser la criatura que Darwin había predicho, a medio camino entre los antiguos simios y el hombre moderno. Andrews, actuando a espaldas de Osbom, había estado buscando en el lugar equivocado los orígenes del hombre. El descubrimiento de Taung puso en su lugar a la antropología y en las décadas siguientes el *Australopithecus* y el *Ramapithecus* se disputarían la atención del público con el *Tyrannosaurus* y el *Brontosaurus*. Lugares tales como el Gran Karoo, la garganta Olduvai y el valle Afar evocarían las historias románticas del descubrimiento de los fósiles antaño asociados con Bernissart y Como Bluff, Hell Creek y Flaming Cliffs.

Las circunstancias cambiantes hicieron de Roy Andrews en hombre frustrado: ¡qué triste el verse pletórico de romántica energía y no contar ya con más países exóticos que explorar! Se convirtió en un funcionario de despacho, un destino muy desgraciado para un hombre que gustaba de trabajar al aire libre, con más interés por la aventura que aptitudes para las tareas administrativas. Trabajó durante siete años como director del Museo Americano y fue depuesto de su cargo en 1941. Andrews se sentía a sí mismo como una especie de anacronismo. Con la guerra en acción, el mundo no tenía necesidad de aventureros y las comparativamente débiles emociones que éstos pudieran ofrecerle. Incluso si no hubiera existido la guerra es poco probable que se le hubiese ofrecido a Andrews otra oportunidad de organizar una nueva expedición de la categoría y a la misma escala de las del desierto de Gobi. El *modus operandi* de la paleontología estaba cambiando. La mayor parte del mundo, con la excepción de las regiones polares, había sido recorrida y explorada ya por los cazadores en busca de fósiles vertebrados. En Europa como en Norteamérica, en África, América del Sur, en Australia y también en Asia, desde la India a través de China hasta regiones tan alejadas como Mongolia, habían sido hallados e identificados huesos de dinosaurio. La práctica de organizar expediciones de reconocimiento destinadas a explorar lugares muy alejados había cedido en el campo de la paleontología, como ya había ocurrido en el terreno de la exploración geográfica, ante el trabajo sobre el terreno con objetivos más cercanos y limitados: excavaciones en una zona pequeña examinando en profundidad un período del tiempo geológico, no tanto en busca de huesos y restos de nuevas especies de dinosaurios como en un intento de comprender mejor la forma de vida y los períodos geológicos en que existieron las especies ya descubiertas y cuyos huesos fueron ya previamente desenterrados.

Ése no era el tipo de trabajo apropiado para un hombre del carácter de Andrews, tan inquieto y aventurero. Los transportes aéreos y la gran mejora de los medios de comunicación

estaban comenzando a simplificar la logística de las operaciones en el terreno de la paleontología. Con muy pocas excepciones ya no había necesidad de montar una expedición, con un número de hombres que la hacía semejante a un pequeño ejército, para que sirviera de apoyo durante meses a unos pocos científicos que trabajaban en las excavaciones. Y ése había sido el tipo de trabajo que Andrews había realizado a la perfección, al modo de los exploradores de la era victoriana. Una ocupación para la que ya hacía bastante tiempo que no existía demanda.

Durante los siguientes diecinueve años, después de ser despedido del Museo y hasta su muerte, a la edad de setenta y seis años, en 1960, Andrews revivió las glorias de sus expediciones en los mismos libros que él había escrito, libros que servirían de alimento mental para los paleontólogos de la siguiente generación.

Tercera parte

10. RESURGIMIENTO Y REVISIONISMO

Durante el período de los descubrimientos, la ciencia paleontológica inicia su investigación con la exploración a cielo abierto, a la que siguen el examen de los hallazgos, la acumulación de pruebas en un frente amplio, el seguimiento de las pistas que lleven a solucionar los puntos oscuros del problema y la elaboración de hipótesis bien fundamentadas.

Tras el respiro que siguió a la expedición final de Andrews, el estudio de los dinosaurios entró en muchos aspectos en esa tercera fase, convocada por los nuevos descubrimientos a cielo abierto y por el fermento de nuevas ideas, muy inspiradas, en relación con la vida y la época de esos reptiles tan extraordinarios que fueron los dinosaurios. Se modificaron anticuadas presunciones que no estuvieron en condiciones de resistir a aquel desafío y que, en muchas ocasiones, acabaron por ser totalmente rechazadas. No sólo los paleontólogos sino también muchos otros científicos, fisiólogos, físicos, geólogos, especialistas en anatomía y climatólogos, dedicaron su atención a los dinosaurios, lo que, en cierto modo, venía a significar su redescubrimiento, con un efecto verdaderamente sorprendente. Las hipótesis de estos científicos, basadas en pruebas más firmes, se fueron haciendo más nuevas y revolucionarias. Se originó una expectación por los dinosaurios mayor de la que había existido hasta entonces desde los tiempos de las exploraciones de la era victoriana.

Los paleontólogos seguían saliendo al campo cada verano en busca de nuevos huesos. La excavación de huesos es el *sine qua non* de la paleontología. Aquellos nuevos exploradores del tiempo buscaron en los lechos jurásicos y cretáceos de América del Norte con un celo que no había vuelto a verse desde los días de Bamum Brown. *Dinosaurio Jim* Jensen, que había excavado los huesos del que bien podría haber sido el mayor de todos los dinosaurios, se convirtió en una celebridad menor para los niños. Los científicos encontraron un posible antepasado del *Tyrannosaurus rex* en el oeste de Texas. Se abrieron grandes yacimientos de dinosaurios fósiles en Alberta. Científicos polacos, rusos y mongoles volvieron a recorrer las zonas del Gobi antaño reconocidas por Andrews e hicieron descubrimientos espectaculares. La investigación se adentró más profundamente en el triásico. En 1984, un equipo dirigido por Robert Long, de la Universidad de California, descubrió en el Paitend Desert, Arizona, lo que se creyó podría ser el más antiguo de todos los dinosaurios conocidos hasta la fecha. Allí, en rocas

que se calculó teman doscientos veinticinco millones de años de edad, el equipo excavó el esqueleto de una criatura del tamaño de un avestruz pequeño. Algo más antigua que los *Staurikosaurus* descubiertos en América del Sur en la década de los sesenta, que anteriormente se habían considerado como los más antiguos de los dinosaurios, esa criatura podría muy bien representar una familia enteramente nueva de dinosaurios vegetarianos (hasta ahora sin nombre) que podían estar emparentados con los antiguos *Plateosaurus* y que, tal vez, eran antepasados muy antiguos de los *Brontosaurus*.

De modo ocasional algunos aficionados llegaron a hacer importantes descubrimientos. Maij Averett, una geóloga aficionada, encontró maxilares y dientes en un bloque de pedernal cerca de Grand Junction, Colorado, que fueron identificados más tarde, en 1985, como los restos de un *Iguanodon* primitivo, el primero de esos dinosaurios desenterrados en Norteamérica y, tal vez, el antepasado original de la especie inicialmente identificada por Gideon Mantell y que era tan común en toda Europa.

Pero el éxito de los cazadores de dinosaurios, en especial el de los profesionales, dejó de ser medido por el tonelaje de los huesos encontrados o por el número de nuevas especies que pudieron identificar. Los museos tenían ya tantos huesos que no sabían qué hacer con ellos, así que el interés principal se enfocó en la búsqueda de claves que descubrieran la anatomía, conducta y fisiología de los dinosaurios y dieran respuesta a las grandes preguntas. ¿Eran los dinosaurios un ejemplo de mala dirección en la evolución, criaturas anómalas condenadas desde el principio a un final sin más salida que la extinción? ¿Cómo triunfaron y cómo su extinción definitiva dio forma al curso de la vida posteriormente? ¿Cómo fueron capaces de triunfar y sobrevivir durante un período de tiempo tan largo, de ciento sesenta millones de años? ¿Cómo es que desaparecieron de un modo aparentemente tan repentino y rápido? ¿Desaparecieron realmente sin dejar descendencia? La nueva generación de paleontólogos empezó a preocuparse por estas preguntas y trató de situar el lugar de los dinosaurios a lo largo del tiempo.

El cambio de cabezas del esqueleto del *Brontosaurus* expuesto en el Camegie Museum de Historia Natural, de Pittsburgh, es un claro símbolo del cambio de la investigación científica en tomo al dinosaurio. No fue cuestión de mucha importancia científica, sólo la pequeña reparación de un pequeño error anatómico y el reconocimiento de que algunos trabajos anteriores habían sido precipitados y un tanto azarosos.

Cuando los hombres que recogían huesos para Marsh descubrieron los dos primeros especímenes de *Brontosaurus* (o *Apatosaurus)* en Wyoming en la década de 1870, los esqueletos carecían de cabeza. Marsh siguió buscando y, al parecer bastante lejos, encontró dos cráneos que pensó encajaban con los esqueletos. Uno de los cráneos se encontró a seis kilómetros y el otro a seiscientos cincuenta kilómetros del lugar en donde se recogieron los esqueletos acéfalos. Se trataba de cráneos aplanados, chatos, que fueron hallados junto a huesos de *Camarasaums* y no de *Brontosaurus*. Esa falta de rigor científico, o descuido, fue probada documentalmente en 1975 por John S. Mclntosh, físico y especialista en dinosaurios de la Universidad Wesleyan y por David S. Berman, director asociado del Museo Camegie. Mclntosh dijo: «Marsh necesitaba una cabeza, así que se inventó una.»

Earl Douglas, mientras excavaba para el Museo Carnegie, sospechó ya en 1915 que algo no concordaba. Extrajo en Utah un esqueleto de *Brontosaurus* muy completo y su cabeza parecía más la de un *Diplodocus* que el cráneo parecido al de los *Camarasaurus* de los especímenes de Marsh. William J. Holland, director del museo en aquellos días, quiso montar la nueva cabeza en

el esqueleto del *Brontosaurus*. Dijo que Osbom lo creyó capaz de ello. Pero la opinión de Marsh aún pesaba mucho y nadie cambió sus opiniones en el campo de la paleontología con más frecuencia que Osbom, que había estudiado el *Brontosaurus* y dio por bueno su parecido con el *Camarasaurus*. Bajo esas presiones, Holland decidió dejar el esqueleto sin cabeza y así siguió hasta que en 1932 el nuevo director lo coronó con un cráneo de dudosa procedencia descubierto por los buscadores de Marsh.

Tras estudiar las notas tomadas en las excavaciones y los archivos del museo, Mclntosh y Berman decidieron que Douglas y Holland habían estado en lo cierto. En octubre de 1979 el verdadero cráneo ocupó el lugar que le correspondía en el esqueleto de *Brontosaurus* del museo de Pittsburgh. Otros museos siguieron su ejemplo. Los nuevos cráneos eran más largos y delgados que los chatos recogidos por Marsh. La sustitución no tuvo como consecuencia una nueva interpretación de los dinosaurios, ni siquiera del *Brontosaurus*. Esos enormes animales, como se comprobó, estaban más cercanamente emparentados con el *Diplodocus*, en la misma familia, pero eso no significó sorpresa para los científicos que habían advertido mucho antes las similitudes anatómicas. Más importante resulta el hecho de que el cambio de cabezas simbolizó el revisionismo de la teoría de los dinosaurios. Los nuevos paleontólogos no estaban dispuestos a dar por buenas, sin más ni más, todas las presunciones y afirmaciones del pasado.

Una figura en la transición de aquellos días fue Edwin H. Colbert. Comenzó a estudiar paleontología bajo la tutoría de Osbom y pasó a ser su ayudante investigador en 1930 y a ocupar el cargo de director de paleontología de los vertebrados en el Museo Americano. Escribió varios libros técnicos y de divulgación y, más recientemente, en 1983, uno titulado *Dinosaurs: An Illustrated History*. La forma como Colbert consideraba los dinosaurios puede decirse que se incluía en la vieja escuela. La mayor parte de su carrera profesional para el museo se la pasó excavando en el campo, componiendo esqueletos para su exhibición y colocándoles la correspondiente tablilla explicando su lugar en el árbol genealógico de los dinosaurios. A él se le atribuye, con razón, el hallazgo de miles de fósiles, no siempre de dinosaurio, que incluyen más de cincuenta nuevas especies y diez nuevos géneros. En 1974 el *Time* llamó a Colbert «el Dick Tracy de la Era Mesozoica».

Uno de sus descubrimientos más espectaculares lo hizo en el verano de 1947, en Ghost Ranch, cerca de Abiquiu, Nuevo México. George Whitaker, el ayudante de Colbert, dio con algunos huesos embutidos en las rocas de la pared de un barranco. Entre las primeras muestras recogidas resultó de especial importancia un pequeño trozo de una garra que Colbert identificó de inmediato como perteneciente a un *Coelophysis*. Entre los dinosaurios más antiguos de los conocidos hasta ahora, que vivieron hace más de 213 millones de años, el *Coelophysis* fue descrito por Cope en 1887, pero hasta ahora sus restos hallados han sido fragmentarios y escasos. Aquel verano Colbert recogió en Ghost Ranch los huesos de una docena de esqueletos completos. No se trataba de animales de gran tamaño pues sólo medían un máximo de tres metros y los huesos hablaban de la activa vida de carnívoros bípedos que debieron de vivir en los finales del triásico. Sus miembros posteriores eran alargados y recordaban a los de las aves, hechos para conseguir gran velocidad, y las manos tenían tres dedos terminados en garras dispuestos para dar caza a sus presas. Dentro de la cavidad corporal de al menos uno de los especímenes se encontraron huesos de un *Coelophysis* joven. Al principio Colbert mostró sorpresa por esto y tuvo sus dudas de que lo que estuviera viendo fuese un embrión de lo que hubiera sido la primera prueba de que algunos de los dinosaurios no eran ovíparos sino vivíparos, es decir, que traían

vivos al mundo a sus hijos.

La apertura de la pelvis, según observó, era demasiado pequeña y podía permitir el paso de huevos, pero no de animales vivos. Esto dejaba sólo una explicación alternativa. Colbert escribió: «La inevitable conclusión era que el *Coelophysis* fue un animal caníbal y en ocasiones se comía a sus propios hijos, exactamente como hacen algunos reptiles modernos. Una imagen no muy bella y agradable, pero sí realista.»

Éste es un ejemplo de un buen trabajo sobre el terreno a la antigua usanza, pero tres años antes Colbert había demostrado que estaba calificado como para ser considerado una figura transicional, aunque ciertamente conservadora, entre los paleontólogos, que adelantaba ya algunas de las preocupaciones de la nueva paleontología y trabajó en esa dirección. Tomó las temperaturas de algunos de los caimanes de Florida. No era una tarea fácil atar a los caimanes a un poste y someterlos al desagradable acto de introducirles un termómetro en el recto, pero los resultados del experimento se consideraron como datos irrefutables para hipótesis especulativas sobre la fisiología de los dinosaurios que vendrían a despertar tanto interés revisionista.

Puesto que resultaba imposible realizar experimentos fisiológicos con los dinosaurios, largo tiempo extinguidos, Colbert decidió que lo más útil que podía hacerse era investigar a los más parecidos entre sus parientes vivos, como los cocodrilos y caimanes. Con Raymond B. Cowles, un zoólogo de la Universidad de California, y Charles M. Bogert, también zoólogo, pero perteneciente al Museo Americano, Colbert capturó trece caimanes, algunos de los cuales llegaban a alcanzar los dos metros de largo, y los colocaron fuera del agua bajo el ardiente sol de Florida. Tomaron sus temperaturas a intervalos de diez minutos o menos. Cuando los caimanes alcanzaban temperaturas que probablemente hubieran causado su muerte, eran sacados del sol y conducidos a la sombra para que se enfriaran. Los investigadores siguieron tomando sus temperaturas una y otra vez e, incluso, algunos de los animales fueron atados a marcos de madera para mantenerlos en posición erecta como la de los dinosaurios. Todo eso resultó excesivo para dos de estos animales, que murieron. El experimentó sirvió para que Colbert y sus colegas establecieran que el aumento y la disminución de la temperatura estaba en relación directa con la masa del animal. Los caimanes pequeños se calentaban más rápidamente al sol y se enfriaban más pronto a la sombra. Los mayores sufrían ascensos de la temperatura más lentos, e igualmente lo eran sus descensos. Colbert salió del experimento lleno de cardenales y pequeñas heridas por su lucha con los caimanes, pero con la impresión de que había encontrado una posible pista sobre el éxito de los dinosaurios. Aunque presumiblemente eran animales de sangre fría, como todos los demás reptiles, tenían la capacidad, gracias a sus grandes masas, de retener el calor corporal por períodos muy largos lo que les daba la ventaja de la sangre caliente, es decir, de temperatura constante, que los mamíferos y otras criaturas de sangre caliente consiguen gracias a su elevado metabolismo. Así los dinosaurios podían ser activos como los mamíferos sin ser animales de sangre caliente. Los experimentos de Colbert con los caimanes fueron introducidos como una prueba de gran valor en los debates sobre la sangre de los dinosaurios -¿eran éstos animales de sangre caliente a diferencia de los reptiles modernos?- que comenzarían en la década 1970-1980.

Colbert también participó en otro descubrimiento que aportaría la prueba decisiva en nombre de un nuevo concepto científico que no sólo explica la ubicuidad de los animales del mesozoico, como los dinosaurios, sino que ilumina la historia dinámica de toda la Tierra. No sería ésa la última vez que los intentos de resolver el enigma de los dinosaurios conducirían a sorprendentes teorías con respecto a la historia de la Tierra. En una expedición a la Antártida en

1969, Colbert, con Jim Jensen, encontró los huesos y el cráneo de un *Lystrosaurus*. Éste no era un dinosaurio sino una de las líneas más antiguas de reptiles que relevaron a los dinosaurios en la continua lucha por la supervivencia en la naturaleza. Era uno de los terápsidos, reptiles de aspecto de mamíferos que Robert Broom sacó al primer plano científico a finales del siglo pasado, en África. Colbert se había pasado algún tiempo en el Sur de África estudiando a los terápsidos, entre los que se incluía el *Lystrosaurus*, un animal robusto, de cuatro patas y del tamaño de un perro grande, así que ya sabía lo que buscaba en la Antártida. Si se encontraban en la Antártida los fósiles del triásico que ya habían sido encontrados en África esto podía considerarse como una prueba irrefutable de que Gondwana, el supercontinente del sur, había existido y, como respuesta a la presión de las placas* tectónicas se había partido hacia finales del mesozoico. Los científicos proclamaron el descubrimiento de Colbert-Jensen de un *Lystrosaurus* en otro continente como prueba irrefutable que señalaba la conexión de la Antártida con África, lo que daba mayor consistencia a la teoría de la deriva de los continentes. La interconexión de los continentes durante la mayor parte del mesozoico hacía más fácil entender por qué los dinosaurios, incluyendo muchas especies estrechamente emparentadas, existían en todo el mundo. Tan sólo en la Antártida no habían sido encontrados sus fósiles, hasta entonces, pero los científicos no se sentirían demasiado sorprendidos si un día, como ya ha ocurrido con el *Lytrosaurus*, se encontraban allí fósiles de dinosaurios.

Colbert se retiró del Museo Americano en 1970. Algunos de sus hallazgos serían como un anuncio de la investigación en la nueva era y algunos de sus alumnos pasaron a ocupar la primera línea en el resurgir de los estudios del dinosaurio. La nueva generación de paleontólogos no sólo ampliaría y extendería los anteriores logros, como por ejemplo con el hallazgo de esqueletos completos de *Coelophysis*, o con la revisión del recientemente recapitado *Brontosaurus*, sino que pasarían al campo más complejo y controvertido de la evolución del dinosaurio y de las razones y causas de su éxito y su fracaso.

En la actualidad parece más importante que nunca, y también más posible, el entendimiento de los terápsidos. Estos animales dominaron la Tierra millones de años antes del auge de los dinosaurios. Tuvieron que ceder ante éstos y desaparecieron, pero no antes de que algunos de ellos sufrieran la trascendental transición de reptiles a los primeros mamíferos. Fueron los antepasados de todo gato o murciélago, ballena o primate, e incluso de todos los seres humanos.

Menos espectaculares en apariencia que la mayoría de los dinosaurios, los terápsidos nunca desataron la imaginación humana del modo como lo hicieron los dinosaurios. Fueron descuidados por los científicos tanto como por el público. En 1981 se celebró, por vez primera, una conferencia de importancia dedicada al estudio de su evolución. Pero el registro de fósiles de esos reptiles semejantes a los mamíferos y de sus antepasados es más completo que el de cualquier otro grupo de vertebrados terrestres, con la única excepción de los mamíferos del terciario. Fueron muy diversos y pasaron con éxito la evolución.

Los antepasados de los terápsidos formaron el grupo de partida del género básico reptil hace ya más de trescientos millones de años, en el período carbonífero. Los reptiles acababan de desarrollarse de los anfibios. Una línea progresó en un sentido que podríamos llamar convencional, en dirección hacia los reptiles para acabar convirtiéndose en cocodrilos y dinosaurios, serpientes y lagartos. Otra línea, la subclase de los sinápsidos, de la clase de los reptiles, se convirtieron en reptiles con aspecto de mamíferos. Los primeros de ellos fueron los pelicosaurios, el más famoso de los cuales fue el *Dimetrodon*, dotado de una aleta dorsal como la

del tiburón; los dibujantes de historietas gustan de representar a esta criatura con una especie de superestructura como una vela que le ocupa todo el lomo, a lo largo de la espina dorsal y, en general, lo sitúan en una época que no es la suya, como si se tratara de un pariente y contemporáneo del dinosaurio. Los terápsidos aparecieron en la Tierra hace unos 265 millones de años al principio del pérmico y hubieron de muchos tamaños y especies; iban desde las dimensiones de una rata a las de un rinoceronte y a veces tenían formas ridículas o absurdas. Algunos de ellos, como diría un científico, «tenían el aspecto de una mesita de café cubierta con la piel de un gran caimán». John C. McLoughlin, en su libro *Synapsida: A New Look into the Origen of Mammals*, dijo: «Muchos de ellos nos hacen pensar que las fuerzas de la selección evolutiva hubieran sufrido un caso grave de *delirium tremens* durante el apogeo terápsido.» Algunos eran herbívoros, otros carnívoros y otros omnívoros. En época muy temprana comenzaron a mostrar signos de tendencias mamíferas. Pasaron de una postura horizontal semejante a la de los lagartos, a una forma de caminar algo más erecta, con las cuatro patas balanceándose bajo el cuerpo. El nombre de reptil, del latín *reptilis*, arrastrarse, empezó a convertirse en excesivamente restrictivo y pasó a ser, literalmente, como una descripción de los miembros extinguidos de esa amplia clase de animales.

Aunque durante un siglo se supuso que los mamíferos descendían de los terápsidos, sólo hasta hace muy pocos años los científicos han tenido la certeza de ese lazo. A partir de nuevos hallazgos de fósiles y de nuevas interpretaciones de anteriores descubrimientos, los científicos siguieron el rastro de los importantes pasos en la transición y determinaron que el momento decisivo debió de ocurrir a finales del triásico, hace unos 215 millones de años. Cráneos bien conservados de mamíferos de esa época, encontrados en el sur de China y en las reservas de los indios navajos en Arizona, Estados Unidos, resultaron pruebas muy importantes y reveladoras cuando fueron comparados con los cráneos de los terápsidos. En 1982, en su libro *Mammallike Reptiles and the Origin of Mammals*, Thomas S. Kemp, de la Universidad de Oxford, escribió: «Éste es un ejemplo conocido en el que la evolución de una clase de vertebrados procedente de otra clase está bien documentada por los fósiles.»

Fue en los cráneos, en particular en las mandíbulas, donde los científicos identificaron algunas de las más notables evidencias de que los terápsidos eran mamíferos en potencia, en tránsito evolutivo. Se podía ver en ellos cómo se estaba desarrollando un sistema tendente a mejorar la vista y el oído, así como métodos más eficaces de masticar los alimentos. A. W. Crompton, del Museo de Zoología comparada de Harvard, ha hecho un estudio del hueso que soporta los dientes, el dentario, de los terápsidos y encontró indicios convincentes de la tendencia evolutiva que marcaba el destino de esos reptiles. La mandíbula inferior de los reptiles está compuesta por un pequeño dentario y otros huesos situados en la parte posterior del maxilar en el punto donde el maxilar inferior se une al cráneo. El maxilar de los mamíferos no es más que un único hueso dentario. Los huesos que forman la articulación del maxilar -en los reptiles, el articular y el cuadrado-han sido reconocidos desde hace ya mucho tiempo como comparables a una pareja de huesos que se encuentran en el oído medio de los mamíferos. El oído medio de los reptiles tiene sólo un hueso, el *stapes*.

Los fósiles terápsidos encontrados en particular en África del Sur, en América del Sur y en Gran Bretaña muestran el cambio que estaba teniendo lugar. Con el tiempo el dentario se fue haciendo mayor, comprimiendo los pequeños huesos del maxilar y se incorporaron al oído medio como el *malleus* y el *incus*. (Un vestigio de esta herencia reptil puede verse en los embriones de

los mamíferos. En los primeros estadios fetales, el maleoide es parte del maxilar inferior y se traslada al oído medio sólo en una etapa más avanzada del desarrollo.) Estos huesos, con el *stapes*, le dan a los mamíferos un sentido del oído más agudo con capacidad de captar un mayor número de frecuencias que en otros vertebrados. «Nosotros oímos con huesos que los reptiles utilizan para masticar -dijo Crompton-. No tenemos idea de cómo es posible, pero el impacto de todo esto es increíble.»

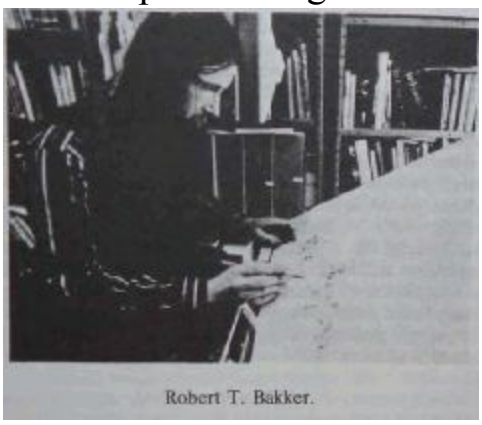
Al mismo tiempo, de acuerdo con los estudios de los fósiles, los terápsidos estaban desarrollando músculos que los capacitaran para una forma más compleja de masticar en la cual el maxilar inferior no sólo se movía de arriba a abajo sino también hacia adelante, hacia atrás y lateralmente. El gradual aumento de los pasajes nasales sugiere que los terápsidos estaban mejorando su sentido del olfato. Pero en los terápsidos no se encuentran otras de las características que distinguen a los mamíferos de los reptiles. Tenían que desarrollar aún un cerebro mayor. Sus dientes, en su período de cría estaban hechos para comer de modo regular lo que indicaba que las madres no daban de mamar a sus hijos. Aunque en este aspecto la evidencia es un poco ambigua, aparentemente no eran animales de sangre caliente, en el sentido que lo son los mamíferos, aunque su nivel de metabolismo podría ser superior al de los reptiles corrientes. Éste es un punto abierto a la discusión que admite distintas valoraciones.

De acuerdo con descubrimientos más recientes, el terápsido que parece más próximo a los antepasados directos de los mamíferos es un pequeño carnívoro conocido con el nombre de *Probainognathus* cuyos fósiles se encontraron en los sedimentos del primitivo jurásico. En sus días de crepúsculo, sólo sobrevivían las más pequeñas especies de los terápsidos. Al parecer, los animales de mayor tamaño no sobrevivieron a la extinción masiva que se produjo a finales del período pérmico. Entre los más pequeños supervivientes emergió el *Probainognathus* y su descendiente o descendientes se desarrollaron hasta convertirse en, al menos, tres grupos de mamíferos primitivos: *Morganucodon*, *Kuehneotherid* y *Amphilestid.* El último, dice Crompton que parece «haber vivido felizmente durante un tiempo y desaparecer quién sabe dónde». Sin embargo, los descendientes del *Morganucodon* se desarrollaron en líneas que llevaron al Platypus y otros mamíferos actuales que son ovíparos. El *Kuehneotherid* se cree que es el ascendiente de casi todos los demás tipos de mamíferos.

En la época de la transición de los terápsidos a los mamíferos, a finales del triásico o comienzos del jurásico, los dinosaurios ya se habían autoestablecido como los herederos inmediatos de los terápsidos en el sentido de que en esos días eran los tetrápodos dominantes. Tetrápodo es el término científico que se emplea para los vertebrados terrestres y significa literalmente «cuadrúpedo». Los dinosaurios surgieron de otra rama importante de los reptiles. Aparentemente deben su auge, en parte, a la extinción masiva ocurrida en el pérmico y, también, parece como si la época de los dinosaurios estuviera encerrada entre los paréntesis de dos tragedias globales. Pronto, después de la extinción del pérmico, comenzaron a proliferar algunos reptiles que habitaban en los pantanos y fangales, los tecodontos. Tenían un aspecto parecido al de los modernos cocodrilos y un gran apetito por las restantes especies de los terápsidos. Con el tiempo los tecodontos pasaron y su existencia fue reemplazada, en el triásico, por los arcosaurios, los reptiles que reinarían durante el mesozoico. Ramas procedentes del tronco del tecodonto constituyeron cuatro grupos principales de arcosaurios -los crocodílidos y los pterosaurios, así como dos líneas de dinosaurios, los saurisquianos y los omithisquianos-. Entre los primeros omithisquianos, se contaban los coelurosaurios, esos bípedos de cuerpo ligero y muy ágiles que

representaba una notable diferencia en la norma de los reptiles. Uno de esos coelurosaurios eran el *Coelophysis*, cuyos huesos fueron encontrados de modo tan abundante por Edwin Colbert. Uno de los primeros saurisquianos conocidos por el *Plateosaurus*, un animal de mucho mayor tamaño y un predecesor, en el triásico, del *Brontosaurus* y el *Diplodocus*, hallado según se sabe documentalmente en las excavaciones realizadas en los años veinte por Friedrich von Huene, de la Universidad de Tubinga. Muchos de los terápsidos probablemente no significaban un desafío para aquellos predadores ágiles e imponentes. Los que se alimentaban de día y dormían de noche eran especialmente vulnerables para los dinosaurios en auge. Los terápsidos que sobrevivieron durante el triásico, hasta que hicieron su transición a los mamíferos, debieron de haber encontrado algún nicho ecológico relativamente seguro. Por ejemplo, aquellos que evolucionaron mejoraron el sentido del oído y del olfato y podían, de algún modo, controlar la temperatura de sus cuerpos -todos éstos son rasgos peculiares de los mamíferos-y se convirtieron en criaturas nocturnas. Aquellos que no pudieron adaptarse a la vida nocturna dejaron de existir. Por esa razón sobrevivieron aquellos terápsidos que tenían más características propias de los mamíferos y transmitieron sus genes a sus descendientes que se fueron haciendo cada vez más mamíferos hasta terminar siéndolo. El legado de su estrategia de supervivencia se prolongó durante una gran parte del mesozoico. Los pequeños mamíferos que vivían a la sombra de los poderosos dinosaurios eran, generalmente, criaturas nocturnas.

Al comparar los terápsidos y los primitivos mamíferos con los dinosaurios, Robert T. Bakker define como divinas las razones de la «superioridad» de los dinosaurios en el mesozoico. Publicó sus ideas en 1968, cuando sólo tenía veintitrés años de edad y ya iba en camino de convertirse en el *enfant terrible* de la paleontología. Se graduó en Yale el año antes y se quedó en el campus para trabajar en el Museo Peabody. Bakker marcharía a Harvard para, en 1976, conseguir doctorarse en geología y paleontología, pero su primera publicación profesional, «The Superiority of Dinosaurs», un artículo que apareció en la edición de primavera de *Discovery*, un periódico de Peabody, ofreció la prueba de que allí había una mente y una voz que tomar en cuenta. El artículo era menos un tratado científico que un manifiesto en llamada de un nuevo modo de enfocar la paleontología de los dinosaurios, su resurgir y revisionismo.


Robert T. Bakker.

Bakker definió ese nuevo método como algo contrastado ya por los antiguos sistemas, en los párrafos que comenzaban su artículo:

Un nuevo énfasis está penetrando la ciencia de la paleontología. Durante más de un siglo los paleontólogos han ido descubriendo fósiles, describiéndolos e intentando mostrar cómo los organismos antiguos estaban relacionados unos con otros. Una vez que se ha diseñado un árbol genealógico familiar razonable para un grupo en particular, el estudiante clásico de la vida antigua, considera normalmente que con ello queda terminado su examen y se pasa a estudiar otro

árbol familiar de cualquier grupo distinto. En contraste, en la actualidad, la reconstrucción de los detalles de 1a vida de los animales extinguidos-lo que comían, cómo se reproducían, cómo se defendían, etc.- es lo que despierta el interés de un número cada vez mayor de paleontólogos.

Por lo corriente sólo se han conservado en estado fósil las partes duras (huesos y dientes) de los animales vertebrados. Sin embargo, músculos, tendones, nervios y vasos sanguíneos, y en ocasiones algunos otros tejidos y órganos blandos dejaron su marca en la superficie de los huesos. Detallados análisis de la anatomía de diversos vertebrados vivos revelan cómo esos órganos blandos afectan las superficies de los huesos.

A partir de esas interpretaciones se hace posible deducir algunas cosas de la actividad, fisiología e, incluso, de la conducta de animales que ahora nos son conocidos sólo por sus huesos fosilizados.

Ese nuevo método de estudiar los vertebrados fósiles está aportando algunas pruebas que desafían muchas de las teorías sobre los hábitos y la ecología de uno de los grupos más populares de animales extinguidos, los dinosaurios. Esas grandes bestias eran reptiles cuyos parientes más cercanos aún vivos son los modernos cocodrilos. Generalmente, los paleontólogos aceptaron que en todos los detalles de su vida, los dinosaurios eran simplemente cocodrilos, lagartos o caimanes que habían crecido más de lo normal. Los crocodílidos y los lagártidos pasan gran parte de su tiempo inactivos, tomando el sol echados en la roca o el tronco más conveniente, y comparados con otros animales modernos, la mayor parte de los reptiles modernos son lentos y perezosos. De aquí viene que la reconstrucción de un dinosaurio como el *Brontosaurus* nos lo presente como una montaña de carne fláccida que se mueve a su alrededor sólo de forma lenta y poco frecuente.

Esta visión del dinosaurio, señalaba Bakker, presentaba un «problema que sumía en la perplejidad». ¿Cómo fue posible que estos lentos y perezosos dinosaurios dominaran a los terápsidos, que se estaban desarrollando activamente en la línea hacia los mamíferos y pudieron mantener sometidos a los mamíferos a lo largo del mesozoico? Bakker continuó mostrando evidencias basadas en las posturas y en los sistemas cardiovasculares de los dinosaurios que demostraban que aquellos animales fueron «criaturas ágiles, rápidas y llenas de energía y que vivían a un nivel fisiológico alto, sólo conseguido en todas partes entre los vertebrados terrestres por los mamíferos últimos y más avanzados». Para ilustrar esta nueva visión del dinosaurio, Bakker dibujó para la primera página de la revista un boceto de una pareja de dinosaurios cornudos al galope, y dijo que eran capaces de alcanzar una velocidad de hasta cincuenta kilómetros por hora. Al parecer había más vivacidad en los dinosaurios de la que los científicos les habían atribuido o imaginado corrientemente.

En la conclusión Bakker escribió:

Ahora podemos comenzar a responder a la cuestión planteada al principio de este artículo: ¿por qué los reptiles con rasgos mamíferos perdieron en su competencia con los dinosaurios?

Incluso los más avanzados de estos reptiles mamíferos, aunque por lo general se los represente en postura erguida o como criaturas erectas o semierectas, están construidos a lo largo, es decir, con la forma de los lagártidos, con líneas reptiles. Esos animales nunca comenzaron a desarrollar postura erecta semejante a la del dinosaurio. Recientemente he tenido la oportunidad de estudiar los huesos de los miembros de mamíferos del período jurásico americano y estos animales tienen una construcción reptil, exactamente igual a la de un lagarto o a la del viviente Platypus de pico de pato. Al parecer los mamíferos no adquirieron la forma más eficaz de

locomoción erecta hasta bien entrado el período cretáceo, a finales de éste, es decir, cien millones de años después de que la lograran el evolucionado tecodonto y los primeros entre los dinosaurios.

En la actualidad, al pensar en los mamíferos nos los presentamos como criaturas ágiles, activas y llenas de energía mientras que a los reptiles los vemos como animales que, de acuerdo con su nombre, se arrastran, reptan, lentamente por el suelo. Sin embargo, lo cierto es que los dinosaurios y sus parientes consiguieron notables avances en su locomoción mucho antes de que los lograran los mamíferos, y la superioridad de sus extremidades fue sin duda el factor más importante en el éxito del arcosaurio y la extinción de los reptiles con características de mamífero.

El joven Bakker, brillante y provocativo, había tomado y defendido una posición muy alejada de todo lo anterior frente a las nuevas batallas de los dinosaurios. No frieron luchas por la posesión de huesos, como ocurriera con anterioridad en la competencia entre los rivales Marsh y Cope. Las nuevas batallas serían de interpretación: ¿qué podía y qué no podía decirse sobre la vida y la época de los dinosaurios? La guerra estalló y surgió a los ojos del público, para pesar y preocupación de los paleontólogos más sobrios. Pero era algo inevitable. Más que ningún otro tipo de fósiles los de los dinosaurios eran propiedad pública, criaturas asentadas en la imaginación de las gentes como un producto resucitado por los científicos. La ciencia estaba tomando nuevos puntos de vista y perspectivas sobre ellos. El público veía en la agitación y excitación del nuevo descubrimiento un conflicto de interpretación, la construcción y el examen de hipótesis, el proceso de la ciencia cuando se pone al trabajo.

11. TIEMPOS ARDIENTES Y SANGRE CALIENTE

Ya bien entrada la noche, en un día de agosto de 1964, John Ostrom y su ayudante Grant E. Meyer recorrían una ladera en el sur de la Montana central, cerca de la ciudad de Bridger. Se trataba de una pradera, campos de yerba interrumpidos por lugares erosionados y situados entre colinas de pinos y enebros. Ostrom y Meyer estaban organizando la tercera expedición de la Universidad de Yale que tenía como objetivo la recogida de restos fósiles de vertebrados de principios del cretáceo. Ostrom llamaba a ese período la zona en tinieblas de la vida en el mesozoico. Debido a la rareza de depósitos terrestres de aquella época y a la escasez de fósiles con los que trabajar, los paleontólogos tenían problemas en determinar modelos del cambio evolutivo que debió de ocurrir en aquel intervalo de veinticinco millones de años. Para rectificar esa situación, Ostrom había reconocido y explorado la mayor parte de los estratos del cretáceo primario expuestos a lo largo de los flancos de las montañas que se alzan en el norte de Wyoming y el sur de Montana. Él y su equipo de científicos y estudiantes habían atravesado e inspeccionado unos 1 500 kilómetros de afloramientos, cavando acá y allá y encontrando esqueletos de especies animales hasta entonces desconocidas, algunas de las cuales eran dinosaurios. Ostrom y Meyer acababan de examinar un lugar que pensaban convertir en sede de excavaciones al año siguiente e iban a lo largo de la ladera, de un terraplén erosionado a otro; se habían alejado ya unos setecientos metros del lugar elegido cuando vieron las garras que sobresalían de la fiera.

«Los dos estuvimos a punto de rodar por la pendiente, en nuestro apresuramiento por llegar al lugar -recuerda Ostrom-. Frente a nosotros, claramente reconocible, había una gran parte de una mano, con largas garras, que sobresalía de la superficie. Mi equipo no la había advertido y

eso que vimos las huellas de sus pisadas a escasos metros de allí.»

Aquellos huesos habían estado allí años y años sin ser reconocidos. Ostrom estaba en condiciones de afirmarlo así como consecuencia de la observación de las huellas dejadas por la climatología. También pudo afirmar que aquella mano era algo poco corriente. «Supe ya, por los fragmentos que salían a la superficie, que aquello era lo más importante que habíamos descubierto hasta entonces», dijo.

Ostrom y Meyer se pusieron a cuatro patas, apoyados en las rodillas y las manos y empezaron a apartar la tierra que rodeaba a los fósiles. Como no esperaban poder excavar más ese día, habían dejado ya sus picos, palas y cinceles en el camión, pero a impulsos de su excitación y entusiasmo hicieron todo lo que fueron capaces con sus navajas. Mientras lo hacían, comprendieron lo que debió de significar la recuperación de un viejo tesoro perdido.

En cuestión de minutos pusieron al descubierto otras partes de aquella mano. Los diversos huesos de los dedos tenían la longitud aproximada de los dedos de un ser humano adulto. Las garras eran largas y afiladas. Ostrom y Meyer habían encontrado una poderosa mano con tres dedos prensiles. También hallaron algunos dientes, los dientes afilados, de sierra, de lo que friera un carnívoro.

Al día siguiente regresaron provistos de otras herramientas más útiles que sus navajas, y los dos paleontólogos continuaron excavando hasta hacer un descubrimiento aún más excitante: los huesos perfectamente conservados de un pie. Se lo quedaron mirando llenos de sorpresa. En todos los demás dinosaurios carnívoros los pies traseros son, por lo general, de forma parecida a los de las aves, con tres dedos principales y uno más pequeño en la parte interior o en la posterior del pie. Por lo general, esos tres dedos principales son iguales de forma, con el central algo más largo y los otros dos iguales entre sí en longitud y divergentes del central. Es decir, en conjuntos semejantes a los de las aves. Pero el pie de la criatura que ellos habían encontrado difería del plan básico general. El dedo externo y el medio tenían la misma longitud y el más interno de los dedos principales salía hacia friera «como un pulgar hinchado», dijo Ostrom. Y efectivamente era como un «pulgar». Este dedo interior era más largo que los demás y en lugar de tener una corta garra puntiaguda y triangular como los otros, estaba dotado de una garra larga y delgada con la forma curvada de una hoz. Ostrom jamás había visto antes nada comparable a aquella terrible garra, pero podía imaginarse bien el uso que el animal debió de hacer de aquel instrumento que, ciertamente, expresaba el carácter y la vitalidad de su dueño. Para aquella criatura que vivió hace más de ciento veinticinco millones de años, Ostrom pensó el nombre de *Deinonychus*, que significa «garra terrible».;

El *Deinonychus* es el más notable de los dinosaurios hasta ahora descubiertos. Casi todo lo relacionado con ese animal, sus brazos y piernas, sus terribles garras y su cola rígida, fue pronto presentado como prueba A de la existencia de los dinosaurios rápidos, ágiles y dinámicos de Bakker. La evidencia, según la vieron muchos paleontólogos, parecía abrumadora, pero el debate subsiguiente polarizaría la paleontología de los dinosaurios. ¿Formaban éstos un grupo de animales de sangre caliente tal y como lo son las aves y los mamíferos? ¿Era su metabolismo más parecido al de los mamíferos que al de los reptiles, lo que les daba capacidad para vivir una existencia más activa? Ostrom, en su examen inicial del *Deinonychus*, comenzó a sospechar que ése podía ser el caso. Pero la idea, en sí, contradecía el punto de vista tradicional que presenta a los dinosaurios como criaturas tan perezosas y lentas como los reptiles, basándose en su anatomía ósea, que parece indicar que debieron de ser animales de sangre fría. Los reptiles modernos son

animales de sangre fría, los dinosaurios eran reptiles y, por consecuencia, los dinosaurios teman que haber sido, igualmente, animales de sangre fría. Esta deducción lógica no fue discutida seriamente hasta que una nueva generación de paleontólogos empezó a contemplar a los dinosaurios, en especial al *Deinonychus*, bajo un nuevo ángulo. Durante un período de tiempo demasiado largo los paleontólogos parecieron ciegos con respecto a los atributos no reptiles de los dinosaurios. Sólo porque un determinado animal fósil sea integrado en una clase particular no debe deducirse que posee todas las características y atributos de los miembros modernos de esa clase.

