

Què tenim sota els peus? 550 milions d'anys d'evolució a Ponent i el Pirineu

TEXTOS DE LA EXPOSICIÓN

1. LA DIVISIÓN DEL TIEMPO	1
2. PALEOZOICO: explosión de vida	2
3. PERMOTRÍAS: la vida en la Tierra se encuentra al borde de la desaparición	5
4. MESOZOICO: el dominio de los reptiles.....	7
5. PALEÓGENO: los mamíferos toman el protagonismo	12
6. NEÓGENO y CUATERNARIO: los periodos más modernos de la historia de la Tierra	15
7. ANTROPOCENO: los efectos de nuestra presencia en el planeta Tierra	18
8. PIONEROS	20

1. LA DIVISIÓN DEL TIEMPO

Nuestro planeta tiene una larga historia, que empezó hace aproximadamente 4.600 millones de años, momento en el que existe evidencia geológica de la formación de la Tierra y del resto de planetas del sistema solar. Las rocas que atestiguan esos tiempos tan lejanos son difíciles de encontrar y, en general, han experimentado intensos procesos de deformación y calentamiento. La vida apareció muy pronto: los primeros fósiles de organismos formados por una sola célula se conservan en rocas de hace unos 3.700 millones de años.

No obstante, los fósiles se vuelven mucho más abundantes a partir del gran eón fanerozoico. Este eón se inició hace 541 millones de años y dura hasta hoy.

Un eón es la mayor subdivisión en la escala del tiempo geológico. Este enorme lapso de tiempo lo dividimos en intervalos de duraciones distintas, denominadas eras, periodos, edades..., los cuales responden a acontecimientos de naturaleza geológica o biológica que suceden en el planeta y que quedan registrados en las rocas. Así, por ejemplo, el límite entre distintas eras (la subdivisión inmediatamente más pequeña que el eón) puede venir dado por grandes acontecimientos geológicos que afectan a la totalidad de la Tierra y que implican la extinción de un gran número de grupos de organismos.

El calendario leridano

La demarcación de Lleida es un territorio que dispone de una variedad geológica y paleontológica absolutamente excepcional. La mayoría de veces, para hallar una riqueza de tales características, debemos recorrer a enormes extensiones de territorio, incluso a continentes enteros. En las rocas de Lleida, en cambio, encontramos concentrada buena parte de la historia de nuestro planeta y, además, un magnífico registro fósil.

En Lleida no encontramos las rocas más antiguas del planeta: en el calendario de la historia de la Tierra, a Lleida le faltan los primeros meses. No obstante, la parte más interesante, el eón fanerozoico, en el que la vida se vuelve más diversa y abundante, lo encontramos prácticamente entero.

La mayor parte de las rocas que forman nuestros paisajes contienen restos fósiles de los animales y las plantas que vivieron en su medio durante esta larga historia. Lleida, además de ser un territorio con una gran cantidad de fósiles, conserva algunos yacimientos absolutamente excepcionales gracias a la calidad de los fósiles conservados o porque se trata de restos de animales y plantas que vivieron en momentos clave de la historia de la vida en la Tierra.

2. PALEOZOICO: explosión de vida

Esta era, que significa “fauna antigua”, se inició hace 541 millones de años y finalizó hace 250 millones de años. Curiosamente, tanto el inicio como el final del

Paleozoico vienen determinados por dos acontecimientos biológicos opuestamente distintos: una explosión de vida y una extinción.

Al inicio del Paleozoico, en el periodo cámbrico, se produce una enorme proliferación de organismos marinos. Aparecen súbitamente decenas de grupos de animales, algunos de cuyos descendientes aún viven en nuestros océanos y continentes. En aquel momento se dieron las condiciones químicas adecuadas para que muchos de estos grupos fueran capaces de desarrollar esqueletos externos duros, de composición calcárea, y ello facilitó muchísimo el proceso de fosilización.

“La explosión del Cámbrico” ha sido uno de los grandes enigmas paleontológicos durante décadas.

No obstante, durante los últimos años, gracias a la exploración de nuevos yacimientos se ha podido comprobar que esta *explosión de vida* no fue súbita, sino que tardó decenas de millones de años en producirse. También se ha podido descubrir que, antes del Cámbrico, ya existía una diversidad biológica marina muy importante. Por desgracia, los organismos que formaban estos ecosistemas eran, mayoritariamente, de cuerpo blando, y, por lo tanto, han dejado escasos restos fósiles.

Hace 250 millones de años, la era paleozoica finalizaba con la extinción de la mayor parte de los grupos de organismos que vivían en nuestro planeta, tanto marinos como terrestres.



Pie de foto 1: Durante el Paleozoico, las masas continentales tienden a unirse en un solo continente: PANGEA. © 2021 Colorado Plateau Geosystems Inc.

