

# Las edades de la Tierra

Por Eladio Liñán, José Antonio Gámez y María Eugenia Dies

Los estudios geológicos de nuestro planeta se iniciaron en el s. XIX, pero aún hoy día se muestran insuficientes para conocer detalladamente la evolución del mismo. Se necesita todavía mucho trabajo para lograr una cronología precisa que nos permita conocer los fenómenos físicos, químicos y biológicos que operaron en la Tierra en cada momento hasta producir su faz actual.

Al igual que ocurre con la cronología histórica, el tiempo geológico se mide con diversas unidades de tiempo que no son homogéneas; es decir, no tienen todas la misma duración. La mayor de todas estas unidades es el eón, que alcanza varios miles de millones de años (a excepción del actual en que nos encontramos, que comenzó hace algo más de quinientos cuarenta millones de años). Los eones se subdividen en eras, las eras en periodos, los periodos en épocas, las épocas en edades y éstas en crones (también llamados zonas por los fósiles que contienen las capas que las representan).

## EL EÓN HADEICO.

Hace al menos 4.500 millones de años (Ma), el planeta Tierra que habitamos debió de constituirse por condensación de polvo interestelar y posterior

bombardero cósmico, como una gran bola de fuego. Al enfriarse, iría formándose una débil e inestable corteza (protocorteza) sobre la que una primitiva atmósfera, con sus beneficiosas lluvias, produciría zonas húmedas permanentes donde pudieran tener lugar fenómenos de condensación y reacciones químicas. Nada sabemos de este tiempo sobre la Tierra porque las rocas más antiguas que conocemos son posteriores a él, de unos 4.000 Ma. de antigüedad, lo que indica que esta protocorteza no se conservó. Los únicos datos del Hadeico son los deducidos a partir del estudio de rocas lunares, con una antigüedad de unos 4.200 Ma.

## EL PRECÁMBRICO.

Este intervalo de tiempo –de nombre informal– anterior al Cámbrico comprende dos eones: el Eón Arcaico (de -3.800 a -2.500 Ma) y el Eón Proterozoico. Este último empezó hace 2.500 millones de años y duró hasta hace 542 Ma, cuando comenzó nuestro Eón Fanerozoico.

Los datos geológicos nos indican que, durante el tiempo del Eón Arcaico, ya existían rocas solidificadas y que los organismos serían primitivas bacterias, puesto que se ha encontrado materia orgánica producida por arqueobacterias en rocas de Groenlandia de una edad de 3.800 Ma. Ello apunta a que la vida habría aparecido antes. Formas de arqueobacterias y estructuras construidas por ellas y llamadas estromatolitos aparecen en varios puntos del planeta hace 3.500 Ma.

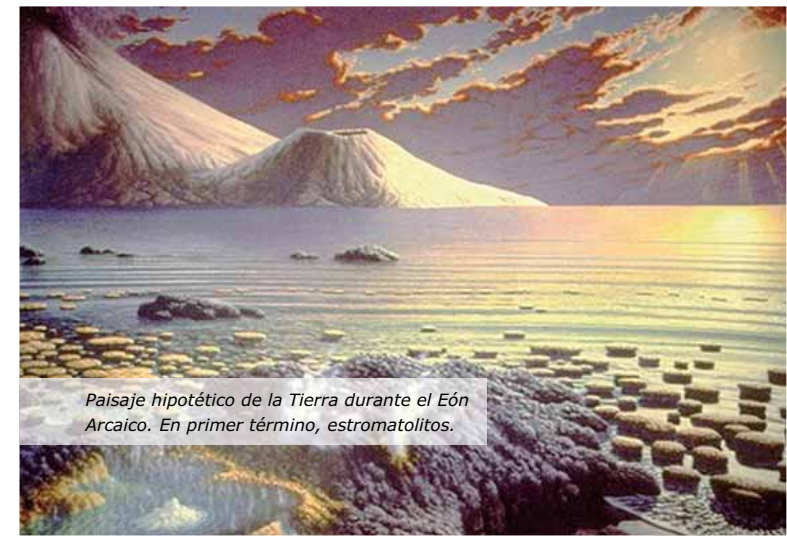
En el Eón Proterozoico (literalmente, el de la vida animal primitiva)