John Ostrom, que entonces tenía treinta y tres años, hizo un breve comunicado en los periódicos, hacia el otoño de 1964, en el que llamaba a esos fósiles «un sorprendente descubrimiento», pero se abstuvo de ir más allá en sus afirmaciones. Primero tenía que dar nombre al animal y apreciar su verdadera importancia Ostrom y sus asociados regresaron al lugar de los hallazgos durante los dos veranos siguientes. Cavaron con mayor profundidad en las laderas de la pelada colina de Montana, un montículo de sesenta metros de altura con el aspecto de un cucurucho de helado que empezara a derretirse en su base. Cavaron intensamente hasta recuperar más de un millar de huesos que representaban, al menos, a tres animales, cada uno de los cuales era un *Deinonychus*. Siguieron tres años más de trabajo para reconstruir los esqueletos y realizar otros análisis en el laboratorio de Ostrom en el Museo Peabody.

En su calidad de licenciado por la Universidad de Columbia en la década de 1950-1960, Ostrom se había preocupado de la fisiología de los dinosaurios. Recuerda haber hablado con su consejero Edwin Colbert sobre la posibilidad de que la fisiología de los dinosaurios no coincidiera en absoluto con la de los modernos reptiles, sino que tuviera mucho más de mamífera. Posiblemente hasta ahora nadie sabe más de los dinosaurios que Colbert, pero su actitud con respecto a nuevas ideas sobre las vidas de esos animales es conservadora, en términos generales. En sus cuatro años de investigación previa había leído mucho sobre tales ideas, muchas de las cuales parecían como caídas del cielo y que, finalmente, terminaban tal como habían llegado: en nada. Por otra parte parecía imposible que los fósiles pudieran ofrecer claves más decisivas sobre la fisiología de los dinosaurios. El *Deinonychus* empezó a hacer cambiar los puntos de vista de Ostrom, aunque quizá no los de Colbert. En esos animales, Ostrom encontró razones para afianzarse en lo que había previsto ya en sus tiempos de estudiante posgraduado.

Lugar donde fue descubierto el *Deinonychus*, en Montana.

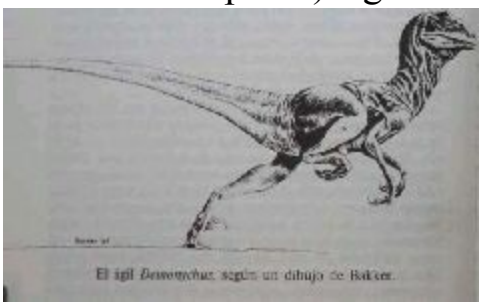
Al examinar los esqueletos, Ostrom llegó a la conclusión de que el *Deinonychus* era relativamente pequeño, en relación con otros dinosaurios y, además, también más ligero. Tenía una altura de un metro y medio aproximadamente y desde el hocico hasta la punta de la cola debía de medir dos metros y medio. A juzgar por los huesos de sus extremidades y por sus vértebras, el animal en plenitud de su crecimiento no debía de pesar más de ochenta kilos. A juzgar por sus

dientes era un carnívoro, y así fue clasificado con los dinosaurios saurisquianos, el mismo suborden que los *Tyrannosaurus.* La estructura de las extremidades delanteras y de las manos mostraba claramente que el animal era forzosamente un bípedo y que no podía, en ningún caso, marchar a cuatro patas aunque hubiese querido hacerlo. Al igual que muchos otros reptiles, el *Deinonychus* tenía una cola larga en relación con su longitud total, aproximadamente la mitad de ésta, pero, además, la cola terna una característica totalmente distinta a todo lo que Ostrom había visto hasta entonces. En su entera longitud la cola estaba como encajada en unos canutos óseos y paralelos, que no eran más que tendones osificados, como los que Dollo había hallado en los Iguanodontes belgas. Al principio, esto extrañó y llevó a error a Ostrom, hasta que se dio cuenta de que una cola rígida, que presumiblemente resultaba posible debido a las «varillas» osificadas, debía de haber sido muy importante para el *Deinonychus.* Tal y como Ostrom se la representaba, aquella cola rígida podía ser movida hacia arriba y hacia abajo, hacia los lados y girando como las manecillas de un reloj. La cola, concluyó, era utilizada como un estabilizador dinámico, una especie de contrabalance o de equilibrador necesario para un animal bípedo muy activo y móvil. Eso, y otras evidencias halladas en el esqueleto, le indicaban a Ostrom que la postura de aquel bípedo era mucho más parecida a la de un avestruz, con el tronco mantenido casi en posición horizontal, el cuello curvado hacia arriba y la cola surgiendo recta por detrás. «En mi opinión -escribió Ostrom en 1969-, ésta resultaba una postura de aspecto mucho más natural que la postura del canguro, con la que se suele ilustrar generalmente a otros dinosaurios carnívoros, como el *Allosaurus* o el *Tyrannosaurus.»* Añadió que si el esqueleto de esos gigantes hubiese estado tan bien preservado como los del *Deinonychus*, los científicos probablemente hubiesen podido observar que también ellos tenían con frecuencia sus colas levantadas y las utilizaban como contraequilibrio rígido, más que dejarlas arrastrar por el barro. Otros paleontólogos, al interpretar gráficamente a los dinosaurios, ya habían prescindido de aquel tipo de colas que se arrastraban por el suelo, lo cual nunca favoreció la reputación del dinosaurio.

Si el *Deinonychus* andaba y corría sobre sus dos extremidades traseras esto hacía más notable aún la presencia de la terrible garra, una especie de espolón curvo, en cada pie. Podía esperarse esa especie de garra en una mano prensil, razonó Ostrom, pero no en el dedo de un pie que está en contacto con el suelo, lo cual hacía muy posible que se rompiera o despuntara, incluso que hiriera a su propio dueño y lo dejara indefenso. Cada una de esas garras sobresalía unos diez o doce centímetros, ciertamente un arma defensiva de gran eficacia que, posiblemente, también podía ser utilizada para dar muerte y descuartizar a sus presas. «El sentido común nos dice que una hoja curvada como una hoz, afilada y fina sirve para cortar o desgarrar y no para excavar, subirse a los árboles o facilitar el desplazamiento en tierra», dijo Ostrom. Pero ¿cómo manejaba el animal esa arma tan letal? ¿Cómo la protegía cuando corría? A esta última cuestión los fósiles parecían ofrecer una respuesta directa. Las dos principales articulaciones del dedo interno, el que poseía la garra en cuestión, resultaban excepcionales en el sentido de que permitían que la garra pudiera ser alzada y desplazada hacia arriba y hacia atrás, con lo que se lograba separarla del suelo. Las articulaciones de los otros dedos de las patas traseras no eran retráctiles. La respuesta a la otra pregunta, la de cómo utilizaba el animal la garra, llevó a Ostrom a interpretaciones que señalan la importancia del *Deinonychus* para los paleontólogos revisionistas.

«A nadie nos sorprende ver cómo un águila o un halcón golpean con sus espolones al saltar o se mantienen de pie sobre una pata y golpean con el espolón de la otra -escribió Ostrom explicando su razonamiento y cómo se apartaba de la interpretación corriente de la conducta de

los dinosaurios-, pero resulta ridículo imaginarse a un lagarto o a un cocodrilo (o cualquier otro de los modernos reptiles) irguiéndose sobre sus patas traseras para lanzarse al ataque,



El ágil *Deinonychus*, según un dibujo de Bakker.

simplemente porque los reptiles son incapaces de tan complicadas maniobras, de esos juegos de equilibrio tan delicados, por falta de agilidad, como también son incapaces de una actividad tan exigente metabólicamente. Como sabemos, los reptiles son animales lentos y perezosos que se arrastran o permanecen inactivos la mayor parte del tiempo.»

La garra en forma de hoja de hoz requería del *Deinonychus* que hiciera precisamente lo mismo que el águila **o** el halcón, es decir, que atacara con uno o con ambos pies a la vez. Eso no tiene nada que ver con el andar o el correr o el permanecer de pie, pero podía explicar la utilidad de la cola como elemento equilibrador. Sugiere, además, la existencia de una bioenergía impropia de un reptil que resultaba necesaria para poder mantener una lucha de ese tipo. Ostrom llegó a la siguiente conclusión:

«Esa criatura debía de estar de pie o saltar sobre un pie u otro mientras golpeaba con el opuesto. Tal equilibrio y agilidad son desconocidos en cualquiera de los actuales reptiles vivos.»

El examen de los brazos y de sus largas manos prensiles parecen haber reforzado la opinión de Ostrom de que el *Deinonychus* era un depredador valiente e inteligente. La articulación de la muñeca giraba para permitir que las manos se volvieran una hacia la otra. De ese modo el animal podía sujetar la presa con las manos y trabajar con ambas en conjunción. Eso es algo que sólo pueden hacer los seres humanos y algunos otros mamíferos. El *Deinonychus* y algunas especies emparentadas con él eran los únicos dinosaurios que, por lo que se sabe, tuvieron esa especial movilidad de las muñecas.

Ostrom hizo pública en 1969 la descripción e interpretación de este dinosaurio tan poco corriente. Bob Bakker, que estuvo con Ostrom en calidad de miembro estudiante en la expedición de 1964, había anticipado y adornado muchos de los argumentos de Ostrom en su artículo de 1968 sobre la superioridad del dinosaurio. Pero él no era más que un joven inexperto cuyos puntos de vista podían ser ignorados por la paleontología oficial. Por el contrario, Ostrom no podía ser ignorado. Era un miembro cualificado del *establishment*, catedrático de Yale y director de la sección de paleontología de los vertebrados en el Museo Peabody. La resonancia de los informes de Ostrom de 1969 sobre el *Deinonychus* y el metabolismo de los dinosaurios aún continúa teniendo eco en los estudios sobre el dinosaurio.

En un informe en el *Bulletin* del Museo Peabody, Ostrom resume las consecuencias que pudo deducir de los esqueletos que había descubierto en Montana. Escribió:

«El pie del *Deinonychus* es, posiblemente, la prueba más reveladora, desde el punto de vista anatómico, de los hábitos de los dinosaurios en el sentido de que éstos debieron de ser cualquier cosa, pero no “reptiles” en su conducta, en sus reacciones y en su forma de vida. Este dinosaurio tuvo que ser un animal de carrera rápida, altamente predador, extremadamente ágil y muy activo, sensible a muchos estímulos y rápido en sus reacciones de respuesta. Esto, a su vez,

indica un nivel de actividad poco corriente para un reptil y sugiere la existencia de un ritmo metabólico alto. Las pruebas en favor de esa teoría radican principalmente, aunque no de modo exclusivo, en el pie.»

Ostrom presenta de nuevo la cuestión del metabolismo de los dinosaurios, incluso de modo más explícito y fuerte, en un escrito presentado ese mismo año en Chicago, en la Primera Convención Paleontológica Americana. Antes de presentarlo se sentía nervioso, pues sabía perfectamente que lo que iba a decir sería motivo de controversias, como así fue. Todo el mundo estuvo de acuerdo en que Ostrom había sido el más provocador de todos los oradores. El título de su trabajo, «Terrestrial Vertebrates as Indicators of Mesozoic Climates», no indicaba en modo alguno lo radical de su mensaje.

Es bien sabido, observó Ostrom, que los peces, los anfibios y los reptiles modernos son lo que se ha dado en llamar animales de sangre fría. El término «sangre fría», más utilizado por el lego que por el científico, no tiene nada que ver con la temperatura de la sangre en sí. Más bien significa que la temperatura del animal fluctúa de acuerdo con la del ambiente que lo rodea. El animal de sangre fría carece de un mecanismo interno que le permita elevar o descender su temperatura muy por encima o por debajo de la ambiental. La mayor parte de los reptiles están inactivos en el frío de la noche y tienen que esperar a que salga el sol para calentarse y conseguir energías para la caza cotidiana. Puesto que su principal fuente de calor es externa, los reptiles y otros de los llamados animales de sangre fría son, para ser más exactos en la terminología, ectotermos. Cuando los ectotermos comienzan a estar demasiado calientes, tienen que buscar la sombra; siempre dependen de la temperatura y deben actuar de acuerdo a sus fluctuaciones. En contraste, los animales de sangre caliente, mamíferos y aves, tienen mecanismos internos de regulación de la temperatura corporal, que mantienen ésta a aproximadamente el mismo nivel, con independencia de las condiciones externas. Estos animales son conocidos como endotermos. Los seres humanos, salvo en casos de enfermedad, mantienen una temperatura de 37,1 grados centígrados o lo que es lo mismo de 98,4 grados Fahrenheit. La mayor parte de los otros mamíferos operan a temperaturas comparables, mientras que las aves tienen, por lo general, temperaturas algo más elevadas, en torno a los 40 grados centígrados. Muchos endotermos sudan y jadean para ayudarse a rebajar la temperatura y mantenerse frescos o tienen capas de pelo o de plumas para evitar la pérdida del calor corporal. Pero el mecanismo principal de la endotermia es un metabolismo básico elevado: todas las células vivas generan una pequeña cantidad de calor como producto secundario de los procesos químicos que se dan en su interior, y en los mamíferos y las aves ese proceso, conocido como metabolismo, es al menos cuatro veces superior en actividad a los ectotermos de cuerpo y temperaturas comparables. Como consecuencia los endotermos pueden ponerse en acción en casi cualquier condición climatológica, mientras que los ectotermos están gravemente influenciados y limitados por las condiciones ambientales que los rodean. Es esta dependencia climática de los ectotermos, dijo Ostrom, la que hace a estos animales muy útiles para la interpretación paleoclimatológica. Éste era el punto de partida sobre el que basaba su interpretación.

Si los dinosaurios eran ectotermos, de acuerdo con las anteriores presunciones, entonces los millones de años durante los cuales vivieron debieron de ser tiempos de un clima suave a extensión mundial. Sólo en un medio ambiente suave y equilibrado, sin grandes altibajos, esos reptiles pudieron haber prosperado en tal número y en lugares que al parecer se extendían por toda la Tierra, hasta el límite de las regiones polares. Se puede presumir que no hubieran

soportado cambios estacionales extremos. Sin embargo, aunque el hallazgo de polen y de fósiles invertebrados tiende a apoyar la idea de que el mesozoico se caracterizó por una climatología suave, Ostrom arguye que los paleontólogos no deben recurrir a los dinosaurios para corroborar esa evidencia.

John H. Ostrom.

Afirmó que los dinosaurios son inútiles como indicador termal, porque hay motivos para cuestionar la presunción de que su metabolismo era reptiliano, es decir, su ectotermia. Arrojando el guantelete, Ostrom declaró:

«Hay pruebas considerables e impresionantes, si no decisivas, de que muchos tipos de los antiguos reptiles se caracterizaban por poseer un nivel de metabolismo comparable al de los mamíferos o las aves.»

El análisis que hace Ostrom del *Deinonychus* le dio mayor conciencia del significado potencial de la postura de los dinosaurios. Éstos no se desplazaban arrastrándose, como hacen los reptiles que aún sobreviven; algo que los científicos siempre notaron desde los tiempos de Huxley, pero de lo que no han sabido o querido sacar las debidas consecuencias. El *Deinonychus* y, aparentemente, muchos otros dinosaurios, al igual que hacen los bípedos o los cuadrúpedos, se mantenían erectos con los pies directamente bajo el cuerpo y no extendidos y despatarrados por fuera de él como es característico en los reptiles actuales. Ningún ectotermo vivo tiene una postura semejante. Si fuera así estarían en condiciones de correr con mayor rapidez y recorrer mayores distancias de lo que lo hacen. Al menos algunos dinosaurios eran ligeros de pies. Las largas extremidades del *Deinonychus*, y de algunos otros dinosaurios, a deducir de lo que indican sus fósiles, fueron rápidos corredores. «La evidencia parece indicar -dijo Ostrom-que la postura y la locomoción erectas probablemente no son posibles sin un metabolismo elevado y una alta y uniforme temperatura corporal.» Con ello no afirma claramente que los dinosaurios fueran animales endotermos. Podían haber sido, también, homeotermos, es decir, capaces de mantener una temperatura corporal constante por cualquier otro método, externo o interno. Tanto si eran homeotermos como, posiblemente, endotermos, afirma Ostrom, lo cierto es que los dinosaurios fueron unos animales extremadamente activos y extraordinarios cuyos mecanismos bioenergéticos los apartaban al parecer del mundo de los reptiles corrientes.

Muchos paleontólogos encontraron inaceptable la idea de que los dinosaurios fuesen animales de sangre caliente. Otros, por el contrario, la encontraron liberadora puesto que ofrecía

un modelo de fisiología del dinosaurio que podía explicar su prolongado éxito y, posiblemente, incluso su extinción. Los debates entre los científicos se han extendido durante años sobre la cuestión de si los dinosaurios pudieron ser ectotérmicos o endotérmicos, algo intermedio, o, quizá, algo completamente distinto.

La reconstrucción de la fisiología térmica de los animales extinguidos no es asunto fácil. En los fósiles no hay nada que aporte información sobre cómo regulaban los dinosaurios la temperatura de sus cuerpos. Es inútil pensar que algún valiente científico pueda atreverse a colocar un termómetro bajo la lengua de uno de ellos. Todas las pruebas aportadas en favor o en contra de la hipótesis endotérmica están derivadas de las deducciones científicas extraídas de los huesos de los dinosaurios. Los resultados han sido sorprendentes. Distintas interpretaciones de los mismos huesos producen hipótesis y suposiciones en conflicto.

La observación microscópica de los huesos del dinosaurio aporta pruebas que parecen apoyar las ideas de Ostrom. Ya en 1957 los paleontólogos se mostraron extrañados cuando encontraron en los huesos de los dinosaurios los modelos característicos de un extenso sistema de conductos de Havers, una red de delgados vasos sanguíneos penetrantes destinados a aportar al tejido óseo cantidad abundante de sangre rica en nutrientes. Estos huesos con conductos de Havers son capaces de un crecimiento rápido y son indicadores, además, de la existencia de un nivel de metabolismo elevado. En 1968, Armand de Ricqles, un anatomista y paleontólogo de la Universidad de París, comenzó a informar de los resultados de estudios más detallados de los tejidos óseos y llegó a la conclusión de que aquel denso tejido de conductos de Havers indicaba «niveles de intercambio de fluidos hueso-cuerpo que, al menos, se aproximaban al de los grandes mamíferos vivos en la actualidad». Esto, en principio, parece ser la prueba más directa que sugiere, como dice Ricqles, «altos niveles de metabolismo y, en consecuencia, la endotermia entre los dinosaurios».

Pero estudios más recientes arrojan dudas sobre la fiabilidad de ese tipo de pruebas. Los conductos de Havers no son una propiedad exclusiva de los animales endotérmicos, sino que está presente en algunas especies de tortugas y cocodrilos. Tampoco es una característica endotérmica uniforme, pues está ausente en muchos mamíferos y aves pequeñas. Ese tipo de estructura ósea parece más bien relacionada con el ritmo de crecimiento del cuerpo que con la endotermia.

Ostrom continuó basando su caso en el hecho de que la postura erecta y el modo de andar que de ella se deriva sólo se da en animales endotérmicos, mamíferos y aves. Pero reconoce que las críticas que se le hacen tienen un punto de razón cuando arguyen que no existe una relación de causa-efecto entre la postura y la fisiología, ni nunca fue establecida. Sin embargo, insiste, «la correlación entre postura y endotermia o ectotermia es, virtualmente, absoluta y seguramente no se trata de una mera coincidencia». Adelanta otra línea de evidencia indirecta relacionada con la postura erguida. Citando las investigaciones de Roger S. Seymour, un zoólogo de la Universidad de Adelaida, en Australia, Ostrom observa que la mayor distancia vertical entre el corazón y el cerebro de un animal requiere una presión sanguínea mayor. La presión sanguínea de la jirafa es doble de la del ser humano. En el caso del *Brachiosaurus*, para tomar un ejemplo extremo entre los dinosaurios, la distancia entre el corazón y el cerebro era de aproximadamente seis metros. Para bombear sangre a esa distancia, e incluso a otras notablemente menores, en un animal con postura erguida, dice Ostrom, se requeriría un corazón de cuatro ventrículos, muy avanzado, lo que constituye una característica de los animales endotérmicos. Owen, en 1841, se preguntó si no era posible que los dinosaurios hubieran tenido un corazón de cuatro ventrículos, pero no siguió

investigando en este sentido. Los cocodrilos tienen una versión imperfecta de este corazón de cuatro ventrículos, lo que parece indicar que no puede desecharse esa versión en los saurios primitivos. La distancia cerebro-corazón no prueba que los dinosaurios fueran endotermos, como observa Seymour, pero ayuda a pensarlo así el hecho de que muchos de ellos tenían necesidad -y por lo tanto dispusieron de él-de un corazón y un sistema circulatorio capaz de mantener una fisiología endotérmica.

En contraste con las precavidas deducciones de Ostrom y sus concesiones a la crítica, su antiguo estudiante Robert Bakker afirmó simplemente que el caso en favor de la endotermia de los dinosaurios era decisivo. A los normales argumentos en favor de la endotermia añadió uno nuevo y bastante ingenioso: la relativa abundancia de presas entre los dinosaurios en relación con los dinosaurios depredadores.

Los animales de sangre caliente pagan un alto precio por el metabolismo que los mantiene en un estado constante de disposición a la acción. Tienen que comer más y eso significa tener que pasarse más tiempo pastando o cazando. Un león consume su peso en alimentos cada siete o diez días, mientras que el dragón de Komodo, un lagarto carnívoro, come su peso en alimentos sólo cada sesenta días. Esto significa que una determinada cantidad de carne podrá alimentar a un mayor número de carnívoros ectotérmicos que endotérmicos. Consecuentemente Bakker estableció la relación entre las poblaciones de presas y de carnívoros depredadores, tal y como se mostraba en los fósiles de finales del cretáceo. Examinando varias colecciones de fósiles, separando los predadores de sus presas por los dientes y maxilares y calculando el probable peso del cuerpo, Bakker intentó determinar el porcentaje de predadores en la totalidad de población fósil. Un pequeño porcentaje de predadores significaría que habían tenido un buen apetito endotérmico. En la actualidad, en algunos hábitats africanos los predadores constituyen tan sólo entre el uno y el seis por ciento de la población animal en su totalidad. Para los dinosaurios, a deducir de las muestras fósiles, Bakker encontró que los predadores representaban entre el uno y tres por ciento del total. La relación presa-predador de los reptiles premesozoicos, que eran indiscutiblemente ectotérmicos, alcanzaba entre el treinta y cinco y el sesenta por ciento.

Esos datos se convirtieron en la base fundamental de la campaña, cada vez más agresiva, de Bakker, en favor de la endotermia de los dinosaurios. Para 1975 había abandonado Yale y trabajaba en la preparación de su tesis doctoral en Harvard. Presentó su defensa de la endotermia de los dinosaurios en un artículo publicado en *Scientific American* que tituló «Dinosaur Renaissance», o sea «El renacimiento del dinosaurio», en el cual afirmó: «Las relaciones predador-presa son instrumentos muy poderosos y útiles para la paleofisiología porque son los resultados directos del metabolismo de los depredadores.» En ese mismo año un colega de Harvard, Adrián J. Desmond, un historiador de la ciencia, publicó *The Hot-Blooded Dinosaur* y, para disgusto de los paleontólogos más conservadores, el público en general que se sumó al animado debate tendía a alinearse al lado de Bakker y los defensores de la sangre caliente. La gente gustaba de ver a los dinosaurios como animales vitales, llenos de energía y actividad y no languideciendo perezosamente. Bakker, que es un dibujante muy bien dotado así como un paleontólogo provocador, retrató a dinosaurios que no yacían idílicamente, sino que eran corredores rápidos, feroces cazadores que daban caza a pequeños mamíferos para su desayuno o se enfrentaban unos a otros luchando con la ferocidad de leones. Ésos eran los «dinosaurios nuevos y mejorados».

Mientras tanto, Ostrom había modificado y cualificado su postura en relación con la

endotermia de los dinosaurios. Pese a que fue él quien facilitó el material para el debate, dio marcha atrás ante una confrontación a la que Bakker estaba añadiendo demasiado combustible. Él y Bakker eran tan distintos en espíritu como en el lenguaje que utilizaban en su discurso científico. Ostrom elegía sus palabras con cuidado, atemperando las hipótesis audaces con concesiones que reconocía cuando las pruebas no eran concluyentes; Bakker manejaba sus pruebas materiales con destreza y capacidad, ascendiendo en un crescendo que en ocasiones era menos científico que polémico. En esta vena llegó a declarar en cierta ocasión: «Necesitamos dinosaurios endotérmicos, los exige la teoría de la evolución y los datos empíricos confirman que existieron.» Bakker necesitaba establecer la endotermia de los dinosaurios para reforzar su teoría que explicaba la ascendencia de los dinosaurios sobre los mamíferos en el mesozoico, suspendiendo su evolución en tanto que estos últimos tuvieron que competir con los dinosaurios. En la mente de Bakker sólo animales endotérmicos muy activos podían mantener la «superioridad» de los dinosaurios en el mesozoico. La mayor parte de los paleontólogos se opusieron a gran parte, o a la totalidad, de lo que Bakker creía y retrocedieron ante la retórica emocional cuando el debate inflamó a la ciencia en la década de los setenta.

Ostrom no había cambiado su opinión sobre el ágil *Deinonychus* o sobre la vitalidad de muchos otros dinosaurios; la garra, la cola y su locomoción erecta y bípeda parecían seguir siendo una prueba evidente e indiscutible en favor de su gran nivel de actividad. Pero Ostrom no podía ir tan lejos, basándose sólo en esas pruebas, como para unirse a Bakker en sus arrasadoras generalizaciones sobre la biogenética de los dinosaurios y su superioridad. «Si Bakker se hubiese movido con mayor cautela, hubiéramos encontrado menos ardor y una mejor acogida -diría Ostrom en 1983-. Nunca me fue posible convencerle de que la exposición mesurada siempre es superior a la exposición exagerada.» Además, Ostrom tenía razones personales. «Me sentía preocupado por mi reputación profesional -dijo-. La gente sabía que Bakker había sido uno de mis estudiantes. Nos ponían en el mismo carro y decían que Ostrom y Bakker abogaban en favor de la endotermia. Mi postura realmente era: podemos tener razón, pero hasta ahora no lo hemos probado.»

Los argumentos en favor y en contra de la endotermia se airearon en la reunión anual de la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia, en Washington. Los partidarios de la endotermia estaban encabezados por Bakker y, en menor grado, por Ostrom y Ricqles. Nicholas Hotton III, de la Institución Smithsoniana, surgió como líder de la oposición, aunque tenía importantes aliados en Dale Russell y Philip Regal de la Universidad de Minnesota y James Spotila de la Universidad del Estado de Nueva York, en Buffalo. Los resultados del simposio, publicados en 1980 como libro bajo el título *A Coid Look at the Warm-Blooded Dinosaurs*, aparecieron como un documento definitivo en la controversia.

Se atacó con fuerza el argumento de Bakker sobre la relación predador-presa. La oposición dudaba de la fiabilidad de los registros de fósiles que habían sido utilizados para calcular esa relación. ¿Cómo podía Bakker, o cualquier otro, saber si los fósiles ofrecían una indicación segura de la proporción de predadores entre los animales de aquella época? Debido a la naturaleza de sus huesos o las condiciones del hábitat, algunos tipos de animales podrían haber pasado al estado de fósiles con mayor facilidad que otros. Los recolectores quizá habían buscado en los fósiles recogidos algo en particular. No hay ningún otro modo de saber si los herbívoros en una comunidad fósil determinada servían de presa a los carnívoros de entonces. Incluso si tales interpretaciones de los registros fósiles fuesen aceptadas como un reflejo justo de la relación

predador-presa, Pierre Beland y Dale Russell, ambos del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Ottawa, cuestionaron los cálculos de Bakker sobre la comunidad de dinosaurios en Alberta. De sus cálculos se deducía que la relación era cuatro veces superior a la calculada por Bakker, lo cual, si es cierto, debilitaba su argumento de que los predadores debían de ser rabiosamente endotermos. Bakker insistió, sin embargo, que la correcta relación no situaba a los animales fuera de la línea endotérmica.

Otros argumentos contra Bakker se referían al gran tamaño de los dinosaurios. Éstos se comportaban posiblemente como animales de sangre caliente no porque fuesen endotérmicos sino porque eran muy grandes. Es posible que debieran su éxito a su extraordinario tamaño, a su enorme masa.

Si hay algo en relación con los dinosaurios que está por encima de toda disputa es su tamaño. Hotton determinó que el ochenta por ciento de los mamíferos vivos son más pequeños que el más diminuto de los dinosaurios, que pesaban unos diez kilogramos, y que más de la mitad de los dinosaurios pesaban más de dos toneladas, un peso alcanzado tan sólo por el dos por ciento de los actuales mamíferos. Parece ser, pues, que el gran tamaño fue, en cierto modo, un factor crítico para la supervivencia del dinosaurio, y los individuos mayores de una especie son los más aptos para reproducirse conduciendo a la evolución de especies de animales aún mayores, al menos hasta alcanzar cierto punto en el que las ventajas disminuyen.

Algunos científicos, incluyendo Hotton, Beland y Russell presentaron datos sugiriendo que los ectotermos y los endotermos se hacen más parecidos entre sí a medida que aumenta su tamaño. Los requerimientos metabólicos y consecuentemente la relación depredador-presa podrían ser muy semejantes si ambos son grandes. Según defiende Spotila un cuerpo con una gran masa produce una temperatura corporal bastante constante. Los dinosaurios podrían haber sido animales inactivos homeotérmicos capaces de mantener una temperatura corporal constante por cualquier medio, incluyendo aquellos dependientes del medio ambiente. Colbert y sus colegas en sus primeros experimentos con los caimanes de Florida, habían demostrado que esos animales, descendientes de los arcosaurios, se calientan más lentamente cuando son expuestos a la luz solar y también se enfrían más lentamente que otros animales más pequeños. Estos caimanes pueden mantener las temperaturas de sus cuerpos relativamente constantes sin necesidad de un mecanismo endotérmico o sin un aislamiento exterior, como las pieles peludas o las plumas. Cuanto mayores son los caimanes, descubrió Colbert, más lento es el ritmo de absorción y de pérdida de calor. En el clima cálido del mesozoico, más aún, las variaciones de la temperatura corporal de los animales podrían ser presumiblemente mínimas. Por consecuencia, los dinosaurios podrían tener los atributos de los animales de sangre caliente sin necesidad de ser endotérmicos.

Hotton recopila de este modo las implicaciones de lo que él cree que fue la homeotermia del dinosaurio: «Los dinosaurios, al igual que los mamíferos, aumentan su capacidad de actividad continuada reduciendo su dependencia del medio ambiente físico como fuente de calor corporal. Ello lo hicieron así a bajo coste, mediante un sistema de conservación de calor que configura un estilo de vida que fue muy diferente de los estilos de vida de otros animales, condicionados por el sistema de generación de calor de los mamíferos que requiere un alto coste. Los mecanismos locomotores y el tamaño ilustran una diferencia fundamental: la actividad de los dinosaurios era más tranquila que la de los mamíferos. En general la estrategia básica de los dinosaurios era “lenta y utilitaria” y lo que perdía en impulso en relación con los mamíferos lo ganaba en economía.»

Una parte de la estrategia, sugirió Hotton, involucra probablemente migraciones estacionales sobre distancias que sobrepasaban los 3.200 kilómetros. En Norteamérica se han encontrado fósiles de dinosaurios en latitudes tan nórdicas como el Territorio del Yukón (sesenta grados de latitud norte). Incluso en el suave clima del mesozoico, el Ártico no era probablemente el lugar más adecuado para los dinosaurios, sobre todo en invierno, debido al frío y a la oscuridad que interrumpen el crecimiento de las plantas. Las migraciones podrían haber comenzado con un impulso casual en el transcurrir de los días. Los grandes dinosaurios, tanto herbívoros como carnívoros, tuvieron que emigrar para poder conseguir suficiente alimento para mantenerse en acción, incluso viviendo al modesto ritmo del metabolismo ectotérmico. Hotton ofreció otras dos razones más para explicar esas migraciones. La primera era que la propia actividad migratoria podría facilitar una fuente de calor interno en la que se podía confiar; la segunda, que los viajes los habrían mantenido expuestos aproximadamente a la misma temperatura durante todo el año, lo que significaba una consideración vital si, en su calidad de animales ectotérmicos, la tolerancia de los dinosaurios a las fluctuaciones térmicas estaba limitada dentro de unos márgenes relativamente pequeños de emisión de calor de un metabolismo en descanso. El concepto de que algunos dinosaurios, como muchas aves que aún viven en la actualidad, emigraran al norte o al sur, estación tras estación, es algo sorprendente pero no imposible de creer. Sin embargo se trata tan sólo de una especulación probablemente no demostrable con pruebas directas que puedan hallarse en las rocas y los fósiles.

Hotton también participaba de la opinión de Bakker de que la endotermia podía haber sido un factor que, conjuntamente con el gran tamaño y la piel desnuda de los dinosaurios, participara en las causas de su extinción. Bakker había afirmado: «Frente a un estrés causado por un frío repentino y prolongado, los dinosaurios eran demasiado voluminosos para escapar hibernando en madrigueras o en otros microhabitáculos que estaban a disposición de los demás animales endotérmicos, y, por otra parte, eran incapaces de sobrevivir a prolongados descensos de su temperatura corporal, como ocurre con algunos tipos de tortugas, lagártidos y otros ectotermos. La exposición a un frío severo y prolongado probablemente acabaría con la mayor parte de los endotermos vivientes, desnudos y tropicales, como los rinos, hipos, elefantes y armadillos, y también es muy posible que eliminara a los dinosaurios, los desnudos endotermos tropicales del mesozoico.» Por el contrario, dice Hotton, «si los dinosaurios hubiesen sido endotérmicos, algunos de ellos habrían sobrevivido». Si algunos de los pequeños dinosaurios hubieran dispuesto de plumas como aislante contra el frío, sobre lo cual se ha especulado mucho, pero nunca ha sido definitivamente establecido, habrían sobrevivido «en una diversidad comparable a la de los mamíferos y las aves supervivientes». Incluso algunos especímenes de los dinosaurios grandes y desnudos hubieran sobrevivido, aunque sólo fuera durante un corto tiempo. Sin embargo ningún dinosaurio sobrevivió a la extinción masiva que tuvo lugar a fines del período cretáceo. Hotton concluye: «La supervivencia de los ectotermos, al igual que la de los endotermos, durante la transición cretáceo-terciaria, refuerza aún más el punto de vista de que existía una gran diferencia en la fisiología termal entre los dinosaurios y los tetrápodos vivientes.»

Aunque los argumentos en favor del gran tamaño y la homeotermia inercial como características controladoras de la fisiología del dinosaurio, parecen satisfacer a muchos paleontólogos, Bakker no emprendió la retirada. Tal sistema termorregulador, señaló, no hubiera dado lugar a la histología ósea endotérmica o a la reducida relación depredador-presa o al éxito de las muchas especies de dinosaurios pequeños con un peso, en los individuos adultos, de entre

cinco y cincuenta kilogramos. Los dinosaurios más pequeños se contaban entre los más ágiles y vitales de la especie, como ocurre en los endotermos.

En una intervención animada y sin compromiso ante el simposio, Bakker insistió en la importancia de la endotermia en la evolución y el éxito de los dinosaurios y también en su definitivo fracaso. El desnudo chauvinismo endotérmico era motivo de burla para sus colegas. Sin dejarse intimidar por ello, Bakker declaró:

El primer grupo de tetrápodos que daba pruebas de elevada producción de calor, los terápsidos, pronto dieron auge a los grandes animales terrestres dominantes. Los dinosaurios parecen representar un elevado nivel de endotermia y reemplazaron a las dinastías de terápsidostecodontos. La entera historia de los fósiles de los grandes vertebrados muestra la naturaleza progresiva de la evolución entre los grandes tetrápodos. Interacciones bióticas intensas y directas dieron impulso a tendencias adaptadoras hacia una optimización más completa del rendimiento de músculos, corazón y pulmones, y del cerebro. Los dinosaurios parecen haber alcanzado un nivel de rendimiento en la regulación térmica y en la locomoción comparable a la de muchos de los mamíferos del cenozoico posterior. Algunos de los pequeños dinosaurios depredadores parecen haber llegado a desarrollar cerebros del tamaño y la complejidad semejantes a los de las modernas aves no voladoras del mismo peso… Así reinterpretado… el éxito de los dinosaurios se convierte en parte de una progresión coherente e irreversible que conduce desde los primeros tetrápodos terrestres del devónico a la gran complejidad de los mamíferos modernos.

Del debate no surgieron claros triunfadores. La cuestión de si los dinosaurios eran animales de sangre caliente sigue sin respuesta quizá porque no puede tenerla. En su introducción a los resúmenes publicados del simposio, los editores, Everett C. Olson y Roger D. K. Thomas, llegaron a la siguiente conclusión: «Aquí no se ha llegado a una resolución de la controversia sobre si los dinosaurios eran reptiles de sangre fría más evolucionados o mamíferos inferiores de sangre caliente, aunque el peso de las opiniones más comunes está entre ambos extremos.»

El consenso pareció establecerse en que no existía una simple estrategia termorreguladora común a todos los dinosaurios. Los grandes dinosaurios, los saurópodos como el *Brontosaurus*, probablemente estaban más cerca de la ectotermia. Sus huesos sugerían que no fueron animales muy activos o ágiles y resulta difícil imaginar cómo los saurópodos podrían haber encontrado alimento suficiente para mantener un metabolismo elevado. La mayor parte de los dinosaurios, debido a su gran tamaño y al clima suave, probablemente mantuvieron temperaturas corporales bastante constantes. Eran homeotérmicos inerciales. Los pequeños dinosaurios, cuyos huesos sugieren una buena capacidad para la velocidad y la agilidad, pudieron haber sido endotérmicos reales. Desde luego los más pequeños como el *Compsognathus*, que fue un contemporáneo del *Archaeopteryx*, eran demasiado pequeños para poder ser homeotérmicos inerciales.

John Ostrom también expresó sus dudas de que todos los dinosaurios hubieran sido endotérmicos. «Si algunos de los dinosaurios fueron endotérmicos -dijo-, los más probables candidatos serían los pequeños carnívoros.»

Compsognathus, por ejemplo, y el *Deinonychus* entre otros, Seguía presintiendo, como ya lo hiciera en 1969, que el *Deinonychus* tenía que haber llevado una vida activa y vigorosa propia de los animales de sangre caliente, en su condición de animal de presa, rápido y ágil. Era el dinosaurio que menos tenía de reptil y como él quizá hubiera muchos otros. Ostrom observó: «Hay muchas sospechas de que algunos, o la mayor parte, de aquellos animales eran

fisiológicamente muy diferentes de todos los reptiles vivos en la actualidad y que más bien parecían mamíferos o aves. Desgraciadamente, nunca lo sabremos.»

La maravilla de los dinosaurios es que son un enigma que parece por encima de toda solución. La ciencia ha explicado muchas cosas: la divisibilidad del átomo y la naturaleza de las partículas subatómicas; el descifrable código de la herencia contenido en el ADN; la movilidad constante de la corteza terrestre; la gravedad, el electromagnetismo y la edad del sistema solar. La ciencia ha identificado cientos de especies de dinosaurios, ha ensamblado sus huesos y encontrado la fecha en el tiempo de su presencia en la Tierra, pero son muchas las cosas relacionadas con las vidas de esas criaturas extrañas y monstruosas que desafían toda explicación. Es significativamente humano y consolador en los científicos que cuando se trata de los dinosaurios pueden encontrarse tan sorprendidos como cualquier otra persona y apenas tienen otra cosa que les sirva de base en su trabajo que la imaginación. Sin embargo persisten en la búsqueda de una solución del enigma aun a sabiendas de que nunca lo lograrán totalmente, pero con la creencia de que aprenderán algo de los grandes misterios de la vida. Esto es lo maravilloso de los seres humanos, la fe en que hay muchas cosas en los dinosaurios que merecen ser conocidas.

Los científicos salieron del debate sobre la sangre caliente al menos con un nuevo concepto del enigma del dinosaurio. Bakker, aunque fracasó en su empeño de probar que los dinosaurios frieron endotérmicos, inspiró a un abundante grupo de paleontólogos a la exploración de la ecología y la estructura comunitaria de esos reptiles tan poco corrientes y a tratar de comprender su lugar en la evolución de la vida. Incluso Nicholas Hotton, el más duro de los adversarios de Bakker en aquellos debates, tuvo que conceder: «Las estrategias termales alternativas y el estilo de vida al alcance de los dinosaurios pueden muy bien haber sido tan exóticos como las formas de sus cuerpos, de las que no hemos visto nunca nada comparable.»

12. ¿DESCENDIENTES VIVOS?

Si John Ostrom parece establecer cierta distancia entre él y Robert Bakker en la cuestión de si los dinosaurios eran o no animales de sangre caliente, lo cierto es que basó sus fundamentos en una importante serie de evidencias adelantada en apoyo de su teoría. Ostrom creía firmemente que las aves son descendientes directos de los dinosaurios. Su estudio del *Deinonychus* lo llevó a un análisis de docenas de otros dinosaurios, en particular de los pequeños carnívoros corredores conocidos como terópodos coelurosaurios. Su gran fascinación por la cuestión de cuál fue el origen del vuelo en las especies animales lo ha llevado a un nuevo examen de los pterosaurios y de todos los especímenes del *Archaeopteryx,* el ave más antigua de todas las conocidas. Las similitudes existentes entre el *Archaeopteryx* y los coelurosaurios fueron a su juicio sorprendentes. Con la excepción de las plumas el *Archaeopteryx* se parece más a un pequeño dinosaurio que a un ave moderna. Por lo tanto, concluyó Ostrom, debía haber una estrecha relación entre dinosaurios y aves, quizá más de lo que nadie se había atrevido a imaginar.