Los fósiles más antiguos de Lleida

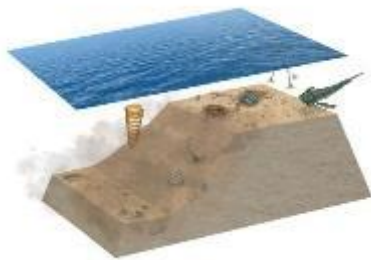
Las rocas más antiguas de Lleida se formaron en esta era y las encontramos en el corazón de los Pirineos. En esta extensa zona afloran una serie de rocas que han

experimentado enormes calentamientos y presiones, ya que han sido involucradas en la formación de dos grandes cordilleras montañosas, la más moderna de las cuales son los Pirineos propiamente dichos. Anteriormente, las rocas paleozoicas ya fueron afectadas por la formación de una gran cordillera que se levantó a finales del Paleozoico, la cordillera varisca o hercínica, que se extendía por buena parte de Europa y el norte de África.

Debido a esta accidentada historia que han tenido nuestras rocas paleozoicas, normalmente las hallamos muy plegadas, deformadas y transformadas desde el punto de vista de su composición química y estado físico. Son lo que conocemos como rocas metamórficas.

Los procesos de metamorfismo provocan que los fósiles acaben desapareciendo. Por suerte, en los Pirineos existen grandes extensiones de rocas paleozoicas donde el metamorfismo ha sido lo suficientemente leve como para que se conserven restos intactos o ligeramente deformados. Son los fósiles más antiguos de Lleida.

Durante casi la totalidad del tiempo que comprende la era paleozoica, la zona de la actual Lleida estaba sumergida en el océano. Los fósiles que encontramos en las rocas paleozoicas pirenaicas pertenecen a toda una serie de organismos que vivieron en el mar. Algunos eran mares fríos con una gran profundidad, pero otros tenían una profundidad inferior y más adecuada para el desarrollo de la vida.



Pie de foto 2: Esta reconstrucción del mar durante el periodo silúrico muestra el ambiente marino en el que se formaron estos sedimentos. La vida, durante los primeros periodos del Paleozoico, se desarrolló exclusivamente dentro de los mares. Ilustración: Roc Olivé.



Pie de foto 3: El paisaje urbano y natural de los Pirineos se ve muy influenciado por el tipo de rocas que lo conforman. Valles cerrados, pocos terrenos de cultivo o una uniformidad en los materiales constructivos son la herencia de esta historia geológica del Paleozoico.

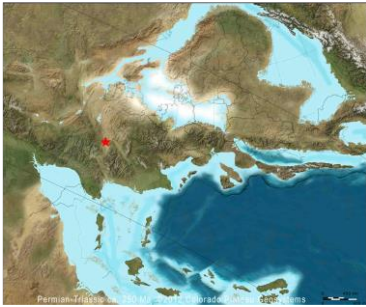
Fotografía: Oriol Riart.

3. PERMOTRÍAS: la vida en la Tierra se encuentra al borde de la desaparición

El Pérmico es el último periodo de la era paleozoica y el Triásico, el primero de la siguiente, la era mesozoica. Lo que separa estas dos eras es el episodio de extinción más severo que ha vivido nuestro planeta desde que alberga vida. Al final del Pérmico se extinguieron cerca del 90% de las especies de todo el mundo y, de hecho, la vida estuvo a tan solo un paso de desaparecer totalmente de la Tierra. Las causas de este episodio se han discutido durante mucho tiempo. Parece que tuvo mucho que ver la formación de un único gran continente, llamado Pangea, rodeado por un océano planetario conocido como Panthalassa. Ello habría cambiado radicalmente las corrientes marinas y atmosféricas y habría provocado un cambio climático, responsable de la aridificación de grandes superficies continentales. La unión de los distintos continentes también habría significado la desaparición de grandes extensiones de plataformas marinas, donde la vida proliferaba abundantemente.

En los Pirineos, las rocas formadas durante el Pérmico y las formadas durante el principio del Triásico presentan características muy similares, por lo que a veces resulta difícil distinguirlas. Por ello nos referimos al conjunto de estas rocas con la palabra *Permotrías*. Estas rocas son, en general, de un color rojo intenso, lo que nos indica épocas de gran aridez

y también la presencia de cursos fluviales que aportaban sedimentos arenosos y fangosos. Se trata, principalmente, de conglomerados, areniscas y arcillas de un color rojo vinoso que se pueden ver al sur de La Seu d'Urgell o en las cercanías de El Pont de Suert. Hay también evidencias de una actividad volcánica importante, y son frecuentes los estratos formados por materiales volcánicos.



