

La abuela de las tortugas tenía dientes

MIGUEL ÁNGEL CEVALLOS

Miguel Ángel Cevallos (mejor conocido como MAC) estudió Biología Experimental en la UAM-Iztapalapa y posteriormente el Doctorado en Investigación Biomédica Básica en la UNAM. Actualmente es investigador Titular en el Centro de Ciencias Genómicas de la UNAM.

Esta publicación fue revisada por el comité editorial de la Academia de Ciencias de Morelos.

Me encantan las tortugas! Me gustan tanto que desde hace años poseo diez de las mal llamadas tortugas japonesas. Además, me parece que, sin duda alguna, son las mascotas perfectas: no nos aturden con sus ladridos, no tiran pelo en nuestras alfombras, no babeen nuestros zapatos, no rasguñan nuestros muebles y no necesitan que las saquemos a pasear. Estas criaturas son inconfundibles, no sólo por su singular belleza, sino porque poseen características muy peculiares como lo son su clásico caparazón, el peto que recubre su pecho y abdomen, su extraño cráneo y sus mandíbulas desprovistas de dientes.

De manera paradójica, estas características tuyas tan especiales, tan únicas, son las que de algún modo han impedido que los paleontólogos puedan establecer con claridad cuándo y cómo surgieron. Para comprender el problema, lo primero que

hay que tomar en cuenta es la maravillosa complejidad del caparazón y el peto de las tortugas. Lo más común es que el caparazón esté constituido primordialmente por una estructura ósea producida por la fusión de las vértebras de la columna y de las costillas, con una serie de huesos especiales llamados *placas dérmicas*. El número exacto de esos huesos especiales que integran el caparazón depende de la especie de la cual se trate, pero por lo usual son más de 50. Además, esta estructura ósea está revestida por una serie de escudos de *queratina*, es decir, del mismísimo material con el cual están constituidas nuestras uñas y nuestro pelo. La *melanina* intercalada en los escudos es lo que permite a muchas tortugas tener sus hermosos y fascinantes patrones de color (Figura 1).

Unas pocas especies de tortugas muestran ciertas modificaciones que las alejan de este patrón estructural. Por ejemplo, las tortugas laúd tienen el caparazón conformado por una multitud huesos muy delgados, cubiertos por piel, que le dan a éste un aspecto coriáceo; en contraste, también existen tortugas cuyo caparazón es cartilaginoso y de una consistencia más bien blanda. Al igual que el caparazón, las estructuras que protegen el pecho y el abdomen de la tortuga —el peto o *plastrón*— están formadas por huesos y escudos. El componente óseo del peto está constituido, en general, por modificaciones especia-

lizadas de las costillas y de las clavículas. Con frecuencia, y sobre todo en las tortugas terrestres, el peto cuenta con bisagras que permiten al animal encerrarse completamente entre el caparazón y el peto. El caparazón y el peto por lo general están unidos por unas estructuras óseas laterales, conocidas como *puentes*, que proporcionan mayor solidez al conjunto. En otras palabras, el caparazón y el peto son parte integral del individuo, puesto que hay partes de su mismísimo esqueleto que son componentes esenciales de estas dos estructuras. Por esta razón y a diferencia de lo que se observa en muchas caricaturas, las tortugas no pueden deshacerse de su caparazón, así es que si intentan saber cómo se ve una tortuga sin su “concha”, lo único que obtendrán será una tortuga hecha pedazos. Créanlo o no, cerca de las 275 especies de tortugas que existen hoy en día se clasifican en dos grandes grupos: las que esconden su cabeza en el caparazón retrayendo su cuello en forma de “U” (suborden Cryptodira) y aquellas que meten la cabeza de lado (suborden Pleurodira) (Figura 2). El primer grupo incluye a las tortugas marinas, a las mordedoras, a las de concha blanda, a las terrestres y un sin fin de tortugas que habitan ríos, lagunas y pantanos. En contraste, el segundo grupo sólo incluye a algunas especies dulceacuícolas que se encuentran en Sudamérica, África y Australia.

