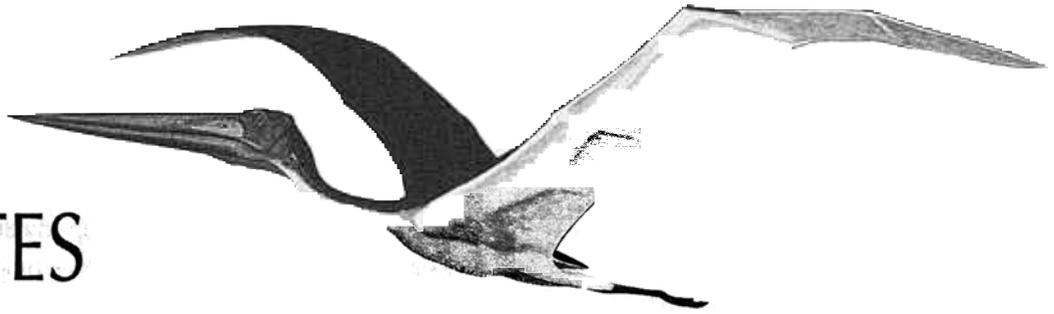




GIGANTES JURÁSICOS



En una de las primeras escenas de la película *Parque Jurásico*, un gigantesco dinosaurio de más de 25 metros de largo se yergue sobre las patas traseras y extiende el cuello de 10 metros de largo para alcanzar con el hocico la parte superior de los árboles más altos. Ante la mirada azorada del incrédulo paleontólogo Alan Grant, el gigantesco animal deja caer su cuerpo de 80 toneladas para regresar a la posición cuadrúpeda, haciendo retumbar el suelo de la mítica isla Nublar. La toma termina con una maquiavélica sonrisa de John Hammond, el excéntrico promotor del parque.

El dinosaurio de la escena es un *Brachiosaurus*, uno de los dinosaurios saurópodos más grandes que han existido. La figura de los saurópodos es bien conocida gracias a las múltiples versiones que en dibujo existen del brontosaurio (*Apatosaurus*), el típico dinosaurio de enormes dimensiones y cuello larguísimo. La acción en la película fue inspirada probablemente por una controvertida reconstrucción que fue montada hace unos años en el Museo Americano de Historia Natural de Nueva York. En ella, un *Barosaurus* se levanta sobre sus patas traseras para proteger a su cría del ataque de un *Allosaurus* (carnívoro semejante al tiranosaurio). La reconstrucción muestra la moderna concepción que se tiene de los dinosaurios: criaturas activas, probablemente de sangre caliente, capaces de realizar proezas físicas como las del barosaurio.

Estas imágenes, que contrastan con las clásicas de los brontosaurios como bestias torpes y lentas que tienen que vivir en pantanos para soportar su propio peso, han sido criticadas por algunos escépticos. Por ejemplo, un cardiólogo ha estimado que para bombear sangre a la cabeza de un barosaurio que estirara el cuello de 10 metros en forma vertical se necesitaría una presión siete veces superior a la ejercida por un corazón humano, labor imposible aún para el corazón de un dinosaurio. Asimismo, se han hecho cálculos que indican que los huesos de un saurópodo no podrían soportar la presión y la tensión ejercidas por un animal que intentara levantarse sobre las patas traseras.

Dado que los dinosaurios ya no existen (con excepción de las aves, que podrían considerarse como dinosaurios vivientes) es imposible poner a prueba directamente las suposiciones que han forjado las imágenes que todos conocemos de estos fascinantes animales. Sin embargo, utilizando el conocimiento sobre la biomecánica y la fisiología de las especies actuales es posible hacer algunas predicciones sobre las características de las formas extintas. Por ejemplo, es posible especular acerca del tamaño máximo que un animal terrestre podría tener.

El elefante africano (*Loxodonta africana*), con un peso de unas cinco toneladas y una longitud de seis a siete metros incluyendo la trompa, es el animal terrestre viviente

.....

más grande. Sin embargo, aún el elefante más voluminoso se vería ridículamente pequeño junto a un *Indricotherium* de tamaño normal. Los indricoterios, parientes de los rinocerontes actuales, habitaron durante el Eoceno y el Mioceno lo que ahora es el sureste asiático y fueron los mamíferos terrestres más grandes, con un peso de unas 15 a 20 toneladas.

Aun un dinosaurio mediano haría verse al elefante como un enano. Un *Utahraptor* (depredador descubierto en 1992, pariente de los *Velociraptor* que aterrizaron a los protagonistas de *Parque Jurásico*) medía más o menos lo que un elefante pero era mucho más esbelto (pesaba unos 800 kilogramos). Por mucho tiempo se consideró al *Tirannosaurus rex* como el dinosaurio carnívoro más grande (con unos 15 metros de longitud y un peso de unas siete toneladas) hasta que en 1995 Rodolfo Coria, un paleontólogo argentino, describió el *Giganotosaurus carolinii*, un depredador aún más grande que el tiranosaurio.