Ostrom estaba resucitando una vieja idea que había caído en tiempos duros. La propuesta original de Thomas Henry Huxley de que existía un lazo entre los dinosaurios y las aves encontró el apoyo de algunos como Marsh y Williston. Sin embargo, otros anatomistas y paleontólogos tenían distintos puntos de vista, entre los que se incluían los de una ascendencia de lagártidos o pterosaurios. Según otra sugestión, las aves volantes surgieron de los pterosaurios y las aves no voladoras, como los avestruces o el avestruz de la pampa descendían de los dinosaurios. Sólo en

un punto los científicos pudieron llegar a un consenso: las aves descendían de los reptiles. Pero ¿de qué reptiles?

Durante muchos años del siglo *XX,* se abandonó la idea de Huxley en favor de una explicación de compromiso, la hipótesis de un ascendiente común. Los dinosaurios y las aves estaban remotamente emparentadas debido a que ambas especies descendían de un tronco común muy distante, identificado usualmente como los primitivos tecodontos. Éstos serían los ascendientes que a principios del triásico dieron lugar a todos los arcosaurios. Las aves, pues, no estaban más relacionadas con los dinosaurios que los cocodrilos lo están con los mismos dinosaurios o con los pterosaurios. Las muchas afinidades entre las aves y algunos dinosaurios eran, como afirmaría George Gaylord Simpson, «demostrablemente paralelismo y convergencias», que son formas de evolución que producen grandes parecidos entre criaturas no emparentadas. En el caso de evolución paralela, dos organismos surgidos de un ascendiente común, divergen en dos ramas distintas que desarrollan semejanzas estructurales para adquirir capacidades comunes, como por ejemplo el vuelo. Las aves y los pterosaurios son ejemplos de evolución paralela. En el caso de evolución convergente, los animales de dos ramas independientes y sin ningún antepasado común -delfines e ictiosaurios, por ejemplo, o murciélagos y aves-desarrollan similitudes al adaptarse al mismo tipo de nichos ecológicos, como el mar o el aire. Como se recordará, Hermann von Meyer fue el primero en postular esta forma de evolución así como también en identificar al primero de los *Archaeopteryx* conocido. El ave de Von Meyer, según se creía ahora, debía ser vista a la luz del postulado de Von Meyer. Dado que algunos de los pequeños dinosaurios carnívoros y las protoaves compartían nichos ecológicos semejantes y perseguían el mismo tipo de alimento, es comprensible que desarrollaran anatomías similares; pero de acuerdo con esa hipótesis eso no debía ser tomado necesariamente como signo de próximo parentesco.

Ese asunto pareció quedar relegado al olvido en los años veinte por Gerhard Heilmann, un paleontólogo danés.

Él, más que cualquier otro, fue responsable de la extendida negativa a aceptar la existencia de un lazo directo entre el dinosaurio y el ave. En su libro más importante, *The Origin of Birds*, publicado en 1926, Heilmann reconoció «los sorprendentes puntos de semejanza» entre los coelurosaurios y las aves. Destacó uno de los muchos rasgos semejantes a los de las aves que se daban en el coelurosaurio: «Huesos huecos de estructura muy ligera, miembros traseros excesivamente largos con metatarsales fuertemente prolongados y un “dedo trasero”, una mano larga y estrecha, una cola larga y un cuello largo, órbitas largas y costillas ventrales.» Pero faltaba uno de los rasgos más característicos de las aves. Observó que el coelurosaurio estaba falto de toda evidencia de furcula o de los huesos del cuello (clavículas) que son sus supuestos antecesores. Si el coelurosaurio no tenía clavículas ¿cómo podían sus supuestos descendientes avícolas haber desarrollado una furcula? El *Archaeopteryx* tenía una furcula, aun cuando no era tan precisa (más bien tenía la forma de un bumerang) como la que nos resulta tan familiar en los pollos y con la que los niños se dividen para ver quién verá cumplido su deseo. La ausencia de clavículas en el coelurosaurio, decidió Heilmann, «sería en sí misma prueba suficiente de que esos saurios no pueden ser los antepasados de las aves». En su lugar sugirió que los antepasados de las aves podrían encontrarse entre los pseudosuchianos, un grupo de tecodontos de principios del triásico. Ya antes, en 1913, Robert Broom había encontrado en África del Sur un pequeño pseudosuchiano bípedo que tenía una antigüedad de doscientos treinta millones de años, el

Euparkeria, que parecía contar con todas las cualificaciones anatómicas necesarias para ser el antepasado de las aves. Heilmann se puso del lado de Broom, pero no así Huxley.

«Eso era lo que la ciencia oficial creía -dijo John Ostrom-hasta que yo intervine en la cuestión.»

Primero en 1973 y más tarde en 1975, Ostrom se incorporó al debate con firmes argumentos en favor de la existencia de un lazo directo entre los dinosaurios y las aves. En parte lo hizo en respuesta a otra propuesta de un antepasado para las aves que negaba todo parentesco con los dinosaurios. Alick D. Walker, de la Universidad de Newcastle, propuso una variante de la teoría Broom-Heilmann. Sugirió que cocodrilos y aves, incluyendo el *Archaeopteryx,* procedían de un antepasado común teocodonto, pero que no era el mismo que daría lugar a los dinosaurios. Basaba esta idea en el parecido entre la caja cerebral y el cráneo de los cocodrilos actuales y las aves, así como algunos notables rasgos propios de las aves que se daban en el *Sphenosuchus*, una criatura de finales del triásico (hace doscientos veinte millones de años) que se pensaba era un cocodrilo primitivo o un tecodonto en el camino evolutivo hacia su transformación en cocodrilo. El oído interno del extinto *Sphenosuchus*, dijo Walker, era más parecido al de una perdiz que al de un cocodrilo moderno. Leyendo el informe de Walker publicado en *Nature,* Ostrom decidió que había llegado ya el momento de tomar posición. Interrumpió sus estudios sobre el *Archaeopteryx* para escribir una carta de rechazo en la que declaraba en términos claros: «La anatomía del esqueleto del *Archaeopteryx* es casi enteramente la de un dinosaurio coelurosaurio, nada de tecodonto, de cocodrilo o de ave.»

Ostrom pudo mostrarse más afirmativo de lo que lo había sido Huxley debido a que para entonces ya se habían descubierto y examinado muchos más dinosaurios pequeños, bípedos. Casi invariablemente sus extremidades, pies y garras, eran casi iguales a las del *Archaeopteryx*. Unos cuantos de los coelurosaurios recién descubiertos parecían poseer el desaparecido ingrediente que tanto pareció importarle a Heilmann y, por lo visto, tenían clavículas. La expedición polaco-mongol acababa de regresar con la prueba de que el *Velociraptor,* encontrado en el desierto de Gobi, parecía tener un par de huesos del cuello o clavículas. Lo mismo ocurría con el *Segisaurus*, un fósil norteamericano estudiado por Ostrom. Incluso la aparente ausencia de clavículas que se daba en otros fósiles, arguyó Ostrom, no puede ser considerada definitiva puesto que sólo se trataba de «una evidencia negativa, aunque no concluyente». En un montón de huesos las clavículas podían ser confundidas con fragmentos de costillas. Más aún, debido a que esos huesos eran membranosos, podían haber estado presentes en muchos de los dinosaurios de pequeño tamaño pero, al no estar osificados, eran candidatos con pocas posibilidades de fosilización.

Metido de lleno en cierta paleoortopedia, como lo estaba, Ostrom aportó otra pequeña evidencia para respaldar su argumentación. Uno de los aparentes aspectos avícolas *del Archaeopteryx,* en contraste con el coelurosaurio, era la orientación hacia atrás del pubis tal y como se observaba en el espécimen conservado en Berlín. En las aves modernas el pubis se extiende hacia atrás entre los otros dos huesos pélvicos. Sin embargo, un examen más atento y detallado de otro ejemplar de *Archaeopteryx*, persuadió a Ostrom de que el hueso púbico en el espécimen de Berlín había sido desplazado y no orientado en su posición natural. En sus dibujos interpretativos corrigió aquello para señalar una posición hacia abajo o posiblemente hada adelante que es la orientación en todos los terópodos coelurosaurios. Cuanto menos se parecía a un ave, el *Archaeopteryx* más se parecía a un terópodo y mayor era el número de argumentos en favor de la opinión de Ostrom sobre la ascendencia de los dinosaurios con respecto a las aves.

Walker objetó a esta cirugía, tildando a la interpretación de Ostrom de simple especulación y nada más.

Incluso así, al resumir las pruebas en favor de la ascendencia dinosáurica de las aves, Ostrom escribió en 1975: «Es más probable que el *Archaeopteryx* adquiriera su gran número de caracteres derivados de los terópodos, por convergencia o en paralelo al mismo tiempo que esos mismos caracteres estaban siendo adquiridos por algunos terópodos coelurosaurios, presumiblemente de un común antepasado. ¿O era más factible que esos muchos rasgos derivados fueran comunes a algunos terópodos pequeños y al *Archaeopteryx* debido a que este último procedía directamente de un terópodo semejante? No existe en absoluto ningún reparo en mi mente para aceptar que la última de las explicaciones es, con mucho, la más probable.»

No todos los científicos llegaron a atreverse a coincidir con Ostrom. K. N. Whetstone y Larry D. Martin, de la Universidad de Kansas, informaron sobre nuevas pruebas de parecidos en la estructura del oído interno de las aves y los cocodrilos que, según dijeron, apoyaban fuertemente el punto de vista de Walker de que ambos habían tenido su origen en un antepasado común, mucho antes de la llegada de los dinosaurios. Max Hecht y Samuel Tarsitano del Queen College de Nueva York argüían que varios de los rasgos anatómicos del *Archaeopteryx,* en especial la muñeca, la pelvis y los hombros, quitaban fuerza a su caso en defensa del lazo de parentesco entre el dinosaurio y el ave. En *The Age of Birds,* Alan Feduccia concluye: «De las pruebas disponibles hasta ahora, es difícil elegir entre las teorías del dinosaurio y el pseudosuchiano como ascendencia de las aves.» Ostrom regresó de la conferencia internacional sobre el *Archaeopteryx*, que se celebró en Eichstatt en agosto de 1984, sintiéndose consolado por el hecho de que muchos científicos se habían alineado a su lado en su tesis sobre el origen dinosáurico de las aves.

La nueva actitud de Ostrom sobre el *Archaeopteryx* provocó un nuevo asalto en el debate de otra cuestión que hacía tiempo que dividía a los científicos. Se refería a uno de los mayores misterios de la evolución: el origen del vuelo en los animales.

Como adaptación, el vuelo se coloca al mismo nivel que la salida del pez del mar, hace más de trescientos cincuenta millones de años, para convertirse en el primero de los vertebrados terrestres. El registro de los fósiles nos muestra que el primer vuelo real (separado del lanzarse como en paracaídas de las ardillas voladoras y algunos batracios voladores o del deslizarse en el aire de algunos lagartos voladores o del colugo) se desarrolló independientemente en varias ocasiones. Los primeros animales voladores fueron los insectos alados, que aparecieron hace unos trescientos cincuenta millones de años. Después fueron los pterosaurios que, probablemente, eran capaces de efectuar un vuelo motriz. Después llegaron las aves voladoras, quizá en una época tan antigua como la del *Archaeopteryx,* pero ciertamente no mucho después en el mesozoico. Los únicos otros animales voladores de propulsión propia, los murciélagos, cruzaron el aire por vez primera hace sólo cincuenta millones de años. Aquellos que se han sentido interesados y sorprendidos por el origen del vuelo han fijado su atención en las aves, las más llamativas y logradas de todas las criaturas aéreas.

El descubrimiento del *Archaeopteryx* facilitó a los científicos el más claro y reconocido ejemplo de una criatura próxima o en plena transición entre esas dos formas de vida, la incapacidad y la capacidad de vuelo. Ello sirvió de inspiración a dos amplias escuelas ideológicas sobre cómo se había originado el vuelo. Durante al menos un siglo los científicos discutieron, simplificando la cuestión, sobre si el vuelo se había desarrollado a partir de los

árboles o como un impulso para abandonar la tierra firme.

En 1880, Marsh fue el primero en proponer la teoría arbórea. Sugirió que algunos reptiles treparon a los árboles para situar en ellos sus nidos, para alimentarse y para escapar de los depredadores. Esos primitivos antepasados de las aves tenían necesidad de saltar de una rama a otra y después de un árbol a otro. Consecuentemente cualquier variación anatómica que aumentara ese tipo de movilidad pasó a las subsiguientes generaciones por las leyes de la selección natural. De ese modo, presumiblemente los reptiles desarrollaron plumas rudimentarias en sus antebrazos para descender cuando saltaban de rama en rama y para caer al suelo como con la ayuda de un paracaídas. Al señalar ese punto Marsh citó el modelo de los modernos animales planeadores, como por ejemplo la llamada ardilla voladora. (Este ejemplo, dijo Ostrom, no era apropiado porque estos planeadores son cuadrúpedos con membranas voladoras que se extienden entre las extremidades posteriores y las anteriores.) Más tarde, de acuerdo con la hipótesis de Marsh, estos reptiles protoavícolas, pudieron haber adaptado esas alas y fortalecido sus músculos para conseguir un vuelo impulsado muscularmente.

En apoyo de la teoría arbórea hubo otros científicos que observaron que los dedos opuestos de las patas del *Archaeopteryx* parecían indicar una capacidad de trepar por los árboles. Del mismo modo los dedos con garras se adaptaban admirablemente para trepar a los árboles. Pero Marsh y los demás fueron incapaces de presentar una prueba fósil, o de cualquier otro tipo, que explicara cómo un animal planeador podía llegar a desarrollarse hasta convertirse en un animal volador activo, que necesitaba poseer características aerodinámicas y estructurales muy diferentes. Pese a todo, esa teoría consiguió un gran número de seguidores.

Por otra parte, la teoría cursorial (del latín *cursus*, carrera) fue ofrecida un año antes por Samuel Williston. Su intención fue refutar argumentos que apoyaban la teoría que presentaba a los dinosaurios como los antepasados de las aves. «No es difícil -escribió Williston en 1879- comprender de qué modo las patas delanteras de un dinosaurio pudieron cambiar hasta transformarse en alas. Durante el gran espacio de tiempo abarcado por el triásico, del cual apenas si tenemos registros eficaces, debió de producirse un alargamiento gradual de los dedos externos y un gran desarrollo de las capacidades trepadoras, con lo cual se ayudaba al animal a correr más. El siguiente cambio hacia las plumas pudo haber sido sencillo. Las alas debieron de ser, al principio, utilizadas para correr, después para saltar y descender desde las alturas y, finalmente, para remontarse.»

La teoría cursorial de Williston fue ignorada hasta 1907, cuando Franz von Nopcsa presentó una propuesta aún más firme, dentro de esas mismas líneas básicas. Se trataba de un brillante excéntrico, en cierto modo sólo un diletante, cuyas ideas sobre paleontología podían resultar provocadoras. Nopcsa poseía y cuidaba grandes fincas feudales y escribió de un modo muy prolífico sobre paleontología, sirvió como espía al Imperio austrohúngaro en la primera guerra mundial, dirigió el Servicio de Investigación Geológica Húngaro después de la guerra y con todo ello llegó a convertirse en un obseso por Albania. Ésta es la cosa más extraña en este hombre tan excéntrico. Estudió el idioma, los dialectos, la geografía y la cultura de Albania. Estuvo allí varias veces, con gran riesgo en un país rudo y restrictivo para los extranjeros. A finales de la guerra de los Balcanes, en 1913, cuando la situación de Albania resultaba incierta, Nopcsa

Árbol genealógico de los archosaurios: 1. cocodrilo actual; 2. Tyrannosaurus; 3. Ornithomimus; 4. ave actual; 5. Triceratops; 6. Corythosaurus; 7. Pathycephalosaurus; 8. Euoplocephalus; 9. Pteranodon; 10. Deinocychus; 11. Iguanodon; 12. Metriorhynchus; 13. Diplodocus; 14. Megalosaurus; 15. Archaeopteryx; 16. Stegosaurus; 17. Rhamphorhynchus; 18. Plateosaurus; 19. Coelophysis; 20. Scutosaurus; 21. dimorphodon; 22. Lesothosaurus; 23. Desmatosuchus; 24. Erythrosuchus; 25. Mandasuchus; 26. Rutiodon.

pidió a Viena que le suministrara quinientos soldados, alguna artillería y dos buques de vapor rápidos para poder invadir Albania y proclamarse a sí mismo rey del país. Su plan consistía en casarse con la hija de un multimillonario norteamericano, que presumiblemente se sentiría dichoso de tener un parentesco real y que regiría a su vez el desarrollo económico del país. Nopcsa estaba proponiendo, sencillamente, convertirse en un filibustero para hacer lo mismo que las grandes potencias deseaban hacer, es decir, apoderarse de una parte de los Balcanes en plena desintegración. Viena ignoró la propuesta de Nopcsa e instaló en su lugar a un monarca títere que hubo de escapar para salvar su vida después de estar sólo seis meses en el trono.

Nopcsa perdió la mayor parte de sus propiedades feudales en el campo después de la primera guerra mundial y pareció a punto, también, de perder sus facultades mentales. En un enfrentamiento con campesinos en rebeldía sufrió una grave lesión craneal, de la que al parecer nunca se recuperó totalmente. Nopcsa empleó el resto del dinero que aún le quedaba en un costoso viaje en motocicleta a través de toda Europa, con su secretario albanés que era su amante homosexual. Finalmente en 1933 le fallaron sus facultades mentales y le dio a su secretario una taza de té muy cargada con unos polvos somníferos y después le disparó en la cabeza. Seguidamente se pegó un tiro. Así murió el que, en una nota necrológica, sería llamado el «casi rey» de Albania.

Casi al final de su vida Nopcsa publicó sus ideas sobre los dinosaurios. Cuando estudiaba el primer año en la Universidad de Viena, en 1899, había escrito su primera publicación científica, la descripción de un nuevo género de dinosaurio del cretáceo que había encontrado en sus tierras de Transilvania. Su escrito fue bien recibido por los paleontólogos europeos, como lo fueron docenas de otros publicados por él mismo en el transcurso de los años. En el curso de su estudio de la evolución de los dinosaurios Nopcsa desarrolló sus propias ideas sobre el origen cursorial del vuelo de las aves. Como Williston y Huxley, argumentó que las aves descendían de criaturas bípedas semejantes a los dinosaurios que corrían en el suelo. Creía que para incrementar su velocidad de carrera aquellas protoaves desarrollaron extremidades anteriores con plumas, que podían mover hacia adelante y hacia atrás como remos. Probablemente esa habilidad no sólo permitió a aquellos animales correr con mayor rapidez sino que les dio la fuerza suficiente para elevarse y planear sobre distancias cortas. Nopcsa imaginaba que éste pudo ser el origen del

vuelo de las aves. Pero eso resultaba aerodinámicamente imposible, como señaló un crítico. Tan pronto como el animal despegara del suelo sus patas no podrían seguir propulsándolo hacia adelante y caería de inmediato.

Aunque este concepto de Nopcsa despertó un nuevo interés por el *Archaeopteryx* como corredor y no como trepador de árboles, y por los dinosaurios como sus posibles antepasados, el fallo elemental en esta idea hizo apartarse de la teoría cursorial. Además, los científicos parecían sentirse más a sus anchas con la teoría arbórea. Podían imaginarse con mayor facilidad que los animales hubieran tratado de utilizar la gravedad para descender de las ramas que verlos luchando contra esta fuerza para elevarse del suelo. Tuvo que resultar importante, razonaron, el hecho de que todos los actuales vertebrados que vuelan son arbóreos. Fueron muy pocos los que se tomaron en serio la teoría cursorial hasta que Ostrom reabrió el debate en la década de los setenta.

En sus estudios sobre el *Archaeopteryx,* Ostrom fue más allá de limitarse a estudiar su parentesco con los dinosaurios para presentar la cuestión del vuelo de las aves. Puesto que el *Archaeopteryx* carecía de esternón, el hueso pectoral que liga los músculos del vuelo, sintió dudas razonables sobre su capacidad, como ave primitiva, para desarrollar un vuelo monitorizado. Creía, más bien, que se trataba de un animal «ligero de pies, rápido y que probablemente habitaba en tierra y no en los árboles, como ocurre actualmente con los faisanes, las perdices o las codornices, por ejemplo, con cuyas garras las suyas tenían un extraordinario parecido». Todo eso le sugirió a Ostrom una nueva idea y especuló con que el *Archaeopteryx* y otras protoaves hubiesen sido depredadores que cazaban levantando sus presas, generalmente insectos, golpeándolas en el aire al cortarles el camino. Sus antebrazos emplumados, propuso, debían ser utilizados para golpear a los insectos en vuelo. Cuando la superficie emplumada de sus alas se desarrolló hasta alcanzar un mayor tamaño, esto les pudo conferir la capacidad de elevarse en el aire durante sus actividades depredadoras y, con el transcurso del tiempo, hizo posible que aquellas criaturas evolucionaran en el aire con vuelo a impulso propio. La teoría de Ostrom sobre aquella especie de palmeta de cazar insectos, provocó controversias dispares, pero en cierto modo fue considerada, también, como una forma nueva de someter a examen la teoría cursorial.

Walter J. Bock, ornitólogo y catedrático de evolución biológica en la Universidad de Columbia, apoyaba la teoría arbórea. «Si se trataba de dar caza a un insecto con una especie de palmeta matamoscas, formada por una superposición de plumas que parecía una fina red, no daría ningún resultado práctico. Una palmeta matamoscas necesita tener espacios para que el aire pueda escapar cuando se mueve para golpear.» Incluso los que con Ostrom participaban de la defensa de la teoría cursorial vieron problemas en esa hipótesis. Kevin Padian, un paleontólogo de la Universidad de California en Berkeley, escribió: «Si las alas se desarrollaron en primer lugar como un instrumento para dar caza a los insectos, como sugiere Ostrom, se podría llegar a pensar que la selección natural hubiera actuado estrictamente mejorando las alas como palmeta matamoscas y no transfiriéndole la función voladora.»

Un científico de la Universidad de Arizona del Norte leyó una descripción de la idea de Ostrom sobre la red caza insectos en 1979 y decidió escribir un estudio aplicando los principios aerodinámicos al origen del vuelo de las aves. Gerald Caple, un farmacéutico, incorporó la ayuda de dos de sus colegas de facultad -Russell P. Balda, biólogo y ornitólogo, y R. Willis, físico y ex piloto de pruebas. Desarrollaron y sometieron a prueba numerosos modelos de protoaves basados

en distintas consecuencias y dibujos derivados del *Archaeopteryx*. Sus conclusiones, sobre las que informaron en 1983, dieron un fuerte apoyo a la teoría cursorial.

Aunque el equipo de Caple encontró poco probable que la red para cazar insectos pudiera haber evolucionado hasta dar impulso elevatorio a las capacidades necesarias para el vuelo activo motor, mostraron cómo los corredores bípedos podían desarrollar la fuerza y la capacidad suficiente para volar. Afirmaron que tales animales, corriendo y abalanzándose sobre sus presas, podrían haber utilizado sus extremidades anteriores para guardar el equilibrio, como hacen los seres humanos cuando dan un gran salto de longitud. Esos movimientos de control se parecen rudimentariamente al golpe de ala en el vuelo, es decir, forma una especie de ocho enlazado. Si ese golpe de las extremidades superiores se llevaba a cabo cuando se daba un momento aerodinámicamente apto, como por ejemplo extremidades superiores cubiertas de plumas, el aire se deslizaría por encima y por debajo del ala a diferentes ritmos, con lo cual crearía un poder ascensional y prolongaría el salto. Predijeron que el ritmo que llevaría al vuelo sería rápido. De acuerdo con sus hipótesis, el animal no necesitaba desarrollar músculos nuevos y diferentes para llevar a cabo el vuelo motor, en contraste con las necesidades de un planeador arbóreo para hacer la transición.

Ostrom se mostró satisfecho al reconocer la derrota de su idea de la red caza insectos. «Hizo su trabajo», dijo. Era posible que hubiera sido desacreditada, pero había inspirado a Caple y a sus colaboradores para conseguir pruebas que apoyaban el caso de Ostrom en favor de la idea de que los dinosaurios bípedos de carrera rápida habían sido los precursores de las aves. Y ésa era la idea que mayor importancia tenía para él.

En lo que se refiere a las teorías arbórea y cursorial es muy posible que ambas resulten correctas hasta cierto punto, si es que alguna vez se puede resolver el conflicto y suavizar todas las plumas científicas excitadas. Bock, que había propuesto la teoría arbórea, había llamado simplista a «esta especie de pensamiento ambivalente». «Es posible -y desde luego probable-que las protoaves pasaran su tiempo en los árboles o en el suelo, indistintamente», y en apoyo de su idea citó el ejemplo de algunas aves modernas como los guanas, chachalacas y curasoes de la América Central y del Sur. «Usan su capacidad de vuelo principalmente para subir a los árboles y descender de nuevo desde las ramas al suelo.»

Pero en sus escritos de 1983, Bock argumentó que dos de los caracteres interrelacionados de las protoaves -el que fuesen plumíferas y de sangre caliente-tendían a reforzar la explicación arbórea sobre el origen del vuelo. Inicialmente, las protoaves pudieron haber desarrollado plumas como medio de aislamiento contra el frío, lo que haría posible su evolución hasta transformarse en animales de sangre caliente. Esto hubiera significado una ventea si los antepasados de las aves se subían a los árboles donde las temperaturas son relativamente algo más bajas que en el suelo. Bock razonó de este modo: «Puesto que existen menos depredadores en los árboles que en el suelo, es posible que las protoaves se mantuvieran en los árboles mucho tiempo en condiciones que favorecían el desarrollo de una eficaz superficie aislante y, eventualmente, un cuerpo completamente cubierto de plumas. Más aún: si las protoaves utilizaban los árboles para anidar hubiera resultado muy ventajoso para los adultos de la especie el calentar los huevos en vez de dejarlos abandonados completamente para ser incubados por el calor solar. Por eso las fuerzas de la selección natural en los árboles pudieron favorecer la evolución hacia la endotermia y el aislamiento mediante plumas.»

Esta teoría, aunque muy poco probable, podría explicar otro aspecto intrigante de los

dinosaurios y las aves: si uno es el antepasado de las otras, o viceversa, ¿no significa esto que los dinosaurios, al menos los emparentados directamente con las aves, eran necesariamente animales de sangre caliente? O, dicho de otra forma, ¿puede la sangre caliente de las aves ser presentada como evidencia en favor de que sus antepasados putativos, los dinosaurios, también eran animales de sangre caliente? Bock parece sugerir que los reptiles ya en camino de convertirse en aves desarrollaron su sangre caliente sólo en las etapas finales de su transición hacia las aves. Robert Bakker, desde luego, ya había llegado a convencerse de que la endotermia no sólo era un rasgo común entre los dinosaurios, probablemente antes de su transición a las aves, sino que era una prueba convincente de la existencia de un estrecho parentesco dinosaurio-ave y, recíprocamente, que la sangre caliente de las aves era prueba evidente de que los dinosaurios fueron, también, animales endotérmicos.

Bakker estaba tan convencido que, de modo característico en él, tomó una posición que iba más allá de las de sus aliados. Propuso una revisión drástica de la clasificación de los animales, una en la cual los dinosaurios fuesen separados de los otros reptiles y elevados a la categoría semejante a los mamíferos, reptiles, anfibios y peces. Esto significaba, por otra parte, rebajar a las aves de una categoría propia para situarlas en una clase común con los dinosaurios. Bakker creía que ese cambio era apropiado porque reflejaba lo que según él era la prueba terminante de que las aves eran los descendientes vivos de los dinosaurios.

En una carta dirigida a *Nature,* en 1974, Bakker y Peter M. Galton, de la Universidad de Bridgeport, revisaron las pruebas conocidas de la histología ósea, la dinámica locomotora y las relaciones presa-depredador, que según ellos sugerían vigorosamente «que los dinosaurios eran animales endotérmicos, con un metabolismo aeróbico altamente efectivo, psicofisiológicamente mucho más próximo a las aves y los mamíferos cursoriales que cualquiera de los actuales reptiles vivos». Se citó también con aprobación la obra reciente de Ostrom que sugería que las aves eran descendientes directos de los dinosaurios. Consecuentemente se propuso una nueva clase llamada *dinosauria* que se subdividiría en tres subclases: *saurichia* y *omitichia* (para dos distintos grupos de animales) y *aves.*

Para Bakker el asignar a los dinosaurios una categoría superior resultaba algo lógico y justificado. Había entrado a saco en la paleontología con su declaración de la «superioridad» de los dinosaurios y ahora trataba de definir lo que en ellos había de especial en términos científicos. Al igual que los mamíferos, arguyó, los dinosaurios habían dado un salto evolutivo trascendental con respecto a sus antepasados. Los mamíferos se habían desarrollado a partir de los reptiles, progresando desde la ectotermia a la endotermia y lo mismo habían hecho los dinosaurios. «Esta nueva clasificación -escribieron Bakker y Galton-refleja con mayor fidelidad los más importantes pasos evolutivos. Ectotermos y formas transicionales en el camino hacia la endotermia, se conservan en los reptiles y los grupos altamente triunfantes endotérmicos, mamíferos y dinosaurios deben tener categorías de clases separadas.»

Además argumentaron a este respecto, que no tenía más sentido separar a las aves de los dinosaurios del que tendría el separar a los murciélagos de los mamíferos. «La radiación avial es una utilización aérea de la fisiología básica del dinosaurio y de su estructura, como la radiación del murciélago es una utilización aérea de la fisiología básica, primitiva, de los mamíferos -alegaron-. Los murciélagos no están separados en una clase independiente simplemente porque vuelan.»

Esta propuesta de Bakker y Galton era audaz. Y temeraria, al decir de la mayor parte de los

biólogos y paleontólogos. El venerable Simpson la tildó de «una enorme tontería». Las teorías podían llegar y pasar, lo cual es, precisamente, la dinámica de la ciencia, pero el sistema de clasificación zoológica no podía torcerse y deformarse en respuesta a esta u otra teoría; el sistema tenía que ser como una constitución, sujeto a enmiendas tan sólo tras la deliberación más rigurosa y ponderada. Habían abundantes razones para mostrarse desconfiados. Muchos de los alegatos del caso en favor de una nueva clasificación, partían de la presunción de que los dinosaurios eran endotermo Pero esta afirmación no estaba todavía justificada, si bien algunas de las razones esgrimidas por Bakker y otros presentaban definitivamente la posibilidad de que al menos ciertos dinosaurios pudieran haber sido criaturas de sangre caliente y que muchos otros tuvieran fisiologías no propias de los reptiles. La cuestión es posible que nunca sea resuelta a satisfacción de todos.

El caso en favor de una nueva clasificación partía, también, de la presunción de que las aves descendían de los dinosaurios, una presunción basada en pruebas aparentemente evidentes. Sin embargo, los científicos aún tenían que llegar a un consenso sobre la ascendencia del *Archaeopteryx* y, consecuentemente, de las aves.

Pese a todo, Ostrom se ganó numerosos partidarios hasta tal punto que la cuestión de la ascendencia dinosauria de las aves se ha convertido en la teoría prevalente.

Desde luego es una teoría atrayente. Significa, como Ostrom escribiría en cierta ocasión, que los «dinosaurios no quedaron extinguidos sin dejar descendientes». Y que las plumas que crecieron en algunos dinosaurios no sólo llevaron al vuelo sino que fueron aislantes térmicos que a su vez fueron la razón primaria del éxito de los descendientes de los dinosaurios. También es una teoría atractiva porque significa que después de conocerla uno no podrá contemplar un petirrojo saltando en el prado o un gavilán de cola roja volando sobre unas termas sin pensar que, probablemente, descienden de los dinosaurios.

13. VIDA SOCIAL DEL DINOSAURIO

Para Jack Homer y Bob Makela, el verano de 1978 fue muy parecido a los diez anteriores. Habían estado recogiendo huesos de dinosaurio desde sus días de estudiantes en la Universidad de Montana, en Missoula. «Tomábamos una bolsa de yeso y una caja de botellas de cerveza y nos marchábamos al campo», dijo Homer uno de esos días. Lo hacían para descansar, del mismo modo que otras personas emplean un día o dos pescando o dedicándose a cualquier otra afición. En paleontología el pasatiempo acaba convirtiéndose en profesión, y así le ocurrió a Horner. Su desdén por los cursillos científicos impidió que lograra una licenciatura académica, pero pese a ello Homer se dirigió al este para trabajar en la Universidad de Princeton, en su Museo de Historia Natural, como técnico en la preparación de fósiles para aquellos otros paleontólogos consagrados por un doctorado. Makela, por su parte, se quedó en Montana, como profesor de ciencias en una escuela superior de la pequeña ciudad de Rudyard. Pero cada verano reunían sus fuerzas y provistos de las herramientas necesarias para sus excavaciones y cajas de botellas de cerveza, recorrían los campos de Montana en busca de huesos de dinosaurio. Con frecuencia excavaban en la región del oeste de Montana donde Homer cuando sólo tenía siete años de edad, encontró su primer fósil de dinosaurio en el rancho de su familia. En 1978 los dos amigos estaban explorando y recogiendo huesos a lo largo de la frontera canadiense, al norte de Rudyard, con sólo un modesto éxito.

A finales de julio, otro paleontólogo les pidió que pasaran por un establecimiento dedicado

a la venta de rocas fósiles en Bynum, Montana, para que echaran un vistazo a unos especímenes de dinosaurio que los propietarios de la tienda querían vender a los turistas como recuerdos. Los propietarios, Marión Brandvold y David y Laurie Trexler, habían recogido aquellos huesos fósiles cuando recorrían a pie una finca cerca de Choteau. Una noche, en la tienda, los dos cazadores de dinosaurios identificaron los huesos que no eran de especial interés. Poco después, tras habérselo pensado mejor, Brandvold sacó una lata de café que estaba llena de pequeños huesos fósiles. La dueña les extendió dos pequeñas piezas cada una de las cuales medía menos de un centímetro. Una era el extremo distal de un fémur, la parte más alejada del centro del cuerpo. Pocos momentos más tarde Homer se volvió a Makela y dijo: «No vas a creerlo, pero me parece que son trozos de huesos de una cría de dinosaurio de pico de pato.»

Al principio Makela se mostró escéptico, y con razón, como recordaría Homer algo después. Ninguno de ellos había visto una cría de dinosaurio en los diez años que llevaban buscando fósiles. Pocos paleontólogos lo habían hecho: el argentino José Bonaparte había encontrado recientemente un dinosaurio apenas empollado, que era tan pequeño que podía guardarse en el cuenco formado por las dos manos, pero eso era una auténtica rareza. Después de que Makela examinó los huesos con más detalle, su escepticismo desapareció. Los dos paleontólogos explicaron a los dueños de la tienda la virtual importancia de aquellos huesos, después de lo cual Brandvold les descubrió el lugar del hallazgo.

John R. Homer y Robert Makela se pasaron el resto de aquel verano y muchos otros después en aquel lugar, viviendo en tiendas de campaña que hacían que el lugar pareciera más un campamento indio que el de una expedición científica. El lugar estaba dentro de la hacienda de James y John Peebles, en las afueras de Choteau, un pequeño pueblo al oeste de Great Falls, junto a la carretera que conduce al Parque Nacional Glacier. Hacia el oeste, más allá del río Tetón, se alzaban las Montañas Rocosas. Al este quedaban las Grandes Praderas. Entre ambos lados se extendía una ancha franja, una pequeña altura cubierta de hierba donde el viento y el agua habían erosionado los sedimentos de tierra de los últimos ochenta millones de años. Allí los dos paleontólogos cavaron en la piedra arenosa de color marrón grisáceo. Al cabo de pocos días, trabajando bajo un sol ardiente y un fuerte viento, excavaron los restos de un nido de barro que contenía quince pequeñas *crías* de dinosaurios fosilizadas. El nido era como una especie de tazón hueco, de unos dos metros de diámetro y un metro de profundidad, en su centro. Cada una de las crías tenía aproximadamente un metro de longitud. Éstas fueron las primeras crías de dinosaurio encontradas en su nido y sus dientes mostraban que llevaban algún tiempo comiendo.

Eso señaló el comienzo de uno de los descubrimientos de dinosaurios más brillantes e ilustradores del siglo XX. Homer y Makela descubrieron más de trescientos huevos de dinosaurio en distintos nidos. Algunos huevos conservaban el esqueleto del embrión. Los dos buscadores sacaron más de sesenta esqueletos, totales o parciales, incluyendo los de las crías, y otros de dinosaurios muy jóvenes, así como los de sus padres. Nada de lo que había sido desenterrado hasta entonces había aportado a los den-tíficos un material básico informativo para poder conocer la conducta social de los dinosaurios. Así se obtuvo la primera prueba evidente de que los dinosaurios se ocupaban del cuidado de sus crías, un rasgo característico que no se da en absoluto en los reptiles.

Más tarde, en el verano de su primera temporada de trabajo, Laurie Trexler, que los estaba ayudando, encontró allí la cabeza de un dinosaurio adulto. «Si me tengo que conformar con una parte de un animal -explicó Horner-, ciertamente prefiero que sea el cráneo.» Aquél le intrigó aún

más, pues parecía distinto de todos los dinosaurios conocidos hasta entonces. Durante meses Homer examinó el espécimen como Hamlet contempló la calavera del pobre Yorick. Finalmente decidió que pertenecía a un miembro de la subfamilia de los arcosaurios conocida como *hadrosauridae*, el primero de los dinosaurios de pico de pato que fuera descubierto por vez primera por Joseph Leidy. Eran los más abundantes y diversos de los dinosaurios del cretáceo. La mayor parte de los otros hadrosaurios tenían una abertura de las fosas nasales muy grande que incluía las órbitas (los agujeros de los ojos). Aquél, por el contrario, tenía unas fosas nasales pequeñas con un hueso muy grande entre éstas y las órbitas. A ese respecto, el animal se parecía al *Iguanodon*, pero éste tenía dientes pequeños, sencillos y escasos. El cráneo que intrigaba a Homer tenía una verdadera batería de cientos de grandes dientes unidos entre sí y que eran mucho más adecuados para una mejor masticación y el roído de la vegetación dura. Esta característica y algunas otras sugerían que el animal debió de tener entre los ocho y los diez metros de longitud. Finalmente llegó a la conclusión de que se trataba de un hadrosaurio de un nuevo género y especie, a los que bautizó con el nombre de *Maiasaura peeblesorum. Maiasaura* significa algo así como «la buena madre lagarto», nombre que parece muy apropiado a partir de la evidencia. El nombre de la especie *peeblesorum* honraba a los propietarios de la hacienda que habían permitido a Homer excavar en su propiedad tanto como le viniera en gana.

Homer y Makela continuaron buscando y excavando juntos en años sucesivos. Dondequiera que encontraban huesos fósiles pequeños en la parte superior del suelo, barrían el área y cernían la tierra recogida en busca de otros. Cuando tenían la impresión de que habían dado con un yacimiento rico, se ponían a excavar afanosamente a base de pico y pala. O pasaban un rastrillo por toda la zona para ablandar la superficie y provocar nuevas erosiones más profundas, durante el invierno siguiente y regresarían el próximo verano con nuevas esperanzas de obtener una cosecha más abundante. De este modo pronto hicieron descubrimientos suficientes para darse cuenta de que no habían descubierto un nido aislado, o dos, sino toda una colonia.

Pronto excavaron dos nidos más con crías de hadrosaurios. En uno de los nidos las crías eran aún más jóvenes que los encontrados anteriormente. Medían menos de medio metro. Otras eran de más edad y habían crecido hasta los dos metros de longitud lo que daba a Homer nuevos argumentos para creer que aquellas crías y pequeños eran cuidados y atendidos por sus padres durante varios meses después de la incubación y la ruptura del huevo. Como un pequeño petirrojo llevando gusanitos a sus crías, el *Maiasaura*, «la buena madre lagarto», debió de haber alimentado a sus hijos, regresando frecuentemente al nido de fango arenoso con semillas, bayas y hojas verdes.

El equipo de Homer también encontró los restos destrozados por el tiempo de nueve nidos vacíos, todos los cuales contenían gran abundancia de trozos de cáscaras de huevos fosilizadas. Aquellos huevos de hadrosaurio, una vez fueron reconstruidos, medían unos veinte centímetros de longitud con la forma de elipsoides chatos, es decir, aproximadamente del tamaño y la forma de los huevos del *Protoceratops* que anteriormente habían sido hallados en el desierto de Gobi. Las cáscaras eran algo más gruesas que las de un huevo de gallina, más bien como las de un huevo de avestruz. Las superficies externas de las cáscaras eran rugosas. Los nidos estaban separados entre sí unos siete metros como mínimo, lo que Homer observó con especial atención porque siete metros suele ser, aproximadamente, la longitud del hadrosaurio adulto. Todos los nidos ocupaban la misma capa o estrato, lo que parecía indicar un mismo «horizonte temporal». Eso hacía suponer que aquel lugar había sido sede de una colonia de crianza semejante a las de algunas aves

modernas.

En 1979, mientras cavaba en un montículo próximo, Homer descubrió otra colonia de nidos. Por esa razón el montículo fue bautizado con el nombre de Egg Mountain (montaña Huevo) de manera no oficial. Los diez nidos encontrados allí contenían los restos de nada menos que veinticuatro huevos cada uno. Aquellos huevos, con superficies exteriores lisas, eran algo más pequeños y más elipsoidales que los hallados anteriormente. Estaban colocados de modo circular con el extremo más puntiagudo enterrado en el fondo arenoso del nido. Terminado el empollamiento la criatura salía por la parte superior del huevo, dejando tras sí la parte baja intacta entre los sedimentos. A partir de los huevos y de algunos huesos, Homer llegó a la conclusión que aquella colonia había sido ocupada por otra especie de dinosaurio, probablemente una especie del algo más pequeño *Hypsilophodon.*

Homer estuvo en condiciones de sacar dos deducciones a partir de la colonia de nidos de la Egg Mountain. Los nidos se encontraban a tres niveles diferentes sobre el suelo. Esto le sugería la idea de que los adultos habían ido anidando en el mismo lugar, año tras año, durante bastante tiempo. Es decir, era el lugar al que regresaban en cada temporada de crianza. Al advertir la ausencia de restos de jóvenes en aquellos nidos, así como el hecho de que las partes inferiores de los huevos estaban bien conservadas y no rotas como en los nidos del anterior descubrimiento, sin duda a causa del pataleo y movimiento de los pequeños, Homer dedujo que los jóvenes de esta especie no se quedaban en el nido tanto tiempo como los de la otra y lo abandonaban pronto tras haber salido del huevo. No obstante había signos que indicaban la atención de los padres. Restos de entre quince y veinte esqueletos pequeños, de longitudes que iban desde medio metro a un metro y medio fueron encontrados unos cerca de otros. Si las crías abandonaban el nido inmediatamente después de salir del cascarón, es posible que por casualidad algunos hubieran muerto allí, pero un grupo de quince o veinte parecía poco probable. Esa circunstancia recordó a Homer los lugares próximos al nido en los que se desarrollan algunas aves de nuestro tiempo. Como informó en *Nature,* aquellos jóvenes dinosaurios «o bien seguían en la colonia o regresaban al lugar frecuentemente». Ambas cosas hubieran sido indicios de la existencia del cuidado paternal.