Subórdenes de las tortugas: Cryptodira y Pleurodira

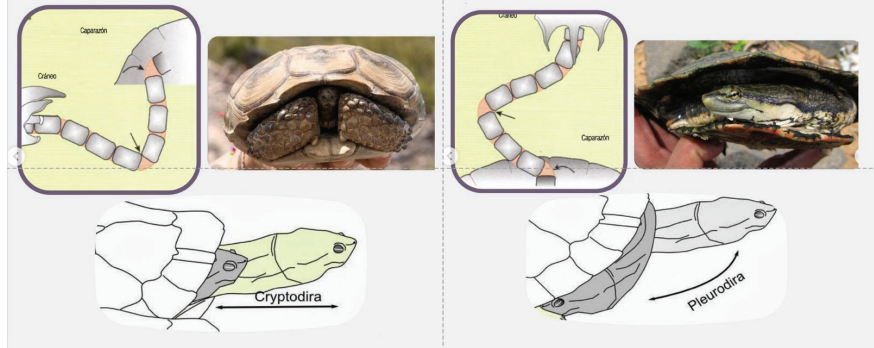


FIGURA 2. SUBÓRDENES de las Tortugas. Fuentes: https://www.instagram.com/p/CcWNioorSWu/?img_index=3 y https://www.instagram.com/p/CcWNioorSWu/?img_index=2

Los paleontólogos y sus problemas

Tradicionalmente los paleontólogos pueden establecer cuál es el origen evolutivo de un grupo zoológico analizando su anatomía y comparando las estructuras más sobresalientes, tanto con otros grupos relacionados como con los restos fósiles de sus posibles antepasados. Esto, desde luego, no es nada fácil, ya que se requiere no sólo pericia, sino también un poco de suerte. En el mejor de los mundos posibles, para establecer con más o menos certidumbre el devenir evolutivo de un grupo particular de organismos requerimos contar con lo que se llama *series de fósiles transicionales*, es decir, fósiles cada vez más antiguos, gracias a los cuales sea posible observar cómo

una estructura anatómica determinada surge y se modifica a través del tiempo. Para dejar las cosas más claras: si un paleontólogo quisiera elucidar cómo surgieron las primeras tortugas, le gustaría contar primero con fósiles de reptiles muy primitivos, sin caparazón ni peto, pero que contuvieran algunos otros elementos anatómicos que pudieran establecer una relación clara entre estos organismos y las tortugas actuales. También le encantaría tener fósiles de reptiles un poco más modernos, de la misma línea evolutiva, que poseyeran rudimentos del caparazón, del peto y de otras características propias de las tortugas. Del mismo modo, le sería de gran utilidad encontrar fósiles cada vez más recientes en los cuales se observara cómo el caparazón y el peto aumentan su complejidad, y cómo surgen y se modifican otras estructuras anatómicas, hasta dar origen a las tortugas como las conocemos hoy en día. Este conjunto de fósiles, que nos ilustraría cómo aparecieron las estructuras que caracterizan a las tortugas, sería una serie de fósiles transicionales. Desafortunadamente, este sueño dorado de cualquier paleontólogo no se ha concretado. Si bien existe una enorme cantidad de tortugas fósiles de diversas épocas, en poco han ayudado en establecer cómo surgió este interesante grupo de organismos. El problema es precisamente ése: no cabe la menor duda de que todos los fósiles encontrados hasta la fecha son tortu-

gas. No hemos podido encontrar fósiles transicionales que nos ayuden a explicar el origen de las tortugas y sus extraordinarias características anatómicas. Sin embargo, algunos descubrimientos muy recientes hechos en China podrían empezar a cambiar esta historia.