se registran ya fósiles constituidos por una nueva célula llamada célula eucariota. Parece lo más probable que la sencilla célula bacteriana diera lugar, por simbiosis entre dos bacterias diferentes, a una nueva célula con un núcleo central al abrigo de una membrana. La emergencia de esta nueva célula eucariota debió de tener lugar hace 2.700 Ma, a tenor de la presencia de esteroides en rocas de esta edad y, por lo tanto, antes del inicio del Eón Proterozoico donde se desarrolla y evoluciona. La célula eucariota va a permitir que nuevas formas de vida florezcan en contacto con una atmósfera cada vez más rica en oxígeno, gas que en exceso es venenoso, pero que permitió a estas nuevas células su utilización como una nueva fuente de energía.

La unión íntima de células eucariotas dará lugar a los primeros animales hace al menos 1.000 Ma, que se diversificarán en la biota de Ediacara hacia los 600 Ma. Al final del Precámbrico, todos los continentes se encontraban reunidos en uno solo.

## EL EÓN FANEROZOICO.

Su nombre significa "eón de la vida animal visible". Es llamado así porque los estratos de la corteza depositados en este tiempo geológico



Paisaje hipotético de la Tierra durante el Eón Arcaico. En primer término, estromatolitos.

# Las edades de la Tierra

aparecen poblados de fósiles que recuerdan a los animales que componen la biosfera actual (capa de vida que envuelve la Tierra).

Al final del Precámbrico había tenido lugar el inicio del proceso de biomineralización; un proceso por el cual los organismos son capaces genéticamente de sintetizar sustancias minerales para formar un esqueleto. Este proceso seguramente vino acompañado de un cambio químico en las aguas de los mares. Las ventajas sugeridas para los organismos portadores de un esqueleto fueron la protección frente a los depredadores y los rayos ultravioleta (en una atmósfera donde la capa de ozono no era aún densa) y el poseer un soporte para nuevos sistemas musculares.

Conocoryphe (Conocoryphe) heberti heberti  
Munier-Chalmas y Bergeron, 1889. Trilobites del Cámbrico Medio (Edad Caesaraugustense) de Murero (provincia de Zaragoza). Longitud: 5,5 cm. Ejemplar MPZ 2006/21. (Fotografía cortesía del Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza-Gobierno de Aragón).



## LA ERA PALEOZOICA.

La Era Paleozoica o Primaria se divide en seis periodos y comienza con el Periodo Cámbrico (comprendido entre -542 y -488 millones de años). Ahora el gran continente precámbrico se ha roto y ya hay varios continentes, siendo Gondwana uno de los más grandes. Éste es el momento en el que se da el mayor episodio de radiación evolutiva de la historia de la vida: la Explosión Cámbrica. Los seres vivos han evolucionado mucho más, son más complejos y hay muchos más tipos de animales y plantas.

Este gran cambio viene marcado por la generalización del proceso de biomineralización. Por supuesto, no todos los animales adquirieron partes duras, ya que muchos siguieron llevando una vida más discreta, de los que sólo sabemos por los vestigios que dejaron: las pistas fósiles.

De entre todos los animales del Cámbrico destacan los trilobites. Pertenecen al gran grupo (filo) de los artrópodos (animales con su cuerpo dividido en partes que se articulan entre sí) y fueron muy abundantes durante toda la Era Paleozoica, razón por la que se habla de ellos como "los reyes del Paleozoico". La forma de los trilobites es muy típica y deben a ella su nombre (cuerpo dividido en tres partes o lóbulos, una central y dos laterales).

Otros artrópodos presentes son los ostrácos, pero éstos, a diferencia de los trilobites, presentan dos valvas dentro de las que vive el animal. Pero en el reino de los trilobites cámbricos también había otros seres vivos. Así, por ejemplo, las algas eran ya más sofisticadas que las existentes en el Precámbrico, con formas que podían ir de simples filamentos a complicadas espirales, adornando el paisaje marino.

Otros animales cámbricos son las esponjas, cuyo aspecto nada tenía que envidiar al de las algas y que se alimentaban filtrando el agua, tal y como hacen las esponjas actuales. Además,

había organismos francamente extraños como *Wiwaxia*, recubierto de largas espinas huecas, o como los hiolitos, animales muy curiosos que vivían en una concha cónica cerrada con una tapadera.