Los análisis del desarrollo de los huesos de las crías de dinosaurios llevaron a Homer a nuevas evidencias. Descubrió la existencia de un crecimiento rápido. El metabolismo de aquellas criaturas parecía haber tenido el ritmo rápido de los animales de sangre caliente más que el lento y perezoso de los reptiles de sangre fría. «En aquellos días solía discutir con Bakker continuamente -cuenta Homer, el apóstol de la endotermia de los dinosaurios-, y todavía lo sigo haciendo en algunos puntos, pero resultaba difícil explicar lo que veía desde cualquier otro punto de vista.»

Su razonamiento era el siguiente: los nidos de los hadrosaurios, en particular, contenían crías en los cascarones que ni siquiera llegaban a medir medio metro, así como restos de animales muy jóvenes de un metro y fragmentos de otros que podrían haber llegado a los dos metros. O bien crecían muy rápidamente o seguían mucho tiempo en el nido. El cocodrilo joven, que es un animal de sangre fría, así como el arcosaurio, crecen un tercio de metro por año. Incluso las especies de más rápido crecimiento entre los animales de sangre fría tardarían un año en conseguir el tamaño de los jóvenes hadrosaurios descubiertos por Homer. Parece improbable que los jóvenes dinosaurios se quedaran en el nido tres años, o incluso uno, por muy cariñosos y dispuestos a alimentarlos que estuvieran sus padres. Más bien habría que pensar que los

dinosaurios crecían a un ritmo comparable al de los avestruces, por ejemplo, que es la criatura de sangre caliente de más lento crecimiento. Un avestruz alcanza un tamaño de un metro en un período de entre seis y ocho meses. Por alguna razón las crías de la buena madre lagarto de Montana parecían capaces de crecer a ese ritmo o incluso a otro más rápido y esto podría indicar que se trataba de animales de sangre caliente.

Los científicos podrían estar en desacuerdo con esa interpretación y con algunas otras; hasta ahora las objeciones han sido pocas y moderadas, pero en lo que todos estuvieron de acuerdo fue en considerar el descubrimiento de los nidos como una maravillosa sorpresa. El descubrimiento de huevos de dinosaurio por la expedición de Andrews en Mongolia había provocado mucho ruido y lo mismo ocurrió con otros hallazgos; un montón de huesos de jóvenes dinosaurios había salido a la luz a lo largo de varios años y hallado en distintos lugares, pero hasta entonces jamás se habían encontrado crías en sus nidos. Se habían adelantado algunas ideas para explicar este vacío en el registro de los fósiles.

Algunos paleontólogos habían creído que los dinosaurios ponían sus huevos en lugares más propicios a la erosión que a la deposición y, consecuentemente, sus nidos fueron arrastrados por la erosión y así desaparecieron del mundo de los fósiles. Tal vez, dijeron otros, los dinosaurios vivían tantos años que se precisaban pocas crías para mantener la población adulta y los huesos de los jóvenes y las crías eran demasiado frágiles como para poder llegar a fosilizarse. Sin embargo, Homer supuso que la gente había buscado en lugares equivocados. Charles W. Gilmore, un paleontólogo de la Institución Smithsoniana, podría haber resuelto el problema si hubiera sabido darse cuenta del significado de uno de sus descubrimientos a principio de siglo. Como Homer recordó, las notas de los trabajos al aire libre realizados por Gilmore en 1928, mencionan la abundancia de fragmentos de cáscaras de huevo encontrados en la formación Two Medicine. Algunos de los pequeños dinosaurios que recogió allí, y que describió como nuevas especies, eran realmente crías y animales jóvenes de especies ya conocidas. El hallazgo había sido hecho en sedimentos depositados por las corrientes de agua que procedían de las tierras altas de Montana Occidental, donde Homer más tarde descubriría sus colonias de nidos.

Cuando Homer dijo que la gente había buscado en lugares equivocados quería decir que la mayor parte de los paleontólogos se habían encerrado en la idea de que los dinosaurios eran criaturas de las cuencas de los ríos bajos, llanuras costeras y tierras pantanosas y por lo tanto fue en esos lugares en donde buscaban todo lo que pudiera relacionarse con los dinosaurios. Casi todos sus hallazgos de huesos habían sido hechos en tales sedimentos. Pero eso pudo ser, más bien, un caso de profecía que se cumple por sí misma. Es decir que si sólo buscaban en aquellos lugares únicamente en ellos podían encontrar fósiles. Sin embargo, Homer encontró sus nidos en terrenos que fueron más elevados y más áridos. El lugar de los hallazgos en las cercanías de Choteau, al juzgar por algunas conchas fósiles halladas en las partes llanas, pudo haber sido una península que penetraba en un gran mar interior. De acuerdo con la hipótesis de Homer los dinosaurios emigraron de las tierras bajas, situadas a unos cien kilómetros, para hacer sus nidos, poner sus huevos y cuidar a sus crías en lugar alejado y seguro que protegiera a sus hijos de los dinosaurios carnívoros que hubieran hecho su presa en ellos.

Éstas eran el tipo de observaciones de la conducta de los dinosaurios que hicieron que los descubrimientos de Homer resultaran tan atractivos. Los paleontólogos pudieron haber aprendido muchas cosas sobre el tamaño, las formas y posturas de aquellas criaturas a partir de sus huesos preservados después de su muerte, pero permitían conocer bien poco de ellos como criaturas

vivas, animales de carne y hueso, y casi nada en absoluto de sus vidas familiares.

Los primeros aspectos de la forma de vida de los dinosaurios que pudieron ser deducidos con cierto grado de certeza, como hemos podido ver, se relacionan con la locomoción y la manutención.

Si las extremidades delanteras del animal habían sido considerablemente más pequeñas que sus miembros traseros, podía presumirse que esto los hacía bípedos. Esto podía ser cierto si los miembros anteriores terminaban en manos con garras afiladas para agarrar y atacar. Pero algunos dinosaurios tenían unos crecimientos óseos, parecidos a cascos, en los dedos de los miembros más cortos y, por lo tanto, eran cuadrúpedos, o al menos lo fueron durante algún tiempo. Los grandes saurópodos, con cuatro miembros fuertes, como columnas y patas de elefante, eran indudablemente cuadrúpedos. Los rastros de sus huellas fosilizadas lo confirman. La forma de los huesos de las extremidades y la configuración de las caderas y los hombros, por otra parte, prueban que los dinosaurios se alzaban más rectos y erguidos que otros reptiles que mantienen su postura clásica de animales reptantes.

Los dientes también nos ofrecen claras indicaciones que nos ayudan a establecer su dieta. Si los animales tenían pequeños dientes más bien planos esto indicaba que se alimentaban de vegetales blandos. Si los dientes eran mayores y estaban situados en las mandíbulas para trabajar en la masticación como si fueran tijeras, los animales podrían haber comido vegetación más dura y fibrosa que requería ser cortada y triturada. Algunos dinosaurios no tenían en absoluto dientes, lo que indica que subsistían alimentándose de insectos, huevos y frutas muy blandas. Aquellos otros con los dientes más amenazadores, largos, agudos y en forma de sierra, eran carnívoros que cazaban a los herbívoros mientras éstos pastaban, lo mismo que los leones cazan en la actualidad. Los huesos delatan también los gustos alimenticios de los dinosaurios. Los huesos más densos y laminados pertenecen a los carnívoros.

En algunos pocos casos los científicos han encontrado pruebas directas de la dieta de un dinosaurio. Fue hallado un anatosaurio momificado que murió con el estómago lleno y su contenido se componía de agujas de coniferas, ramas, frutos y semillas. Este ejemplar de tierra firme fue descubierto en 1922, pero fue ignorado por los científicos porque contradecía la imagen convencional del hadrosaurio como animal acuático. Si tenía un pico parecido al de un pato, era su deducción, debía ser porque se alimentaba como un pato, es decir, principalmente de plantas acuáticas. John Ostrom revivió el informe sobre el anatosaurio de 1964 para corregir esta falsa interpretación de los hábitos alimenticios de este y, probablemente, de otros hadrosaurios.

Es posible que algunos dinosaurios ingirieran rocas, como algunas aves tragan finos guijarros para ayudarse en su digestión. Los cazadores de esqueletos han encontrado frecuentemente piedras extremadamente suaves, mezcladas con los esqueletos de los saurópodos. Se las llama gastrolitos (piedras gástricas), aunque algunos científicos incrédulos las llaman gastromitos. Lo más probable es que esas piedras fueran tan finamente pulidas por las aguas de algún riachuelo existente en otros tiempos y no por los jugos gástricos de los dinosaurios.

A lo largo de los años los científicos han intentado obtener cierta idea sobre la fisiología y la conducta del dinosaurio basándose en el tamaño y la forma de sus cerebros. Comenzaron haciendo moldes de yeso de su cavidad craneal. Sus cerebros, como la gente no se cansa de repetir con cierto aire de superioridad, eran extremadamente pequeños en relación con sus cuerpos y consecuentemente, su inteligencia no debió de ser impresionante. Pero algunos de sus sentidos podrían compensar algo de esta deficiencia mental. Un cuidadoso examen de la

estructura cerebral ha revelado la existencia de bulbos olfativos y lóbulos ópticos bien desarrollados, lo que indica una buena capacidad olfativa y de visión. La estructura ósea interna de las orejas sugiere un excelente oído. Posiblemente estaban capacitados para oír notas extremadamente altas, quizá los agudos grítitos de sus crías, una habilidad muy importante para mantener la cohesión familiar si es que ésta existía. Todos los dinosaurios tienen órbitas demasiado grandes para sus ojos. ¿De qué color? Nadie lo sabe, pero los actuales reptiles tienen ojos de un color que va del rojo al amarillo.

No hay ninguna prueba de que los dinosaurios pudieran expresar con sus voces los pensamientos que pudieran cruzar por sus pequeños cerebros. Pero sí hay presunciones en ese sentido. Algunos huesos de sus cráneos sugieren que tenían una voz potente. W. E. Swinton, un paleontólogo británico, ha escrito:

«En este aspecto podrían haber igualado a los cocodrilos, todos los cuales tienen un corto y agudo croar, o una especie de ladrido, mediante el cual se identifican entre sí en la oscuridad o que utilizan para indicar cuándo están irritados.»

Homer especuló con la posibilidad de que su *Maiasaura* de Montana pudiera haber producido un profundo sonido de tuba soplando el aire a través de sus pasajes nasales. O quizá más parecido al del cuerno francés, según Philip Currie, del Museo Tyrrell de Paleontología en Alberta, quien observó que las especies de dinosaurios con pico de pato tenían cámaras de resonancia dentro de la cresta, en la parte superior de la cabeza, que se asemejaban a las cámaras de dicho instrumento musical. Es posible, dice Currie, que las llamadas de los dinosaurios puedan ser reproducidas por simuladores regulados por ordenador basándose en el tamaño y la forma del cerebro.

Los dinosaurios, como todos los animales, debían de tener sus medios de ataque, de defensa o de huida ante los ataques. Los herbívoros que pastaban en las llanuras tenían que confiar en su vista y en su oído para descubrir a los depredadores y poder escapar, al tiempo que croaban, ladraban o dejaban escapar su sonido de tuba, para alertar a los otros del inminente peligro. Otros contaban para defenderse con sus garras, sus aguzados espolones, sus colas que utilizaban como trancas y sus cuernos aguzados, útiles tanto para el ataque como para la defensa. Los *Triceratops* posiblemente luchaban entre sí como los cameros, empujándose y golpeándose con sus cráneos y sus fuertes cuernos. Sus esqueletos a veces mostraban señales de profundas heridas en la coraza ósea que se proyectaba hacia atrás como un escudo sobre el cuello y los hombros.

En 1971 la expedición polaco-mongola encontró en Gobi los restos de dos dinosaurios que, posiblemente, se habían matado entre sí. El depredador, un pequeño y rápido *Velociraptor*; estaba abrazado sobre su presa, un *Protoceratops* acorazado. El *Velociraptor* tenía un espolón en forma de hoz y muy afilado en cada una de sus patas traseras, que se parecía mucho al del *Deinonychus* de Ostrom. Uno de los espolones del depredador estaba hundido en la región que debió de ser el vientre de la presa. No estaba claro cómo el *Protoceratops* había logrado su póstuma venganza. Sin embargo este descubrimiento fue considerado como una prueba más de la nueva teoría que consideraba a los dinosaurios como más ágiles y activos que los reptiles ordinarios.

Más aún se ha podido deducir de las huellas dejadas por los dinosaurios. Las huellas de las patas, como en cierta ocasión diría Richard Swann Lull de Yale, «son fósiles de seres vivos, mientras que todos los demás fósiles son reliquias de los muertos». De las series de huellas de patas los científicos han deducido la velocidad de los dinosaurios corredores, han comprobado

cómo los depredadores perseguían a sus presas, los saurópodos, deduciendo datos que los han llevado a su primera comprensión de la conducta en grupo de los dinosaurios. Éstos, al parecer, viajaban frecuentemente en rebaños, por lo cual podrían ser animales gregarios.

Uno de los descubrimientos más importantes debidos a las huellas rescata en cierto sentido al *Brontosaurus* del agua, y lo sitúa en tierra firme. Algunos libros ilustrados aún representan a los *Brontosaurus* con sus hocicos en aguas pantanosas, en actitud letárgica, casi inmóvil, masticando plantas acuáticas blandas. Los paleontólogos parecían creer que éste era el papel reservado en la vida a los *Brontosaurus.* Sus patas no eran lo suficientemente robustas para servir de apoyo a sus pesados cuerpos, alegaban los científicos, y por lo tanto necesitaban la flotabilidad de sus cuerpos dentro del agua. Además estaba la abertura nasal en la parte superior de la cabeza, lo que al parecer permitía respirar al animal aun con su cuerpo completamente sumergido. Todo esto dio lugar a la imagen lenta y pesada del *Brontosaurus* presentándolo como una especie de hipopótamo de los dinosaurios, aunque aún más lento y perezoso. La imagen comenzó a cambiar -en la mente de los científicos, aunque no siempre en las representaciones gráficas-después de que Roland T. Bird, del Museo Americano de Historia Natural, examinó algunas huellas de dinosaurios en Texas, en la década de los años 1940-1950.

Bird dio con la secuencia de huellas del mismo modo que Homer encontró las crías de dinosaurios. Había visto algunas planchas de piedra caliza que teman huellas fósiles y que estaban a la venta en un tenderete de recuerdos indios. Siguiendo las direcciones e instrucciones que le dieron los vendedores, llegó al pueblo de Glen Rose, al suroeste de Fort North, y al ver el juzgado se dio cuenta de que su viaje no sería en vano, pues una de las piedras del edificio contenía la impresión de una pata de carnívoro con tres dedos, de casi medio metro de longitud. La gente del pueblo le dijeron que ellos sabían dónde estaban aquellas «huellas de hombre». Se le aconsejó a Bird que las buscara en las afueras del pueblo, en el lecho del río Palaxy.

Allí el antropólogo encontró algunas huellas de patas de cuatro dedos, la primera serie de huellas de un *Brontosaurus.* Cada una de las huellas tenía un metro de longitud y estaban impresas con fuerza, profundamente, en lo que debió de ser una superficie fangosa parcial o totalmente expuesta al aire.

Las huellas, separadas entre sí por dos metros, eran definitivamente las de un animal terrestre y eficiente. El *Brontosaurus* podía andar sobre sus cuatro patas; es posible que le hubiera gustado permanecer en aguas pantanosas, pero no porque la flotabilidad del agua fuera necesaria para poderse mantener de pie y manejar su pesado cuerpo. En otro lugar de Texas, Bird vio una continua sucesión de huellas de las patas del *Brontosaurus* en la roca. El animal había arrastrado su pesada cola sobre la superficie fangosa, otra señal de que andaba y no nadaba o flotaba a medias en el agua. De estas pruebas los paleontólogos dedujeron algo que ya hacía mucho tiempo que debieron saber: que el *Brontosaurus* no era un animal prisionero del agua. Sus fósiles no fueron hallados, según pudo comprobarse, en sedimentos de origen pantanoso, sino en los mismos sedimentos procedentes de aluviones que contienen los restos de los demás dinosaurios que están clasificados como animales terrestres.

Huellas de dinosaurio en Texas.

Cuando Roland Bird siguió las huellas del *Brontosaurus* en otras excavaciones comprendió que se había convertido en testigo de un drama prehistórico. Otro dinosaurio parecía intentar dar caza al *Brontosaurus*. La roca conservaba la huella de una garra con tres dedos, es decir, de un carnívoro, posiblemente un *Allosaurus*. El *Brontosaurus* torció su carrera hacia la izquierda y así lo hizo su perseguidor. Al ver eso, el equipo de excavadores casi no pudo contener su impaciencia por exponer a la luz nuevas rocas, dijo Bird. Pero desgraciadamente nunca llegarían a saber el resultado de la cacería pues casi en seguida la roca que contenía las huellas quedó por debajo de un muro de pedernal.[9]

El estudio de las huellas fósiles es una rama de la paleontología que se conoce con el nombre de *ichnografia*, derivado de la palabra griega que significa huella, rastro. Las primeras sendas marcadas por las huellas de los dinosaurios que llamaron la atención de modo más general fueron las impresiones de patas parecidas a las de las aves descubiertas en el valle del río Connecticut en Massachusetts, en 1802, cuando los dinosaurios aún eran desconocidos. Desde entonces han sido descubiertos cientos de otras series de huellas en Nueva Inglaterra, Texas, Brasil, Australia y, más recientemente, en el cañón del río Peace en la Columbia Británica. Naturalmente las huellas de los dinosaurios son más abundantes que los huesos de dinosaurio.

Dos geólogos que se ocupan de la ichnografía, David J. Mossman, de la Universidad de Mount Allison en New Brunswich y William A. S. Saijeant de la Universidad de Saskatchewan, escribieron en enero de 1983 en el *Scientific American* sobre las técnicas analíticas propias de su profesión:

Idealmente una serie de huellas apropiada para el análisis consiste en una secuencia de al menos tres huellas o sus moldes. Entre los cuadrúpedos la marcha se inicia con el pie trasero de uno de los lados, seguido por el pie delantero del mismo lado y después por el pie trasero y el delantero del otro lado. En los casos de marcha rápida dos o tres de los pies tocan simultáneamente el suelo; en marcha más lenta son tres o todos los pies los que tocan el suelo. Cuando se camina a saltos, las cuatro huellas están muy cerca entre sí y ninguna cae sobre otra. Las huellas de los saltos son extremadamente raras en el registro fósil… Las huellas de los bípedos muestran el pie derecho y el izquierdo de forma alternativa, y sólo muy raramente las dos huellas están una al lado de la otra.

La primera tarea del analista consiste en tomar cuatro medidas de la serie de huellas. La

primera es la medición de la zancada, o movimiento hacia adelante; se hace partiendo de un punto fijo en una de las huellas hasta el mismo punto de la huella siguiente del mismo pie. La segunda es la medida del paso, es decir, la distancia entre el pie delantero derecho y el pie delantero izquierdo y entre el pie trasero derecho y el pie trasero izquierdo. La longitud de la zancada es por lo general idéntica para las patas traseras y las delanteras, pero la longitud del paso puede diferenciar grandemente. La tercera medida es el ángulo del paso, es decir, el ángulo formado uniendo tres sucesivas huellas traseras o delanteras. La cuarta es la medida de la anchura de la senda… La característica de un mal andador es una senda ancha y pasos cortos. Por el contrario, una senda estrecha y largos pasos son prueba de la presencia de un andador eficiente y ágil que se mueve con rapidez. Sin embargo, una senda moderada tanto en su anchura como en la zancada puede significar tanto un andador no muy eficiente como uno eficiente pero que se mueve a una velocidad relativamente baja.

Mediante un análisis de ese tipo realizado por los científicos en las huellas utilizando una fórmula establecida por R. McNeill Alexander de la Universidad de Leed, determinaron que algunos dinosaurios eran capaces de moverse con bastante rapidez. Algunos carnívoros de tamaño medio marchaban a una media de 16,5 kilómetros por hora lo cual se aproxima a la máxima velocidad de carrera conseguida por el ser humano. Algunos de los carnívoros más lentos lo hacían entre los 6 y los 8,5 kilómetros por hora. Los herbívoros incluso podían ser más lentos con velocidades máximas de 6 kilómetros por hora. Con estos cálculos un ex discípulo de Ostrom, James O. Farlow, especialista en dinosaurios independiente, de Michigan, informó en 1981 que algunos carnívoros habían dejado huellas en Texas que demostraban que alcanzaban una velocidad de 42 kilómetros por hora, es decir, más rápidos que los seres humanos, pero que no podían competir con los caballos de buena raza ni con los galgos. Otros cálculos indicaban que en caso necesario el *Tyrannosaurus* podía superar los 45 o 50 kilómetros por hora.

Según se deduce de las huellas, los *Tyrannosaurus* solían marchar solos o en parejas. Pero el instinto de rebaño o manada debió de ser más fuerte en otras especies. En el río Peace, seis sendas de huellas fósiles dejadas por carnívoros de tamaño medio están todas dirigidas en la misma dirección como si se tratara de una manada cazando junta. En el Parque Estatal de Dinosaurios de Connecticut, muchas de las huellas transcurren paralelas como si los dinosaurios marcharan en rebaño. En las sendas dejadas por los saurópodos en Texas y descubiertas por Roland Bird también existen pruebas de que marchaban en rebaño. Bakker en un reciente reexamen de esas huellas cree haber reconocido señales de un rebaño «estructurado», con los más jóvenes y las crías en el centro rodeados y protegidos por los adultos.

En Montana, Jack Homer encontró pruebas de que sus hadrosaurios no sólo constituían colonias ponedoras sino también que continuaban constituidos en grupo durante la mayor parte, o la totalidad, de su vida. En varios lugares encontró restos de jóvenes de unos tres metros de longitud con restos de adultos de seis o siete metros. En un lugar había veinticuatro jóvenes junto a diez adultos.

Es posible que no parezca demasiado importante el saber que algunos dinosaurios viajaban en manadas o en rebaños y que otros cuidaban a sus crías, pero lo cierto es que esa conducta los diferencia claramente de otros reptiles. La mayor parte de los reptiles, como los peces y los anfibios, abandonan sus huevos tan pronto como han sido puestos. Algunos peces y reptiles -entre ellos el cocodrilo-guardan sus huevos hasta que termina la incubación o un poco después y una vez nacidas las crías tienen que alimentarse y cuidarse por sí solas. Ninguno de los reptiles

modernos vive en rebaños o en manadas de caza ni en ningún otro tipo de comunidad social. Los dinosaurios fueron diferentes. Algunos de ellos tenían vida familiar o algo parecido y un sentido de la comunidad.

Homer dejó Princeton en 1982 y se trasladó a Montana para poder estar más cerca de la Egg Mountain. Fue nombrado director de paleontología en el Museo de las Montañas Rocosas instalado en el campus de la Universidad del Estado de Montana en Bozeman. Para aquel entonces él también poseía suficientes huevos, nidos y esqueletos de dinosaurios jóvenes y adultos como para concebir una teoría que estaba por llegar. Homer es mucho más audaz que la mayoría de los paleontólogos a la hora de proponer teorías y establecer el escenario donde vivieron los dinosaurios. «La idea del éxito de demasiados científicos no espera a ser contradecida hasta después de su muerte», dijo para no dejar dudas de que ése no era su estilo. Provisto de hechos y muchas conjeturas, Homer se aventuró en una selva muy espesa en la que acechaban los depredadores científicos dispuestos a destrozarlo: el área de la sociobiología.

Homer sentía que valía la pena aceptar aquellos riesgos profesionales debido a que la conducta social que podía inferirse de las huellas y los nidos podía ser de gran importancia en el éxito tremendo de los dinosaurios que hizo posible que su existencia se prolongara durante ciento sesenta millones de años. Los sociobiólogos creen que ciertos comportamientos fundamentales pasan de una generación a otra por medio de los genes. Uno de esos rasgos, el altruismo del reparto de los alimentos, se observa de manera primordial en las aves y en los mamíferos. Si los padres del *Maiasaura* llevaban la comida a sus crías en el nido, como Homer creía, era posible que su especie y algunas otras especies de dinosaurios se transmitieran el altruismo de modo genético. Sin ese altruismo y cierto instinto social en el cual se incluía el reparto de la comida, era más que posible que un buen número de dinosaurios no hubiera podido llevar una vida próspera en un mundo lleno de depredadores.

Los hadrosaurios, por ejemplo, eran herbívoros bípedos que no disponían de ningún medio de defensa obvio -carecían de cuernos, de garras o de protección corporal-. Tampoco eran capaces de correr a gran velocidad, puesto que eran caminantes lentos. Debieron de ser muy vulnerables ante el ataque de los depredadores, sobre todo cuando estaban solos.

Consecuentemente, y como las nuevas pruebas parecían indicar, se vieron obligados a formar rebaños y a cuidar de sus crías durante varios meses después de que salieran de su cascarón, guardándolos en colonias relativamente bien protegidas. Y debieron hacerlo bien puesto que pese a su vulnerabilidad los hadrosaurios se cuentan entre los dinosaurios más abundantes que existieron.

Estaba claro que sobrevivía el número suficiente de jóvenes hadrosaurios para reemplazar a los adultos y mantener la población. Según dijo Homer en 1983 esto fue así porque probablemente supieron emplear una «estrategia de supervivencia comparable a la más común entre las aves, la construcción de colonias de anidamiento». Ponían menos huevos que otros reptiles, pero protegían sus nidos durante la incubación y se dedicaban a alimentar a sus crías. (Los pesados adultos no se echaban sobre los huevos durante la incubación, lo que hubiera producido el desastroso efecto de romperlos, sino que, seguramente, los cubrían con vegetación y dejaban que la fermentación produjese el calor necesario.) La anidación en colonia y la protección de los nidos es practicada por los cocodrilos, pero éstos no alimentan a sus crías ni comparten los alimentos. Para los hadrosaurios, argüía Homer, ambas cosas se hacían necesarias pues de otro modo hubiera sido más que cuestionable la supervivencia de una o dos de esas

pequeñas y pacíficas criaturas de cada camada de veinte o veinticinco. El hecho de que en sus grupos o rebaños hubiera al menos dos jóvenes por cada adulto sugiere una supervivencia del ocho por ciento de cada camada. El hecho de que en los nidos se encontrara un número tan grande de crías sugiere que eran los padres quienes se cuidaban de alimentarlos. El salir de sus nidos para alimentarse por su cuenta habría significado para las crías el riesgo de ser devoradas por los depredadores o ser pisoteadas por los adultos.

Como muchas aves, los pequeños hadrosaurios permanecían en sus nidos por instinto. No sabemos durante cuánto tiempo, pero debió de ser durante varios meses, hasta alcanzar una longitud de metro y medio como mínimo. Aquellas quince crías encontradas por Homer en su primer nido debieron de quedarse en él mientras sus padres iban a buscarles comida. Sus padres no regresaron a causa de cualquier desastre, pero las crías se quedaron en el nido hasta que les sobrevino la muerte por inanición. «Las aves que hacen sus nidos en la tierra, hubieran hecho lo mismo -dijo Makela-, quedarse allí y morir de hambre.»

Los hipsilofodóntidos de la Egg Mountain eran algo distintos, dijo Homer. Por lo visto se quedaban en la zona del nido durante algunos meses, pero posiblemente acompañaban a sus padres en la búsqueda de alimentos. Eran criaturas más ágiles, ligeras y veloces, lo que aumentaba sus posibilidades de supervivencia mientras pastaban. Si sus padres les llevaban alimentos a los nidos es algo que no está tan claro como en el caso de los hadrosaurios.

Es posible que esa conducta de cuidado paternal y compartir los alimentos estuviera restringida a sólo unas pocas especies, concluye Homer, pero en todo caso refleja una amplia «divergencia sociobiológica» entre las dos grandes ramas de los dinosaurios, los omitichianos y los saurischianos. Otra especie de la que se sabe que ponía sus huevos en nidos circulares con una notable atención, como vio Roy Chapman Andrews, era la de los *Protoceratops*, también omitichianos. Los huevos redondos de un dinosaurio parecido al *Brontosaurus*, quizá un *Hypselosaurus*, eran puestos en largas filas lineales que no es la mejor forma si se piensa en alimentar a las crías en el nido. Podría ser, según dijo Homer, que los omitichianos pusieran sus huevos en círculo y los saurischianos en filas.

La conducta en cierto modo más sofisticada y social de algunos dinosaurios puede haber sido una adaptación evolucionaría relacionada con el herbivorismo. Aunque es posible que unos pocos carnívoros cazaran en manada, los dinosaurios que según se sabe se desplazaban formando rebaños, una forma más coherente de organización de grupo, eran saurópodos herbívoros. «Incluso si se trataba sólo de reuniones y no de rebaños en el sentido estricto del término, se trata de un comportamiento que no vemos en otros reptiles -afirmó Homer-. Eso es algo que sólo conocemos en los mamíferos y en las aves.» Y lo que es más, subraya Homer, los omitichianos fueron «el primer gran grupo de herbívoros que habitó la Tierra y para poder sobrevivir, competir y muy especialmente lograr un éxito tan considerable, tuvieron necesidad de establecer un orden social fuerte».

Jack Homer concede que esta idea de la vida social del dinosaurio se basa, ampliamente, en conjeturas y que en muchos casos no es posible probarlo con ningún medio científico de observación. Por esa razón son muchos los científicos que hasta ahora se reservan su juicio sobre el asunto. Hotton, entre ellos, tiene dudas sobre las interpretaciones de Homer, pero no duda de Homer al que llama «un genio, muy inteligente, muy capaz y con una buena suerte que resulta imposible de creer».

Homer y Makela tuvieron suerte en encontrar los nidos y colonias de crianza en el oeste de

Montana y sus descubrimientos no pueden ser ignorados por aquellos que están revisando y perfeccionando la imagen que hasta ahora se tenía del dinosaurio. Ese descubrimiento puso de nuevo sobre el tapete la cuestión de si los dinosaurios eran o no animales de sangre caliente. El paralelismo entre la supuesta atención paternal del *Maiasaura* y la conducta anidadora de muchas aves despierta aún mayor interés. Lo maravilloso de los dinosaurios es que fueron los animales más peculiares, un mundo aparte de los reptiles vivientes. Y otra cosa sorprendente es que después de haber evolucionado, de haberse adaptado y fortalecido, por medios que desafían para siempre la explicación científica, su mundo se viniera abajo de modo tan aparentemente imprevisto y repentino.

14. LA GRAN AGONIA

Algo ocurrió hace sesenta y cinco millones de años, a finales del cretáceo, algo tan devastador que alteró el curso de la vida en la Tierra. De modo aparentemente repentino, en relación con el transcurrir del tiempo geológico, casi la mitad de los géneros vivientes desaparecieron; la vida vegetal y animal, marítima y terrestre, grande y pequeña. En esta gran agonía desaparecieron todas las ammonitas, esos moluscos planos y espirales emparentados con el nautilo y el calamar. Desaparecieron también muchos bivalvos, animales constructores de arrecifes, esponjas y todas las especies del unicelular plancton, con excepción de unas pocas, tan importante en la cadena de producción de alimentos; pereció la cuarta parte de todas las especies marinas. Murieron y se extinguieron los pterosaurios, la mayor parte de los marsupiales pequeños y todos los tetrápodos grandes. Ninguna de las especies que vivían exclusivamente en tierra y que pesaban más de veinticinco kilos parecen haber sobrevivido. Y los más notables de los desaparecidos fueron los dinosaurios. Aunque los fósiles de una variedad de dinosaurios han sido encontrados en las capas superiores de las rocas del cretáceo, ni uno solo ha sido desenterrado de las capas del terciario que están inmediatamente encima. Los dinosaurios habían desaparecido para no volver a ser vistos jamás. Las extinciones a finales del cretáceo hicieron caer el telón de la Era de los Reptiles.

Muchos dinosaurios habían muerto con anterioridad. El *Stegosaurus*, de piel blindada, se extinguió antes de que comenzara el cretáceo. Los gigantescos *Diplodocus*, *Brachiosaurus* y *Brontosaurus* se extinguieron en el transcurso del cretáceo antes de que se produjera la gran agonía. Todos o casi todos los saurópodos de ese tipo habían desaparecido. La mayor parte de los iguanodontes se había extinguido para entonces, pero los dinosaurios aún existían hacia finales del cretáceo -anquilosaurios, ceratópsidos, coelurosaurios, hadrosaurios, hipsilofodóntidos y los grandes tiranosaurios-, si bien el número y la gama de esos últimos dinosaurios son objeto de muchas discusiones. Entre otros arcosaurios, los cocodrilos marinos y muchos ictiosaurios posiblemente se habían extinguido ya, pero los plesiosáuridos, los pterosaurios y los mosasáuridos parecen haber tenido su período de florecimiento a finales del cretáceo… ¡y después se extinguieron! Sólo algunos crocodílidos, entre todos los arcosaurios, se las arreglaron para cruzar esa frontera tan plena en acontecimientos que separa el cretáceo del terciario y han sobrevivido hasta nuestros días.

Ese algo que ocurrió hace sesenta y cinco millones de años es uno de los misterios más intrigantes de la ciencia que nos llena de perplejidad. Científicos de todos los matices y casi todo aquel que tiene un poco de imaginación, han tomado posición en la solución del misterio o, al menos, han especulado sobre ello. El misterio es posible que nunca sea resuelto, aunque un

descubrimiento reciente ha puesto el caso de nuevo sobre el tapete y dado nuevas formas a un debate que antaño estimuló a la geología y a la paleontología. Encontrar al culpable de la desaparición de los dinosaurios se considera importante porque ese gran suceso fue decisivo para la subsiguiente evolución y una repetición del mismo podría dar a la vida en su totalidad un curso enteramente distinto.

Desde luego, los dinosaurios no podían ser eternos. Ninguna criatura, desde las plantas a la más diminuta bacteria, permanecerán para siempre. Ni siquiera el *Homo sapiens.* Como Georges Cuvier reconociera hace ya mucho tiempo y ahora aceptan todos los científicos como irrefutable verdad, la extinción es el destino de las especies. Lo que Cuvier no reconocía, porque aunque defendía la extinción negaba la evolución, es que la extinción fuera el resultado final y definitivo de la evolución y un agente crítico a la hora de determinar el curso de la evolución. Al menos el noventa y nueve por ciento de las especies que antaño vivieron están extinguidas en la actualidad. El tiempo de vida que les fue concedido pudo ser más o menos largo; las especies individuales o grupos de especies, observó Darwin, «duran períodos muy desiguales». Y como grupo muy extenso de distintas criaturas, los dinosaurios tuvieron una larga y próspera estancia en la Tierra antes de desaparecer.

La extinción a veces se produce por una causa epidémica. Cuvier también se dio cuenta de ello al formular su modelo catastrofista de la historia geológica. Darwin, mientras creía que las extinciones era parte corriente de un proceso gradual, reconocía que en algunas circunstancias parecían ocurrir de forma rápida y de modo virtualmente simultáneo. Después de estudiar la desaparición de muchos grandes mamíferos de América del Sur, Darwin escribió: «Ciertamente que no hay hecho en la Tierra más sorprendente que el extenso y repetido exterminio de sus habitantes.» A ese «exterminio extenso y repetido» se le llama ahora «extinciones masivas».

Los científicos discutieron las extinciones masivas durante años. Muchos afirman que, posiblemente, si estas extinciones parecen haber sido repentinas y globales es debido al imperfecto registro de los fósiles, que posiblemente no permite la comprensión de las causas que condujeron a la extinción. Los fósiles revelan mucho del pasado, pero sólo mucho, no todo. La resolución de un período de tiempo representado por un estrato en particular a veces no es superior a unos pocos millones de años. En ese caso, ¿cómo se puede establecer la simultaneidad de las extinciones? La mayoría de los científicos, incluyendo algunos que antes no lo creían, en la actualidad están de acuerdo en que la Tierra ha sufrido al menos cinco grandes extinciones masivas y varias otras menores.

Aunque hasta un setenta por ciento de todas las formas de algas existentes murieron hace unos seiscientos cincuenta millones de años, en la primera de las extinciones masivas conocidas, la lista de estas extinciones comienza con la muerte aún más total y omnipresente ocurrida hacia finales del período cámbrico, hace unos quinientos millones de años.[10] Más de la mitad de todas las especies animales existentes se desvanecieron, incluyendo muchas especies de trilobites. Otro treinta por ciento de vida animal, en el que se incluyen muchos peces primitivos, se extinguió a finales del período devónico, hace 360 millones de años. La extinción más catastrófica ocurrió hace 248 millones de años, a finales del pérmico, cuando desaparecieron el cincuenta por ciento de todas las familias animales existentes. Un setenta y cinco por ciento de los anfibios y todos los trilobites supervivientes desaparecieron, como arrasados de la faz de la Tierra. La extinción fue especialmente grave entre los reptiles -un ochenta por ciento de pérdidas-y esto, al parecer, aclaró el campo y propició el nacimiento de los primeros dinosaurios. De un modo u otro los

dinosaurios sobrevivieron a la siguiente extinción masiva, cuando murieron la mayoría de los reptiles que aún quedaban, hace 213 millones de años, hacia finales del triásico. Después se produjo la catástrofe calamitosa del cretáceo, la más reciente de las grandes extinciones masivas.

Identificar las extinciones masivas es una cosa, explicarlas es otra bien distinta. Parecen haber sido acontecimientos marginales, aunque un reciente análisis parece sugerir otra cosa. El que ocurrieran cerca del final de los períodos geológicos sólo refleja el hecho de que los estratígrafos que establecieron la escala del tiempo geológico eligieron esos grandes fallos en los registros de los fósiles como límites de la mayor parte de esas subdivisiones principales. Es la falta de fósiles lo que define esos límites entre períodos y no viceversa. Ciertos fósiles están presentes en una capa de roca y después faltan en la capa superior, pero las rocas no pueden ofrecernos clave alguna sobre qué causó ese abrupto cambio. Ésa, al menos, parecía ser la situación hasta que en años recientes se hizo un sorprendente descubrimiento.

Los científicos no dejaron que la falta de información los desanimara a la hora de ofrecer teorías para explicar las extinciones masivas, y muy en especial la que causó la desaparición de los dinosaurios. Su extinción, aparentemente repentina, es la definitiva entre las admirables sorpresas de los dinosaurios. En este asunto los científicos parecen sentir la misma curiosidad mórbida que los escolares. Algunas de las teorías parecieron plausibles, pero no pueden sustentarse en ninguna prueba que evidencie esa realidad. Simplemente se trata de especulaciones y nada más. Es cierto que en algunos casos una especulación puede reflejar la verdad, pero no hay forma de probarlo. Algunas teorías muestran la condescendencia que los humanos sienten por los dinosaurios al considerarlos como un supuesto fallo estúpido de la evolución. Otras no fueron más que vuelos de la fantasía más próximas del ridículo, deteniéndose muy cerca de la noción expresada por el humorista Will Cuppy, en 1914. «La Era de los Reptiles -escribió-, se terminó porque ya había durado demasiado y fue una equivocación desde el principio.» Los dinosaurios eran feos, añadió Cuppy, y por lo tanto merecían extinguirse.

Una enumeración de las múltiples teorías, desde las serías a las jocosas, fue llevada a cabo en 1964 por Glenn L. Jepson, un científico de Princeton, quien escribió:

Autores de diversa competencia han sugerido que los dinosaurios desaparecieron debido a un deterioro del clima (porque de repente, o lentamente, empezó a hacer mucho frío o mucho calor, excesiva sequía o demasiada humedad), o que fue la dieta alimenticia (demasiada comida o demasiado poca, con falta de sustancias tales como el aceite de helecho; por envenenamiento de las aguas o de las plantas o de los minerales ingeridos; por una escasez de calcio o de por cualquier otro de los elementos necesarios). Otros escritores echan la culpa a las enfermedades, los parásitos, guerras, desórdenes anatómicos o metabólicos (dislocación de discos vertebrales, malfunción o desequilibrio hormonal o del sistema endocrino, reducción del cerebro con su consiguiente secuela de estupidez, el calor, la esterilidad, los efectos de ser animales de sangre caliente en el mesozoico), envejecimiento racial, tendencia evolutiva hacia la superespecialización senil, cambios en la presión o la composición de la atmósfera, gases venenosos, polvo volcánico, exceso de oxígeno procedente de las plantas, meteoritos, cometas, degradación genética debida a los pequeños mamíferos devoradores de huevos, excesiva capacidad asesina de los depredadores, fluctuación de las constantes gravitatorias, desarrollo de factores psicóticos con tendencia al suicidio, entropía, radiación cósmica, cambio del eje rotacional de la Tierra con desplazamiento de los polos, inundaciones, desplazamiento de los continentes, extracción lunar de la cuenca del Pacífico, el drenaje de pantanos y de los lagos,

manchas solares, la voluntad de Dios, el surgir de montañas, ataques de pequeños cazadores verdes desde sus platillos volantes, falta de espacio suficiente en el Arca de Noé y «paleoweltschmertz».

Una de las más cómicas y curiosas «explicaciones» del fracaso de los dinosaurios surge del concepto de senilidad racial. Anteriores generaciones de científicos creían que una raza de animales, como ocurre a nivel individual, pasaba por etapas de crecimiento y declive. Que tenía su juventud, su período de adaptación y de madurez, su edad adulta más sentada y firme y, finalmente, su período de senectud o senilidad. Así, hacia finales del cretáceo, la senilidad alcanzó a los dinosaurios. Las pruebas de esa senilidad, se dice, están manifiestas en la aparente osificación excesiva de los cráneos de los dinosaurios -los ornamentos óseos del *Triceratops*, el penacho nasal de algunos hadrosaurios, y la sólida cúpula ósea del *Pachycephalosaurus*-. Se creían que ésos eran caracteres anormales e inútiles, tal vez el resultado de una hipotética disfunción de la glándula pituitaria. Sin embargo, investigaciones posteriores han revelado que esos rasgos tenían sus funciones, como por ejemplo servir de apoyo a los músculos de la mandíbula y a los órganos sensoriales. No eran, por lo tanto, una prueba de senilidad, sino de una capacidad continua de adaptación. Los científicos ya no apoyan en absoluto las ideas de senilidad racial.