Proganochelys, vieja, pero una tortuga por derecho propio

Por muchos años la tortuga fósil más antigua de las que teníamos noticia fue *Proganochelys*, descubierta en 1887 por el afamado paleontólogo alemán Georg Baur. Su descripción se basó en algunos restos fósiles hallados en los estratos geológicos del Triásico tardío en Alemania, que tienen una antigüedad aproximada de 210 millones de años (época del surgimiento y desarrollo de los dinosaurios). Posteriormente, fósiles similares se han encontrado en estratos geológicos de la misma época, en Tailandia. *Progano-*

chelys es, por mérito propio, una tortuga hecha y derecha, reconocible como tal incluso para el lego. Sabemos ahora que *Proganochelys* era una tortuga de hábitos terrestres o semiacuáticos, de más de un metro de longitud, que gozaba ya de muchas de las características de las tortugas modernas, como son un caparazón y un peto plenamente desarrollados. Esta tortuga poseía una serie de placas y picos que protegían su larga cola y su cuello. Las mandíbulas de esta tortuga, al igual que las de las tortugas de hoy, carecía de dientes; sin embargo, poseía una serie de “dientecillos” en parte del techo de la cavidad oral (Figura 3).



FIGURA 3. RECONSTRUCCIÓN de la apariencia de Proganochelys. Fuente: https://en.wikipedia.org/wiki/Proganochelys#/media/File:Proganochelys_model.jpg

Otras tortugas de igual antigüedad, pero estructuralmente más avanzadas, son *Proterochersis quenstedti* y *Paleochersis talampayensis*. Los restos fósiles de la primera se encontraron en Alemania y los de la segunda en Argentina. Debido a la forma de las vértebras del cuello y de la parte posterior del cráneo, se piensa que ambas eran capaces de esconder su cabeza de lado: en otras palabras, se trata de los primeros Pleurodiras de los que tenemos conocimiento. Los Cryptodirios surgieron mucho después. De hecho, los restos fósiles de *Kayentachelys aprix*, la tortuga más antigua de este tipo, se encontraron en los sedimentos del Jurásico temprano en Arizona, que tienen una edad aproximada de 185 millones de años.

Odontochelys, la más vieja y extraña de todas las tortugas

Nuestra comprensión sobre el origen de las tortugas cambió radicalmente en noviembre del 2008, cuando un equipo de investigadores chinos y canadienses publicaron, en la prestigiosa revista *Nature*, un artículo que describe varios ejemplares de la tortuga fósil más antigua de la que tenemos conocimiento. Estos fósiles se descubrieron en la provincia china de Guizhou, en un estrato geológico del Triásico tardío, de 220 millones de años de antigüedad. Esta tortuga de tan sólo 40 centímetros de longitud y bautizada con el nombre de *Odontochelys semitestacea*, tiene características anatómicas tan especiales que se le puede considerar como el primer fósil transicional de las tortugas descubierto hasta ahora. Una de estas características que con toda claridad indica su condición primitiva es que posee dientes en sus mandíbulas, como tienen todos los reptiles, pero no el resto de las tortugas vivas o extintas descritas hasta la fecha. De hecho, *Odontochelys*, nombre construido a partir de raíces griegas, significa literalmente eso: tortuga con dientes. Pero quizá el elemento anatómico primitivo que más llama la atención es que esta tortuga tiene

un caparazón que podría definirse como incipiente, ya que únicamente está formado por costillas dorsales ensanchadas y unas cuantas placas óseas que recubren las vértebras modificadas de su columna. Esta tortuga carece de *osteodermos* y de otros elementos anatómicos que conforman el caparazón. Por esto *Odontochelys* tiene como “apellido” *semitestacea*, que en el griego que usan los biólogos quiere decir semicaparazón. En contraste, esta tortuga posee un peto bien desarrollado que incluso muestra unas proyecciones laterales muy viscosas, en forma de espinas. Además, este organismo tenía una cola larga, característica que se considera muy primitiva. La estructura de los huesos de las patas y de los dedos indica de manera incuestionable que estas tortugas tenían hábitos terrestres o semiacuáticos (Figura 4).