Comparado con los auténticos campeones de los pesos pesados, los saurópodos, el elefante parecería realmente un pigmeo. Se estima que un *Diplodocus* típico pesaba unas 20 toneladas y que un *Mamenchisaurus* tenía un cuello de unos 12 metros. El braquiosaurio es el saurópodo más grande del que se tenga un esqueleto más o menos completo, por lo que ostenta el récord formal como campeón de tamaño entre los animales terrestres, con un peso estimado de 80 toneladas. Sin embargo, existen descripciones, basadas en esqueletos incompletos, de criaturas aún más grandes con nombres tan impresionantes como *Supersaurus*, *Ultrasaurus* y *Seismosaurus*. Coria, el mismo del *Giganotosaurus*, piensa que otra especie que él describió, *Argentinosaurus*, podría haber sido el auténtico campeón de tamaño, con un peso de más de 100 toneladas.

Si con cierta regularidad se encuentran fósiles de saurópodos cada vez más grandes, se pueden plantear las siguientes preguntas: ¿existe un límite de tamaño para un animal terrestre?, ¿sería posible encontrar fósiles de un saurópodo de, por ejemplo, 200 toneladas? La biomecánica nos indica que las respuestas a las preguntas son sí y no, respectivamente.

Entre más grande es un animal, las patas deben ser comparativamente más gruesas para poder soportar el peso. Por ejemplo, una gacela puede tener las patas largas y delgadas, mientras que un rinoceronte o un elefante deben tener patas anchas y más bien rígidas. Esto se debe a la forma en la que el diámetro de las patas "se escala" con la masa corporal. En una comparación de varias especies, si aumentamos el tamaño del cuerpo el diámetro de las patas debe aumentar en proporción al volumen o peso del animal (o al cubo de la longitud) y no en proporción al área del cuerpo (o al cuadrado de la longitud). Por ejemplo, *Baluchitherium*, un gigantesco pariente de los indricoterios, tenía metacarpos de 14 cm de diámetro. Según Knut Schmidt-Nielsen estos huesos, considerando una capacidad de compresión de 1 800 kg/cm², podrían haber soportado presiones de hasta 280 toneladas, muy por arriba del peso del animal.

Al considerar animales realmente grandes (del calibre de los saurópodos), uno debe imaginar huesos de las patas verdaderamente robustos. El paleontólogo Michael Benton ha calculado que un animal terrestre que pesara 140 toneladas debería tener unas patas tan anchas que éstas se tocarían, lo que imposibilitaría el desplazamiento del animal. Ciento cuarenta toneladas es, según estos cálculos, el límite absoluto para el tamaño de un vertebrado terrestre. En otras palabras, no puede existir un saurópodo de 200 toneladas porque las leyes de la biomecánica lo impiden.

Cabe mencionar que esta regla no se aplica a vertebrados acuáticos o a otro tipo de organismos, dado que las características de historias de vida, de la física del medio e incluso de la constitución de los tejidos orgánicos son diferentes. Está por ejemplo la ballena azul (*Balaenoptera musculus*), con un peso de cerca de 150 toneladas. El árbol del general Sherman, el más voluminoso de las secuoyas gigantes de California (*Sequoiadendron giganteum*) mide 10 metros de diámetro, 83 metros de altura y pesa varios cientos de toneladas. El último de los candidatos para la categoría del organismo más grande del planeta es un retador insospechado: un hongo. En 1992, un grupo de investigadores realizó pruebas de ADN a una muestra

de 20 hongos provenientes de varios sitios dentro de un área de 20 hectáreas en el estado de Michigan, Estados Unidos, y descubrió que el material genético era idéntico en todas las muestras. La conclusión fue que se trataba en realidad de un solo individuo de la especie *Armillaria bulbosa* que tendría un peso total de unas 100 toneladas. Usando razonamientos parecidos, otro grupo afirma haber encontrado un individuo 40 veces más grande en el estado de Washington.

Otras reglas rigen el tamaño máximo de los vertebrados en otro medio: el aire. El vuelo ha aparecido tres veces en la evolución de los vertebrados: en las aves, en los murciélagos y en los pterosaurios, reptiles que dominaron los cielos del Jurásico y el Cretácico. Entre las aves capaces de volar, el tamaño máximo parece ser de un poco menos de 15 kilogramos, el peso del albatros antártico (*Diomedea exulans*) y del buitre negro (*Aegypius monachus*). Schmidt-Nielsen explica este límite con base en cálculos fisiológicos. Para volar, un ave requiere invertir grandes cantidades de energía. De hecho, el gasto energético es proporcional al volumen del animal, pero la capacidad de producir tal energía aumenta a una tasa menor. Por lo tanto, debe existir un límite teórico para el tamaño de un animal con un tipo de vuelo y una fisiología como los de las aves. Schmidt-Nielsen concluye que ese límite es cercano al observado en el buitre negro y el albatros antártico.