Compartiendo protagonismo con los trilobites, entran en escena los primeros braquiópodos, animales que vivían dentro de conchas con dos valvas y poseían un aparato filtrador muy ingenioso para alimentarse. Dicho aparato tiene una forma típica que se ha conservado hasta los braquiópodos actuales.

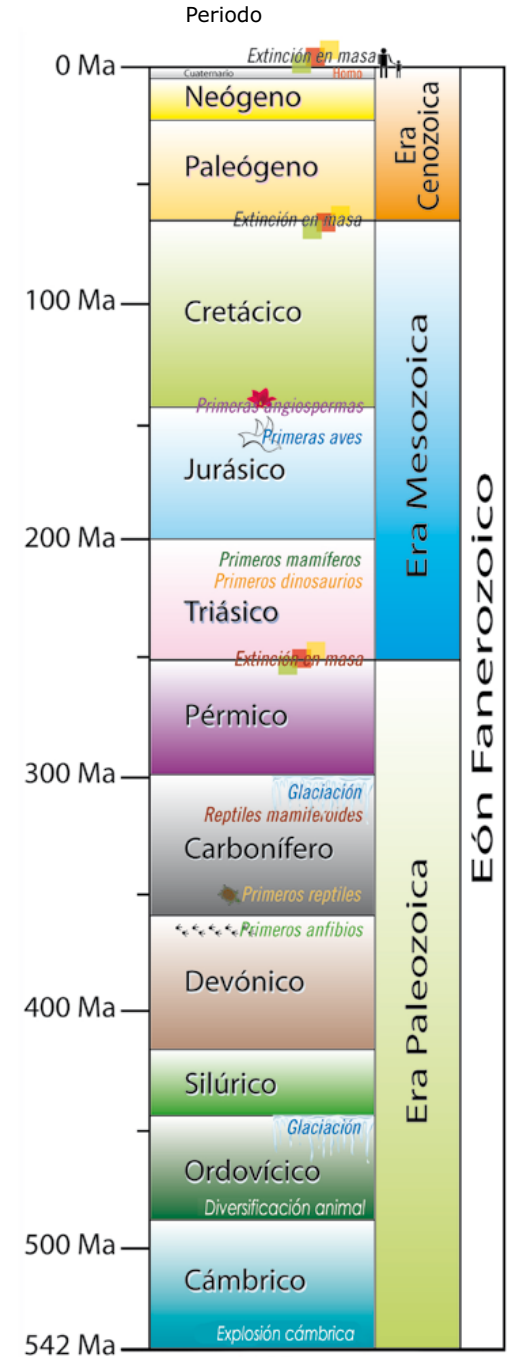
No hemos de olvidarnos de otros grupos de animales como los carpoideos, antiguos equinodermos (los actuales erizos de mar también lo son) que estaban formados por numerosas plaquitas de carbonato cálcico perfectamente ensambladas entre sí.

El Periodo Ordovícico comprende entre -488 y -444 millones de años. Durante él continúa el florecimiento de los trilobites, con formas diferentes a sus antepasados cámbricos. En muchas ocasiones producían surcos en el fondo marino al escarbar en él, formándose pistas fósiles llamadas *Cruziana*.

Pero ahora los trilobites no se mueven sólo entre braquiópodos, equinodermos, algas y esponjas, sino que existen otros animales. Así, los primeros moluscos gasterópodos (o caracoles) ya habitaban el fondo del mar en este tiempo. Y otros moluscos, los bivalvos, parecidos a simple vista a los braquiópodos, también aparecen. Su cuerpo no tiene el aparato filtrador de éstos, sino que está formado por una masa muscular de la que salen sifones que les permitirán alimentarse mediante la toma de agua, tanto si viven enterrados como si viven sobre el fondo del mar.

Por su parte, otro gran grupo o filo, el de los briozoos, aparece en el Ordovícico. Son animales de pequeño tamaño que vivían en colonias arborescentes o bien pegadas al fondo o a otros

## COLUMNA DE LOS TIEMPOS GEOLÓGICOS



animales, tapizando el fondo marino a modo de praderas. Al igual que los braquiópodos, se servían de un aparato filtrador para alimentarse de las partículas suspendidas en el agua. También hacen su entrada ahora los corales, aunque son formas bastante diferentes de las que conocemos actualmente.