Tampoco hay razones para sustentar la idea de que los dinosaurios fueron víctimas de su inferior capacidad cerebral. Los seres humanos, que posiblemente tienen más capacidad cerebral de la necesaria, siempre están degradando así a otras criaturas. Louis Dollo, el paleontólogo belga, se contó entre los primeros que llamaron la atención sobre el pequeño y primitivo cerebro de los dinosaurios como posible factor en su declinar. Una inteligencia limitada posiblemente dificultaba su adaptación a las cambiantes condiciones exteriores. Los tiempos cambiaban y los dinosaurios no podían hacerlo con ellos. Pero muchos de los contemporáneos de los dinosaurios, aparentemente con inteligencia no superior, como las tortugas y los cocodrilos, sobrevivieron a la extinción masiva. Algunos dinosaurios, como el tiranosaurio y el estenonichosaurio, desarrollaron cerebros relativamente grandes, pero eso no los salvó.

El azote de la enfermedad es otra de las causas que se han presentado como explicación y generalmente fine rechazada. Es muy raro que toda una especie desaparezca como consecuencia de una enfermedad; la selección natural actúa en favor de los agentes causantes de la enfermedad, haciendo que estos organismos no acaben rápida ni totalmente con las plantas o animales que les dan alojamiento. Aún es más raro, si es que ha ocurrido alguna vez, que muchas especies emparentadas, pero con vidas que no se relacionan entre sí, sean destruidas casi simultáneamente por la enfermedad.

Poco a poco los científicos han ido volviéndose hacia explicaciones de índole claramente catastrófica. Buscan fuerzas climatológicas, geológicas o de cualquier otro tipo físico que pudieran ser responsables de una extinción masiva. Una vez más la ausencia de pruebas los llevó a dar rienda suelta a la imaginación, hasta tal punto que David M. Raup, rector de Ciencias Geofísicas en la Universidad de Chicago, situó la mayor parte de esas teorías junto a la obra de Rudyard Kipling *Just So Stories* («Sólo eso, historias»). «No pueden ser documentadas excepto cuando el pensamiento así lo desea», dijo Raup.

Pese a todo, las «tan sólo historias» del cretáceo ilustran el campo de posibilidades que han sido tomadas en consideración en años recientes. Las siguientes son algunas de las más interesantes:

1. Destrucción de la capa de ozono que envuelve a la Tierra. Dado que finales del cretáceo fue un período de extensa actividad volcánica, M. L. Keith, profesor emérito de geoquímica en la Universidad de Pennsylvania, sugiere que la clorina del ácido hidroclorídico contenido en los gases volcánicos pudo haber desplazado la capa protectora de ozono que se encuentra en las capas altas de la atmósfera. Esa región actúa como escudo protector contra la mayor parte de las radiaciones ultravioleta sumamente peligrosas, procedentes del sol. Las criaturas de piel desnuda, como eran los dinosaurios, serían especialmente vulnerables ante esta catástrofe. Los mamíferos peludos, las aves protegidas por plumas y las criaturas que vivían en los fondos de las aguas podrían haber dispuesto de protección suficiente para garantizar su supervivencia.

2. Dióxido de carbono y el «efecto invernadero». La actividad volcánica preparó el escenario para que se dieran las supuestas condiciones requeridas por esta teoría. Dewey McLean, geólogo del Instituto Politécnico de Virginia, propuso la teoría de que una masiva erupción volcánica pudo haber saturado la atmósfera de dióxido de carbono, lo que causó un gran descenso de las temperaturas a nivel mundial. Fondos marinos profundos dragados por el *Glomar Challenger*, un buque oceanográfico, indicaban que las aguas del océano y, consecuentemente la atmósfera, empezaron a ganar calor hace sesenta y cinco millones de años. De acuerdo con McLean, el exceso de dióxido de carbono hubiera permitido la entrada en la atmósfera de suficiente energía solar, pero habría bloqueado la radiación de la mayor parte del calor superficial de vuelta al espacio, con lo que se creaba «el efecto invernadero» no muy distinto del que existe en el planeta Venus con su calor infernal. Las temperaturas crecientes podían causar la muerte o al menos reducir la actividad del plancton, con lo que se alteraría la cadena de producción de alimentos y, al mismo tiempo, nos conduciría a un desastre climatológico debido a que el papel normal del plancton es convertir el dióxido de carbono en oxígeno mediante la fotosíntesis. Un aumento de sólo pocos grados puede afectar negativamente la fertilidad de los grandes mamíferos, disminuyendo su capacidad de generar esperma capaz de fecundar.[11] Esto fue sugerido por Raymond Cowles en sus especulaciones derivadas de los experimentos realizados por él mismo y Colbert en la década de los cuarenta con las temperaturas de los caimanes. Esa infecundidad, concluyó McLean, pudo haberle sucedido al mastodonte, al perezoso gigante y al tigre-sable a finales de la era glacial más reciente. También pudo haber sido la causa de la muerte de los dinosaurios. Estas hipótesis circularon durante varios lustros en formas distintas, cosa comprensible. Los testículos no se fosilizan, pero incluso aunque lo hicieran no habría modo de saber cuál era su grado de tolerancia a los cambios de temperatura.

3. Desbordamiento del océano Ártico. Esta teoría afirma que al menos durante un breve período de tiempo las aguas superficiales del océano se enfriaron en vez de calentarse. Mientras los continentes se separaban, durante el mesozoico, es posible pensar que el océano Ártico quedara aislado. Sus aguas debieron de deshelarse e incluso llegar a templarse. En ese caso, si la barrera que las contenía se hubiera roto por ejemplo entre

Groenlandia y Noruega, las aguas más frías y menos pesadas del Ártico se vertirían en el más cálido Atlántico, formando una capa de agua fría encima de las aguas oceánicas, más pesadas y más salinas. Esto pudo causar un descenso de la temperatura de las aguas del océano mundial de al menos diez grados. Si esto hubiese ocurrido, según Stephan Gartner y James P. McGuirk de la Texas A amp; M University y John Keamey de la Phillips Petroleum Company, un frío y una sequía devastadores debieron de extenderse por gran parte del mundo. La hipótesis tiene un fallo: no existe ninguna prueba de que las aguas del Ártico ganaran en salinidad, ni siquiera que

aumentara su temperatura.

4. El estrés y la debilitación de la cáscara de los huevos. Los dinosaurios debieron de padecer un período demasiado bueno, o al menos así se lo parece a Heinrich K. Erben, de la Universidad de Bonn, en Alemania. Pensó en ello cuando descubrió que la cáscara de los huevos de una especie de dinosaurio se iba haciendo cada vez más delgada a medida que pasaba el tiempo. Llegó a razonar que el clima cálido y los abundantes pantanos placenteros condujeron al dinosaurio a «la prosperidad biológica» que, a su vez, producía superpoblación, exceso de animales y el consecuente estrés que de tal situación se deriva. Según se sabe, en las aves el estrés lleva a un desequilibrio del sistema hormonal. Es posible que el estrés aumentara el nivel de estrógenos en la hembra del dinosaurio, lo que hizo que pusiera huevos con la cáscara demasiado delgada como para asegurar la generación de una nueva vida. Pero, ¿le ocurrió esto a todos los dinosaurios o sólo a una de sus especies?

5. Inversión de los polos magnéticos. De tiempo en tiempo, de modo aparentemente irregular y sin que se sepa la razón, el campo magnético de la Tierra cambia de polaridad. El norte se convierte en el sur, en términos magnéticos, y viceversa. La última vez que esto ocurrió, hace 700.000 años, el polo norte magnético pasó a estar en el Antártico. Una brújula hubiera visto como su aguja señalaba en esa dirección. Después, tras un período de tiempo relativamente breve, el polo volvería al lugar que ocupa ahora, es decir, al norte. Dado que los minerales magnéticos, cuando se forman en las rocas, se alinean siguiendo el campo magnético, señale hacia donde señale, los científicos pueden leer la historia de estas inversiones magnéticas.

Han ocurrido muchas veces en el pasado, quizá varias en el cretáceo final. Nadie está seguro, pero podrían haber significado una razón de las extinciones animales. El campo magnético, como las capas de ozono, actúa como un escudo protector contra fuerzas externas letales. De acuerdo con esta hipótesis, durante un período de inversión el campo magnético se debilita o incluso desaparece esa protección, lo que deja a la Tierra sin una de sus defensas contra los bombardeos de partículas cósmicas mortales.

6. Estreñimiento y veneno. Esto suena un poco como una nota divertida. Anthony Hallam, un paleontólogo británico, expuso hace unos años su idea de que una modificación en la vida de las plantas durante el cretáceo causó un gran cambio. Hallam dijo que el cambio en las plantas que comían los dinosaurios y sus posibles efectos gastrointestinales, «nos lleva irremediablemente a la conclusión de que los pobres dinosaurios murieron de estreñimiento». Una propuesta que guarda cierta relación con ésta, pero que resulta algo más seria, es que el surgimiento de las plantas con flores pudo haber causado el envenenamiento de los dinosaurios. Estas plantas contenían alcaloides tóxicos. Los pequeños animales, con apetito menos voraz, pudieron sobrevivir debido a la ingestión de dosis menores, pero no así los dinosaurios. Ronald K. Siegel, un psiquiatra de la Universidad de California, en Los Ángeles, sugirió que la mayor parte de los mamíferos son lo suficientemente «inteligentes» para evitar estos venenos, debido principalmente a su sabor amargo. Pero los dinosaurios es posible que no tuvieran tan delicado paladar. Aquellas bestias, especuló, no podían notar el sabor de lo amargo ni desintoxicarse de las sustancias ingeridas por medio de sus hígados. No existe forma de saber cómo era el paladar de los dinosaurios, si teman o no desarrollado el sentido del gusto ni hasta dónde llegaba la capacidad desintoxicadora de sus hígados. Y, además, las plantas con flores aparecieron más de cuarenta millones de años antes del fin del cretáceo. Si los dinosaurios se envenenaron por esa causa debieron de sufrir una muerte de duración sin rival.

Los intentos más serios de resolver el misterio se enfocan en las condiciones generales. No fueron los dinosaurios en sí los que fallaron sino que se trató de algo de mayor importancia. Especies de animales que habían sobrevivido durante millones de años tienen que haberse adaptado bien al medio ambiente, pues de otro modo no hubiesen sobrevivido sin que cambiaran las condiciones de su existencia. Por lo general, los dinosaurios fueron criaturas con gran éxito. Debían continuar sobreviviendo en tanto que no cambiaran las condiciones de su existencia.

Si se modificaban lentamente, sus organismos podrían j tener tiempo de adaptarse a esos cambios, mediante el normal proceso de la evolución. La extinción se produce a causa de cambios, de cambios repentinos, un tipo de cambios cuyos efectos no pueden ser asimilados por los organismos individuales en el transcurso de pocas generaciones. Eso es lo que les ocurrió a las palomas viajeras, el caso clásico de extinción del siglo XX. La tala de los bosques para fomentar la agricultura privó a esas aves de su fuente de alimentación y su caza despiadada por parte del hombre acabó con ellas antes de que tuvieran tiempo de adaptarse a las nuevas circunstancias.

Alguna crisis ambiental pudo, presumiblemente, causar un desastre en la existencia de los dinosaurios. Debió de ser algo tan catastrófico como para barrer de nuestro planeta a innumerables otras formas de vida, no sólo las de los dinosaurios. En ocasiones, cuando las teorías terráqueas se quedan cortas se puede llegar a pensar que entró en acción alguna fuerza más exótica, algo extraterrestre.

Una de las hipótesis favoritas del género extraterrestre considera la explosión de una estrella agonizante, una supernova, en nuestra vecindad en el universo. La bella constelación de Cáncer representa restos de una explosión semejante observada en el año 1054. Pero ni en Cáncer ni en ninguna otra, una supernova registrada estuvo nunca lo suficientemente cerca de nosotros para causar un efecto tan desastroso sobre la Tierra. Es posible que una explosión estelar próxima haya ocurrido alguna vez en el curso de la larga historia de la Tierra. Si fue así, la explosión debió de producir una gigantesca cola magnética de choque que alterase el campo magnético de la Tierra, posiblemente causando una inversión del campo magnético con efectos horrendos. También pudo haber afectado profundamente la vida en la Tierra con una explosión radiactiva. Dale Russell, el paleontólogo canadiense, entre otros, propone esta catástrofe cósmica como responsable de lo que él cree fue la desaparición repentina de los dinosaurios. Pero, si las cosas ocurrieron así, ¿cómo es que sobrevivieron los mamíferos pequeños, o los cocodrilos y las aves?

Otra hipótesis del desastre sugiere que un cometa chocó con la Tierra. Harold C. Urey, el geoquímico ganador del Premio Nobel, defendió esa posibilidad en 1975 y en seguida fueron muchos los que se le unieron. El impacto de un cometa del tamaño del cometa Halley, pudo haber aumentado enormemente las temperaturas del globo y desencadenado una cadena de reacción nuclear. Dado que, como se ha descubierto recientemente, los cometas contienen importantes cantidades de hidrocianuro y metilcianuro, Kenneth J. Hsü, del Instituto Geológico de Zurich, especula con la posibilidad de que el cianuro del cometa emponzoñara las aguas y eliminara el plancton marino. Los dinosaurios, añadió, murieron de fallo cardíaco causado por la impresión de esta invasión desde el espacio exterior.

Hsü ofreció esta hipótesis en un simposio sobre la extinción en el período cretáceo, celebrado en octubre de 1979 en Copenhague. «Nadie me tomó en serio salvo el director de *Nature»,* recuerda. En efecto, los científicos que asistían al encuentro, parecían cansados y un tanto desconfiados de aquella especulación carente de pruebas, de la falta de nuevos hechos y de

que ninguna de las hipótesis hubiera podido enfrentarse con éxito hasta entonces a un examen crítico riguroso. «Carece de sentido fustigar a un caballo muerto», dijo Hsü. O a un dinosaurio muerto.

Aquellos científicos parecieron no tener en cuenta el significado potencial de lo que un geólogo de California acababa de descubrir durante ese mismo verano en las montañas de Italia. Había sacado a la luz una nueva evidencia de lo que en su tiempo pudo haberles sucedido a los dinosaurios. Era el tipo de prueba que podía explicar no sólo el fin de los dinosaurios sino también de todos los animales y las plantas que se extinguieron a finales del cretáceo. De pronto los científicos se encontraron con una pista caliente y con una nueva hipótesis que podía ser verificada. Y la ciencia trabaja con hipótesis que pueden ser sometidas a prueba.

15. ¿TERMINÓ CON UNA EXPLOSIÓN?

Cuando Walter Álvarez encontró la pista, estaba buscando otra cosa. Fue uno de esos descubrimientos casuales que salpican los anales de la ciencia.

A partir de 1973, Álvarez y algunos otros colegas acudían cada verano a los Apeninos, en la región de Umbría en el centro del norte de Italia, para estudiar las extraordinarias formaciones de piedra caliza que allí se alzan. La roca está formada por sedimentos de las profundidades del mar acumulados durante un período de ciento cincuenta y cinco millones de años, desde el jurásico hasta el oligoceno, hace treinta millones de años. El mar cedió paso a la tierra firme y hace unos pocos millones de años la roca que se formó en el fondo marino fue alzada en un fenómeno de elevación de montañas para quedar expuesta a la erosión durante millones de años. La naturaleza muestra allí una de sus más bellas creaciones, profundos lechos de piedra caliza rosada que brindaban placer estético mucho antes de que llegara la revelación científica. Durante siglos esta piedra caliza rosada, conocida como *scaglia rossa*, fue la favorita de arquitectos y canteros que la utilizaron en muchos edificios importantes, incluyendo la basílica de San Francisco de Asís. En la garganta Bottaccione, cerca de la ciudad medieval de Gubbio, esa roca caliza destaca de modo particular y es fácilmente accesible. Y fue allí donde Álvarez aplicó su habilidad como geólogo para estudiar una cuestión relacionada con la historia de la Tierra. Los dinosaurios estaban muy lejos de su pensamiento.

Su interés era paleomagnético. Álvarez y sus colegas estaban buscando pruebas en las rocas que sirvieran como evidencia de una inversión en el campo magnético de la Tierra. Querían comparar las inversiones encontradas en

Gubbio con las pruebas de otras inversiones que habían sido detectadas en la corteza de los fondos oceánicos por medio de magnetómetros operados desde los puentes de los buques. Partiendo de esos descubrimientos confiaba en poder desarrollar, tanto en tierra firme como en el mar, un calendario seguro y completo de las fluctuaciones magnéticas en el curso de la historia de la Tierra. Durante sus investigaciones, los geólogos trataban también de relacionar las inversiones de campos magnéticos con la evolución y la extinción de organismos, como mostraba el registro fósil. La piedra caliza de Gubbio es rica en foraminíferos, criaturas diminutas (usualmente microscópicas) cuyas conchas de carbonato de calcio son la materia prima de una gran parte de la piedra caliza del mundo. Con una lupa manual los geólogos pudieron ver la profusión de microorganismos que se abrían camino a través de las capas de piedra arcillosa hasta un punto en el que todos ellos, con excepción de una única especie, desaparecían de modo repentino. Este punto de desaparición de los microorganismos marcaba el límite entre el cretáceo

y el terciario, la era de la extinción masiva.

Se comprobó que ninguna inversión del campo magnético coincidía con las devastaciones ocurridas en el período limítrofe entre el cretáceo y el terciario. Pero donde los organismos desaparecían terminaba también la piedra caliza que era cubierta por una capa de tierra arcillosa de color gris rojizo de uno o dos centímetros de grosor. Esa tierra arcillosa estaba casi completamente desprovista de fósiles. Por encima de ella se prolongaba, de nuevo, la piedra caliza, llena de fósiles. Álvarez se sintió intrigado por la historia que podrían contar aquellas arcillas sobre la extinción de finales del cretáceo.

Álvarez, catedrático asociado de Geología en la Universidad de California, en Berkeley, se llevó consigo algunas muestras de aquella arcilla cuando emprendió el regreso a su casa, en 1977, y describió a su padre lo que había encontrado. Su padre, Luis W. Álvarez era un físico que trabajaba en los Laboratorios Lawrence, en Berkeley, y entre cuyos múltiples honores se incluye un Premio Nobel. Los dos científicos, padre e hijo, se preguntaron asombrados cuántos años podían estar representados por aquella capa arcillosa que separaba dos formaciones de piedra caliza en relación con la vida en la Tierra. Si se conseguía ese conocimiento se podría llegar también a un entendimiento y comprensión de las extinciones del cretáceo-terciario.

El padre, en especial, no podía apartar aquella arcilla de su mente. Luis Álvarez era así. Aunque era un especialista en rayos cósmicos y física nuclear, al parecer era también uno de esos raros científicos que están dispuestos a abrazar nuevas ideas que rápidamente someten a desafío en nuevas zonas de la investigación. Sus intereses se extendían, por ejemplo, sobre un amplio campo de tópicos en arqueología e historia. Para él los relatos del capitán James Cook, explorando el Pacífico, y los de sir Richard Burton, disfrazado de musulmán que arriesgaba su vida para ver la Kaaba en La Meca, fueron fuente de inspiración y excitación. Si Álvarez hubiese nacido en una generación anterior, dijo un colega, se hubiera dedicado a buscar nuevos continentes. Tal y como era se convirtió en un científico y se incorporó a la campaña de búsqueda de los grandes desconocidos del siglo XX. «Para ser ahora un explorador -dijo Richard A. Muller, médico de la facultad de Berkeley, refiriéndose a Álvarez-se necesita ser un científico.»

Volvamos de nuevo al asunto. Se decía de Luis Álvarez que tenía «instintos homicidas» con respecto a problemas sin resolver merecedores de ataque. Aunque no era un geólogo se lanzó de lleno en el problema de la arcilla de Gubbio. Ése era el tipo de investigación que le iba bien. Se describía a sí mismo como un «cazador de choque», un físico subatómico que buscaba «resonancias» o cumbres que destacaran sobre una distribución de los puntos básicos. Cazando choques fue como detectó e identificó los rayos cósmicos, lo que constituía su interés principal.

Fue de ese mismo modo como en cierta ocasión trató de encontrar cámaras de tesoros secretas en las pirámides de Egipto. Los rayos cósmicos son partículas de energía particularmente elevada que llegan a la Tierra procedentes de todas direcciones y cuando penetran en la roca son absorbidos en proporción con la cantidad de roca que atraviesan; si hubiera huecos en el interior de la piedra, una cámara oculta, una mayor concentración de rayos cósmicos hubiera logrado pasar sin ser absorbida. Sometiendo la pirámide a los rayos X, Álvarez confiaba en encontrar tesoros tan ricos como los de la tumba de Tut Anj Amón, el descubrimiento que causó sensación cuando él era un muchacho. Pero su intento no obtuvo éxito. La Gran Pirámide no tenía cámaras ocultas.

La arcilla de Gubbio enfrentó a Álvarez con un nuevo desafío. Lo afrontó como era típico en él: desarrollando nuevos métodos de investigación científica. Concibió un método para medir la

rapidez con que los sedimentos recogidos en el fondo del mar pasan a formar las capas de arcilla. Le recordó a su hijo Walter que dado que el polvo cósmico y el material micrometeorítico caen en el planeta a un ritmo más o menos constante, éste debe dejar una marca química con la cual se podría calcular la duración del período de tiempo en los límites del cretáceo. El material químico extraterrestre es químicamente diferente del que se encuentra en la superficie de la Tierra. El escaso elemento iridio, por ejemplo, es varios miles de veces superior en los meteoritos que en la corteza terrestre. Como el iridio tiene una afinidad por el hierro, como ocurre con otros miembros del grupo de elementos del platino, la mayor parte del iridio original debió de asentarse en el núcleo del planeta conjuntamente con el hierro fundido allí. Así Álvarez decidió medir la cantidad de iridio contenido en la arcilla. Se buscó la colaboración de Frank Asaro y Helen V. Michel, dos químicos nucleares del Lawrence Berkeley Laboratory.

El estudio geoquímico de la arcilla de Gubbio, en el que el equipo de Álvarez estaba buscando iridio o cualquier otra materia extraterrestre reveladora, demostró cantidades tan escasas en la muestra que no podían suponer más de una parte por mil millones. Pero cuando Álvarez vio su primera «muestra» de iridio se dio cuenta de que el experimento para determinar el período de tiempo límite había fracasado, pues encontró en la arcilla mayor cantidad de iridio del que podría esperarse en base a la caída de polvo cósmico o del normal proceso de la Tierra. Por consecuencia, el test no tenía validez como medidor del tiempo.

En 1978, Walter Álvarez regresó a Gubbio para hacerse con una colección más completa de muestras de rocas buscada a 350 metros por debajo de la línea del límite del período. La concentración de iridio que había en ellas se vio que era notablemente constante mientras se iba subiendo en dirección a la franja límite, pero una vez allí aumentaba fuertemente. La capa de arcilla era treinta veces más rica en iridio que los sedimentos que se hallaban directamente por debajo o por encima de ella.

Asaro y Michel le habían facilitado esta sorprendente información. Habían medido el contenido de iridio mediante una técnica conocida como análisis de activación de los neutrones. En este proceso las muestras de la arcilla eran irradiadas por un pequeño reactor de investigación. Los rayos gamma emitidos por las muestras proveían pruebas claras, los «golpes» que Álvarez iba buscando, que identificaban los tipos y cantidades de elementos en el material. Para comprobarlo personalmente, cuando vieron que la cantidad de iridio era anormal, Asaro y Michel analizaron otros veintisiete elementos en la capa limítrofe. No encontraron nada anómalo en sus concentraciones.

Cuando los dos Álvarez, padre e hijo, vieron aquellos resultados comenzaron a interrogarse sobre cuál podría ser su significado. No podían imaginarse que la existencia de una cantidad anómala de iridio fuera una coincidencia, precisamente allí, en la capa correspondiente al límite entre el cretáceo y el terciario, precisamente en el tiempo de la extinción masiva. No podían pensar en ningún proceso de depositación normal como factible explicación de lo que estaban viendo. Estaban seguros de que el iridio en la arcilla de Gubbio tenía que ser un jalón de significativa importancia en la historia de la Tierra.

Límites de las capas cretácea y terciaria en las rocas de Gubbio (Italia).

El equipo que apoyaba la hipótesis del impacto de un asteroide. De izquierda a derecha: Helen V. Michel, Frank Asaro, Walter Álvarez y Luis W. Álvarez.

Walter Álvarez hizo su primer comunicado sobre sus descubrimientos en Gubbio en 1979, en una reunión de la Unión Geofísica Americana, en Washington. Dijo que las pruebas del iridio apoyaban las teorías en favor de que había sido un acontecimiento extraterrestre el que desató en la Tierra los cambios que llevaron a aquella extinción masiva. Al principio él y su padre creyeron que el material llegado a la Tierra procedía de una supernova.

Sin embargo, de regreso a Berkeley, los cuatro científicos realizaron nuevas pruebas y concibieron nuevas ideas en las que creían había suficientes argumentos para rechazar la tesis de la supernova. Calcularon que para que la explosión de una estrella pudiera ser responsable de una cantidad tan grande de iridio tenía que haber estado a una distancia inferior a medio año luz. Sólo existía una posibilidad entre mil millones de que algo así hubiera ocurrido en los últimos quinientos millones de años. La idea de la supernova tuvo otros dos fallos al ser sometida a prueba en el laboratorio. Una supernova debería haber producido una alta concentración de plutonio-244, que hubiera mostrado su presencia en la capa geológica correspondiente al período límite. Y no era así. Asaro y Michel, en sus análisis mediante la activación de los neutrones, descubrieron que los elementos en la arcilla eran demasiado parecidos a los elementos que se dan en el sistema solar como para que procedieran de una supernova. La relación de dos isótopos comunes de iridio hallados en la muestra, iridio-191 e iridio-193, era casi idéntica a la relación hallada en el sistema solar. Hubiera sido esperar demasiado el que el iridio formado en otra estrella, fuera del sistema solar, mostrara las mismas relaciones entre sus isótopos. En vista de ello el equipo de los Álvarez abandonó la idea de la supernova.

Cualquiera que fuera la fuente, si se trataba de una fuente extraterrestre, la intensidad del

iridio parecía ser a nivel mundial como en realidad ocurría. El equipo de los Álvarez examinó muestras conseguidas en Dinamarca y otras de lugares tan alejados como Nueva Zelanda y pudo determinar que las concentraciones de iridio, inusualmente elevadas, estaban presentes siempre en la misma capa geológica con lo que no cabía duda de que se trataba de un fenómeno global.

Finalmente los Álvarez llegaron a la conclusión de que el impacto de un meteorito, de un asteroide grande de al menos diez kilómetros de diámetro ofrecía un «escenario que explicaba la mayor parte, o toda, la evidencia biológica y física» asociada con la capa limítrofe y la extinción masiva. El asteroide, abriéndose paso por la atmósfera a 100.000 kilómetros por hora, pudo haber causado un cráter de 200 kilómetros de anchura y enviar a la estratosfera una nube de polvo que se extendería rápidamente hasta envolver por completo a la Tierra, sumiéndola en la oscuridad. Esto mismo ocurrió, a escala mucho menor, en 1883 después de la erupción de la isla volcán Krakatoa, entre Java y Sumatra. El polvo del volcán oscureció el cielo por todas partes. El fenómeno duró al menos dos años. Antes, en 1815, la erupción aún mayor del monte Tambora, también en las Indias Orientales neerlandesas, envió una nube de polvo que hizo que el año siguiente, 1816, fuera llamado «el año sin verano». Sobre el Estado de Nueva York nevó en junio. Los agricultores perdieron sus cosechas a causa del granizo y las heladas en lugares tan al sur como Virginia. En Bengala se produjo una epidemia de hambre y enfermedades. Un desastre de mucha mayor magnitud tendría que haberse producido como consecuencia del impacto de un asteroide, tal y como lo veía el grupo Álvarez. No cabía duda de que el impacto tendría que haber provocado violentos terremotos y monumentales inundaciones en las costas. Tenía que haber lanzado al espacio un volumen de escombros sesenta veces mayor que la masa del propio asteroide. El polvo procedente de este fenómeno podría haber cambiado el día en noche durante varios años. Sin luz solar cesaría la fotosíntesis, lo que causaría la muerte de las plantas y dislocaría la cadena alimentaria desde su propia raíz. Hubiera sido un desastre sin paliativos. La extinción habría sido la suerte de muchas especies que vivían en la Tierra en el momento de producirse la colisión del asteroide.

Recientes investigaciones astronómicas han dado credibilidad a la hipótesis del asteroide. La mayor parte de los asteroides se desplazan en órbitas a distancia segura de la Tierra, entre Marte y Júpiter, pero algunos se desvían y cruzan la órbita terrestre. A éstos se les llama «objetos Apolo», por el asteroide Apolo que, en 1933, fue el primero de esos cuerpos que cruzaron la órbita terrestre descubierto por los astrónomos. Partiendo de observaciones subsiguientes, Eugene M. Shoemaker, un astrogeólogo del Geological Survey de Estados Unidos, calculó que debían de existir por lo menos setecientos asteroides de la clase Apolo con diámetros superiores a un kilómetro. Además calculó que por término medio uno de esos objetos de diez kilómetros de diámetro chocaría con la Tierra una vez cada cien millones de años. Esto parecía lo más conecto para los propósitos del equipo Álvarez.

De ese modo nació una de las más sorprendentes hipótesis de la ciencia moderna. El equipo Álvarez publicó su primer informe completo, que llevaba el título de «Extraterrestrial Cause for the Cretaceous Tertiary Extintion», en la edición del 6 de junio de 1980 de la revista *Science*. Los autores subrayaban que las anomalías relacionadas con el iridio eran «una directa prueba física de un suceso no usual ocurrido exactamente en el momento de las extinciones en el campo de la masa planctónica». Continuaron declarando: «Ninguna de las hipótesis actuales explica adecuadamente esta evidencia, pero nosotros hemos desarrollado una hipótesis que parece ofrecer una explicación satisfactoria de casi todas las evidencias de que se dispone,

paleontológicas y físicas.»

El informe describía el escenario del asteroide chocando con la Tierra, la nube de polvo envolviendo a ésta y los efectos letales posteriores. La reacción frente a ese informe fue rápida. La prensa popular, que había reaccionado con escepticismo ante el anuncio preliminar de Walter Álvarez, un año antes, proclamó que el nuevo informe era, posiblemente, la solución definitiva al misterio de la extinción del dinosaurio. Había capacidad de atracción en la noción de una causa con una fuente única, una visita devastadora procedente del espacio exterior. El gradualismo puede estar bien aplicado al crecimiento de los niños o al aumento de población de las ciudades, pero en los dinosaurios había algo que proclamaba a gritos un fin repentino y extraordinario de su larga y extraordinaria existencia.

Los científicos en general creyeron que se trataba de un informe excitante que valía la pena considerar. En él, finalmente, había una hipótesis de extinción no sólo plausible sino que, además, podía ser sometida a comprobación. Una hipótesis que puede ser comprobada, para ser rechazada o admitida, es algo importante. Puede ser examinada y confirmada, aceptada como explicación de trabajo en la realidad. Sin embargo, nunca puede demostrarse su verdad por encima de toda duda, puesto que no existe modo de conocer si todos los factores han sido tomados en cuenta. Sin embargo, contrariamente a la especulación que no puede ser sometida a prueba, las hipótesis comprobables son un medio muy eficaz para entender la naturaleza de las cosas; a veces, de cosas que sólo están remotamente relacionadas con cuestiones más inmediatas. Stephen Jay Gould escribió: «Muchos geólogos, entre los que me incluyo, se encontraron ellos mismos en la incómoda postura de considerar las catástrofes extraterrestres como inherentemente plausibles, pero nos afirmamos fuertemente contra ellas porque sabemos que no hay modo de obtener pruebas del origen o la razón de ser de esas catástrofes, incluso aunque sea cierta su existencia. La teoría asteroidal ha cambiado todo eso.»

Como es corriente en la práctica científica, unos y otros se apresuraron a corroborar o a desaprobar la interpretación de Álvarez. La mayor parte de los hallazgos ocurridos seguidamente dieron más fuerza a la hipótesis del impacto del asteroide sobre la Tierra. En el plazo de dos años, los geólogos encontraron esa misma fraila limítrofe, con el mismo contenido de iridio en más de dos docenas de lugares repartidos a lo largo y lo ancho del mundo. El *Glomar Challenger* excavó en los fondos marinos en África del Sur y extrajo muestras que contenían la capa de arcilla con un contenido anormal de iridio. Charles J. Orth, del Laboratorio Nacional de Los Álamos, informó que la capa de arcilla en Ratón Basin, en el nordeste de Nueva México, tenía también la mencionada anormalidad en su contenido de iridio, que por vez primera allí se encontró en sedimentos que no se habían originado en el fondo del mar. Estaba claro que la anormalidad del iridio en esa capa geológica era un fenómeno global. Otros científicos, Ramachandran Ganapathy, de la J. T. Baker Chemical Company, examinó arcilla de Dinamarca y vio que, junto al iridio, otros ocho elementos se daban en proporciones similares a las que aparecen en un meteorito típico.

Después se consiguió otra importante prueba. Un asteroide que chocara con la Tierra debería haber fundido la roca y despedir gotas del material fundido, esférulas, por todas partes. Jan Smit del Instituto Geológico de la Universidad de Amsterdam, fue el primero en encontrar esas esférulas en muestras de la arcilla limítrofe procedentes de España. Después se hicieron descubrimientos semejantes por todas partes. La cristalización de las esférulas sugería que éstas se habían formado durante un proceso de fundición. Su composición y su gran tamaño (demasiado

grandes para un transporte atmosférico generalizado), sugerían que presumiblemente no eran volcánicas. Resulta muy interesante que, en muchos casos, las esférulas contenían una alta concentración de iridio.

Algunos científicos que aceptaron la hipótesis del impacto, todavía no estaban preparados para creer que el agresor hubiera sido un asteroide. Se mantenían aferrados a la idea de la colisión con un cometa, pero no contaban con muchos argumentos en que apoyarse. Era demasiado poco lo que se conocía de la composición química de los cometas. Dado que éstos son objetos de baja densidad, con una gran parte de hielo, el cuerpo que chocara con la Tierra -de ser un cometa-hubiera tenido que ser fantásticamente grande para haber dejado una tarjeta de presentación tan clara con su iridio. Pero pese a eso la idea del cometa volvería a adquirir vida posteriormente.

Desde luego había muchos escépticos y algunos de ellos querían saber cómo era que el impacto del asteroide no había dejado un cráter conocido. Walter Álvarez comentó que nada le gustaría más que encontrar un cráter que pudiera ser el de su asteroide. Pero hasta ahora sólo se conocen tres cráteres de más de cien kilómetros de diámetro. Dos de ellos son precámbricos y, por lo tanto, demasiado antiguos; el otro es demasiado joven. Es más que probable, si tenemos en cuenta que más de las dos terceras partes de la Tierra están cubiertas por los océanos, que el asteroide hubiera caído en el agua, por lo que el cráter puede pasar desapercibido o haber sido probablemente modificado por la erosión hasta tal punto de resultar irreconocible. También puede haberse deslizado hasta quedar oculto a la vista bajo los continentes, como consecuencia de la dinámica de las placas tectónicas en el curso de los últimos sesenta y cinco millones de años. De acuerdo con el ritmo de extensión del suelo marino, aproximadamente la mitad del fondo marino del cretáceo habría desaparecido, probablemente en la capa terrestre, cuando se formó un nuevo suelo marino.

Tanto para los escépticos como para sus seguidores, la hipótesis del choque con un asteroide añadió un fresco fermento al estudio de la extinción y de la evolución. En octubre de 1981, unas ciento veinte personas que representaban los más distintos aspectos de la ciencia -astrogeólogos, físicos atmosféricos, geofísicos, especialistas en oceanografía, climatólogos, paleontólogos, biólogos y bioestratografistas-se reunieron durante cuatro días en Snowbird un balneario de Utah, para discutir lo que sabían o pensaban, así como sobre lo que no sabían pero que creían debían conocer con relación a la anormalidad del contenido de iridio y los efectos de los grandes impactos sobre la vida en el planeta. Pese a su nombre -«Conference on Large Body Impacts and Terrestrial Evolution: Geological, Climatological and Biological Implications»[12]- la reunión gravitó, como todo el mundo sabía que iba a ocurrir, hacia la cuestión que principalmente estaba en las mentes de todos: ¿cuál era la fuerza real que tenía la hipótesis del choque con un asteroide presentada por el equipo Álvarez?

Walter Álvarez siguió apoyándose firmemente en la cuestión del iridio. Era algo innegable su presencia en las capas arcillosas. Informó de que el número de lugares donde se había detectado esa anormalidad era de treinta y seis, aunque había tenido que retirar, «con cierto embarazo», una muestra adicional de la que había informado recientemente. Los resultados de las pruebas no eran reprodúceles y por lo tanto tampoco podían ser autentificados. En aquel caso el iridio podría deberse a la contaminación por el anillo de boda de uno de los técnicos que manejó la muestra. El anillo era de platino y el platino utilizado en joyería contiene sobre un diez por ciento de iridio.

Otras investigaciones, informó Álvarez, mostraban que las capas de Gubbio, y cuando menos otras tres más, habían sido depositadas dentro del mismo período paleomagnético, un tiempo de polaridad invertida. (En este caso Álvarez estaba volviendo al trabajo que lo había llevado a Italia en primer lugar.) Las otras muestras o bien no habían sido analizadas todavía o se estaban resistiendo a los análisis debido a que se encontraban en sedimentos que no dejaban una clara huella dactilar magnética. El establecimiento de una zona de tiempo común en todas las capas de arcilla del período limítrofe daría mayor fuerza a la hipótesis de que las extinciones de finales del cretáceo habían ocurrido simultáneamente en todo el mundo y que las capas de arcilla ricas en iridio servían para implicar como causante de ellas al impacto producido sobre la Tierra por un asteroide. Incluso sin una clara huella magnética, arguyo Álvarez, la anormalidad del iridio, si la hipótesis del impacto era correcta, serviría en sí misma como un marcador del tiempo de gran precisión a nivel mundial. Otros, sin embargo, no se mostraron dispuestos a aceptarlo así.

Álvarez encontró un serio desafío a su hipótesis en la primera mañana de la reunión de Snowbird. Owen B. Toon, del Centro de Investigaciones Ames de la NASA, preguntó por qué razón el polvo procedente del impacto tenía que permanecer en la estratosfera todo el tiempo que Álvarez presumía. El equipo de Álvarez hablaba de una permanencia de tres años, basándose en los informes obtenidos tras la erupción de Krakatoa, presumiendo así una dramática puesta de sol que se prolongaría durante todo ese tiempo. Toon, basándose en los nuevos conocimientos sobre el comportamiento de los aerosoles, consideraba más probable que el polvo de la erupción del Krakatoa desapareciera en unos tres meses. No fue el polvo sino los gases sulfurosos volcánicos los que crearon la espesa niebla, que produjo la persistente oscuridad posterior a la erupción al no permitir el paso de los rayos solares. Incluso si el impacto del asteroide hubiera producido una emisión de volúmenes de polvo mucho mayores que fueron lanzados al cielo, continuaba Toon, lo máximo que pudo durar la oscuridad sería entre tres y seis meses. Las diminutas partículas que aún permanecieran en el aire y fueran transportadas por los vientos durante dos años, tenderían a coagularse formando partículas mayores lo suficientemente grandes como para caer a un ritmo mucho más rápido.

El argumento de Toon exponía una debilidad potencial de la hipótesis. En la actualidad se piensa en la posibilidad de que el polvo levantado por el impacto no pudiera permanecer en la estratosfera el tiempo suficiente para que los vientos lo distribuyeran por todas las latitudes, de un hemisferio a otro. Las experiencias obtenidas con las partículas de las pruebas de las bombas de hidrógeno realizadas en la década de los cincuenta mostraron que se necesita aproximadamente un año para que las partículas en suspensión se trasladen del hemisferio norte al hemisferio sur. ¿Cómo, pues, pudo el impacto con el asteroide causar una oscuridad global? Luis Álvarez recordaría más tarde: «Nos sentimos angustiosamente preocupados, excepto por un hecho que nos daba ánimos: habíamos visto ya la capa de iridio por todos los lugares del mundo, por lo tanto tenía que haber un mecanismo transportador.»

Al día siguiente, dos grupos de científicos de Los Álamos y del Instituto de Tecnología de California llegaron a rescatar a los Álvarez. Informaron de cálculos realizados con ordenador durante la noche que probaban que el polvo del impacto pudo extenderse no debido a los vientos estratosféricos sino por un mecanismo mucho más rápido: la balística. Es posible que el material entrara en órbita balística, como diminutos satélites o misiles, y de ese modo se extenderían por toda la Tierra en cuestión de horas. De acuerdo con esos cálculos, la energía necesaria para propulsar las partículas en trayectorias balísticas procedería de los vientos supercalentados

generados por la bola de fuego creada por el asteroide al impactar con la Tierra.

Con ello, el equipo Álvarez no sólo disponía de un mecanismo de transporte plausible para llevar el polvo a todos los lugares de la Tierra sino que también la revisión que reducía la duración de la hipotética oscuridad de tres años a poco más de tres meses llegó como un descanso a los paleontólogos que asistían a la conferencia. Lo que les preocupaba, y aún ahora sigue preocupando hasta cierto punto, es que el registro fósil no apoya de modo absoluto el hecho de que una catástrofe repentina y aniquiladora ocurriera simultáneamente en la tierra y en el mar. Una oscuridad de tres años debería haber causado mayores estragos que los testificados por los fósiles. Leo J. Hickey, director del Museo Peabody de Yale y amigo de Walter Álvarez desde sus tiempos de estudiantes, acaba de publicar en *Nature* un informe altamente crítico en el que dice que «los niveles de extinción y diversidad geográficamente desiguales y los generalmente moderados cambios en la flora terrestre» parecen contradecir las hipótesis de grandes catástrofes. Hickey, un paleobotánico, arguye que las plantas tropicales, las menos resistentes a la oscuridad prolongada y al frío resultante, salieron de la etapa de extinción en mejor estado que otras plantas más nórdicas. Cuando oyó hablar del cálculo revisado de Toon, Hickey concedió que las plantas tropicales tal vez pudieron estar en condiciones de sobrevivir a unos pocos meses de oscuridad..

Además, una oscuridad de tres meses hacía más fácil de explicar el hecho de que las extinciones fueron, aparentemente, más repentinas y extensas en el mar que en la tierra o en las aguas dulces interiores. David H. Milne, del Evergreen College State del Estado de Washington, y Christopher P. McKay, de la Universidad de Colorado, presentaron cálculos según los cuales la microfauna de los mares modernos consumiría su reserva alimenticia entre diez y den días a partir del comienzo de un oscurecimiento capaz de producir, aproximadamente, el grado de extinción en el plancton oceánico que se observa en el registro de los fósiles, mientras que ese mismo período de oscuridad sólo causaría disturbios ligeros a las plantas y los animales terrestres.

La noción de una oscuridad más breve atraía a los paleontólogos porque ofrecía «un medio de separar las extinciones marinas y terrestres», informó Richard A. Kerr, un periodista científico en un artículo sobre la citada conferencia que fue publicado en *Science.* «Los geoquímicos y los científicos planetarios pueden tener su impacto -dijo-, y los paleontólogos pueden tener, igualmente, su gradual extinción en tierra firme.» Esto aplazaba pero no ponía fin al debate sobre si el impacto, en el caso de que hubiese ocurrido, fue la causa de la extinción masiva.

