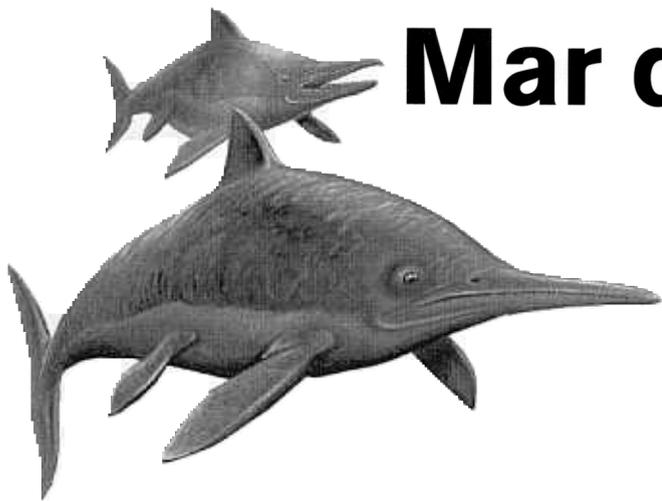


# Ojos bien abiertos en el Mar de Lidenbrock



HÉCTOR T. ARITA

El jueves 13 de agosto de 1863 se hizo a la mar una pequeña embarcación improvisada por tres intrépidos aventureros. Partiendo de Puerto Graüben, los tres osados exploradores subieron a la frágil balsa que habían construido con troncos rotos y tocaron por primera vez las aguas del vasto océano recién descubierto por ellos mismos. No sin cierta falta de modestia, el líder de la expedición, el profesor Otto Lidenbrock, había bautizado con su nombre aquel inhóspito mar. Por su parte, con más romanticismo que vanagloria, el sobrino del profesor, Axel, decidió inmortalizar a su ausente amada Graüben usando su nombre para el lugar de donde zarpó la expedición. Completaba el equipo Hans Bjelke, un taciturno guía nórdico.

A los cinco días de navegación, los tres exploradores fueron testigos de una batalla nunca antes presenciada por ser humano alguno. Ante ellos, un gigantesco ictiosaurio se batió en mortal duelo con un plesiosaurio. La batalla de los monstruos jurásicos, que según el relato de Axel duró más de dos horas, culminó con la muerte del plesiosaurio, pero el ictiosaurio recibió también heridas graves. Su enorme ojo, "del tamaño de la cabeza de un hombre", se veía ensangrentado a raíz de la fragorosa lucha.

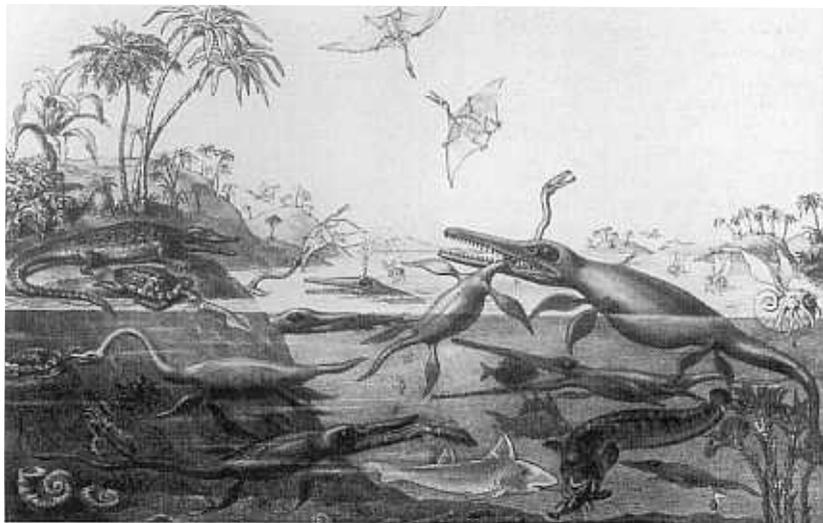
Por supuesto, el relato de Axel pertenece al ámbito de la ficción. Se trata de un pasaje de *Viaje al centro de la Tierra*, la segunda novela que escribió Julio Verne, cuando tenía treinta y seis años de edad. Como en otros de sus relatos, Verne combina

en la narración de las aventuras del profesor Lidenbrock los productos de su fértil imaginación con datos científicos asombrosamente verídicos. En *Viaje al centro de la Tierra*, Verne imaginó un enorme océano subterráneo, iluminado perpetuamente por fenómenos eléctricos, en el que habitaban criaturas antediluvianas extintas en el resto del mundo. Aunque la batalla de un plesiosaurio contra un ictiosaurio resulta realmente fantástica, Verne muestra en su narrativa sus profundos conocimientos sobre la paleontología y la incipiente ciencia de la evolución. Para poner en contexto las afirmaciones científicas de Verne, hay que recordar que *El origen de las especies* de Darwin había aparecido sólo cinco años antes de la publicación de *Viaje al centro de la Tierra*.