Los crinoideos aparecen al final del Ordovícico. Eran muy abundantes y formaban verdaderas praderas. Su forma típica los hace pasar por plantas, y de hecho hay quien los llama "lirios de mar", pero se trata de animales del grupo de los equinodermos compuestos por placas calcíticas articuladas entre sí. Su "tallo" está formado por una fila de plaquitas, con un orificio en el interior, que suelen encontrarse sueltas con mucha facilidad. Sus "brazos" les servían para atrapar el alimento que contenían las aguas en que habitaban.

**"Durante el Periodo Silúrico, el clima mejoró debido a que los continentes volvieron a moverse hacia el norte y el casquete polar se descongeló."**

Generalmente flotando en la columna de agua, vivían otros seres que ya no existen hoy en día, los graptolitos. Estos animales formaban colonias cuya forma se asemeja a peines. Su nombre deriva de la forma en que se conservan fosilizados, ya que suelen aparecer aplastados en rocas pizarrosas, lo que les hace parecer dibujos hechos en la roca. Las formas de los graptolitos pueden ser muy variadas, desde una simple fila de tecas (en cada una de las cuales habitaba un organismo), hasta complejas espirales.

Otro tipo de animal misterioso, que ya existía en el Periodo Ordovícico, es el portador de

unos fósiles casi microscópicos conocidos como conodontos. Probablemente eran vertebrados primitivos, quizás peces, cuyo aparato masticador estaba compuesto de estas estructuras.

Un acontecimiento muy importante fue la aparición de las primeras plantas terrestres a mediados del Ordovícico, fenómeno que, posteriormente, permitió la colonización del medio terrestre por los animales.

Al final del Ordovícico, hace 444 millones de años, los continentes se habían acercado tanto al polo sur que el clima se enfrió muchísimo produciéndose una glaciación, por lo que hubo otro gran cambio en la fauna y la flora y se extinguieron muchas especies.

Durante el Periodo Silúrico (entre los -444 y los -416 millones de años) el clima mejoró debido a que los continentes volvieron a moverse hacia el norte y el casquete polar se descongeló, por lo que el nivel del mar subió muy rápidamente. Durante este periodo abundan en los mares los graptolitos y ciertos cefalópodos. Éstos se tratan de un grupo de moluscos emparentados con los calamares, los pulpos y las sepias, pero con concha externa, recta, que vivían nadando cerca del fondo del mar cazando sus presas.

En el Periodo Devónico (de -416 a -359 millones de años) continúa un clima benigno en todo el mundo. Los trilobites y los braquiópodos son ahora mucho más vistosos. También se encuentran esponjas y unos parientes suyos que desconocemos actualmente, los estromatopóridos. Junto a los anteriores encontramos corales tabulados, gasterópodos, briozoos y crinoideos. Además hay más cefalópodos como los ortocefalídeos, con su típica concha alargada. Incluso peces acorazados como los placodermos. En tierra firme, aparecen los anfibios y las plantas son ya muy abundantes. Así, vemos cómo la vida se va haciendo cada vez más rica y diversa a lo largo de este viaje en el tiempo.

En el Periodo Carbonífero (entre -359 y -299 millones de años) abundan pequeños organismos marinos unicelulares con concha llamados foraminíferos, así como los ya conocidos conodontos. Los arrecifes de corales, estromatopóridos y briozoos siguen estando muy extendidos. En tierra se desarrollan inmensos bosques de gigantesco helechos que, con el tiempo, dieron lugar a los yacimientos de carbón más importantes que se conocen. A su sombra aparecieron los primeros reptiles y los insectos. Al final de este periodo el clima se enfrió, teniendo lugar una importante glaciación.