Al menos un científico, Michael R. Rampino, del Instituto Goddard de Estudios Espaciales de la NASA, propuso algunas causas menos catastróficas para explicar las anomalías del iridio. Era posible que un cambio químico en el agua del mar alterara los ritmos de sedimentación de otros elementos, causando así una anormal concentración de iridio. Rampino hizo notar, poniéndolas como ejemplo, las notables anormalidades del iridio en los nodulos de manganeso encontrados en el fondo de los mares. Pero lo cierto es que cambios en el mecanismo químico del agua no podían explicar el iridio descubierto por Orth en las arcillas terrestres de Nuevo México. Como una nota de precaución, Karl K. Turekian, un geoquímico de Yale, previno contra la aceptación prematura de la tesis de la procedencia extraterrestre del iridio. Observó que la naturaleza, «tiene un modo de concentrar elementos por los más notables caminos».

Incluso así, la reunión en Snowbird terminó con un consenso sobre el iridio. Muchos participantes creyeron que los datos de Álvarez sobre las anomalías del iridio resultaban casi completamente irrefutables. Pensaban que probablemente se produjo el impacto de un gran cuerpo celeste hacia finales del cretáceo. Pero se detuvieron antes de declarar su apoyo al escenario de

la extinción que formaba parte de la hipótesis de los Álvarez. Las pruebas en ese punto no eran concluyentes. Walter Álvarez parecía dispuesto a reconocer que el impacto, aun cuando se estableciera su existencia más allá de toda duda, podría no responder a todas las cuestiones relacionadas con la muerte masiva. En la conclusión de su informe, publicado un año más tarde en los anales de la conferencia de Snowbird, Álvarez dijo: «La concordancia de resultados apoya la sugestión de que la oscuridad fue, al menos, un factor contribuyente en las extinciones masivas del cretáceo terciario.» No afirmaba que la oscuridad fuera *el* factor, sino un factor.

Su padre, por el contrario, se mostraba más ferviente en defensa de sus hipótesis. Parecía genuinamente intrigado y herido por la conducta de aquellos que continuaban expresando sus dudas. En abril de 1982, en una extensa y emotiva presentación ante la Academia Nacional de Ciencias de Washington, Luis Álvarez declaró: «Creo que los dos primeros puntos -que el asteroide chocó y que el impacto desencadenó la extinción de gran parte de la vida en el mar-ya no eran puntos debatibles. Ahora ya casi todo el mundo creía en ellos. Pero siempre hay quien disiente. Creo que hay hasta un famoso geólogo norteamericano que no cree en las placas tectónicas ni en el desplazamiento de los continentes.» Pero concedía que el tercer punto, que el impacto tuviera algo que ver con la extinción de los dinosaurios y la flora terrestre, «es cuestión más abierta al debate, aunque yo creo definitivamente que fue así».

Luis Álvarez, a continuación, analizó cuatro «mecanismos causantes de muerte», provocados por el impacto, que podían haber contribuido a la extinción. En primer lugar estaba la oscuridad global de tres a seis meses de duración que detuvo la fotosíntesis. «Tengo confianza -dijo-de que es lo único que necesitamos para explicar las extinciones catastróficas en los océanos.» Un segundo «mecanismo de muerte», continuó, era «el efecto invernadero». Como habían sugerido muchos científicos, un impacto en el océano podría haber introducido en el cielo una enorme cantidad de vapor, que actuando como una especie de tapadera sobre la Tierra apresaría el calor. Los científicos calculan que el resultado, en el transcurso de pocos meses, podría haber significado un aumento de diez grados sobre las temperaturas globales, lo suficiente para causar la muerte a muchos animales terrestres. Un tercer mecanismo, sugerido por Toon, podría haber producido efectos catastróficos debido a un fenómeno inverso, un enfriamiento global. En el período de oscuridad, las temperaturas globales podrían haber bajado dieciocho grados y mantenerse a esos niveles durante seis a nueve meses, tiempo suficiente para acabar con la mayor parte de los animales incapaces de hibernar. Un cuarto mecanismo de muerte se basaba en la posibilidad de que la bola de fuego de los impactos hubiera producido tan gran cantidad de energía radiante que las enormes cantidades del nitrógeno existente en la atmósfera se hubieran convertido en óxido de nitrógeno. El resultado hubiera sido una lluvia ácida mortal a ámbito mundial.

Luis Álvarez, al defender su caso ante la Academia Nacional, dijo: «Creo que las posibilidades son que todos estos cuatro escenarios contribuyeron en parte en las diversas extinciones y que significaría el trabajo de toda una vida, para todos aquellos que desearan desentrañar a fondo todas estas cosas.»

Los paleontólogos, inspirados por las pistas halladas en la arcilla y la subsecuente discusión, volvieron a su trabajo al aire libre, para ver qué había en todo aquello y cómo podían aclararse las cosas. Ahora ya tenían una hipótesis que comprobar, lo cual equivale a decir que podían enfrentarse a la cuestión de la extinción masiva que acabó con los dinosaurios con la razonable esperanza de poder hallar una respuesta por medios científicos. Los Álvarez podían

tener razón, o al menos una parte de razón. Pero algunos paleontólogos se mostraban francamente escépticos, lo cual desconcertaba a Luis Álvarez que se quejaba: «La verdad es, simplemente, que no comprendo por qué algunos paleontólogos, gentes que se han informado de todo sobre las extinciones, y sin cuyos esfuerzos aunados jamás hubiéramos llegado a ver a un dinosaurio en los museos-ahora parecen empeñados en negarlo todo, incluso que hubiera una extinción catastrófica. Cuando nosotros continuamos exponiendo nuestras ideas y decimos: "Ésta es la forma como nosotros creemos que se produjo la extinción", algunos de esos científicos responden: "¿De qué extinción están hablando? Nosotros no creemos que hubiera nunca una extinción repentina. Los dinosaurios simplemente se extinguieron por causas en absoluto relacionadas con su asteroide."»

Pero los paleontólogos querían echar otra mirada a los fósiles en y cerca de la capa limítrofe. Creían que los fósiles podrían contarles una historia más compleja y en cierto modo distinta sobre el destino final de los dinosaurios.

16. ¿TERMINÓ CON UN GEMIDO?

No hay nada mejor que una hipótesis nueva y audaz para galvanizar a los científicos, hacerlos reaccionar y después ponerlos en acción. Algunos de ellos respondieron a la hipótesis del asteroide como si Georges Cuvier hubiese vuelto a la vida, alzando de nuevo la bandera del catastrofismo, y amenazara con echar por la borda la sabiduría convencional de última hora del gradualismo en todos los temas geológicos. Los científicos, como seres humanos que son, tienen también sus prejuicios, y uno de los más arraigados en la geología y la paleontología es la creencia en el gradualismo. Las rocas y los fósiles hablan a los geólogos y a los paleontólogos de cambios ocurridos lentamente a lo largo de inmensos períodos de tiempo, del legado de Hutton y Lyell. Las lentes de sus mentes resuelven el tiempo del pasado en una cuenta de millones de años, una escala de tiempo en la que raramente pueden acomodarse los episodios de cambios súbitos y repentinos.

En la actualidad muchos geólogos se inclinan a elaborar filosofías de trabajo que permitan una mezcla de gradualismo y catastrofismo. Ven las pruebas de las extinciones masivas y el potencial para el cambio global, motivados por la movilidad de la corteza terrestre, las glaciaciones de la más reciente Era Glacial y las enormes inundaciones que variaron enormemente el paisaje. Catástrofes, aunque no exactamente del tipo de las imaginadas por Cuvier, sucedieron realmente. Pero incluso así, la mayor parte de los paleontólogos y muchos geólogos se mostraron extremadamente reluctantes a aceptar una teoría que invocaba un acontecimiento tan singular como el choque con un gran meteorito o un cometa, que se estrellaran sobre la Tierra procedentes del espacio exterior. La cosa era demasiado simple, demasiado clara.

Sin embargo, no hubo una negación de los datos del iridio, presentes en las capas limítrofes en Gubbio y en docenas de otros lugares a lo largo y lo ancho del mundo. Leo Hickey, que al principio se había mostrado escéptico, acabó por aceptar la «realidad física» del impacto. «En estos momentos la evidencia geoquímica es abrumadora», dijo en 1983, indicando de modo particular un test independiente realizado por dos colegas de Yale que dieron un nuevo impulso a la hipótesis. Jean-Marc Luck y Karl Turekian determinaron que la relación de dos isótopos de osmio encontrados en la capa limítrofe -osmio-187 y osmio-186- era más parecida a la que se daba en materiales extraterrestres que la que se da en la corteza de la Tierra. Reconocieron que las erupciones volcánicas podían ser responsables de las relaciones poco corrientes del osmio, pero añadió que una erupción de la magnitud necesaria para depositar las cantidades de osmio

que ellos habían encontrado «sería menos probable que un gran impacto».

Si los científicos querían echar por tierra esta hipótesis debían hacer uso de algo más sólido que sus prejuicios profesionales en favor del gradualismo. Comenzaron a replantear sus premisas, a reexaminar lo que sabían o lo que sólo creían que sabían, para buscar mayores conocimientos y pruebas con respecto al tiempo en que perecieron los dinosaurios. Algunos de los paleontólogos, como Hickey, aunque concedían la posibilidad de que se hubiese producido un impacto devastador hace sesenta y cinco millones de años, ponían en tela de juicio que pudiera haber sido responsable de todas o de la mayor parte de las consecuencias biológicas que el registro fósil revelaba sin lugar a dudas. Los Álvarez podrían tener razón en lo del impacto, pero no en sus consecuencias ni en su exposición de cómo había provocado las extinciones masivas. El registro de los fósiles no parecía apoyar tal presuposición.

En primer lugar estaba el problema que asombraba a los científicos desde hacía ya mucho tiempo. La lista de las plantas y animales que murieron y desaparecieron en la extinción final del cretáceo y de aquellos otros que habían sobrevivido no presentaba un modelo básico. Algunas especies de plancton marino fueron devastadas, pero los organismos de agua dulce no fueron afectados casi en absoluto. Las plantas terrestres de América del Norte sufrieron grandemente, pero no les ocurrió la mismo a las plantas tropicales. Los pterosaurios perecieron, pero no así las aves. La mayor parte de los marsupiales desaparecieron, pero poco les sucedió a sus otros compañeros mamíferos, los placentales y multituberculados. Los ammonites fueron barridos, pero no su pariente el calamar. Los dinosaurios también desaparecieron, pero no sus compañeros, los arcosaurios o los cocodrilos. El tamaño tampoco era un indicador fiable. Algunos pequeños dinosaurios desaparecieron y sin embargo sus compañeros reptiles de tamaño comparable, como el camptosaurio, mantuvieron su presencia. Mamíferos pequeños -los únicos mamíferos que se encontraban dentro del margen entre las musarañas y los perros más pequeños-se contaban entre los supervivientes, pero no escaparon sin ser afectados. Las extinciones fueron desde luego muy grandes en el reino animal, lo que invalidaría las muchas teorías que atribuían la desaparición del dinosaurio a sus propias supuestas deficiencias. Pero las extinciones fueron altamente selectivas, lo cual hace dudoso el que se debieran a una sola causa.

Los que se oponen a la teoría del impacto señalan otro aspecto desconcertante del registro fósil. Muchas de las especies afectadas estaban ya aparentemente en decadencia, o habían muerto ya en gran número antes de la supuesta catástrofe. Esto cuestionaba cualquier idea de una extinción instantánea del tipo propuesto por los Álvarez.

A partir de sus estudios sobre organismos marinos, por ejemplo, Erle G. Kauffman, de la Universidad de Colorado, descubrió que aproximadamente el setenta y cinco por ciento de los grupos «estaban ya en decadencia evolutiva» a finales del cretáceo. Basaba esto en la longevidad de los grupos, su abundancia o sus modelos de diversificación. «Incluso a finales del cretáceo -dijo Kauffman-sólo algunas especies de plancton de aguas cálidas desaparecieron repentinamente y de modo completo. Muchas de las otras víctimas venían ya declinando en número y diversidad durante un período de entre dos miñones y cinco millones de años antes de que se produjera la extinción, lo cual me hace pensar que las extinciones podrían ser causadas por un cambio gradual del nivel del mar, de las corrientes y del clima. No quiero eliminar por completo a un meteorito o a un colapso ecológico como golpe final, pero ésa no fue la causa.»

Aparentemente los dinosaurios parecían encontrarse entre las especies que estaban en decadencia. Thomas J. M. Schopf, de la Universidad de Chicago, cita pruebas de que para finales

del cretáceo los dinosaurios habían desaparecido ya en América del Sur, en el sur de Europa y, quizá, también en el norte de Europa. Sin embargo sobrevivían, y en número abundante, solamente en las regiones occidentales de Norteamérica y allí también había ya claros signos del declinar de su especie. Al menos treinta y seis géneros de dinosaurios vivían en Norteamérica unos once millones de años antes del fin del cretáceo. El número descendió a quince o diecisiete -incluyendo entre ellos los notables *Tyrannosaurus* y *Triceratops*- durante el último millón de años, más o menos.

Sin embargo, Dale Russell cree que la evidencia de su declive era más aparente que real. Las estimaciones más altas de los dinosaurios en las primeras fases del cretáceo, dijo Russell, estaban basadas en la recuperación de un número mayor de especímenes. Si se hubiera conseguido un número igual de especímenes a finales del cretáceo, argüía, el resultado sería un censo más fidedigno que probablemente revelaría que no existió ese declinar de la prosperidad del dinosaurio. En su opinión, los paleontólogos no habían hecho un trabajo a fondo buscando dinosaurios de finales del cretáceo. Pero en las ideas de Russell había un punto que muchos científicos se sentían poco inclinados a aceptar. Éstos alegaban que se había realizado un trabajo igualmente intensivo en los sedimentos superiores del cretáceo que en los más inferiores y sin embargo el primero había producido menos especímenes. Y como no había ninguna razón que los indujera a pensar que los dinosaurios se fosilizaban con mayores dificultades en el cretáceo final que en otros períodos, llegaban a la conclusión, según dijo Schopf, de que la muerte de los géneros «podía ser una reflexión razonable de la diversidad genérica del dinosaurio en aquellos días».

Para muchos científicos las implicaciones quedaban claras. La vida hacia finales del cretáceo estaba sometida a un gran estrés. Es posible que se hubiera producido algún acontecimiento catastrófico, especialmente en la época de las extinciones marinas masivas. Este acontecimiento puede haber dado el golpe de gracia a otras especies cuya fortaleza estaba ya mermada. Pero algo distinto tuvo que haber ocurrido de modo gradual y acumulativo, durante las decenas o cientos o miles de años que llevaron a la frontera límite entre el cretáceo y el terciario. Las extinciones pueden haber sido muy extendidas, pero parece imposible probar que fueran contemporáneas.

Si Walter Álvarez y su equipo anduvieron en las arcillas de Gubbio en busca de pruebas que apoyaran su hipótesis, los escépticos contemplaron con renovado interés los sedimentos del este de Montana. La mayor parte de lo que se sabe sobre la vida y la muerte en el límite entre el cretáceo y el terciario se había basado en los fósiles marinos de las rocas del norte de Europa, gran parte de la cual era entonces un fondo marino. El único registro razonablemente completo del cambio en la vida no marina antes, durante y después de ese límite está en las tierras yermas de Montana, en Hell Creek, al sur de la presa Fort Peck del río Missouri.

Los recuerdos de la Tierra sobre el tiempo pasado y la vida desaparecida están expuestos en Hell Creek, en sus barrancos, gargantas y torrenteras causados por la erosión, y en las escarpadas pendientes. Varios cientos de metros más abajo está la capa de barro grisáceo conocida como la Bearpaw Shale, que contiene fósiles de invertebrados y vertebrados depositados allí cuando aquel lugar fue el fondo del gran mar interior que antaño dividió Norteamérica y favoreció a la región con un clima semitropical. Sobre la Bearpaw están las colinas arcillosas de Fox, sedimentos de las playas, lagunas e islas que servían de barrera en los tiempos en que aquel lugar era la orilla de un mar en regresión. Aún más arriba, en la exposición más accesible a los picos

de los paleontólogos, está la formación gris oscura de Hell Creek. Se trata de un grueso sedimento depositado allí por los ríos que solían discurrir hacia el este en lo que en la actualidad son los Estados de Idaho y Nevada, cruzando una amplia llanura de aluviones. Durante la época final del cretáceo las tierras que se extienden desde Alberta a Nuevo México eran al parecer una extensa franja de tierras de aluvión limitadas al oeste por las Montañas Rocosas, que emergían lentamente, y por el este por la línea costera del mar interior que retrocedía. Esos ríos cruzaron las llanuras durante al menos dos millones o tres millones de años del cretáceo y siguieron haciéndolo hasta bien entrado el terciario. En los sedimentos, hoy transformados en rocas de aluvión y piedra caliza, descansan los restos de pequeños mamíferos, sapos, salamandras, lagartos, peces, tiburones, aves y dinosaurios. Bamum Brown extrajo de esta formación, en los bancos de Hell Creek, el primer esqueleto de *Tyrannosaurus*. En aquellos lugares abundan los huesos del *Triceratops*. Los científicos sospechan que en aquellas llanuras, o quizá un poco más al sur, fue donde los dinosaurios tuvieron su último hogar en la Tierra después de la desaparición del mar epicontinental.

El límite cretáceo-terciario, o lo que aquí fue llamado el límite durante mucho tiempo, forma una inconfundible veta de carbón de baja calidad que corre a lo largo entre la parte superior de la formación de Hell Creek, del cretáceo, y la base de la formación Tullock del terciario. Los geólogos especializados en minería lo llaman carbón «lower Z». En esa franja carbonífera y por encima de ella no se ha encontrado nunca ni un solo hueso de dinosaurio. Y si no había dinosaurios, no podía ser cretáceo. Esta ruda medida del tiempo les pareció adecuada a los paleontólogos y geólogos, hasta que tuvieron que enfrentarse con la hipótesis del impacto y buscar su confirmación o su rechazo.

William A. Clemens, que había trabajado en Hell Creek y su zona durante muchos veranos, regresó allí después de que la hipótesis del impacto hubo ganado amplia publicidad. Quiso ver si podía encontrar el enriquecimiento de iridio. Si lo hallaba estaba decidido a determinar dónde se encontraba en relación con los últimos huesos de dinosaurio. Clemens, en su calidad de profesor de paleontología en la Universidad de California en Berkeley, era colega de Walter Álvarez. Pero siempre se mostró escéptico sobre la hipótesis de la colisión de Álvarez. Las discusiones entre éste y Clemens se centraron de manera esencial en lo que veían los geólogos que los paleontólogos no llegaban a ver.

William A. Clemens, con las yermas tierras de Hell Creek al fondo.

Clemens y su equipo encontraron, ciertamente, la capa con el enriquecimiento del iridio en cuatro lugares distintos en la zona de Hell Creek. La capa no tenía más que unos cuantos centímetros de grosor y se encontraba siempre inmediatamente debajo o en el carbón «lower Z». Esto marcó un buen hito para exploraciones sucesivas. Una de las líneas de investigación condujo al descubrimiento de un corte agudo en el polen fosilizado en la capa límite de Hell Creek, que indicaba claramente una repentina alteración en la vida de las plantas.

Pero no estaba claro que lo ocurrido tuviera algo que ver con la extinción del dinosaurio. Clemens encontró que los últimos restos de dinosaurio yacían a tres metros como mínimo por debajo de la capa límite. De esta evidencia podía deducirse que los dinosaurios se habían extinguido miles de años antes del supuesto impacto del asteroide. Esto era cierto no sólo en Hell Creek sino también en otras zonas de Montana, tan al norte como Alberta y tan al sur como Wyoming. Los últimos huesos de dinosaurios estaban muy por debajo de la zona de los cambios en la flora que se encontraron en el límite cretáceo-terciario.

«Ésta es la razón por la que me mantengo firme -explicó Clemens mientras realizaba su trabajo sobre el terreno en 1983-. Hay que estar en posesión de algo más que de pruebas circunstanciales para demostrar la hipótesis del asteroide. En estos momentos el punto más débil de la hipótesis es que los efectos físicos de un impacto de asteroide no parecen explicar el cambio biológico que estábamos viendo, o que no veíamos. No cabía duda de que se trataba de una época de extinciones, pero tratamos de concederle excesiva importancia debido a nuestros sentimientos por los dinosaurios.»

En su investigación Clemens examinó el catálogo de la vida a finales del cretáceo y no sólo de los dinosaurios y prestó mayor atención a esos significativos supervivientes de la extinción masiva, a los mamíferos. Para ese fin, los minúsculos especímenes de polen, tan resistentes a la degeneración y por lo tanto los primeros candidatos a la fosilización, y los dientes y los huesos pequeños de los mamíferos destinados a heredar el dominio de 1a Tierra fueron más buscados que un fémur de *Triceratops*. Esos nuevos caminos de los cazadores de dinosaurios sorprendieron a los habitantes de Jordán, un pequeño pueblo apartado cerca de Hell Creek. Habían visto cómo los grupos de paleontólogos llegaban y se marchaban durante años y lustros; habían aprendido a distinguir las diferencias entre una piedra pequeña y un coprolito, y también tenían idea del significado de los grandes fósiles encontrados en sus haciendas. Una noche, en el bar de Hell Creek, Sonny Olson, hablando bajo un sombrero de cowboy, preguntó: «¿Qué busca esta gente por aquí? Yo puedo guiarlos hasta donde podrían encontrar tantos dinosaurios como quisieran y con facilidad.»

Clemens se iba dando cuenta de que las nuevas excavaciones estaban aportando pruebas de cambios biológicos profundos que no se correspondían necesariamente con los supuestos efectos de una catástrofe repentina. Las exploraciones de David Archibald, un ex estudiante de Clemens durante su licenciatura, que en esos días estudiaba en la Universidad Estatal de San Diego, descubrió fragmentos de treinta especies de mamíferos en la formación Hell Creek al este de Montana. Un diente pequeño o un fragmento de un hueso delicado eran, corrientemente, la pista más preciada. La búsqueda de tales fragmentos hubiese sido un ejercicio frustrante de no haber sido por el equivalente paleontológico del peine de dientes finos, la criba de agua. Lo mismo que el buscador de oro, los paleontólogos se valían de cajones con una fina tela metálica en el fondo. Los paleontólogos procedían a lo que llamaban el lavado, es decir, colocaban un montón de tierra y fango en su amero, los extendían sobre la tela metálica fina y sumergían sus cajones en el agua

de un río o de un lago. Las aguas disolvían las arcillas, las separaban y se llevaban la arena y el yeso dejando en el interior sólo los guijarros y los posibles huesos o dientes fósiles. Algunos de los fósiles encontrados eran tan pequeños que sólo podían ser examinados con un microscopio de baja potencia. Un trabajo tedioso y muy distinto de la búsqueda de los normales cazadores de dinosaurios que sólo parecen tener ojos para los grandes huesos, pero tiene sus recompensas. Las pequeñas especies de mamíferos que Archibald identificó ampliamente de este modo pertenecían a un orden ya extinguido de animales semejantes a los roedores (los multituberculados), tres familias de marsupiales parecidos a la zarigüeya (la actual zarigüeya, que es un animal nocturno, proviene de la más venerable de las genealogías de los mamíferos existentes) y varias familias de criaturas insectívoras. Eso era todo lo que los mamíferos habían evolucionado después de su transición a partir de los reptiles mamiferoides, los terápsidos. Todas aquellas criaturas eran pequeñas y, presumiblemente, representativas de la vida de los mamíferos en las llanuras de aluvión occidentales de aquel tiempo.

Más sorprendentes fueron los resultados de las búsquedas parecidas llevadas a cabo en niveles más altos de la formación Hell Creek en tomo a Bug Creek, también en el área de la presa de Fort Peck. Robert E. Sloan, de la Universidad de Minesota, y Leigh A. Van Valen, de la Universidad de Chicago, encontraron allí fósiles de mamíferos que hasta entonces no se sabía que hubieran existido en el cretáceo. Fueron ayudados en sus descubrimientos por las hormigas cuyos hormigueros alcanzan en esa región una altura que a nivel de las hormigas equivaldrían a las cumbres del Himalaya para el hombre. Como John Bell Hatcher observó un siglo antes, las hormigas tienen muy buenos ojos para los huesos pequeños que recogían y depositaban en sus hormigueros. Como premio, una secuencia de sedimentos en los que trabajaban Sloan y Van Valen, fue bautizada con el nombre de Bug Creek Anthills (Hormigueros de Hell Creek). Entre los miles de dientes y fragmentos de mandíbula que recogieron, los científicos identificaron especímenes relacionados más próximamente con los mamíferos del paleoceno, la primera época del terciario, que con los del cretáceo. Algunos eran multituberculados de una etapa evolutiva más avanzada que la de sus parientes del cretáceo. Otros eran diminutos antepasados de los ungulados. Los antepasados del caballo, de la vaca y del cerdo, aún tenían que desarrollar sus patas de casco y por eso se les dio el nombre de protungulados, pero pese a ello no dejó de ser una sorpresa encontrarlos viviendo con los dinosaurios. Anteriormente se creyó que eran animales estrictamente del paleoceno.

La ausencia de huesos de dinosaurio justamente bajo la capa geológica limite, y la aparente proliferación de mamíferos en los mismos sedimentos, les dio a los gradúalistas su argumento más poderoso contra la hipótesis de los Álvarez de las extinciones masivas repentinas. Una capa ecológica de importancia que producía cambios evolutivos característicos, como parecía, se puso en marcha antes de finales del cretáceo. Cuando los dinosaurios iban perdiendo su posición en cabeza de la cadena alimenticia, los mamíferos posiblemente estaban alzándose sobre su rango inferior en el esquema de las cosas. Posteriores estudios realizados por Archibald revelaron que mientras el número de especies de mamíferos típicas del cretáceo iban disminuyendo desde diecinueve a dos, las especies de mamíferos paleocenoides aumentaban de cinco a trece. Otros descubrimientos sugieren que una transición semejante se estaba produciendo en el cretáceo tardío, en Saskatchewan. Los paleobotánicos estaban encontrando pruebas de la existencia de plantas paleocenoides que ya afianzaban sus raíces durante el cretáceo tardío. £1 mundo estaba cambiando, pero no necesariamente de modo mortalmente repentino. Ése fue el mensaje de Hell

Creek y Bug Creek.

Los que proponían la hipótesis de Álvarez, se sintieron además peijudicados por su incapacidad de demostrar que las extinciones en el período limítrofe ocurrieron dentro de un espacio de tiempo de meses o de pocos años. ¿Los seres anteriores de Gubbio murieron instantáneamente? ¿Lo hicieron al mismo tiempo que las plantas portadoras de polen en Hell Creek? Los que apoyaban a los Álvarez no podían decirlo con total seguridad. Todo k> que podían demostrar era que la extinción cuestionada ocurrió durante un período de miles o cientos de miles de años. «Walter busca un suceso que tuvo lugar en cuestión de semanas, meses o pocos años -dijo Clemens-. Se trataba, pues, de un problema de resolución en el tiempo. No hay ningún lugar en la Tierra en el que podamos hacer concordar los registros de las extinciones marinas y terrestres con esa precisión.»

La precisión a la hora de determinar la duración de acontecimientos ocurridos hace tanto tiempo puede ser calculada con una variación de miles de años y quizá ni siquiera de modo tan preciso. Uno de los métodos es la determinación de edad radiométricamente, con el cual la edad de una roca se deduce del ritmo de descomposición de sus elementos radiactivos, como el potasio o el estronio contenidos en la roca. Otro método es el de la magnetostratigrafía, en el cual la orientación magnética de la roca puede conducir a la determinación, en términos generales, de la época en que se formó. En ninguno de los dos casos la exactitud es mejor que más/menos 500 000 años, período más que suficiente para la teoría de los Álvarez.

En el año 1982, en un artículo en *American Scientist*, Archibald y Clemens observaron que la más importante transición en la vida durante el tiempo límite entre el cretáceo y el terciario en el oeste de Norteamérica tuvo lugar probablemente durante el mismo período de polarización invertida del campo magnético de la Tierra, en una de esas épocas en las cuales la aguja de una brújula señalaría al sur. Archibald y Clemens dijeron que si era así, «esto permitía una apreciación muy rudimentaria del tiempo que necesitaron los cambios bióticos». En la secuencia geológica de veinticinco metros de espesor de Bug Creek, donde Sloan y Van Valen encontraron el rápido desarrollo evolutivo de los mamíferos, calcularon un tiempo de al menos doscientos mil años. Para el espacio de tres a nueve metros, entre la aparente extinción de los dinosaurios y los notables cambios en la flora, calcularon un período de entre los veinte mil y los ochenta mil años.

Los geólogos llamarían a eso un breve intervalo de tiempo, pero ciertamente que resultaba demasiado largo para aquellos que deseaban establecer un lazo directo entre un impacto con un asteroide o un cometa y la extinción masiva cretáceo-terciario. Para Archibald y Clemens, Sloan y Van Valen, Schopf y los muchos otros gradualistas, la vida hacia finales del cretáceo estaba sometida al estrés y a un amplio cambio que se realizaba a un ritmo relativamente rápido… Pero era un ritmo gradual y acumulativo, no un acontecer repentino.

Al reconsiderar los hechos en relación con el misterio de los dinosaurios y comprobar la posibilidad de la Tierra para aceptar nuevos hechos, principalmente preconizados por el desafío de Álvarez, muchos gradualistas llegaron a creer, como dijo Thomas Schopf, que «una explicación satisfactoria de la causa de la extinción de los dinosaurios era ya conocida desde hacía varios años». La explicación era, desde luego, la esencia del gradualismo: una multiplicidad de fuerzas actuando sobre un largo período de tiempo, probablemente de varios millones de años, que al parecer conspiraba para condenar a los últimos dinosaurios.

El equipo de los Álvarez que había descubierto la anormalidad del iridio presentó la teoría del impacto del asteroide y, con cierta justificación, concibió las repercusiones como

responsables de muchas, cuando no de todas, las extinciones que tuvieron lugar a finales del cretáceo. Quizá se produjo un impacto seguido de oscuridad total. Los gradualistas nunca concedieron, aunque tampoco negaron, esa posibilidad. Tal vez el impacto barrió en una repentina catástrofe el plancton marino, muchas de las plantas terrestres y algunos vertebrados. Pero Schopf no veía la necesidad de «invocar un acontecimiento tan inusual para explicar la desaparición de los dinosaurios». Muchas de las extinciones que aparentemente podían haber sido sincronizadas era posible que realmente hubieran sucedido antes, como consecuencia de la acción de fuerzas más sutiles. Los dinosaurios podían haber desaparecido antes del impacto del asteroide o cometa, aunque fuera este suceso el que dejó el iridio en la superficie de la Tierra.

Varios geólogos adelantaron argumentos según los cuales la concentración de iridio no tenía, necesariamente, que ser de origen extraterrestre. El exceso de iridio pudo proceder de capas situadas muy profundamente bajo la corteza de la Tierra, en la región conocida como el magma, una fuente del material expulsado por los volcanes en erupción. Varios hallazgos parecían apoyar esta tesis. Una observación de sedimentos, realizada en lugares tan apartados entre sí como Texas y Dinamarca, así como muestras obtenidas en el fondo del mar, revelaban un aparente «flujo» de depósitos de iridio en los últimos 10.000 años a 100.000 años del cretáceo. Como esto no parece lógicamente la consecuencia de un único acontecimiento instantáneo, los geólogos consideraron la posibilidad de episodios de vulcanismo que tuvieron lugar por todo el mundo durante ese período de tiempo. En la meseta Deccan, en la India, uno de los mayores campos de lava continentales del mundo, existe la evidencia de actividad volcánica ocurrida hace entre cien millones y treinta millones de años, el resultado de disturbios caóticos desatados por el movimiento de placas de la corteza terrestre que hicieron que la India se precipitara para chocar con el resto de lo que hoy es Asia. Al establecer la edad de las rocas de aquel lugar los resultados indicaron que el episodio de máxima importancia ocurrió a finales del cretáceo. Las marcas del iridio sugieren, más bien, que el vulcanismo de la zona, y probablemente en todas partes, causaba efectos globdes. Un estudio de las partículas transportadas por el aire procedentes de una reciente erupción del Kilauea, en Hawai, mostraron la existencia de cantidades relativamente grandes de iridio; esto lleva a suponer que las anormalidades del iridio en el límite cretáceo-terciario podrían ser de origen terrestre. En muchas muestras de la arcilla del límite cretáceo-terciario se encontró, además del iridio, más arsénico y antimonio del que podría esperarse de una fuente meteorítica. La abundancia de esos elementos era más bien semejante a la de las partículas aerotransportadas procedentes del volcán de Kilauea.

Revisando esos hallazgos, Charles B. Officer y Charles L. Drake, geólogos del College Dartmouth, escribieron en 1985: «Llegamos a la conclusión de que el iridio y otros elementos asociados no fueron depositados instantáneamente, en la transición [cretáceo-terciario], sino que más bien se produjo un fluir intenso y variable de esos constituyentes durante un intervalo de tiempo geológico relativamente corto, del orden de entre los 10 000 y 100 000 años. Más aún, sugerimos que las pruebas disponibles favorecen un origen volcánico del magma más que un origen meteorítico para esos constituyentes.»

Officer y Drake ofrecieron un escenario alternativo de la catástrofe ambiental que barrió el mundo a finales del cretáceo. No requiere el impacto de un objeto extraterrestre. No fue una catástrofe repentina, aunque podría parecerlo a escala del tiempo geológico. Las erupciones volcánicas por todo el mundo destruyeron vidas y hábitats, oscurecieron los cielos y transformaron la atmósfera. Muchas especies, incluso los dinosaurios, resultaron condenadas.

Otras fuerzas del cambio, además del vulcanismo extensivo, de acuerdo con los gradualistas, probablemente influyeron en un descenso del nivel del mar, en el surgir de los continentes, en el enfriamiento de la climatología, acontecimientos todos ellos que tienen capacidad potencial para producir amplias alteraciones ambientales.

El mayor retroceso de los mares entre el pérmico y el oligoceno, un intervalo de doscientos millones de años, alcanzó su máximo en el límite cretáceo-terciario. El clima subtropical que prevaleció en las altas latitudes llegó a su fin. Los dinosaurios no podían adaptarse con la suficiente rapidez al enfriamiento de la temperatura y al cambio de la vegetación. «Cuando se contempla el cretáceo tardío, uno se figura que Murphy era un optimista», dijo Sloan refiriéndose a la chistosa, aunque apropiada, Ley de Murphy según la cual todo lo que puede ir mal acabará yendo mal. «Todo salió mal casi al mismo tiempo.»

Los gradualistas y los que proponen la teoría del impacto se sitúan en líneas fijas, mientras que otros científicos se colocan a una distancia segura y se reservan su opinión. Algún día, vistas retrospectivamente, la acción y la reacción que siguieron a la hipótesis de Álvarez serán vistas como un ejemplo clásico de trabajo de la ciencia.

El equipo de Álvarez y sus aliados mantenían sus principios basándose en el hecho de la anomalía del iridio y ofrecían muestras reveladoras de la franja límite entre el cretáceo y el terciario. El iridio y las esférulas de la zona límite eran dos argumentos poderosos en favor de la hipótesis del impacto. Un descubrimiento, del que se informó en octubre de 1985, fue interpretado como una prueba más en apoyo del impacto y la subsiguiente devastación global. Geoquímicos en la Universidad de Chicago encontraron «una cantidad sorprendentemente grande» de hollín en las arcillas de la capa límite de sesenta y cinco millones de años. El hollín parecía estar por todo el mundo, lo más probable era que fuese un producto de las llamas y los científicos suponían que había caído como consecuencia de los incendios que azotaron el mundo a finales del cretáceo.

Estos incendios prendieron, presumiblemente, por el calor originado por el impacto. Debieron de haber destruido una gran parte de la vegetación del mundo y envenenado el aire con monóxido de carbono. El humo espeso, más aún que las nubes de polvo, pudo haber absorbido la luz del sol, producir una oscuridad asesina y helar al mundo.

Otros científicos examinaron cuidadosamente las pruebas de un declive gradual de la vida anterior a la extinción del cretáceo. ¿Las pruebas eran reales o un artificio del registro de los fósiles? ¿Fue la extinción realmente repentina?

David Jablonski, un paleontobiólogo de la Universidad de Arizona, observó que casi todas las extinciones masivas parecían haber sido precedidas de un largo período de descenso del nivel del mar. Esto podía haber sido un factor causal en las extinciones y también pudo haber alterado el registro fósil. Un retroceso del mar pudo dar como resultado la depositación de un número menor de rocas sedimentarias y así reducir el número de rocas disponibles para hallar fósiles. Para medir esta posible alteración, Jablonski buscó en el registro fósil de las especies y grupos que desaparecieron en épocas de descenso del nivel del mar y que después reaparecieron cuando el nivel del mar volvió a ascender. Llamó a esas formas de vida la «tasa de Lázaro». Jablonski encontró que en algunos casos, como con los ammonites, el declinar parecía ser real, pero que en algunos otros grupos sólo era aparente, el resultado de una disminución del volumen de las rocas que contenían fósiles. Llegó a la conclusión de que para muchas plantas y animales, la extinción de finales del cretáceo fue abrupta y en cierto modo especial. Había ocurrido algo que se salía de lo corriente.

Jablonski descubrió otra forma de muerte que parecía situar las extinciones masivas aparte de los tiempos ordinarios. Algunas formas de vida contenían muchas especies y estos grupos parecían prosperar durante los buenos tiempos, pero otras eran más susceptibles de extinción en los peores períodos. Por contraste, otras formas que contenían pocas especies, los grupos pobres en especies, se comportaban mejor en casos de extinción masiva. Estos grupos para poder sobrevivir en competencia con los grupos ricos en especies, desarrollaban por lo general un ámbito geográfico y ecológico mucho más amplio. Probablemente podían tolerar las extremas condiciones ambientales relacionadas con las extinciones masivas. «Más importante en nuestro contexto -escribió Stephen Jay Gould-, esta forma de comportamiento subrayaba la diferencia cualitativa entre los tiempos normales y los períodos catastróficos.

En respuesta a los gradualistas, Walter Álvarez y sus colegas, a los que ahora se había unido Erle Kauffman y Finn Surlyk, aportaron nueva evidencia fósil, en 1984, para apoyar su defensa de una rápida extinción de muchas formas de vida. Un reexamen del registro fósil, dijeron, muestra que hubo una decadencia gradual en la suerte de cuatro importantes grupos de invertebrados: ammonites, cheilostomados bryozoans, braquiópodos y bivalvos. Los gradualistas, lógicamente, utilizaron este argumento en apoyo del gradualismo. Pero el grupo de Álvarez alegaba que ese declive de las citadas especies no significaba que esos invertebrados se encaminaran hacia una inevitable extinción virtualmente simultánea. Los ammonites, por ejemplo, estaban sufriendo una decadencia mucho antes de finales del cretáceo. Pero eso había ocurrido muchas veces con anterioridad y los ammonites se recuperaron. «Esto sugiere un cambio sutil pero significativo, es la conclusión que podría sacarse de los datos paleontológicos -señalaron los Álvarez-. Anteriormente se consideró la extinción de todos los ammonites, dentro de ciertos límites, como indicadora de que una extinción gradual estaba a punto de completarse, con la muerte de los restantes. En el punto de vista presentado aquí, la extinción de un gran porcentaje de las más extensas especies fue el acontecimiento crítico e imprevisible sin el cual los ammonites no hubieran probablemente desaparecido.»

Los ammonites que habían vivido mucho tiempo se dirigían a su fin y en esos momentos desaparecieron de modo repentino. El mensaje de los gradualistas fue el siguiente: pudo producirse una decadencia gradual de la cual existen pruebas claras e irrefutables, y este deterioro pudo tener influencia en la extensión de las devastaciones en época de extinción masiva. Pero además pudo producirse un rápido cambio en la vida a finales del cretáceo como resultado de un daño causado al medio ambiente, como el impacto de un cuerpo extraterrestre. Por consecuencia, es «contraproducente», dijo el equipo Álvarez, considerar esta cuestión científica como un conflicto entre las interpretaciones gradualistas y catastrofistas. El mensaje fue presentado en un reportaje publicado en *Science*, uno de cuyos coautores fue Kauffman, que inicialmente se mostró escéptico en relación con cualquier conexión directa entre el impacto y las extinciones masivas.

Otra refutación publicada en el mismo número de *Science* (16 de marzo de 1984), atacaba lo que hasta entonces había sido la más firme posición de los gradualistas: el registro fósil de Hell Creek y Bug Creek. Jan Smit y S. van der Kaars, ambos de la Universidad de Amsterdam, alegaron que los fósiles hallados allí habían sido mal interpretados porque se habían mezclado, de forma confusa, en los sedimentos. Se trataba de una llanura de aluvión y, aparentemente, el agua que discurrió por ella se llevó los huesos de los dinosaurios, razón que explicaba la ausencia en la capa limítrofe, y con el tiempo depositaron huesos más recientes en los sedimentos

que se pretendía eran del cretáceo. «Tomando en consideración la gran cantidad de sedimentos del cretáceo erosionados por los ríos que por allí transcurrieron -escribieron Smit y Van der Kaars-, el que los fragmentos de huesos de dinosaurio y otros fósiles del cretáceo hubieran sido arrastrados, no resulta sorprendente.» En su opinión, basada en un estudio de los sedimentos, los animales del paleoceno de Bug Creek, se mezclaron con los depósitos del cretáceo a causa de la erosión. Eran, pues, criaturas del paleoceno y no del cretáceo. No hubo, pues, proliferación de mamíferos más modernos durante el cretáceo.

Estos autores escriben:

En nuestra opinión no está justificado un cambio gradual de la fauna. Por el contrario, las pruebas parecen indicar la existencia de una catástrofe, como se recoge en el registro fósil marino. La extinción y una nueva radiación [evolución en una diversidad de formas] están separadas en el tiempo, de acuerdo con las predicciones del escenario de la catástrofe. El dinosaurio del cretáceo de Hell Creek y la fauna de mamíferos desaparecieron, cubiertos por una capa de alto nivel de iridio que se asoció con una fuerte disminución del polen. Al cabo de cierto tiempo (es difícil determinar cuánto debido al gran margen del ritmo de sedimentación en un medio ambiente fluvial) la radiación explosiva de nuevos grupos de mamíferos se produjo a continuación. Teniendo en cuenta la estrecha asociación del nivel del iridio enriquecido, parece lógico suponer que ambos fueron causados por el mismo acontecimiento, un gran impacto. Más aún, es fácil comprender que el origen y el desarrollo primero de los nuevos grupos de mamíferos, incluidos los de «aspecto paleocénico», de los canales de Bug Creek, tuvo lugar a principios del paleoceno, debido a que la desaparición de sus principales depredadores y competidores, los dinosaurios, abrió para ellos la oportunidad geológica de diversificarse y extenderse.