Muchos de los detalles que sobre la anatomía y el comportamiento de los ictiosaurios presenta Verne resul-

tan ciertos a la luz de investigaciones recientes sobre estos animales del pasado. Los ictiosaurios fueron reptiles que dominaron los mares por más de ciento cincuenta y cinco millones de años hasta que desaparecieron de la faz de la tierra hace unos noventa millones de años. Tal como los describió Verne, los ictiosaurios más evolucionados semejaban marsopas gigantescas por su forma hidrodinámica y la presencia de aletas dorsal y caudal. Sin embargo, sus rasgos anatómicos sitúan claramente a los ictiosaurios en algún lugar de la evolución de los reptiles entre los lepidosaurios (serpientes y lagartijas) y los arcosaurios (grupo filogenético que incluye a los cocodrilos, los dinosaurios y las aves). Los primeros ictiosaurios de hecho semejan lagartijas acuáticas, con cuerpos alargados, aletas primitivas y poco diferenciadas y sin aleta dorsal.

Los maravillosos fósiles de Hulzmaden, Alemania, han



permitido a los paleobiólogos reconstruir detalles asombrosos de la forma de vida de estos fascinantes animales. Se sabe, por ejemplo, que los ictiosaurios más evolucionados daban a luz crías vivas, tal como lo hacen los actuales cetáceos. Existe incluso un ejemplar fósil que muestra tres crías en el interior de la madre y otra justo en el momento en que nacía. Se cree que los ictiosaurios pequeños y medianos se alimentaban principalmente de belemnites, unos cefalópodos extintos semejantes a los actuales calamares. En algunos fósiles particularmente bien preservados es posible observar el contenido estomacal de algunos ictiosaurios, en los que se han observado restos de los calamares que les sirvieron de alimento. Es posible, sin embargo, que las especies más grandes se hayan alimentado además de peces y de otras criaturas marinas.

Para encontrar los grandes bancos de belemnites, los ictiosaurios debieron ser capaces de realizar inmersiones profundas en el mar, de entre seiscientos y mil quinientos metros. Para poder realizar estas proezas de buceo, los ictiosaurios debieron poseer adaptaciones anatómicas y fisiológicas muy particulares. Por ejemplo, hay que recordar que los ictiosaurios, siendo descendientes directos de criaturas terrestres, respiraban aire, por lo que cada inmersión debía ser realizada literalmente en un respiro. Según cálculos fisiológicos que toman en cuenta el gasto energético asociado a la realización de movimientos en el agua, un ictiosaurio de cerca de una tonelada de peso debió ser capaz de sostener la respiración por cerca de veinte minutos, tiempo suficiente para tomar aire, bucear hasta alcanzar los bancos de belemnites, darse un festín con estos cefalópodos y re-

gresar cómodamente a la superficie del mar.

Pero hay otro problema asociado con el buceo profundo. La intensidad de la luz disponible en el mar disminuye exponencialmente con la profundidad, de manera que a más de quinientos metros reina una oscuridad que un ser humano juzgaría como total. Sin embargo, se ha calculado que algunos ictiosaurios deben haber sido capaces de ver aun a mayores profundidades, gracias a los gigantes ojos que poseían. *Temnodontosaurus*, un portentoso ictiosaurio de más de diez metros de longitud, tenía ojos de veintiséis centímetros de diámetro, los aparatos visuales más grandes que haya tenido animal alguno. Ciertamente, Verne no exageraba al comparar el tamaño de los ojos de los ictiosaurios con el de la cabeza de un hombre. Para poner en contexto la magnitud de estos aparatos, basta mencionar que los ojos de la

ballena azul, el animal más grande que ha existido sobre la faz de la tierra, miden "apenas" quince centímetros. Entre los ictiosaurios, sin embargo, existió otra especie con ojos aún más grandes en proporción con su tamaño. *Ophthalmosaurus* medía poco menos que la mitad que *Temnodontosaurus* pero sus ojos tenían un diámetro de veintitrés centímetros.

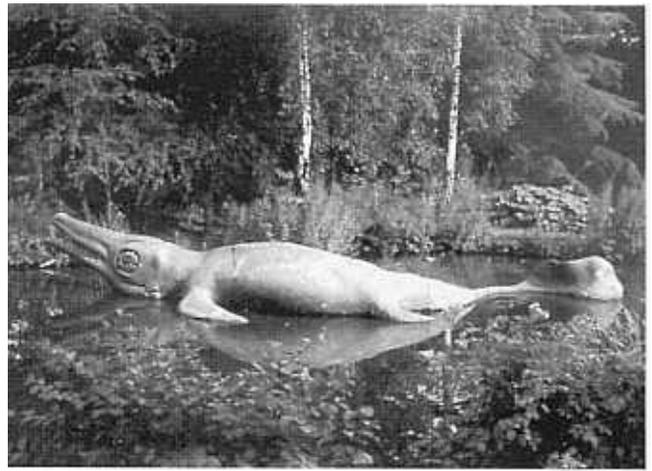
Para medir la luminosidad de una lente, natural o artificial, se utiliza el número  $f$ , que es el cociente que resulta de dividir la longitud focal de la lente por su diámetro efectivo. Obviamente, entre más ancha es la lente, más luz transmite y la imagen que produce es más luminosa. Por tanto, entre menor es el valor del número  $f$ , más brillante es la imagen. De hecho, en términos técnicos, la luminosidad de la imagen es inversamente proporcional al cuadrado del número  $f$ . En términos prácticos, esto significa que para incrementar en pequeñas proporciones la luminosidad de una lente se debe aumentar en gran medida su diámetro, con los concomitantes problemas de diseño, soporte y funcionamiento. En fotografía, los objetivos más finos tienen aperturas máximas de  $f/1.4$  o  $f/1.2$ , pero la mayoría de ellos tienen números  $f$  similares a