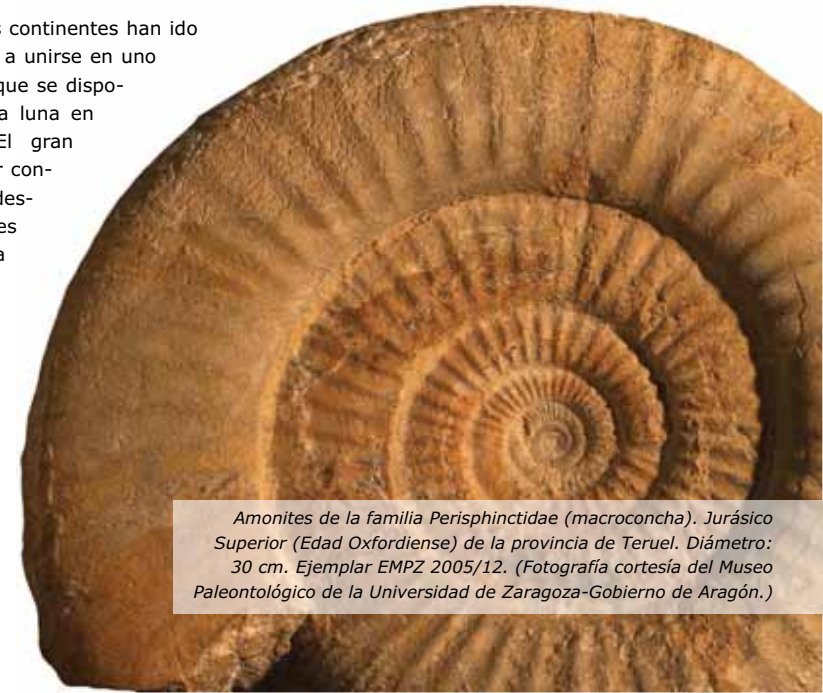
El último periodo de la Era Paleozoica se denomina Pérmico (entre los -299 y los -251 millones de años). El clima se recupera después del último episodio frío, y las plantas continúan con su gran desarrollo sobre los continentes emergidos. A su abrigo proliferan los reptiles mamíferoides, en especial los cinodontos, que aparecen al final del periodo y de los que con el tiempo evolucionarán los primeros mamíferos, nuestros ancestros.

Al final del Pérmico los continentes han ido migrando hasta volver a unirse en uno sólo llamado Pangea, que se dispone en forma de media luna en posición ecuatorial. El gran aislamiento del interior continental hizo que se desencadenaran terribles fenómenos para la vida, produciéndose la mayor extinción en la historia de la Tierra: desaparecieron más del 90% de las especies conocidas, entre ellas todas las de trilobites y corales y casi todas las de anfibios y helechos.

### LA ERA MESOZOICA.

La Era Mesozoica o Secundaria se divide en tres periodos. Puede afirmarse que la Era Mesozoica es "la era de los reptiles". En ella este grupo alcanzó un enorme desarrollo evolutivo, colonizando todos los medios (terrestre, marino y aéreo) y aprovechando una infinidad de nichos ecológicos. En ocasiones es difícil encontrar huesos fósiles de estos animales en el medio terrestre, pero abundan las huellas fósiles que dejaron a su paso por zonas embarradas.

El primero de los tres periodos mesozoicos es el Triásico, comprendido entre -251 y -200 millones de años. En los mares vivían los descendientes de los gasterópodos, bivalvos y cefalópodos paleozoicos. También había corales (aunque ya no eran como los del Paleozoico, sino de tipo moderno) y organismos de cuerpo blando que nos han dejado sus pistas. Entre los vertebrados, había reptiles marinos (ictiosaurios) y peces. La vegetación continental triásica es muy



Amonites de la familia *Perisphinctidae* (*macroconcha*). Jurásico Superior (Edad Oxfordiense) de la provincia de Teruel. Diámetro: 30 cm. Ejemplar EMPZ 2005/12. (Fotografía cortesía del Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza-Gobierno de Aragón.)

abundante, con plantas como los helechos, las coníferas, las equisetales y las cicadales. Es en este entorno donde aparecieron, a finales del Triásico, los primeros dinosaurios y mamíferos. En el Periodo Jurásico (de -200 a -145 millones de años) se da un gran florecimiento de la vida tanto en los océanos como en los continentes. Uno de los grupos más abundantes en los mares son los amonites, moluscos cefalópodos depredadores con concha externa, que nadaban propulsándose a chorro gracias a su sifón. Algunos tenían una "puertecita" u opérculo que les permitía esconderse dentro de sus conchas para protegerse de enemigos reptilianos como los cocodrilos marinos y los plesiosaurios.

Los belemnites eran otros moluscos cefalópodos que, al igual que los calamares o las sepias actuales, poseían esqueleto en el interior de su cuerpo. El esqueleto de los belemnites suele conservarse fosilizado y es muy fácil de reconocer por su forma de bala.