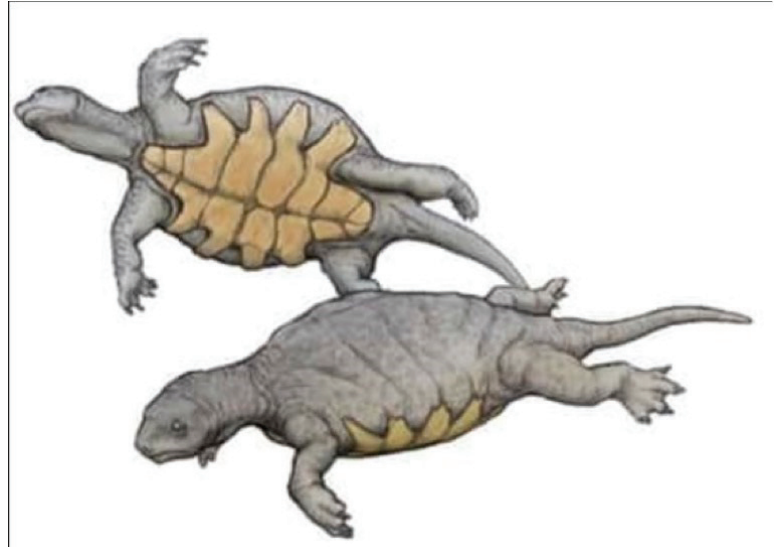


FIGURA 4. RECONSTRUCCIÓN de la apariencia de Odontochelys. Fuente: <https://www.facebook.com/photo/?fbid=1719567534912677&set=pcb.1719567614912669>

Sin duda alguna, vale la pena señalar lo que se observa en esta tortuga: un peto ya claramente conformado y un caparazón incipiente constituido por el ensanchamiento de las vértebras y de las costillas dorsales. Esto se asemeja a lo que ocurre durante el desarrollo embrionario de las tortugas modernas, en las cuales el caparazón aparece después que el peto, y éste comienza a formarse con el ensanchamiento de las costillas dorsales y de las vértebras; sólo en etapas subsecuentes de su desarrollo, aparecerá el resto de los elementos que lo constituyen. Quizá en un futuro cercano podamos establecer si esta observación es una casualidad o si existe alguna relación directa. Para resolver enigmas como éste, hay un número creciente de científicos interesados en una nueva área de la ciencia a la cual se denomina coloquialmente *Evo-Devo*, acrónimo de las palabras inglesas *Evolution* and *Development* (evolución y desarrollo), que tratan de vincular los procesos del desarrollo con la historia evolutiva de las especies.

Tortugas más recientes

El evento catastrófico que dio fin a los dinosaurios también acabó con gran parte de la fauna marina y terrestre. Sin embargo, las tortugas tuvieron mejor suerte que otros grupos de animales, pues sobrevivió más del 50% de sus diversas especies. Algunas de las familias de tortugas más emblemáticas de hoy en día, la de los Emydidae —cuyo representante más popular es *Trachemys scripta*, o

tortuga japonesa, como la conocemos en México—, surgió en el Eoceno, hace unos 55 millones de años, unos 10 millones de años después de la extinción de los dinosaurios. Las tortugas terrestres (familia Testudinidae) también surgen y se diversifican en el Eoceno. Sus miembros poblaron básicamente todos los continentes del mundo. Se cree que existieron cerca de 200 especies, de las cuales sobreviven sólo 30. Las tortugas gigantes de las Galápagos, las más grandes de las tortugas terrestres actuales, pertenecen a esta familia.

¿Cuál es el verdadero origen de las tortugas? Es una pregunta a la cual aún no se contesta en forma adecuada y que sigue siendo importante para muchos zoólogos. Sin embargo, hay grandes esperanzas de que futuros descubrimientos fósiles, por una

parte, y las nuevas herramientas de los biólogos moleculares, por la otra, nos ayuden a contestarla pronto.

¿Nos quedaremos sin tortugas?