Si los sedimentos de Hell Creek con la ausencia de dinosaurios y la presencia de mamíferos más avanzados habían sido alterados por la erosión de los viejos ríos hasta el punto de hacerlos irreconocibles, la posición de los gradualistas se vería muy debilitada. Pero los gradualistas no parecían dispuestos a concederlo. Van Valen explicó que la discusión Smit-Van der Kaars se basaba, en parte, en investigaciones en las capas que afloraban a unos ochenta kilómetros al oeste de los Bug Creek Anthills y resultaba virtualmente imposible relacionar dos sedimentos tan separados entre sí. «No creo que ningún trabajo nuevo vaya a cambiar la conclusión de que la comunidad de protoungulados estuviera presente antes de la extinción de los dinosaurios, que ocurrió antes del período limítrofe.» Van Valen añade: «Las mejores pruebas de cada uno de los bandos no afectan a las del otro y ninguno de los dos tiene una explicación satisfactoria para la evidencia opuesta. Es posible que ni siquiera ahora se haya pensado en todo.»

Los gradualistas podrían reconocer el hecho de la anomalía del iridio, pero se resistirían a aceptar la hipótesis de una causa única. Las extinciones eran cosa más compleja. Para ellos el mundo de los dinosaurios y la mayor parte del resto de la vida del cretáceo no terminó con una explosión sino con gemido lento. En un informe de verano de 1981 publicado en *Paleobiology*, Clemens, Archibald y Hickey concluyeron la defensa de su caso en favor del gradualismo y los dinosaurios con una imitación satírica de los famosos versos de T. S. Eliot:

Ésta es la forma como acabó del cretáceo la vida, ésta es la forma como acabó del cretáceo la vida, ésta es la forma como acabó del cretáceo la vida, no de repente, sino extendida.

Los gradualistas tuvieron que aceptar un escenario distendido para la decadencia y desaparición del dinosaurio. Pero una amplia línea exterior trazada partiendo de nuevos

descubrimientos recientes y los informes de los gradualistas, podría significar algo así:

En los últimos pocos millones de años del cretáceo, los mares se retiraron de la tierra firme. El enorme y profundo océano que había sumergido la mayor parte de los continentes se secó. Los niveles del mar descendieron por todas partes entre cien y doscientos metros añadiendo más tierras secas a los márgenes continentales y privando de sus hábitats a los animales de las aguas profundas.

Y la tierra se elevó. Las montañas surgieron de las tierras planas, en especial las nacientes Montañas Rocosas. Los volcanes entraron en erupción con furia incontenible por todo el mundo, cambiando el paisaje y ensuciando los cielos y los mares. En la convulsión la meseta sustituyó frecuentemente las tierras de aluvión y los pantanos. La tierra firme se alzaba y se iba extendiendo a costa de las aguas.

A continuación se produjo un enfriamiento global. Los continentes al elevarse alteraban las corrientes de aire. Sin mares epicontinentales no había brisas que pudieran calentar las tierras del interior. Las corrientes de los océanos restringidos se modificaron en su recorrido y el efecto se pudo apreciar por todas partes. La temperatura global descendió muchos grados. En las latitudes altas y medias aparecieron estaciones con grandes cambios climatológicos en lugares que pocos años antes habían gozado de una climatología tropical.

Con el cambio del clima y la pérdida de las tierras bajas húmedas, muchos de los dinosaurios que aún quedaban buscaron hábitats más favorables. Algunos tuvieron éxito durante algún tiempo. Pero un número aún mayor encontró sus rutas de emigración en las cuencas del mesozoico primario que se habían formado con las nuevas elevaciones y más ciertamente por las nuevas rupturas de las conexiones continentales, pues los continentes en su mayoría habían iniciado ya su camino hacia la separación. A comienzos del mesozoico, el mundo contaba con un solo continente, Pangea. Los dinosaurios podían emigrar a todas partes, lo cual al parecer hicieron. Pero las fuerzas inexorables de la presión continental, causadas por las de la corteza terrestre de la parte no demasiado sólida de la Tierra, rompió el continente único Pangea y para finales del cretáceo sus fragmentos habían adquirido aproximadamente su posición actual. La nueva alineación de las masas continentales contribuyó al descenso del nivel del mar y sin duda afectaron la circulación oceánica y atmosférica, causantes potenciales de cambios climatológicos. Otro de los efectos fue la ruptura de los puentes terrestres que unían entre sí los continentes. Con esto se interrumpió la extensa emigración de los dinosaurios, que se vieron obligados a conseguir lo mejor que pudieran en el lugar donde se encontraban en los últimos pocos millones de años del cretáceo.

Los pequeños animales con vidas cortas se las arreglaron para adaptarse. A lo largo de la evolución, mediante el transcurrir de muchas generaciones de corta duración, respondieron a los cambios de clima y de hábitat adaptándose mediante la transformación en criaturas aptas para los nuevos tiempos. Algunos de los mamíferos más adaptables, provistos de pieles espesas que les permitían conservar el calor, comenzaron a prosperar en abundancia y a competir con desacostumbrada audacia en un mundo que hasta entonces había estado dominado por los dinosaurios. La duración de la vida de los dinosaurios, entre setenta y cinco y trescientos años,[13] hizo que éstos resultaran menos maleables. Habían cambiado antes, en anteriores crisis ecológicas, pero en esta ocasión el estrés resultó abrumador. No tenían por delante las suficientes generaciones para poder realizar los cambios evolutivos necesarios para ajustarse a las nuevas condiciones. No les quedaba espacio suficiente para sus pastizales y cacerías. Del mismo modo

que descendió la densidad de los búfalos de veinticinco a uno por kilómetro cuadrado cuando las lluvias descendieron de doscientos a cincuenta centímetros cúbicos anuales, así el número de los dinosaurios fue disminuyendo de modo progresivo con la llegada de un clima más frío y más seco y la consecuente disminución de alimentos. Si eran animales de sangre caliente, bien endotermos u homeotermos inerciales, pero sin protección de plumas o pieles peludas, cada vez les resultaba más difícil retener el calor de sus cuerpos en las estaciones frías. El dinosaurio trató de extenderse buscando regiones más cálidas, pero pronto esa expansión se vio limitada y tuvo que cesar.

Los dinosaurios se extinguieron en África y América del Sur, después en Europa, en partes de Asia y en Norteamérica. Es posible que algunas especies se aferraran a la vida en Mongolia hasta el final. Cuando esa etapa pasó también los dinosaurios luchaban por su supervivencia en el oeste de Norteamérica, a lo largo de lo que antaño fueran las costas del gran mar interior desaparecido. Muchas de las plantas que los herbívoros comían ya no existían, víctimas de los cambios climatológicos. Consecuentemente, los herbívoros disminuyeron o desaparecieron, lo que a su vez dejó a los carnívoros sin presas y condenados, igualmente, a morir de hambre.

Los últimos de esos reptiles, que habían prosperado durante ciento sesenta millones de años, durante la mayor parte del mesozoico, probablemente murieron en el oeste de Norteamérica. Quizá alrededor de Hell Creek en Montana. O quizá algo más al sur, en Nuevo México. Es posible que nunca se sepa dónde ni cuándo. Si un asteroide o algún otro objeto grande chocó contra la Tierra, como parece ser que ocurrió, eso no debió de preocupar ya a los dinosaurios, que probablemente ya se habían extinguido. Y si algunos de ellos habían sobrevivido hasta el momento de la colisión con el asteroide esto no hizo más que acelerar su fin ya inevitable. Ésta es la representación que se hacen los gradualistas sobre el día del juicio final del dinosaurio.

La realidad de las conflictivas interpretaciones de los acontecimientos que llevaron a la desaparición de los dinosaurios y causaron la extinción masiva del cretáceo-terciario, al parecer no llegará a saberse por ahora y es dudoso que se logre nunca. Pero no puede haber desacuerdo sobre las consecuencias. Una revolución barrió el mundo hacia finales del cretáceo y trajo un mundo nuevo. Un mundo que entraba en el período terciario sin dinosaurios.

17. CICLOS DE EXTINCIÓN

Así llegó a saberse, por la autoridad de Cuvier y una sucesión de científicos posteriores que estudiaron el auge y el ocaso de la vida, que las extinciones masivas ocurren de tiempo en tiempo en el transcurso de los acontecimientos naturales. Así llegó a saberse, también, en el transcurso de más de un siglo de exploración paleontológica, que los dinosaurios fueron las víctimas más famosas de la extinción de masas. Pero esos sucesos eran fenómenos que no seguían modelos determinados, sin ninguna causa común aparente y así se creyó hasta hace sólo unos pocos años que el misterio de las extinciones de masas, bien fuera de los dinosaurios como de otros animales o plantas, quizá estuviera más allá de cualquier posible solución.

Las ideas cambiaron después del anuncio de la hipótesis del impacto presentada por Luis y Walter Álvarez. Una teoría firme, que podía ser objeto de comprobación y que estimuló una nueva fiebre de investigación y de nuevas ideas, inspiró a los científicos, que creyeron que existía una posibilidad de solución a su alcance. A medida que crecía su optimismo, empezaron a ver relaciones donde antes sólo vieron datos dispares. Su entusiasmo quizá los llevara demasiado lejos, en una u otra dirección, pero siempre pueden tolerarse algunos excesos como precio a

pagar por una mayor creatividad. La hipótesis de los Álvarez re-vitalizó el estudio de las extinciones y presentó nuevas cuestiones sobre la dinámica de las extinciones y su importancia en la evolución.

La hipótesis de los Álvarez en su forma original, sólo era aplicable a la extinción masiva ocurrida a finales del cretáceo. El revelador enriquecimiento del iridio, fue encontrado, al parecer, en los sedimentos correspondientes a otras épocas en las que ocurrieron otras extinciones, pero no en todas ellas, al menos hasta ahora. Esto produjo cierta frustración entre los científicos que habían confiado en encontrar algún denominador común a todas las extinciones masivas, algo que sugiriera un modelo común para aquellas catástrofes. Pero su frustración no iba a durar mucho.

Durante muchos años, que comenzaron antes de que los Álvarez hubieran dado a conocer sus descubrimientos, J. John Sepkoski, Jr., de la Universidad de Chicago, había estado reuniendo una exhaustiva serie de datos sobre las extinciones, el registro más completo jamás desarrollado. Fue una tarea desalentadora, tediosa en su método y monumental en su rango, un verdadero *tour de forcé* científico. Partiendo de las observaciones de miles de científicos, Sepkoski preparó una relación de 3.500 familias marinas -la unidad de la vida justamente por encima del gen-, que incluía 50.000 géneros fósiles y un cuarto de millón de especies. El registro de cada familia contenía datos sobre la época geológica de su aparición y de su desaparición. Limitó su recopilación a los organismos marinos, porque su registro de fósiles es más completo y fechado con mayor precisión. «La razón es muy sencilla -explicó Sepkoski-. Los océanos son receptáculos de sedimentos. Existen allí zonas de clara sedimentación, mientras que la tierra seca es una zona de erosión clara, lo cual significa menos rocas y menos fósiles.»

Al principio, el objetivo consistió en realizar un amplio estudio de la distribución de la vida marina durante los distintos períodos geológicos. «Estudiamos la cuestión global de cómo el número y el tipo de los animales cambia a través de los tiempos -dijo Sepkoski-. Cómo la diversidad se incrementaba durante las épocas de gran radiación evolucionaría y decrecía en períodos de extinción masiva.»

Después Sepkoski, con un compañero suyo de Chicago llamado David Raup, decidieron volver a examinar los datos en busca de cualquier tipo de pruebas que pudieran demostrar la existencia de un modelo básico existente en los períodos de extinciones masivas. Dudaban de poder encontrar algo que fuera marginal. Pero recordaron un informe de 1977, realizado por dos geólogos de Princeton, Alfred G. Fischer y Michael Arthur, en el que éstos sugerían que las extinciones masivas de la vida marina ocurrían en ciclos regulares, una vez cada treinta y dos millones de años. En su tiempo los científicos habían prestado poca atención a este informe, debido a que sus datos no habían estado sometidos a un análisis estadístico riguroso. Además, como añadía Sepkoski, «en 1977 la gente no pensaba tanto en las extinciones masivas y, ciertamente, no lo hacía en términos de causas extraterrestres. Por esa razón el informe fue tratado, simplemente, como una rara curiosidad».

En su lectura más cuidadosa y detallada del registro de fósiles, en especial del de quinientas familias marinas durante los últimos doscientos cincuenta millones de años, Sepkoski y Raup se sintieron sorprendidos al descubrir que la vida había desaparecido en número creciente a intervalos regulares de aproximadamente cada veintiséis millones de años. Sometieron a prueba su teoría, por si había algún error, y confirmaron la norma con varios métodos de análisis estadísticos. Llegaron a la conclusión de que un ciclo de 26,2 millones de años resultaba más

preciso.

La primera de las extinciones, de acuerdo con este modelo, fue la mayor, ocurrida hace doscientos cuarenta y ocho millones de años a finales del pérmico, cuando perecieron algo así como el noventa por ciento de todas las especies que vivían en los océanos. A continuación vinieron otras nueve probables extinciones, una cada veintiséis millones de años, unos millones más o menos; los científicos consideraron aceptables esas discrepancias, considerando la imperfección en la determinación del tiempo geológico en épocas tan lejanas. «Donde la determinación de fechas es mejor, en el registro geológico, las extinciones masivas son exactamente determinadas -dijo Sepkoski-. Incluso donde la determinación de fechas se empeora aún siguen siendo muy aproximadas.» Después de la extinción del pérmico se produjo la devastación de finales del triásico que, aparentemente, condenó a los reptiles semejantes a los mamíferos y preparó la escena para la rápida proliferación de los dinosaurios. En el jurásico se produjeron tres extinciones, la central se muestra sólo con debilidad en la trama de Sepkoski-Raup; y otras tres extinciones en el cretáceo, la primera de las cuales es como un signo de interrogación. Después de terminar los acontecimientos del cretáceo, la asociada con el iridio y la desaparición de los dinosaurios. Otras dos extinciones hubieron de ocurrir, para ser fieles al modelo cíclico; una, a finales del eoceno; la más reciente, hace entre once millones y trece millones de años. Esto significa, de acuerdo con este ciclo y teniendo en cuenta determinadas restricciones del potencial humano y la población, que la próxima extinción masiva no ocurrirá antes de que hayan transcurrido los próximos trece millones a quince millones de años.

Finalmente, Sepkoski y Raup se sintieron lo suficientemente seguros de sus datos para compartirlos con otros científicos en una conferencia sobre extinciones masivas celebrada en agosto de 1983 en la Northern Arizona University de Flagstaff. El paisaje que rodeaba a Flagstaff añadió una expresión dramática a los contrastes entre los puntos de vista de los gradualistas y de los catastrofistas. Al noroeste, el Gran Cañón hablaba de un cambio lento, constante, huttoniano, en el que el presente era la clave para descifrar el pasado. El cráter Barringer, en el este, era como la cicatriz dejada por el impacto de un meteorito, una catástrofe repentina que se abatió sobre la Tierra.

Cuando Sepkoski expuso sus novedades, los antiguos argumentos se dejaron a un lado, momentáneamente, y en cambio hizo acto de presencia una excitada valoración de este curioso modelo teórico de las extinciones masivas. Muchos científicos se mostraron incrédulos, más de lo que lo fueron al escuchar las primeras palabras de la hipótesis de los Álvarez. Supusieron que los ciclos eran un artefacto estadístico. No podían llegar a aceptar la regularidad de las extinciones masivas, que suponían eran el resultado de circunstancias y condiciones demasiado complejas y aparentemente casuales para poder ser calculadas y predecidas. No obstante escucharon respetuosamente a Sepkoski. Explicó que el modelo no había sido observado con anterioridad debido a que la última de esas extinciones masivas no había sido claramente detectable en el nivel de fondo de las extinciones ordinarias. Había costado mucho trabajo descubrir esos acontecimientos entre el «ruido» estadístico. Otros científicos, informó David Jablonski, se sintieron intrigados «pero precavidos», en su reacción con respecto al informe Sepkoski-Raup. «Hay algo muy seductor sobre un estrés periódico durante todos los modelos evolutivos importantes que vemos -dijo Jablonski-, así que hay que tratar de tener cuidado para no dejarse seducir.»

Lo que hacía tan seductores los hallazgos de Sepkoski-Raup era la implicación de que

realmente podía haber un mecanismo común que hubiera puesto en marcha todas las extinciones masivas en los últimos doscientos cincuenta millones de años. Sin embargo, los paleontólogos se mostraban preocupados por el hecho de que, pese a que tres de esos sucesos fueron de gran magnitud, las otras puntas máximas en los datos indicaban una extinción mucho menos importante. ¿Podía un mismo mecanismo de puesta en acción causar las mayores y las menores extinciones? Se argumentaba que las variaciones en intensidad de la extinción podían, tal vez, ser atribuidas a condiciones que precedieron a la catástrofe. En algunas ocasiones la vida sobre la Tierra estaba ya sometida a un gran estrés por otras causas, como por ejemplo el gradual deterioro del medio ambiente provocado por el descenso del nivel del mar y el cambio de clima y, por lo tanto, muchas comunidades de plancton y de animales estaban ya predispuestas al ocaso. En otras ocasiones la vida era próspera, en líneas generales, así que los efectos de la catástrofe, cualquiera que fuese su causa, eran mínimos.

La aparente periodicidad de las extinciones masivas excitaba y asombraba al mismo tiempo a los científicos. Después de la reunión de Flagstaff, Jablonski informó que «los datos son muy convincentes. La prueba estadística es muy convincente. Así que nos hemos buscado un problema: no podemos explicarlo».

Tampoco Sepkoski o Raup podían explicar el ciclo. «Yo no he logrado encontrar un mecanismo causante de ese fenómeno -informó Sepkoski en la conferencia-. Nosotros no disponemos de un proceso documentado de un ciclo de tiempo de aproximadamente veintiséis millones de años. Pero dada la duración de un ciclo, tan extremadamente largo, suponemos que la fuerza que actúa como agente no será terrestre (ni física ni biológica), sino más bien solar o galáctica.»

Surgía de nuevo el factor extraterrestre. Inspirados y envalentonados por la hipótesis de Álvarez, los científicos se permitían tomar en consideración fuerzas extraterrestres que periódicamente causaban trastornos al «normal» curso de la vida. Todo marchaba con lentitud, a su paso, de modo gradual durante tiempo infinito y de repente el mundo se veía desordenado, puesto patas arriba debido a la intervención de una fuerza, o de una combinación de fuerzas, totalmente inusual. El resultado era catastrófico. Aunque algunos científicos evitaban el término debido a sus connotaciones místicas y religiosas, el catastrofismo, tenía en cierta forma que ser tenido en cuenta en el curso episódico de la historia natural. Después de todo, Georges Cuvier no había estado enteramente errado. Cada vez existían razones más numerosas para redefinir el dogma guía de la geología, el uniformismo de Hutton y Lyell, para tener en cuenta catástrofes transformadoras y mirar más allá de nuestro planeta en busca de sus fuentes.

Los científicos no podían concebir que un asteroide, como el propuesto en la hipótesis de los Álvarez, fuera a colisionar con la Tierra con tanta frecuencia y regularidad. No era probable que ese choque ocurriera más de un par de veces en doscientos cincuenta millones de años y, ciertamente, no a intervalos regulares. La solución de esos misteriosos ciclos, si su existencia llegaba a ser corroborada por la futura investigación, debería estar en las estrellas. Jablonski subrayó: «Todos nosotros nos dirigimos a todo correr a visitar a nuestros amistosos vecinos los astrofísicos en busca de posibles soluciones.»

Los astrofísicos respondieron con rapidez e imaginación. Pareció como si hubieran estado esperando una excusa para olvidarse brevemente de sus preocupaciones cósmicas sobre los agujeros negros y la pérdida de masa para ejercitar sus talentos en las preocupaciones terrestres por los desaparecidos dinosaurios y las extinciones masivas. En cuestión de días o semanas las

ideas comenzaron a circular desde los laboratorios de Berkeley a Nueva York.

Las especulaciones -y al principio no había más que eso, especulaciones-llevaron a la idea de que el Sol de un modo u otro podría tener grandes erupciones cada veintiséis millones de años o que el sistema solar tal vez encontraba alguna perturbación periódica en su camino por la Vía Láctea. Interactuando con otras estrellas o polvo intergaláctico. No podía mostrarse prueba alguna en favor de la tesis de las erupciones periódicas del Sol, así que ésta pronto se desvaneció. Pero el Sol y su cortejo de planetas circula arriba y abajo por el plano galáctico aproximadamente cada treinta y tres millones de años más o menos y este período parecía lo suficientemente próximo a la duración del supuesto ciclo de las extinciones como para justificar que se continuara con su estudio.

Dos meses después de la reunión de Flagstaff, Richard B. Stothers y Michael R. Rampino del Instituto Goddard para Estudios Espaciales de la NASA, en Nueva York, calcularon que durante su paso por el plano central de la galaxia el sistema solar podía encontrar una de las masivas nubes interestelares de polvo y gas que existen en esa región. La fuerza gravitacional de una nube así sería suficiente, arguyeron, para separar un enjambre de cometas de sus órbitas normales al extremo exterior del sistema solar. Esto sucede con menor intensidad cuando una estrella que pasa afecta a los cometas y los saca de sus órbitas haciéndolos caer en órbitas más próximas al Sol, donde a veces llevan a cabo un espectáculo sensacional para los habitantes de la Tierra. El encuentro con una nube de polvo interestelar podría enviar un número tan grande de cometas a través del sistema solar que las posibilidades de que uno o dos de ellos chocaran con la Tierra en cada uno de esos bombardeos sería cuando menos aceptable. El efecto sería el mismo que los Álvarez calcularon en su hipótesis del impacto con un meteorito.

La teoría de Stothers-Rampino tenía problemas, el más serio de los cuales era la falta de una estrecha correlación entre el supuesto período en que el sistema solar cruzaba esa zona y el ciclo de las extinciones masivas. El sistema solar se está moviendo ahora por el plano central de la galaxia, donde debía estar en posición de recibir ese bombardeo y, sin embargo, nada parece haber ocurrido en el reciente período geológico.

Sin embargo, los científicos se sintieron atraídos por la idea de los impactos de cometas como causa motivadora común de tantas extinciones masivas. Se trataba de una idea cuyo tiempo llegó y volvió a pasar ya con anterioridad, en los días en que los científicos limitaban sus especulaciones primariamente a las extinciones de los dinosaurios. Los cometas, desde luego, venían siendo vistos desde hacía mucho tiempo como portentos, símbolos de mala suerte. Resulta tentador imaginarse que la base del temor está impresa profundamente en nuestros genes, procedente de nuestros antepasados mamíferos y reptiles que sufrieron un período de terror cometario. Tales nociones no son científicas en absoluto. Pero resulta intrigante pensar que cometas y dinosaurios, dos de los fenómenos más misteriosos y espectaculares, estuvieran decisivamente unidos entre sí.

Otra hipótesis, que también involucraba el bombardeo por cometas, despertó mayor interés y consiguió algún apoyo, lo cual provocó una nueva ronda de investigación de gran alcance.

En el otoño de 1983, Luis Álvarez recibió por correo el informe de Sepkoski y Raup y decidió hablar con Richard A. Muller, antiguo alumno y ahora catedrático de física en Berkeley. Álvarez había llegado a la conclusión de que los descubrimientos de Sepkoski-Raup estaban equivocados y se disponía a escribirles una carta expresando su disconformidad. Pero antes de hacerlo quiso charlar del asunto con Muller. «Me pidió que jugara el papel de abogado del

diablo, cosa que solemos hacer frecuentemente», recuerda Muller.

En aquel momento, enfrentándose a la cuestión de qué había ocurrido con los dinosaurios y a la cuestión aún más amplia de las extinciones masivas, Muller se sintió trasportado de regreso a su infancia. Al igual que muchos otros niños había pasado por una fase de amor al dinosaurio. Había dibujado numerosos bocetos de dinosaurio y se había hecho un limpiapipas que representaba a un *Tyrannosaurus* peleando con un *Triceratops*. Le intrigaba el hecho de que los dinosaurios se hubieran desvanecido y nadie supiera por qué. «Era el primer problema científico del que había oído que todo el mundo admitía su irresolución», recordó Muller. Le vino a la mente la idea de hacerse paleontólogo, pero «excavar» en busca de huesos le daba la impresión de ser «terriblemente aburrido». Así, abandonó a los dinosaurios al dejar atrás la infancia y se hizo astrofísico, algo que estaba tan alejado del estudio de los dinosaurios como imaginarse puede… ¡Hasta el día en que se vio con Álvarez para comentar el escrito de Sepkoski Raup!

Álvarez fue consejero de Muller en su tesis y ambos habían mantenido una relación simbiótica en la cual cada uno alimentaba las ideas del otro. En su papel de abogado del diablo, Muller se opuso con fuerza -y a la fuerza-al criticismo de Álvarez contra Sepkoski y Raup. Muller comentó: «Fue éste un caso en el cual al hacer el papel de abogado del diablo me convencí a mí mismo de que Raup y Sepkoski tenían razón. Esto me llevó a discusiones con Álvarez. Estaba tratando de demostrarle que su alegato contra ellos no era justo. Durante el proceso de las discusiones Álvarez me dijo que, si yo quería plantear mi propia tesis, tendría que presentar un modelo teórico que justificase y tomara en cuenta este fenómeno.»

Ante esa actitud, Muller presentó una nueva hipótesis.

Sin embargo, durante el período de gestación de esta hipótesis, Muller tuvo que luchar con sus propias dudas. Era excitante volver a ocuparse y a pensar en los dinosaurios, en la creencia de que podía llegar a ser quien solucionara -o uno de los que lo solucionara-el misterio de su extinción. Pero cuando sus argumentos en favor de las extinciones periódicas no lograron adeptos inmediatamente, empezó a tener la desagradable sensación de que se estaba engañando a sí mismo, poniéndose en ridículo y perdiendo su tiempo. Sobre esos sentimientos Muller dijo: «Resultaba muy tentador olvidarse por completo del asunto para volver a mi normal investigación astrofísica. Todas las presiones de la vida normal académica me empujaban a abandonar mi trabajo. Todas excepto una: Álvarez. Aunque pensaba que yo estaba equivocado también sabía hacerse cargo de la situación. Y sabía que cuando se tiene un problema así y los argumentos de los demás no logran convencemos de que nuestro análisis es incorrecto, en ese caso hay que seguir adelante. Álvarez me preguntaba cada día cómo iba mi trabajo. ¿Podía hacer concordar todas las cosas entre sí? ¿Tenía una teoría que pudiera explicar las extinciones periódicas?»

En los dos meses que siguieron a su reunión con Álvarez, Muller sopesó seis diferentes teorías y encontró razones para rechazarlas todas. Marc Davis, otro físico de Berkeley, y él tuvieron una idea similar a la de Stothers-Rampino, pero la abandonaron al cabo de pocos días debido a la falta de correlación entre las extinciones y los posibles encuentros del sistema solar con una nube de polvo interestelar.

Entonces se le ocurrió a Muller la idea de que una pequeña estrella acompañante que orbitara en tomo al Sol cada veintiséis millones de años podía ser la responsable de los ciclos de extinción. Razonó que, puesto que la mayor parte de las estrellas se presentan emparejadas, una orbitando en tomo a la otra (o ambas haciéndolo en tomo a un centro de gravedad común), el Sol podría tener una compañera aún no descubierta, probablemente una estrella enana de uno a diez

en relación con la masa del Sol Al principio Muller pensó que la estrella acompañante podía hallarse muy cerca del Sol cada veintiséis millones de años, lo suficientemente cerca como para alterar las órbitas de los asteroides en la región comprendida entre Júpiter y Marte. Pensaba en asteroides a causa de la hipótesis de Álvarez. Entonces se dio cuenta del fallo de este mecanismo. Una órbita con un período de veintiséis millones de años que pasara tan cerca del Sol tenía que resultar inestable. La fuerza gravitatoría del Sol alteraría 1a órbita de su estrella compañera de tal modo que a su regreso pasaría demasiado lejos del cinturón de los asteroides para producir efecto alguno.

La encuesta científica, como la vida, puede cambiar con el fortuito encuentro de personas que se cruzan en su camino. Unos pocos días antes de la Navidad de 1983, Davis telefoneó a Muller y le dijo que Piet Hut estaba visitando el campus universitario de Berkeley. Hut era un físico que en aquel entonces trabajaba en el Instituto de Estudios Avanzados de Princeton, experto en la dinámica orbital, el campo en el que Davis y Muller estaban teniendo sus mayores dificultades. En una reunión celebrada al día siguiente, en el despacho de Davis, Muller le explicó a Hut todas sus teorías y la razón del fracaso de cada una de ellas. Fue entonces cuando Hut ofreció algunas sugestiones.

La hipótesis de la estrella compañera, les dijo Hut, sería más plausible si la estrella, en vez de pasar cerca del cinturón de asteroides se supusiera pasando por el cinturón de cometas que se hallaba más distante. Más allá del planeta Plutón se supone que debe de haber una nube de desechos interestelares, los cuales son los que dan origen a los cometas.

En 1950, Jan H. Oort, un astrónomo de la Universidad de Leiden, dedujo la existencia de esa nube de cometas que lleva su nombre. De tiempo en tiempo, cuando algunas estrellas pasan cerca del sistema solar éstas pueden hacer que los cometas se separen de la nube de Oort y que sean enviados en ruta en dirección hacia los planetas interiores. Sin embargo, estos encuentros son acontecimientos al azar. Pero si el Sol tuviera una estrella compañera, sugirió Hut, su órbita podría llevarla a través de la nube de Oort cada veintiséis millones de años. La órbita requerida no tendría que ser necesariamente muy excéntrica y, por lo tanto, sí lo suficientemente estable como para tener cabida en la puesta en escena de las extinciones periódicas.

En el momento en que Hut estaba haciendo esta sugestión, recuerda Muller, «fue la vez que me he sentido más cerca del proverbial “¡Eureka!”».

En una hora los tres científicos hicieron sus cálculos y los comprobaron. En los números todo pareció resultar bien. Les llevó una semana asegurarse de que la teoría no violaba ningún otro hecho establecido de la física, la geología y la astronomía. Tenían que estar seguros, por ejemplo, de que era posible que una supuesta estrella compañera del Sol pudiera pasar desapercibida a los astrónomos y eludiera su detección. Se aseguraron de que ello resultaba posible.

Los científicos estaban influenciados en sus ideas por un estudio nuevo de la dinámica de la lluvia de cometas. En 1981, Jack G. Hills, un astrofísico teórico de Los Álamos, había hecho un nuevo cálculo de la población y distribución de la nube de cometas. Hills había llegado a la conclusión de que los cometas eran más numerosos y estaban más próximos de lo que se había creído con anterioridad. De acuerdo con aquellos cálculos, la más densa población de cometas debía de encontrarse en la región interior de la nube de Oort, entre 1.000 y 10 000 unidades astronómicas de distancia, esto es, 1.000 a 10.000 veces la distancia existente entre el Sol y la Tierra. El punto de vista tradicional sostenía que la nube se hallaba a 20.000 unidades

astronómicas de distancia. A una distancia más cercana, la nube estaría presumiblemente inmune a las perturbaciones ocasionadas por las ordinarias estrellas errantes. Pero una vez cada quinientos millones de años, según los cálculos de Hills, una estrella podría pasar lo suficientemente cerca para desatar una lluvia de mil millones de cometas que duraría setecientos mil años, unos fuegos artificiales para poner fin a cualquier exhibición de fuegos artificiales y, tal vez, también, para terminar con una gran parte de la vida existente en la Tierra. En caso de un acontecimiento como ése, la Tierra no podría librarse de ser alcanzada por entre diez y doscientos de esos cometas en el transcurso de estos setecientos mil años, un ritmo de bombardeo cometario mil veces superior a lo normal. A veces alcanzaría la Tierra un número mayor de cometas, en otras ocasiones sería menor y esto podría ser la causa de las variaciones en intensidad de las extinciones masivas. En aquellos días, 1981, con la hipótesis de los Álvarez en mente, Hills dijo que encontraba tentador «sumarse al desfile de los "yo también" y sugerir que ese bombardeo condujo a la extinción de los dinosaurios».

Por su parte Muller, Davis y Hut, con los cálculos de este último en mente, propusieron formalmente su hipótesis de la existencia de una estrella compañera del Sol -no una estrella errante-que causaba disturbios en la parte interior de la nube de Oort cada veintiséis millones de años y provocaba, con ello, una lluvia mortal de cometas. Su informe, publicado en abril de 1984, e n *Nature,* decía: «Cuando la estrella compañera sea descubierta, si es que llega a serlo, sugerimos para ella el nombre de Némesis, en honor de la diosa griega que persiguió sin descanso a los excesivamente ricos, orgullosos y poderosos. Nos tememos que si la estrella compañera no es detectada, este escrito será nuestra "Némesis".»

La teórica estrella pasó a ser conocida como «la estrella muerta». ¿Había aquí alguna base científica para la palabra «desastre» que se deriva de las palabras latinas que significan «estrella del mal»?

En su columna *Natural History* de agosto de 1984, Stephen Jay Gould puso algunas objeciones al nombre de Némesis. Como la personificación de la furia más rigurosa, argumentó Gould, «Némesis representa todo aquello que nuestro nuevo punto de vista sobre la extinción de masas está tratando esforzadamente de reemplazar, las causas predecibles y deterministas afectando a quienes se lo tienen merecido». Significaría, también, poner otra figura occidental más en el cielo. Gould recomendaba, en cambio, que la estrella compañera recibiera el nombre de «Siva», el (¿os hindú de la destrucción que, observó, «forma una indisoluble unión con Brahma, el creador, y con Vishnú, el conservador de la vida. Todos ellos se unen para formar una trinidad de distinto orden, porque toda actividad refleja su interacción». En la opinión de Gould, Siva representaría el conocimiento de que las extinciones no sólo destruyen vida sino que son también una fuente creadora. Los dinosaurios tuvieron su auge después de una extinción y los mamíferos se presentaron en un hábitat que pasó a ser suyo después de que algo hubiera matado a los dinosaurios.

Muller tenía la sensación de que el criticismo era un tanto injusto. Muller dijo que en el manuscrito original se había agregado una divertida nota a pie de página para proponer que en el caso de ser encontrada la estrella debía dársele uno de los cuatro nombres siguientes: el de Némesis se colocó en cabeza de la lista. Las otras sugestiones fueron: Kali, por la diosa hindú que es destructora de hombres y animales y, sin embargo, infinitamente generosa y amable; Indra, la diosa védica de las tormentas y las guerras, que utilizaba un rayo (¿un cometa?) para dar muerte a una serpiente (¿un dinosaurio?); o san Jorge, el santo cristiano que destruyó al dragón.

De esos cuatro nombres sólo dos pertenecían a la civilización occidental. Los directores de *Nature* rechazaron todos aquellos nombres menos el de Némesis y, por esa razón, la teoría pasaría a ser conocida generalmente como la hipótesis Némesis.

Cualquiera que fuese el nombre que quisiera dársele, lo cierto es que la nueva estrella resultaba un tema fascinante. Trabajando con plena independencia un equipo de científicos, dirigido por Daniel P. Whitmire, de la Universidad del Sudoeste de Louisiana, y Albert A. Jackson IV, de la Computer Sciences Corporation, de Houston, Texas, presentó su propia versión de la hipótesis de la estrella muerta. Su concepto difería del de Muller-Davis-Hut principalmente en los cálculos sobre la masa, el brillo y la órbita de la estrella.

Muy poco después de que Muller, Davis y Hut concibieran su hipótesis sobre la compañera del Sol, Walter Álvarez propuso que se sometieran a prueba tanto el ciclo Sepkoski-Raup como la lluvia de cometas. Estos nuevos conceptos, posteriormente desarrollados, habían minado la original teoría del asteroide de los Álvarez, pero no las premisas básicas de una causa extraterrestre y de un desastre global. La firma del iridio pudo ser dejada por impactos de cometas. Aunque se conoce bien poco de la composición de los cometas, se cree que son conglomerados de agua, amoníaco y metano, en estado sólido, es decir, helados, más algo de algún «material sólido» («sucias bolas de nieve» en la analogía de los astrónomos). Algunos pueden tener un núcleo de roca que, como ocurre con otros cuerpos extraterrestres, podría contener cantidades de iridio que no se dan en la Tierra. (Parte de esa ignorancia es posible que se haya despejado ahora, con los estudios intensivos que se han hecho del cometa Halley durante su aparición en 1985-1986.) Si hubo bombardeos cometarios sobre la Tierra, éstos deben de haber dejado sus marcas en el suelo con rastros perceptibles hasta nuestros días. Álvarez, el geólogo, y Muller, el astrofísico, analizaron trece cráteres, procedentes de impactos, de más de diez kilómetros de diámetro cuyos orígenes se han fijado correctamente entre hace cinco millones y doscientos cincuenta millones de años. Y encontraron lo que confiaban encontrar: los cráteres habían sido abiertos a intervalos de 28,4 millones de años, lo que estadísticamente se acomodaba perfectamente con el ciclo de extinción. La coincidencia, aunque no es una prueba concluyente, no dejaba de ser animadora.

El análisis de los cráteres fue recibido con cierto escepticismo. Si se aceptaba que todos los grandes cráteres eran el resultado de los impactos de los cometas, ¿dónde estaban aquellos otros formados por los impactos de los asteroides? Estos cuerpos celestes no podían ser ignorados sin más ni más. Gene Shoemaker, el astrólogo y geólogo cuyos cálculos sobre los asteroides habían dado apoyo al principio a la hipótesis de Álvarez, expresó sus dudas de que la supuesta estrella compañera del Sol pudiera haber mantenido una órbita estable durante más de doscientos cincuenta millones de años, tiempo necesario para ser la responsable de todas las grandes extinciones. En una reunión celebrada en Berkeley, en marzo de 1984, Shoemaker y otros varios científicos observaron que la estrella acompañante del Sol debió de formarse, presumiblemente, hace cuatro mil seiscientos millones de años, al mismo tiempo que el Sol y los planetas. Probablemente entonces estaba mucho más cerca del Sol, pues de no ser así, la compañera se hubiera escapado hace ya mucho tiempo de la atracción de la fuerza gravitatoria del Sol. Tal y como estaban las cosas a cada órbita la pequeña estrella, en respuesta a la gravedad del Sol, se hubiera alejado cada vez más. Este punto, la probable inestabilidad de la órbita de la estrella compañera del Sol, se seguiría discutiendo una y otra vez hasta nuestros días.

Shoemaker continuó subrayando las «graves dificultades» con que tropezaba la hipótesis

Némesis. «En el punto más alejado de su órbita -señaló en 1985-, esta compañera debía estar tan alejada como la Próxima Centauro, el vecino estelar conocido hasta ahora más próximo a nuestro Sol. Estaría ligada tan débilmente al Sol que las pequeñas perturbaciones causadas por objetos errantes que pasaran por sus proximidades podrían hacer que se perdiera en el espacio. He realizado los cálculos, conjuntamente con mi colega Ruth Wolfe, y hemos llegado a la conclusión de que sólo existe una posibilidad entre mil de que la postulada estrella compañera haya tenido una vida lo suficientemente larga y una órbita lo suficientemente estable y excéntrica como para haber hecho lo que se dice que ha hecho.»

Incluso si la estrella muerta existió, los científicos se dieron cuenta de que había muchas posibilidades de que ya hubiera sido arrastrada fuera del sistema solar. Al ser tan pequeña y con una órbita tan alargada, la estrella hubiera causado sus últimos daños hace entre trece y once millones de años y, después de eso, sus lazos gravitatorios con el Sol se habrían debilitado tanto que podría haber sido arrastrada fuera del sistema solar por el empuje de una estrella que pasara cerca. Pero si la estrella compañera seguía unida gravitatoriamente al Sol, por débil y distante que estuviera, tal vez podría ser localizada.

La búsqueda comenzó en el verano de 1984. Los astrónomos se lanzaron a la búsqueda de una estrella enana, rojiza, que debía hallarse a unos 2,5 años luz de distancia, a mitad de camino de la más próxima de las estrellas conocidas. Debía tener una magnitud o brillo de entre el grado 6 y el grado 13 (una estrella de magnitud 6.ª es la más pequeña de las visibles sin ayuda de instrumentos, a simple vista; una estrella de magnitud 13.ª es trescientas veces más pequeña). El hecho de que una estrella tan próxima al Sol hubiera podido pasar inadvertida no sorprendía o no preocupaba a Muller. La más próxima de las estrellas, la Próxima Centauro, según observó Muller, quizá nunca hubiera sido detectada de no estar tan cerca de otra estrella, la Alfa Centauro, que había merecido cuidadosos estudios. Algunos científicos creían que había un cincuenta por ciento de posibilidades de descubrir la estrella compañera del Sol en un plazo de tres años de búsqueda -en el caso de que realmente existiera-. «Ésta sería -dijo Muller-la más fantástica de las estrellas que imaginarse pueda y la primera en la historia descubierta gracias a la paleontología.»

En efecto, todo el mundo de la paleontología se conmovió con la excitación causada por el cambio cósmico de los acontecimientos. John Sepkoski se mantuvo firme en sus datos. «El resultado es claro y concluyente», dijo.

Se sentía encantado por la respuesta creativa de los astrofísicos. «Es raro que haya alguien que preste tanta atención a lo que pasa en el campo de la paleontología», concluyó.

La crítica del ciclo de extinción y de la hipótesis del cometa fue al principio sorprendentemente suave. Era posible que la estrella fuera localizada. Una nota típicamente precavida fue la de Steven M. Stanley, un paleontólogo de John Hopkins. En la edición de junio de 1984 de la revista *Scientific American* escribió:

El supuesto ciclo de veintiséis millones de años necesita nuevos estudios. Para comenzar con la punta de la más reciente extinción en el ciclo, hace como unos trece millones de años, resulta extremadamente débil y es posible que hubiera pasado inadvertida si fuese más antigua. Perdidos en el pasado del tiempo lejano es posible que existan otros acontecimientos semejantes que han sido oscurecidos en el registro de los fósiles y que no se acomodarían al ciclo. Es más, los apogeos que superan una antigüedad de noventa millones de años, identificados por Raup y Sepkoski, no caben muy bien en el ciclo. Podría ser que esos apogeos no fuesen verdaderamente

periódicos, sino sólo algo próximo a los veintiséis millones de años cíclicos que tendrían que ser si se distribuyeran al azar en el período de tiempo. Una condición como ésa no precisa explicación extraterrestre. Ocurriría lo mismo si después de cada extinción masiva tuviera que producirse un retraso antes de que pudiera ocurrir una nueva crisis. Los cambios ambientales que precipitaron la crisis inicial pudieron continuar existiendo durante varios millones de años, impidiendo la recuperación biótica que tenía que preceder al próximo latido de una nueva extinción. Incluso si el medio ambiente mejoraba, la vida diezmada podría requerir millones de años para alcanzar una nueva diversidad hasta el punto de incluir especies que resultaran especialmente vulnerables a la extinción masiva.