Mientras los amonites y belemnites nadaban, en los fondos marinos había también otros tipos de invertebrados como los braquiópodos, los gasterópodos, los bivalvos (que ganan terreno frente a sus competidores los braquiópodos), los crinoideos, corales solitarios y coloniales, los gusanos serpúlidos y las esponjas, así como equinodermos más evolucionados como los equinoideos o erizos de mar. Resulta curioso que las ostras aparecen ya en el Jurásico y se han mantenido sin apenas cambios hasta nuestros días, constituyendo auténticos "fósiles vivientes".

En tierra firme, el Jurásico es un momento de esplendor de los dinosaurios y los bosques de gimnospermas. Los pterosaurios (reptiles voladores) también se hacen abundantes, pero ven aparecer unos nuevos competidores: las aves.

En el Periodo Cretácico (entre -145 y -65 millones de años), en los mares abundaban

animales semejantes a los ya citados (sobre todo amonites), junto con artrópodos crustáceos y un tipo especial de bivalvos, los rudistas, que tienen forma de una copa con tapadera y vivían agrupados formando arrecifes. Éstos también podían estar formados por corales coloniales. Entre los reptiles marinos destacan los mosasaurios, grandes depredadores.

En los continentes emergidos dominan los dinosaurios, que vieron aparecer las primeras angiospermas o plantas con flores. Éstas se diversificaron muy rápidamente, desplazando a las coníferas y a las cicadales.

Al final del Cretácico tiene lugar una extinción en masa en la que desaparecen animales emblemáticos como los reptiles marinos, los amonites y los dinosaurios, entre otros muchos. Los científicos todavía discuten el papel que tuvieron en esta extinción dos eventos catastróficos, como fueron el impacto de un gran meteorito sobre la Tierra y un episodio de vulcanismo masivo en la actual India.

### LA ERA CENOZOICA.

Comprende dos periodos, el Paleógeno (de -65 a -23 millones de años) y el Neógeno (de -23 millones de años hasta la actualidad). La parte más reciente del Periodo Neógeno recibe el nombre de Cuaternario (desde -1,8 millones de años hacia nuestros días).

Entre los organismos marinos cabe

destacar un tipo de fósiles unicelulares ya citados en el Periodo Carbonífero, los foraminíferos, algunos de los cuales flotaban y otros vivían sobre el fondo. Todos ellos tienen formas muy curiosas, como los numulites que parecen monedas y alcanzan gran tamaño. A su lado nadaban peces óseos, tiburones y cocodrilos. Mientras tanto, en el fondo marino florecían los bivalvos, gasterópodos, corales (que dan lugar a importantes arrecifes) y crustáceos.

En muchas partes del mundo se desarrollan paisajes parecidos a la actual sabana africana, donde pastaban grandes mamíferos antepasados de los ciervos, caballos, cerdos y elefantes (los mastodontes), intentando sortear a los carnívoros que los acechaban, como el "tigre dientes de sable".

La banquisa polar antártica se instala a partir de la Época Oligoceno y permanece aún hoy. Las fluctuaciones climáticas durante el Cuaternario se conocen en detalle, identificándose varias

glaciaciones (actualmente nos encontramos en un intervalo interglacial). En estos intervalos de clima frío vivían animales muy adaptados al mismo, como mamuts y rinocerontes lanudos. También en el Cuaternario ocurre algo muy importante para nosotros: aparecen los homínidos y la especie humana.

### EPÍLOGO.

Una buena parte de los organismos que han poblado nuestro planeta han llegado hasta nosotros a través del registro fósil. Somos afortunados de poseer un patrimonio fosilífero rico, que permite hacer un seguimiento completo de la evolución de los seres vivos. Es tarea de todos ayudar a valorarlo, protegerlo y divulgarlo.

Eladio Liñán, José Antonio Gámez y  
María Eugenia Dies  
Área y Museo de Paleontología  
linan@unizar.es, gamez@unizar.es  
medies@unizar.es

**"También en el Cuaternario ocurre algo muy importante para nosotros: aparecen los homínidos y la especie humana."**



*Zanthopsis dufouri Milne-Edwards, 1850. Cangrejo del Paleógeno (Época Eoceno) de la provincia de Huesca. Anchura del caparazón: 7 cm. Ejemplar EMPZ 2005/12. (Fotografía cortesía del Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza-Gobierno de Aragón).*