Las tortugas, como les he narrado, son organismos que han permanecido en la Tierra durante millones de años, sobreviviendo incluso a la catástrofe que extinguió a los dinosaurios. Desafortunadamente, nosotros los humanos estamos a punto de lograr lo que hasta ahora ninguna de las catástrofes naturales del pasado había alcanzado: eliminar de nuestro planeta a estos hermosos animales. Su desaparición no sólo es una cuestión de ornato; las tortugas juegan un papel fundamental en el buen funcionamiento de muchos ecosistemas y su pérdida causaría daños irreparables al ambiente. La contaminación ambiental, la destrucción del hábitat de las tortugas, la sobreexplotación de los huevos de tortuga y de su carne, y las enfermedades, de algún modo propiciadas por el hombre, son algunas de las causas por las cuales estamos empujando a las tortugas hasta el borde de la extinción. Mencionaré algunos ejemplos para que puedan percibir la magnitud del problema: de las siete especies marinas que existen en la actualidad, seis están en peligro de extinción, y lo que es peor todavía, se encuentra en situación crítica la tortuga golfina (*Lepidochelys kempi*), cuyas poblaciones se han reducido de forma alarmante en las últimas décadas. Las poblaciones de la tortuga laúd propias

del océano Pacífico (*Dermochelys coriacea*), incluyendo las que desovan en playas mexicanas, y de la tortuga verde (*Chelonia mydas*), han corrido con la misma suerte: una reducción de sus poblaciones de cerca del 95%, sólo en las últimas décadas.

Las tortugas dulceacuícolas, de pantano y terrestres no se hallan en mejor situación, sobre todo en China y sus regiones aledañas. La causa por la que están desapareciendo con rapidez en China es en verdad escalofriante: los chinos le dan un valor culinario y medicinal a cualquier tipo de tortuga, pero en especial a las de concha blanda. Para satisfacer estos propósitos, se estima que se venden anualmente alrededor de 12 millones de tortugas, al grado de que se conjetura que algunas de las especies en esa nación asiática —por ejemplo, las del género *Cuora*— probablemente ya estén extintas. La avidez del marcado chino por este tipo de productos es tal, que las poblaciones de tortugas de los países aledaños ya están sufriendo mermas importantes. Por ejemplo, el 90% de las tortugas que se comercializan en Vietnam acaban en el mercado chino; peor aún, el alto poder adquisitivo de los chinos está permitiendo importar tortugas de lugares mucho más lejanos. Sin ir más allá, se calcula que entre los años 2003 a 2005 se exportaron ilegalmente a China, desde los Estados Unidos, cerca de 700 000 tortugas silvestres. Si no se pone alto a este tipo de tráfico sufrirán las poblaciones de tortugas del mundo entero. Sin embargo, no hay que perder la esperanza: algunos programas muy estrictos para la conservación de las tortugas, establecidos en los años 70, han tenido mucho éxito. Por ejemplo, algunas de las poblaciones de la tortuga verde que anidan en el archipiélago hawaiano se han recuperado con mayor rapidez de lo esperado, lo cual abre la posibilidad de que, si se establecen programas serios de conservación, será posible salvar a las tortugas del inminente destino al que las hemos condenado.

Para saber más

- National Geographic. (Junio 14, 2024). ¿Cuántas especies de tortugas marinas existen? Conocélas a través de estas fotografías. <https://www.nationalgeographicla.com/photography/2024/06/cuantas-especies-de-tortugas-marinas-existen-conocelas-a-traves-de-estas-fotografias>.
- SINC, ciencia contada en español. (Octubre 21, 2024). El genoma de las tortugas aporta nuevas claves sobre la evolución de los vertebrados. <https://www.agenciasinc.es/Noticias/El-genoma-de-las-tortugas-aporta-nuevas-claves-sobre-la-evolucion-de-los-vertebrados>
- Techno-Science.net (Junio 18, 2025). La evolución contada por las escamas de las tortugas. <https://www.techno-science.net/es/noticias/evolucion-contada-por-las-escamas-las-tortugas-N27165.html>

Esta columna se prepara y edita semana con semana, en conjunto con investigadores morelenses convencidos del valor del conocimiento científico para el desarrollo social y económico de Morelos.