los del ojo humano, alrededor de  $f/2$ , o mayores. Se ha calculado que el ojo de los *Ophthalmosaurus* tenía una luminosidad de  $f/0.9$ , comparable a la del ojo del gato doméstico y ligeramente superior a la de las lechuzas. Equipado con este aparato óptico tan luminoso, los *Ophthalmosaurus* seguramente eran capaces de usar la visión a profundidades mucho mayores de quinientos metros.

Pero, ¿cómo es posible conocer el tamaño de los ojos de un animal extinto? En el caso de los ictiosaurios, la respuesta se relaciona con una estructura que además constituye otra aparente adaptación de estos animales a su particular forma de vida. Se trata de los anillos escleróticos, estructuras óseas en forma de dona que quedan embebidas dentro de los ojos de los animales que los poseen. Se cree que estas estructuras, particularmente bien desarrolladas en los ictiosaurios, permitían a los ojos de estos animales mantener su forma a pesar de las presiones ge-

neradas durante el desplazamiento en el medio marino, especialmente durante las inmersiones a grandes profundidades. La presencia de anillos escleróticos en los ictiosaurios ha permitido a los paleobiólogos estimar el tamaño de los ojos de estas criaturas antediluvianas, ya que constituyen elementos fácilmente fosilizables y medibles.

Siendo exageradamente rigurosos, podríamos preguntar ¿por qué el ictiosaurio de Verne tenía ojos gigantes? El escritor francés imaginó la existencia de ictiosaurios en un mar subterráneo, en el que un extraño fenómeno eléctrico proveía de luz perpetua a la gigantesca caverna que contenía el mar de Lidenbrock. Podríamos especular tal vez sobre la existencia de bancos de belemnites a grandes profundidades en este mar y sobre la posibilidad de que los ictiosaurios vernianos ejecutaran profundas inmersiones, tal como lo hicieron sus equivalentes reales hace millones de años. La realidad



es que Verne basó la descripción de su ictiosaurio en las reconstrucciones de los fósiles disponibles en la época y, dada la naturaleza de su libro, no se ocupó de dar una explicación adaptativa a las características de los animales involucrados.

A menos que en el futuro se desarrollen tecnologías aún no pensadas, ningún ser humano verá un ictiosaurio vivo. Lo más a lo que podemos aspirar es, a la manera de Verne, imaginar encontrarlos con uno de estos animales en algún recóndito paraje de la Tierra, como su idílico Mar de Lidenbrock. Veríamos tal vez a un *Ophthalmosaurus*, con su cuerpo algo rechoncho, desplazándose suavemente con un lento movimiento de sus aletas. Si hay suerte,

podríamos observar a uno de estos animales ejecutando una inmersión a las aguas profundas, capturando con parsimonia cientos de primitivos calamares para después nadar, con estudiada elegancia, de regreso a la superficie. Sin duda nos llamaría la atención el par de enormes ojos que parecerían observarnos con frialdad. Ojos brillantes y perfectamente redondos, mantenidos en forma y posición por los anillos escleróticos. Ojos que han visto grandes batallas en los mares jurásicos. Ojos que fueron testigos de los grandes cambios evolutivos a lo largo de los casi ciento sesenta millones de años que los ictiosaurios dominaron los mares del mundo. Ojos bien abiertos en el Mar de Lidenbrock. 🐉

Héctor T. Arita

Instituto de Ecología,

Universidad Nacional Autónoma de México.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Motani, R. et al. 1999. "Large Eyeballs in Diving Ichthyosaurs", en *Nature*, 402, 747.

Verne, J. 1864. *Viaje al centro de la Tierra*. Una obra clásica que, además de ser sumamente entretenida, presenta un panorama del conocimiento geológico y biológico que existía a mediados del siglo XIX. [www.ucmp.berkeley.edu/people/motani/ichthyo/](http://www.ucmp.berkeley.edu/people/motani/ichthyo/) es la página de los ictiosaurios (todo sobre ellos).

#### IMÁGENES

P. 11: *Dos ictiosaurios*. P. 12: Henry de la Bache, *Life in a More Ancient Dorset*, 1830. P. 13: Stephen Jay Gould, *Ictiosaurio del Palacio de Cristal*.