La existencia de fósiles de pterosaurios de enormes dimensiones implica que estos reptiles voladores tenían características morfológicas o fisiológicas diferentes a las de las aves. Los primeros pterosaurios (representados por el género *Rhamphorhynchus* y formas afines que vivieron en el Jurásico) fueron animales pequeños, siendo los más grandes del tamaño de una gaviota, tenían largas colas, cabezas pequeñas y numerosos dientes. Para el Cretácico, estas formas fueron remplazadas por animales mucho más grandes, la mayoría de ellos sin cola, con grandes cabezas frecuentemente ornamentadas con extrañas crestas y con pocos dientes: los clásicos pterodáctilos.

El pterosaurio más grande (y por tanto el animal volador más grande) fue descubierto en 1975 y bautizado como

Quetzalcoatlus northropi. El único hueso asociado con el vuelo disponible entre el material fósil es el húmero. Al comparar el tamaño de este hueso con el de otros pterosaurios, se calculó que *Quetzalcoatlus* podría haber tenido una envergadura de 15.5 metros: más o menos equivalente a la de una avioneta de tamaño medio. Aunque la estimación original del tamaño ha sido criticada, no cabe duda de que *Q. northropi* es el animal volador más grande que haya surcado los aires y que sobrepasa por mucho el límite teórico de tamaño establecido para las aves. Es evidente que los pterosaurios tenían un estilo de vuelo diferente (empezando porque la estructura de las alas es sustancialmente diferente a la de las aves) y posiblemente un metabolismo diferente, aunque hay evidencias que indican que estos reptiles voladores eran homeotérmicos.

Para los murciélagos, el restante grupo de vertebrados voladores, existen limitaciones adicionales para el tamaño. Aunque hay murciélagos con envergaduras de hasta un metro y medio y peso de un kilogramo y medio (como el "zorro" volador de la India, *Pteropus giganteus*), casi todas las especies del orden Chiroptera son pequeñas. Los murciélagos insectívoros son particularmente pequeños: la gran mayoría de ellos no pasa de los 30 g y sólo cuatro especies pesan más de 100 g.

Ulla Norberg, la experta mundial en la biomecánica del vuelo de los murciélagos, ha propuesto que los murciélagos insectívoros no pueden ser grandes simplemente por las leyes mecánicas y dinámicas que rigen el vuelo. Entre más grande es un murciélago menor maniobrabilidad tiene. Según los cálculos de Norberg, un quiróptero grande (digamos de más de 200 g) simplemente no podría volar con suficiente agilidad como para capturar insectos al vuelo. Por ello, explica Norberg, los murciélagos más grandes son carnívoros o frugívoros, pero no insectívoros.

Los ejemplos de los braquiosaurios, rinocerontes gigantes y murciélagos nos muestran cómo las leyes físicas pueden limitar la creatividad de la selección natural. Aunque podamos imaginarnos un saurópodo de 200 toneladas, una gaviota de 50 kilos o un murciélago de 5 metros de envergadura, estos seres jamás podrían existir (al menos no en la Tierra). Sin embargo, las predicciones de los

científicos tienen sus limitaciones. *Quetzalcoatlus*, una criatura imposible según los cálculos biomecánicos, dominó los cielos cretácicos de lo que ahora es el sur de Texas y el norte de México. Asimismo, un hongo gigantesco mucho más grande que una ballena azul podría existir, literalmente, bajo nuestros pies. Como argumentó Ian Malcolm, el matemático con aspecto de rockero de *Parque Jurásico*, la vida no puede circunscribirse a las teorías científicas y siempre, como lo muestra la película y la vida real, encontrará la forma para abrirse camino.

Lecturas adicionales

- Schmidt-Nielsen, K. 1984. *Scaling, Why is Animal Size so Important?*, Cambridge University Press. Discusión profusa sobre cómo todo en la vida de los animales depende de su tamaño.
- Gould, S. J. (editor). 1993. *The Book of Life, An Illustrated History of the Evolution of Life on Earth*, Norton & Company. Contiene capítulos sobre diferentes etapas de la evolución de la vida en la Tierra, incluyendo un capítulo sobre dinosaurios escrito por Michael Benton.

Héctor T. Arita
Instituto de Ecología, UNAM