Son muchas las grandes ideas científicas que resultan ser erradas. Algunos puntos críticos pudieron ser pasados por alto y su posterior descubrimiento puede echar por tierra la hipótesis. Otra teoría distinta e igualmente convincente puede ser adelantada en cualquier momento.

Una de esas ideas hizo acto de presencia hacia finales de 1984. Daniel Whitmire, que había concebido una hipótesis de la estrella compañera semejante a la de Muller, revivió la noción de que en algún lugar, más allá de Plutón, existe otro gran planeta conocido como Planeta X que, en su viaje orbital, pudo producir las perturbaciones causantes de las lluvias periódicas de cometas destructores. Algo semejante al Planeta X debía de estar allí fuera, sospechaban los astrónomos, para producir las alteraciones responsables de la peculiar conducta orbital de Urano y Neptuno. De acuerdo con la nueva propuesta de Whitmire, desarrollada por éste en colaboración con John J. Mátese, también de la Universidad del Sudoeste de Louisiana, el Planeta X podría orbitar en tomo al Sol en un período de mil años, en una región mucho más allá de Plutón en el borde interno de la nube de Oort. Estando relativamente cerca del Sol podría contar con una órbita estable. Con el paso del tiempo era natural que hubiese abierto una franja libre de cometas en la nube. Pero del mismo modo que el Planeta X influye presumiblemente en los movimientos de los planetas exteriores, también él sería influenciado por las fuerzas gravitatorias de esos planetas que causarían un adelantamiento de su órbita. Esto significaría que en vez de recorrer la misma senda orbital cada vez, el Planeta X podría seguir una elipse que cambiara continuamente. El planeta, según Whitmire y Mátese proponían en *Nature*, podría pasar por las regiones de la nube de Oort, de densa población de cometas, dos veces cada cincuenta y dos millones de años y causar la destructora lluvia de cometas cada veintiséis millones de años. Esta teoría tuvo al principio muy pocos adeptos.

Pero los científicos continuaron calculando la validez de la hipótesis de la estrella compañera. Las mayores críticas que se le hacían se centraban en el problema de la supuesta inestabilidad de la órbita de una estrella unida de modo tan débil por la gravitación con el Sol y por lo tanto vulnerable a las influencias del tirón gravitacional de otros cuerpos terrestres. En octubre de 1984, en un artículo publicado en *Nature*, Michael Torbett, de la Universidad Murray en Kentucky, y Román Smoluchowski, de la Universidad de Texas en Austin, llegaron a la conclusión de que incluso las órbitas más estables que pudieran pensarse para una estrella así, no podrían durar todo el tiempo de existencia del sistema solar, es decir, cuatro mil seiscientos millones de años. La mayor parte de los científicos calculaban que el máximo de vida de la estrella en una órbita con un período de veintiséis millones de años era, como máximo, de mil millones de años. (El equipo de Muller reconocía esta limitación en su informe original.) O bien la estrella fue capturada por el sistema solar largo tiempo después de que se formara el Sol, un suceso que se consideraba poco probable, o la estrella compañera y el Sol estaban más

fuertemente unidos cuando se produjo el nacimiento del Sol y había sido arrastrada a su órbita actual por las perturbaciones gravitatorias causadas por el paso de estrellas u otros cuerpos celestes. Piet Hut era partidario de la última de las explicaciones. Eso significaría que el reloj cósmico de las periódicas extinciones de masas no estaba exactamente en hora. Esas hipótesis resultarán muy difíciles de probar. La periodicidad de las extinciones masivas que estaba presente en la hipótesis se basaba en el examen de los fósiles registrados en un período que sólo se extendía hacia atrás hasta hace doscientos cincuenta millones de años. Datos más antiguos resultaban demasiado esquemáticos e imprecisos para determinar qué ocurrió entonces. Sin mejores datos geológicos, del registro de los fósiles y de las pruebas de los cráteres, la naturaleza y la exacta localización en el tiempo de las extinciones masivas periódicas probablemente se mantendrán sin resolver… salvo que la «estrella muerta» llegue a ser descubierta.

Todo lo que Richard Muller podía hacer de momento era confiar en no haber olvidado un posible dato de importancia en su teoría o incluido en ella un error irreparable, y esperar los informes de los astrónomos ocupados en la búsqueda de una compañera del Sol. Muller nunca se convirtió en paleontólogo, pero el muchacho que había sentido pasión por los dinosaurios, ahora, treinta años más tarde, se encontraba metido de lleno en medio del debate sobre su suerte.

Parecía no haber límite para la creatividad científica estimulada por las nuevas hipótesis que presentaban la pregunta de qué les había ocurrido a los dinosaurios. Muchos científicos creían que los Álvarez, padre e hijo, habían establecido la validez de su hipótesis sobre el impacto del asteroide en el cretáceo. Otras pruebas nuevas podrían autentificar los hallazgos de Sepkoski y Raup. Es posible que la estrella muerta sea encontrada o, tal vez, se logre identificar otras fuerzas que expliquen la aparente periodicidad de las extinciones masivas. Una buena hipótesis siempre parece conducir a otra y, después una nueva idea, igualmente buena, hace acto de presencia hasta que el pensamiento en un amplio campo de las ciencias se ve sacudido, después golpeado y, por último, transformado. La paleontología no ha oído la última de las hipótesis de los Álvarez en todas sus ramificaciones.

En un sentido, las nuevas ideas sobre la extinción masiva son expresión de una transformación en el pensamiento científico que refleja cambios culturales. La ciencia no actúa en un vacío; es una empresa humana tanto como puedan serlo las artes o el comercio. En otras épocas hubiera sido posible, por ejemplo, que Luis y Walter Álvarez hubieran visto el iridio en la arcilla de Gubbio y se olvidaran de ello, considerándolo como uno más de los hechos inexplicables de la naturaleza. O podían haberlo considerado como una pista conducente a algo enteramente diferente. Pero ellos estaban ejerciendo la ciencia en una cultura sensible a la catástrofe, un legado de las guerras mundiales y de las armas nucleares tanto como el reconocimiento de Cuvier de las extinciones y la inestabilidad de la corteza terrestre nuevamente apreciada. Practicaban la ciencia en un clima intelectual en el cual la Tierra está empezando a ser considerada, cada vez más, como un sistema interactuante en el cosmos, desde una perspectiva digna de la era espacial. Su cultura les daba nuevos ánimos o al menos toleraba la persecución aparentemente irrelevante de un conocimiento sobre materias tales como los dinosaurios. Así el catastrofismo y los dinosaurios convergieron en la mente de los Álvarez e hicieron florecer varias hipótesis sobre la extinción de los dinosaurios. Esta convergencia cultural alentó a Ellen Goodman -la columnista que envía su opinión a muchos periódicos a través de su agencia de prensa, y que es una «fan de los dinosaurios» a su propio estilo-a observar: «Me pregunto si cada

época no tiene la historia de los dinosaurios que se merece.»

El nuevo enfoque del interés en las extinciones, inspirado en no pequeña parte por la hipótesis de Álvarez, está produciendo una transformación en el pensamiento sobre la naturaleza de la evolución. El punto de vista tradicional darwinista incluye esa competencia entre las especies como un impulso en la historia de la vida, con cambios en el medio ambiente físico como asunto de importancia secundaria. Los organismos están en lucha constante por conseguir ventajas. Aquellos que progresan y se mejoran mediante cambios lentos evolutivos progresan por encima de los que no lo hacen así, y esto lleva a nuevas especies mejoradas. Había, quizá de modo no casual, cierto sabor Victoriano en esta perspectiva darwinista. Quienes rigen imperios están dispuestos a creer siempre en la supervivencia de los mejor dotados, aquellos que viven en economías competitivas encuentran natural que las especies se alcen y caigan en competición con otras especies. Los que tienen una fe perdurable en el progreso, un principio del liberalismo Victoriano, gustan de creer en cambios graduales que conducen a una vida nueva y mejor. Lo que quiero decir es que el espíritu de la época contemporánea pudo haber influido en Darwin de modo inconsciente y debió de contribuir a la aceptación del darwinismo como doctrina guía de la historia natural.

Con esto no tratamos de quitar méritos a Darwin ni de dudar de la teoría de la evolución por medio de la selección natural. Darwin descubrió una gran verdad, aunque no toda, razón por la cual la teoría de la evolución aún sigue evolucionando.

Un gran desafío al darwinismo ortodoxo se produjo en la década de 1970-1980, cuando Stephen Jay Gould y Niles Eldredge, del Museo Americano de Historia Natural, propusieron su teoría de «los equilibrios interrumpidos». Su interpretación del registro fósil los condujo a afirmar que las especies no cambiaban gradualmente a lo largo de toda su existencia. Normalmente se mantenían en equilibrio durante millones de años y en un momento determinado, por causas desconocidas, una parte pequeña y aislada de la especie comenzaba a desarrollarse, para transformarse en una nueva especie que después se mantenía en equilibrio durante un largo período.

La teoría Gould-Eldredge tropezó con duras críticas por parte de los partidarios incondicionales del darwinismo. Lo incompleto del registro fósil, arguyeron, jugaba esas malas pasadas y había engañado a Gould y a Eldredge. Cuando el debate se fue calmando sin que se consiguiera un acuerdo generalizado, la hipótesis del impacto del asteroide puso sobre el tapete nuevas preguntas sobre hasta qué punto era gradual el proceso de la evolución. Los científicos comenzaron a pensar que la competición tenía menos que ver que la extinción con los más importantes cambios evolutivos.

En el nuevo punto de vista la evolución parecía tener un componente sustancialmente oportunista. Podía haber largos períodos en los cuales la vida evolucionaba gradualmente debido a la competencia entre especies, pero esos períodos eran interrumpidos por episodios de extremos cambios ambientales que alteraban el curso de la historia de la vida. La lucha primaria es la que se lleva a cabo con el clima, la geología y, tal vez, contra los asaltos o agresiones extraterrestres. Los perdedores se extinguen, frecuentemente, en grandes oleadas de muerte. Los supervivientes ocupan los hábitats que quedaron vacíos y se desarrollan con medios que no tuvieron a su alcance antes de la extinción masiva. En conjunto, unas cosas por otras, se trata de un período de muerte y de creación. Las extinciones no sólo retrasan el reloj del cambio evolutivo sino que dirigen la vida en direcciones completamente nuevas. Es posible que los

paleontólogos, ayudados e instigados por los Álvarez y Raup y Sepkoski, así como por sus vecinos los astrofísicos, acaben por descubrir que la historia de la vida está conformada, en sus caminos decisivos, por fuerzas celestes.

Desde luego una cosa es cierta, los dinosaurios han dejado a los seres humanos mucho más que una serie de huesos fósiles sobre los que especular. Esas maravillosas criaturas, misteriosas y fascinantes, pueden estar muertas, pero en vida seguramente conformaron el ritmo de la evolución durante ciento sesenta millones de años y su muerte ha determinado su curso durante los últimos sesenta y cinco millones de años.

18. EL MUNDO POSTERIOR

Una vez, cediendo ante una caprichosa necesidad, Dale Russell, el paleontólogo que dijo haber dedicado su vida al estudio de los dinosaurios porque nunca logró librarse de un encantamiento sufrido en su niñez, trató de adivinar cómo hubieran sido las cosas si los dinosaurios no se hubiesen extinguido. Cuanto más pensaba sobre ello más inclinado se sentía a creer que, en ese caso, ni él ni sus congéneres humanos hubieran llegado a existir. En su lugar resultaba posible que algunos dinosaurios hubieran evolucionado hasta convertirse en la inteligencia rectora.

Cuando el mesozoico se aproximaba a su fin, según Russell sabía por recientes estudios, unos pocos dinosaurios de pequeño tamaño habían alcanzado una relación cerebro-peso corporal, o cociente de encefalización, que se podría comparar favorablemente con el de los mamíferos primitivos. Uno de esos dinosaurios era el *Stenonychosaurus inequalus*, una especie desenterrada por él en 1968, en unas capas geológicas del cretáceo, cerca del Parque Provincial de los Dinosaurios, en Alberta. Partiendo del cráneo y de algunos otros huesos recogidos, determinó que se había tratado de un carnívoro bípedo que debía de pesar unos cuarenta kilos con un metro de altura y que, con la cola extendida, podía medir desde su extremo a la punta del hocico unos dos metros. El tamaño de la cavidad craneal indicaba que el *Stenonychosaurus* tenía un cociente de encefalización de 0,3, probablemente suficiente para hacer de él el más inteligente de los dinosaurios, con inteligencia varias veces superior a los demás, y posiblemente tan inteligente como los más avanzados de los pequeños mamíferos que fueron sus contemporáneos. (En los seres humanos el cociente de encefalización es de 7,5.) También había otros rasgos que hacían de este diminuto dinosaurio un ser excepcional. Al parecer tenía el pulgar libre, un dedo que podía oponerse a las otras dos garras, lo que sin lugar a dudas le daba una especial destreza y capacidad de manipulación. Es posible, también, que tuviera visión estereoscópica. «Parecía tener -dijo Russell-todos los componentes del éxito que posteriormente hemos visto en el desarrollo de los simios.»

Con esta idea en mente, Russell se lanzó a formarse un concepto sobre el tipo de animal que hubiera llegado a ser el *Stenonychosaurus* en nuestros días si él y los demás dinosaurios no se hubieran extinguido hace sesenta y cinco millones de años. Dio forma a sus ideas en un modelo tridimensional de fibra de vidrio, creado con la ayuda de Ron Sequin, un taxidermista, y que en la actualidad se encuentra en el Museo de Ciencias Naturales en Otawa. Russell llama a este modelo un dinosauroide, una criatura inteligente que podría haber llegado a ser la culminación posible, en el siglo XX, de una evolución ininterrumpida de los dinosaurios, si éstos hubieran sobrevivido.

El modelo de dinosauroide, según Russell, es el producto de un trabajo de suposiciones y una extrapolación «conservadora» de determinadas tendencias evolutivas. Tomando en

consideración la tendencia hacia un mayor cerebro en los dinosaurios, que se había manifestado ya antes de su extinción, el dinosauroide hubiera evolucionado ahora hasta un cociente de encefalización del 7,1, que está dentro del límite de los humanos. Para dejar sitio al mayor cerebro, el cráneo en el modelo fue construido algo mayor que el del *Stenonychosaurus* y el rostro relativamente más pequeño, como se vio ocurría en la evolución de los simios antropoides. Los ojos eran grandes óvalos, como es característico en los dinosaurios. La postura era erguida. El cuello más corto de lo que era corriente en los dinosaurios, porque de seguir con el cuello largo les hubiera resultado muy difícil soportar el peso de un cráneo grande al final de un cuello horizontal. La cola, al hacerse innecesaria como contrabalance para el equilibrio, habría desaparecido y por esa razón el dinosauroide no la tenía. Su cráneo es calvo y sus manos tienen tres dedos, ambas cosas características establecidas de los dinosaurios. Dado que Russell asume, además, que el animal habría evolucionado y dejado de poner huevos para traer al mundo a sus hijos vivos, el dinosauroide tenía ombligo. Russell creía que las crías serían alimentadas con alimentos previamente masticados o regurgitados, como lo son las crías de las aves, y por esa razón los dinosauroides no tenían pezones. La falta de órganos sexuales externos del dinosauroide es una característica típica de los reptiles.

El dinosauroide tal como fue concebido por Dale A. Russell, con la reconstrucción del *Stenonychosaurus* al fondo.

Cualquiera que fuese la fisiología y la conducta social de los dinosaurios en su época, concluía Russell, el dinosauroide habría evolucionado ya hasta convertirse en una criatura fuerte y vigorosa, de sangre caliente, que probablemente viviría formando comunidad con otros compañeros de caza. Estas criaturas podrían tener voces semejantes al piar de las aves y, posiblemente, algún tipo de lenguaje, aunque no hay modo de saber a qué nivel de encefalización el lenguaje se hace posible o inevitable. En el modelo de Russell, que como él dice es conservador, el dinosauroide aún no habría alcanzado niveles de inteligencia humana, pero el científico no excluye la posibilidad de que los descendientes del *Stenonychosaurus*, o cualquier otro de los dinosaurios mejor dotados cerebralmente, pudieran haber evolucionado hasta convertirse en especies más inteligentes, ingeniosas y sofisticadas que el *Homo sapiens*.

Pero las cosas no habrían de ocurrir así: el *Stenonychosaurus* nunca tuvo la posibilidad de llevar a cabo su hipotético potencial. Ni un solo dinosaurio sobrevivió a las extinciones masivas de finales del cretáceo. No se ha encontrado fósil alguno de esas criaturas en capas geológicas más recientes que las del cretáceo. Los informes ocasionales de que animales con aspecto de

dinosaurios han sido vistos en África, nunca fueron confirmados. Aunque pudieran ser encontrados algunos animales monstruosos, con un curioso aspecto de dinosaurios, es altamente improbable que los verdaderos dinosaurios hubieran sobrevivido los últimos sesenta y cinco millones de años sin dejar ningún rastro fósil que hubiese sido descubierto hace ya muchos años.

En la actualidad los dinosaurios viven sólo en las mentes de la especie que, sin duda, debe su existencia a la desaparición del dinosaurio. Si éste no se hubiera extinguido, si su género hubiese continuado dominando la tierra seca, es muy probable que los mamíferos se limitaran a ser pequeñas criaturas de aspecto de roedores, saliendo de noche y escondiéndose durante el día por temor a los poderosos reptiles. O, en el caso de que los dinosaurios hubieran vivido después del cretáceo para haberse extinguido en época más reciente, la Era de los Mamíferos posiblemente estaría aún en su infancia, sin que existieran todavía ni humanos ni protohumanos. Tenemos, pues, toda la razón al sentimos fascinados por los dinosaurios y, en especial, por su extinción.

Las extinciones masivas, como los científicos están comenzando a reconocer, fueron acontecimientos cruciales en el curso de la vida en la Tierra. Tras la última extinción del cretáceo, debió de existir una enorme desolación por todas partes, silencio y calma donde antes hubo una vida fuerte y vigorosa. Pero, además, una oportunidad para todos aquellos supervivientes que tuvieran la suficiente capacidad de adaptación para aprovecharla. Las aves disponían del cielo para ellas solas, tras la extinción del pterosaurio. Los peces, los moluscos y otras criaturas del mar ya no tenían que vérselas con los ammonites ni con los mosasaurios. Los pequeños mamíferos salieron de su baja existencia; ya no quedaban saurios gigantescos, con la excepción de los cocodrilos, y éstos eran incapaces de mantener la hegemonía que durante tanto tiempo fue patrimonio de sus parientes arcosaurianos.

Con sorprendente rapidez, en términos de evolución y tiempo geológico, los mamíferos ocuparon los diversos hábitats de los reptiles extinguidos. Entre éstos estaban los multituberculata, esos animales de aspecto de roedores que durante cien millones de años habían sido los mamíferos más abundantes, pero que también ellos acabarían por morir definitivamente en un período de veinticinco millones de años. Algunos fueron los pocos marsupiales que sobrevivieron a la catástrofe. Otros los monotremes, mamíferos que ponían huevos que debían ser los restos de un experimento evolutivo cuyos únicos supervivientes actuales son los ornitorrincos y los echidnas de Australia. Muchos eran mamíferos placentarios, los precursores de casi todos los mamíferos modernos. Al encontrarse con que la mayoría de sus depredadores y rivales habían desaparecido para siempre, la mayor parte de los mamíferos abandonaron sus hábitos noctámbulos y de cazadores de insectos y fueron asumiendo una existencia diurna. Los pequeños ungulados se hicieron cargo de los prados desiertos y pastaron donde anteriormente solían vagar los ceratópsidos. Otros mamíferos desarrollaron el gusto por la carne, con lo que se inició en la naturaleza una nueva relación depredador-presa. Algunos treparon a los árboles y dieron lugar a los monos. Otros se fueron al mar, dando lugar a las ballenas y los delfines. Los hubo que prefirieron el aire, como los murciélagos, y sus descendientes son los murciélagos de nuestros días. Todos los pasos decisivos, en la radiación y diversificación de los mamíferos, parecen haber ocurrido en los primeros diez millones a quince millones de años transcurridos después de que el ocaso de los dinosaurios y otros reptiles gigantes dejó libres tantos nichos ecológicos.

En el período oligoceno, después de las extinciones del eoceno, hace treinta y ocho millones de años, los climas más fríos y más secos promovieron un mayor auge en la evolución de los

mamíferos. Los ungulados crecieron hasta convertirse en animales de gran tamaño; aparecieron los primeros gatos, perros y rinocerontes; los cerdos y osos aparecieron en escena. Pocos millones de años después los monos y los simios se separaron para seguir caminos evolutivos distintos, y en África apareció un simio sin cola al que se le dio el nombre de *Oryopithecine*, posiblemente el antepasado común de los grandes simios y del ser humano. En esas criaturas se dieron por primera vez algunas de las características del cerebro humano. Hace como unos cinco millones de años, en el plioceno, ramas de los grandes monos se convirtieron en gorilas, chimpancés y antropoides. Éstos comenzaron a andar erguidos sobre sus patas traseras y a hacer herramientas de piedra. Primero fueron carroñeros para después convertirse en cazadores. Comenzaron a especializarse y mientras los machos cazaban, las hembras se dedicaban a recoger frutos y nueces. Gracias a ello las hembras tenían más tiempo disponible para amamantar a sus crías y para el cuidado maternal.

En esos días los antropoides comenzaron a desarrollar, decididamente, un cerebro humanoide.

El hombre moderno, el *Homo sapiens*, apareció en sus formas arcaicas hace unos 500.000 años. El auténtico hombre moderno, el *Homo sapiens sapiens* no debe de tener más de 400 000 años de antigüedad. Esta especie había desarrollado ya el lenguaje y su característica esencialísima: la conciencia. Así surgió una inteligencia de género transcendental, enteramente nueva en el curso de la vida.

Entre todas las criaturas sólo nosotros, los seres humanos, poseemos conciencia, un profundo saber de nosotros mismos y de los otros, conciencia del pasado y del futuro. Otros animales tienen conocimiento de su medio ambiental y sentido, pero contrariamente a los seres humanos no saben que tienen ese conocimiento y sentido; no pueden entender qué significa el conocimiento ni tratar de comprender lo que los otros pueden sentir o pensar. Sólo los seres humanos se interrogan sobre sus orígenes. Sólo los seres humanos se preocupan por el futuro y saben que acabarán por morir. Esa autoconciencia es la fuente de la religión y la justicia, de las artes y de las ciencias, es nuestra humanidad.

Las cosas no tenían necesariamente que ser así. Nada en la evolución de la vida, tal y como la entendemos, preordenaba el desarrollo de la conciencia en una especie. No podría afirmarse, utilizando una razonable extrapolación, que el *Stenonychosaurus* de Russell tuviera necesariamente que desarrollar la conciencia por mucho que progresara en destreza y poder cerebral. Nadie puede contemplar los fósiles de los mamíferos primitivos, o incluso los de los primeros simios, y encontrar signos concretos del excepcional futuro que habría de producirse. En opinión de la mayor parte de los científicos, Gould ha dicho: «La conciencia es un caprichoso accidente de la evolución, un producto de un linaje peculiar que desarrolló la mayor parte de los componentes de la inteligencia para otros propósitos evolutivos.»

Por una sucesión de accidentes, pues, conseguimos la visión para mirar hacia atrás y contemplar la progresión de la vida que nos precedió. Éste es uno de los logros más luminosos conseguidos en los dos últimos siglos. Al mirar atrás en el tiempo nos sentimos extrañados, sorprendidos de ser nosotros los que estamos aquí y no algún *Stenonychosaurus* de gran cerebro. Hemos alcanzado el conocimiento de la variedad, la tenacidad y la fragilidad de la vida. Hemos descubierto numerosas pruebas de las catástrofes globales que condenaron a los dinosaurios y a innumerables otras criaturas a desaparecer del planeta. Tenemos razones para suponer que eso puede volver a suceder de nuevo en un período comprendido entre los once millones y los trece

millones de años. Pero al contemplar el trágico destino de los dinosaurios, el fenómeno que hizo posible nuestra evolución, nos sentimos arrastrados a negros presentimientos sobre nuestra propia extinción. Nos damos cuenta, tenemos conciencia de que somos, como en cierta ocasión observó Niels Bohr, al mismo tiempo espectadores y participantes en el fenómeno de la naturaleza.

El peligro no está a millones de años de distancia. Podría ser inminente. De todas las especies existentes, o que existieron en el pasado, sólo nosotros hemos conseguido llegar a disponer de poder suficiente para provocar nuestra propia extinción y la conciencia suficiente para damos cuenta de que estamos condenados a sufrir nuestro propio miedo. Podemos mirar el futuro, un futuro inmediato, y contemplar nuestra muerte, como especie, en circunstancias no muy distintas de aquellas que se precipitaron sobre los pobladores del cretáceo. La única diferencia es que los dinosaurios deberían culpar de su extinción a elementos procedentes de las estrellas, mientras que nosotros no podríamos culpar a nadie más que a nosotros mismos.

Luis Álvarez se dio cuenta, rápidamente, del paralelismo existente entre la hipotética catástrofe que condenó a los dinosaurios y una guerra nuclear. En 1982 comparó de modo explícito el impacto de su supuesto asteroide con el potencial destructivo de las armas nucleares, una comparación que nos hace dudar de las esperanzas de que se pueda sobrevivir a una guerra atómica. Eso llevó a meditar a otros científicos. Si el impacto de un asteroide puede producir nubes de polvo globales y hacer bajar las temperaturas, ¿cuál sería el efecto de una guerra nuclear sobre el clima de nuestro planeta?

Paul J. Crutzen, director del Instituto Max Planck de Mainz, en Alemania, y John W. Birks, de la Universidad de Colorado, han comenzado ya a examinar las consecuencias ecológicas de una guerra nuclear. Se les ha ocurrido la idea de que, excesivamente preocupados por el envenenamiento de la vida como consecuencia de la radiactividad, ha pasado casi desapercibido otro efecto terrorífico de la guerra nuclear. Crutzen, holandés de nacimiento, es una autoridad sobre los varios componentes químicos de la atmósfera y ha hecho un estudio de la distribución del humo procedente de los grandes incendios de las selvas brasileñas. Los fuegos que se producirían por las explosiones nucleares, dijeron Crutzen y Birks, generarían tremendas cantidades de humo y hollín, así como polvo, lo cual mitigaría gravemente la cantidad de luz solar que llegaría a la superficie de la Tierra. El polvo simplemente dispersa la luz, pero el hollín la absorbe. El resultado, pues, podría ser una oscuridad total.

Al mismo tiempo, otro grupo de científicos de la Universidad de Comell y del Centro de Investigaciones Ames, en California, ha estudiado los efectos del polvo atmosférico sobre la luz solar, basándose principalmente en los nuevos conocimientos sobre las erupciones volcánicas y las tormentas de polvo de Marte. Cuando esos científicos sopesaron atentamente el escenario hipotético presentado por Álvarez para la extinción final del cretáceo, decidieron dirigir sus estudios a la creación de modelos computarizados de los posibles efectos climatológicos producidos por un holocausto nuclear. Tomaron en cuenta también los descubrimientos de Crutzen y Birks, incorporando a sus cálculos el efecto producido por el hollín de las ciudades y las selvas incendiadas. En 1983, aquellos científicos -Richard P. Turco, Owen B. Toon, Thomas P. Ackerman, James B. Pollack y Cari Sagan-llegaron a la conclusión de que una extensa guerra nuclear probablemente generaría el mismo tipo de oscuridad que muchos creían había motivado la desaparición de los dinosaurios. La explosión de las bombas y la traicionera radiactividad serían ya de por sí lo suficientemente horribles, pero las tinieblas de pesadilla que seguirían podrían dar la puntilla a la vida en la Tierra. Aunque muchos críticos rechazan esas ideas a las

que califican de «mito peligroso», muchos científicos afirman haber confirmado, en líneas generales, la realidad de lo que el grupo de Turco llama «el invierno nuclear». El mundo quedaría sumido en una oscuridad de hollín durante semanas, lo que impediría la llegada a la superficie de la Tierra de la luz necesaria para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Al mismo tiempo produciría un frío implacable por todas partes. El resultado podría ser la desaparición de la especie humana.

Dinosaurios agonizantes y tormentas de polvo en Marte, la física atmosférica y los humeantes incendios de las selvas brasileñas… Las ideas importantes pueden llegar desde muy distinta procedencia. No es de sabios el afirmar que cualquier tipo de estudio o exploración sea irrelevante.

En la reunión de 1983 en la que se estudiaron las extinciones, donde Raup y Sepkoski asombraron a los científicos con su informe sobre los ciclos aparentes de extinciones masivas, el ejemplo de los dinosaurios fue vuelto a evocar al sopesar las perspectivas de vida sobre la Tierra. Los dinosaurios, así parece, ya han dejado de ser sólo un sinónimo de obsolescencia o de lo que ya pasó y está enterrado. Su desaparición es recordada cada vez más como una metáfora de prevención sobre el destino que puede esperarle a la humanidad si no vamos con cuidado. Es posible que nunca lleguemos a saber con certeza qué les ocurrió a los dinosaurios, pero lo cierto es que ya sabemos lo suficiente como para preguntamos si eso mismo podría ocurrimos a nosotros. Si lo que afectó a los dinosaurios fue una catástrofe repentina, pensemos ahora en una guerra nuclear y sentiremos escalofríos. Si su desaparición se produjo gradualmente, debido a una acumulación de causas que alteraron el medio ambiente, no tenemos más remedio que pensar en los efectos del exceso de población, la deforestación, los venenos químicos y la polución cada vez mayor sobre la habitabilidad de la Tierra. Incluso si de un modo u otro se logra evitar la guerra nuclear, se les recordó a los científicos reunidos en la conferencia sobre la extinción, que el mundo sigue enfrentado a la inmediata perspectiva de extinciones que podrían rivalizar, e incluso superar, a la que tuvo lugar a finales del cretáceo. Dos ecólogos, Paul Ehrlich, de la Universidad de Stanford, y Daniel Simberloff, de la Universidad del Estado de Florida, previenen de que la población humana está creciendo de modo tan explosivo y está modificando el medio ambiental de manera tan drástica que otras especies están pereciendo a un ritmo tan alarmante que podría alcanzar las proporciones de una extinción masiva en los próximos doscientos años. «Por primera vez en la historia geológica -dijo Ehrlich-, un episodio de extinción de gran importancia será puesto en acción por el exceso de capacidad de una única especie, el *Homo sapiens.»*[14]

La conciencia impone una profunda responsabilidad a aquellos que la poseen. Por maravillosos que fueran los dinosaurios eran criaturas limitadas. Eran incapaces de causar su propia extinción, o de preverla y evitarla. Los seres humanos, aún más maravillosos, sí estamos dotados de esa capacidad. Es muy posible que no haya nada semejante a nosotros en todo el universo. En nuestra exploración del tiempo hemos conducido carretera adelante y nos hemos parado a buscar bajo los enebros algunos huesos de dinosaurio para el final encontramos, cara a cara, con nosotros mismos.

AGRADECIMIENTOS

Si tuve algunas reservas antes de ponerme a escribir este libro -¿es lógico que un hombre adulto se pase varios años ocupándose de los dinosaurios?, ¿había algo realmente nuevo que decir sobre estos animales?- éstas se desvanecieron a la vista de algunos viejos huesos yaciendo

en un cauce seco en cualquier lugar del sur de Utah. La historia siempre me sedujo de manera fascinante y allí, en mis manos, había un mensaje de un pasado tan remoto que convertía la historia convencional en el relato de algo que hubiera ocurrido ayer mismo. Allí y entonces me comprometí conmigo mismo a escribir este libro sobre la exploración del tiempo por ese número tan abundante de personas que no pudieron resistir al señuelo de los dinosaurios. Parecía fascinante e importante contar la historia de la gente que continúa viendo en el misterio de los dinosaurios un desafío infinito y la inspiración de algunas de las propuestas más interesantes y fructíferas que en la actualidad se hacen sobre la historia de la Tierra.

Me guía en los lechos de fósiles de Utah fue James A. Jensen y mi deuda con él es grande. Pasamos juntos una semana deliciosa en julio de 1981, saltando sobre los baches del rudo paisaje campestre en su camioneta, parándonos para excavar aquí y allá y charlando de la mañana a la noche sobre fósiles y geología. Muchas veces, después, mientras escuchaba los relatos de los primeros cazadores de fósiles, pensé en Jim y en el terreno que cubrimos y los huesos que encontramos bajo el suelo. Ese pensamiento me daba una medida de empatia con la conducta de Stemberg y Hatcher, Douglas y Brown, Cope y Andrews, entre los grandes buscadores de dinosaurios. Jim ahora está retirado y le deseo que tenga éxito con sus memorias. También estoy agradecido a Jan Hemming por haber arreglado mi encuentro con Jim. La primera vez que puse en el papel un relato sobre Jensen y los dinosaurios, para el New York Times Magazine, mi editor fue Holcomb Noble, que había sido un importante colaborador en muchos de mis esfuerzos escritos para el Times. Una parte del material de ese artículo se ha incorporado al prólogo de este libro, con autorización expresa del Times. Richard Fiaste, el director de la información científica en el Times, fue muy comprensivo y me dio ánimos siempre que fue necesario.

En otras visitas realizadas a los campos de excavaciones de Montana y Wyoming, William A. Clemens, John R. Horner y Bob Makela perdieron horas de su trabajo ayudándome a completar mi formación en la paleontología y sus sistemas, principalmente en relación con los hallazgos de importancia. Jeff Crane, uno de los auténticos últimos cowboys, me acompañó en una ilustradora gira por Como Bluff, la mayor parte de cuyo terreno se encuentra dentro de los límites cercados del rancho ganadero que dirige en compañía de su hermano Frosty.

Muchas otras personas se sometieron pacientemente a las entrevistas y respondieron generosamente a mi infinita demanda de información y de documentos de investigación. John H. Ostrom, del Museo Peabody de Yale, se mostró especialmente generoso en su ayuda a este respecto. Dennis R. Dean, de la Universidad de Wisconsin-Parkside, compartió sus nuevos descubrimientos sobre el papel de Gideon Mantell en los primeros hallazgos de dinosaurios, lo cual resultó especialmente magnánimo puesto que me dio la oportunidad de publicar primero algunos de los frutos de sus propias investigaciones. Un relato mucho más completo del descubrimiento de Mantell se ofrece en el libro de Dean Gideon Mantell: The Discoverer of Dinosaurs. Las siguientes personas me facilitaron también invaluable ayuda en sus entrevistas: Walter Álvarez, Frank Asaro, Robert T. Bakker, Marión Brandvold, A. W. Crompton, Leo J. Hickey, Nicholas

Hotton III, David Jablonsky, Farish Jenkins, Robert Long, Malcolm McKenna, Richard A. Muller, David M. Raup, Dale A. Russell, John E. Schowalter, J. John Sepkoski, Jr., Robert Sloan, Román Smoluchowski, Sam Tarsitano, Leigh van Valen y Daniel Whitmire.

Nadie podría escribir un libro sobre dinosaurios sin incurrir en una deuda de gratitud inmensa con Edwin H. Colbert. Sus libros plenos de información me dieron un gran empuje

inicial en muchos de mis caminos de investigación.

Una especial nota de agradecimiento se la debo a Stephen Jay Gould. Lo consulté en relación con algunos puntos interpretativos. Pero aún más importantes para mí fueron sus comprometidos ensayos sobre la evolución, la extinción y otros temas con ellas relacionados; frecuentemente sus escritos fueron para mí una fuente de inspiración e iluminación.

Para mi investigación bibliográfica recurrí ampliamente a la Biblioteca Pública de Nueva York y a la Biblioteca del Museo Americano de Historia Natural. Otras informaciones fueron conseguidas en las bibliotecas de la Universidad de Duke, de la Universidad de Princeton, de la Universidad de Wyoming y del Museo Peabody de Historia Natural de la Universidad de Yale.

Entre aquellos que tuvieron la amabilidad de leer y comentar partes de este libro se cuentan: Walter Álvarez, William Clemens, Dennis Dean, Richard Muller, John Ostrom y John Sepkoski. Joan M. Kelly me ofreció sugestiones editoriales estimulantes durante todo el tiempo. Fue un verdadero placer para mí volver a trabajar con Ashbel Green, es consolador tener como editor a alguien con sus elevadas cualidades y su gran paciencia. Peter Hayer fue de gran ayuda en las etapas finales de la preparación de la edición de este libro.

Mi esposa Nancy supo arreglárselas para que la vida continuara su curso normal mientras yo tenía la cabeza enterrada en el pasado más remoto. Por ella y por todos aquellos que me dieron su apoyo confío en que los resultados justifiquen su generosa colaboración y asistencia.

This file was created

with BookDesigner program

bookdesigner@the-ebook.org

02/08/2013

notes
Notas a pie de página

[1] Estos versos fueron escritos en 1912 por Bert L. Taylor, un columnista del Tribune de Chicago. Su inspiración surgió del descubrimiento de que el Stegosaurus tenía un pequeño cerebro en el lugar usual y un plexo sacro, de un tama¬ño veinte veces superior al del cerebro, en el punto donde la médula espinal atraviesa la pelvis. Naturalmente, no era un cerebro sino, probablemente, una especie de nódulo por donde muchos de los nervios de las patas traseras y de la cola entraban en la cuerda espinal. Ese ensanchamiento se encuentra en la mayor parte de los reptiles, pero era más pronunciado en algunos dinosaurios.

[2] En los primeros párrafos de Bleack House, Dickens aludió a las ideas con¬temporáneas sobre la geología y la paleontología. «Implacable tiempo de noviem¬bre —escribió—. Tanto barro en las calles como si las aguas acabaran de retirarse momentos antes de la faz de la Tierra, ¿no hubiera sido maravilloso dar con un Megalosaurus, de doce metros de largo, más o menos,

marchando pesadamente, como un elefante, en dirección a la colina de Holbom?»

[3] «Ella vende conchas marinas a orillas del mar.» La frase es de complicada pronunciación y se usa con la misma finalidad que en castellano se utiliza, pan mostrar las dificultades que para algunos extranjeros tiene la pronunciación de k «r» castellana, la frase de «el perro de San Roque no tiene rabo porque Ramón Rodríguez se lo ha robado». (N. del t.)

[4] «Teología natural: o pruebas de la existencia y atributos de la Deidad, re¬cogidos de los aspectos de la Naturaleza.» (N. del t)

[5] «Sobre las imperfecciones del registro geológico.» (N. del T)

[6] Mucho más tarde, en 1985, algunos escépticos alegaron que existía la po¬sibilidad de que Häberlein se hubiera dedicado a fabricar fósiles. Lee Spetner, un físico israelita-norteamericano, dirigió el ataque con la reproducción de fotogra¬fías muy aumentadas del espécimen de 1861 que, según afirmaba, indicaban que la sección con la marca de la pluma había sido añadida a un auténtico fósil de un reptil, mediante la aplicación de una capa de cemento sobre la roca original y dejar en ella la impresión de las plumas. «(Ridículo!», replicó Alan Charaig ha¬blando por otros paleontólogos que rechazaban la acusación de falsificación del fósil.

[7] «Sam el Jabonoso.» *(N. del t.)*

[8] Ostrom repetía así la opinión que por primera vez fue expresada por Donald Baird, de Princeton. Esto no quiere decir que Ostrom no echara de menos sus trabajos sobre el terreno, que tuvo que abandonar por razones de salud.

[9] Las huellas de Glen Rose han sido citadas por los creacionistas como prue¬ba de que el hombre existía en los tiempos de los dinosaurios y, consecuente¬mente, de que la Tierra no podía tener más de diez mil años de antigüedad, una revisión de última hora de la fecha establecida por Ussher. Equipos de excava¬ciones de los creacionistas proclamaron haber descubierto docenas de «huellas humanas» cerca de las huellas de los dinosaurios. Tras examinar esas series de huellas, Steven Schafersman, del Consejo de Texas para las Ciencias de Educa¬ción, cuestionó la interpretación creacionista. En una carta dirigida a Geotimes (octubre 1983) escribió: «Algunas de las series de huellas son huellas de dino¬saurios pobremente conservadas, otras son de la parte trasera del talón de un único dinosaurio. Otras son huellas de dinosaurios hechas en un fango muy flui¬do que volvía a cerrarse cuando el animal volvía a sacar su pata; otras consistían en depresiones marginales sobre la superficie de la piedra arcillosa con moldes fósiles que fueron erróneamente interpretados como pliegues entre los dedos de los pies, y también hay algunas que fueron artísticamente mejoradas para hacer¬las parecer “huellas humanas” mostrando dedos superficiales moldeados en sua¬ves lechos de arcilla. Los moldes de las huellas y las fotografías que me fueron mostradas por los creacionistas tenían lustros de antigüedad y eran obviamente huellas esculpidas.»

James Gorman informó en Discover (octubre de 1981) que diecisiete científi¬cos creacionistas visitaron las excavaciones de Home en 1981. Eran compañeros de estudios

dirigidos por un «profesor de Génesis». Homer, según escribió Gor¬man, «decidió no discutir con ellos los valores de la evolución y se limitó a mos¬trarles las excavaciones. A cambio ellos le ayudaron a descubrir un nido».

[10] Las cinco extinciones masivas están basadas en los cálculos de N. D. Ne¬well sobre el porcentaje de familias que desaparecieron. D. M. Raup y J. 3. Sepkoski, al estudiar el registro de fósiles de la vida marina, no incluyen en su lista la extinción cámbrica. Está reemplazada por otro episodio ocurrido a finales del ordovícico, hace 438 millones de años.

[11] Stephen Jay Gould recoge otra hipótesis también relacionada con la se¬xualidad. «En cierta ocasión alguien propuso con toda seriedad —escribió— que los dinosaurios machos se hicieron demasiado grandes y pesados como para poder montar a sus hembras para el acto sexual, lo cual no me convence de las razo¬nes por las cuales el pequeño Velociraptor tuvo que extinguirse conjuntamente con sus primos gigantes (y tampoco cómo se las arreglarían los gigantescos Bron¬tosaurus durante los cien millones de años, más o menos, de su supervivencia).»

[12] «Conferencia sobre los impactos de grandes cuerpos y la evolución terres¬tre: Implicaciones geológicas, climatológicas y biológicas.» (N. del i)

[13] Estas estimaciones están basadas en estudios. Un examen de la microestructura de los huesos de dinosaurio hizo que los científicos dedujeran el proba¬ble ritmo de crecimiento. Dado que esos animales maduraban lentamente, es po¬sible que sus vidas fueran proporcionadamente largas. Se cree que los mayores dinosaurios, en particular, tenían las vidas más largas.

[14] Algunos científicos sospechan que la extinción de los mastodontes, ma¬muts y otros grandes animales, a finales del pleistoceno, la más reciente de las Eras Glaciales, fue consecuencia del exceso de caza por parte del ser humano.