Pie de foto 4: Por segunda vez en la historia de la Tierra, todos los continentes se agrupan en una única masa, Pangea, rodeada por Panthalassa, el océano mundial. © 2021 Colorado Plateau Geosystems Inc.

Restos óseos, impresiones vegetales e icnitas

En los estratos del Permo-triásico es relativamente frecuente hallar impresiones de troncos y hojas de los vegetales que vivían en ellos. Más difícil es encontrar restos de animales, especialmente de animales vertebrados. Los hallazgos consisten en unos pocos restos óseos y, sobre todo, en icnitas, huellas fósiles de distintos tipos de animales.

Así, gracias a las icnitas, sabemos que había anfibios y diferentes tipos de pequeños reptiles, entre ellos los sinápsidos. Estos últimos constituyen el gran grupo de vertebrados que nos incluye a nosotros mismos, a los mamíferos. Pero los sinápsidos que vivían en ese tiempo eran muy distintos de los mamíferos actuales. Los más extraños tenían grandes velas en la espalda con una función termorreguladora. Posteriormente fueron adquiriendo características cada vez más propias de los mamíferos, como una postura de las patas más vertical (de modo que no arrastraban la barriga por el suelo) o el desarrollo de pelo corporal. Finalmente, durante el Triásico ya surgen los auténticos mamíferos, que, en su inicio, alcanzaron dimensiones muy modestas, equivalentes a las de una rata. Estas medidas se mantuvieron durante todo el resto del Mesozoico, ya que otro grupo de animales evolucionó

rápidamente y se adelantó en ocupar los nichos ecológicos reservados a animales más grandes: los dinosaurios. Otros grupos de reptiles ocuparon nichos marinos y el medio aéreo. Durante muchos años, el Mesozoico se ha conocido, informalmente, como la era de los reptiles.



Pie de foto 5: El Pérmico es una época convulsa, con la aparición de reptiles que ocupan muchos nichos ecológicos. Al final de este periodo tiene lugar la mayor extinción que ha habido jamás en nuestro planeta. Ilustración: Óscar Sanisidro.



Pie de foto 6: Durante el Triásico se produce una nueva radicación de animales y plantas, con enormes anfibios, dominio de equisetáceas, helechos y coníferas y la aparición de un grupo muy importante: los arcosaurios. Los arcosaurios han tenido un gran éxito evolutivo y han dado lugar a varios grupos, como los dinosaurios (entre los que se incluyen los pájaros), los reptiles voladores o los cocodrilos. Ilustración: Óscar Sanisidro.

4. MESOZOICO: el dominio de los reptiles

El Mesozoico o era mesozoica (“fauna media”) tiene una duración de unos 185 millones de años. Tanto su inicio como su final están marcados por los episodios de extinción más importantes que ha tenido la biosfera en su historia. El Mesozoico

empieza con la gran catástrofe del final del Pérmico y termina con una hecatombe parecida: hace 66 millones de años, el impacto de un asteroide sobre la superficie de la Tierra provocó una serie de efectos que se tradujeron en otra gran extinción. Se vieron afectados numerosos grupos de organismos, sobre todo marinos, si bien este episodio es popularmente conocido por haber supuesto la extinción de los dinosaurios y de los reptiles marinos y voladores.

Ya hemos visto que el principio del Triásico viene marcado por la gran extinción que hubo al final del Pérmico. Durante el resto del Triásico se alternaron los medios costeros y los netamente marinos, y el registro fósil en los Pirineos leiridanos, constituido, sobre todo, por invertebrados marinos, peces y algunos restos de reptiles marinos, fue notable. Para los periodos posteriores al Triásico, el Jurásico y el Cretácico, las rocas que hallamos están situadas al sur de los Pirineos. Las rocas jurásicas y cretácicas de los Prepirineos son, casi todas, de origen marino: prácticamente la integridad de los 185 millones de años del Mesozoico están representados, en Lleida, por calcáreas, areniscas y margas que se formaron en el fondo del mar, y, por lo tanto, los fósiles que hallamos son esqueletos de animales marinos (moluscos, braquiópodos, esponjas, corales, etc.). No obstante, se registran dos momentos, a inicios y a finales del Cretácico, en los que el ambiente cambia a medios más continentales, lo que deja un registro geológico y paleontológico excepcional.

La fauna marina del Jurásico

El Jurásico presenta una rica fauna marina, sobre todo en las rocas que registran la primera parte de este periodo. Las margas y las calcáreas del Jurásico inferior, o Liásico, contienen una abundante fauna de invertebrados marinos. Destaca el hallazgo que se hizo en la población de Alòs de Balaguer, en La Noguera. Se trata de un conjunto de vértebras de un gran reptil marino del grupo de los ictiosaurios ("reptiles pez"). Son animales depredadores, con una morfología muy próxima a la de los actuales delfines, y constituyen un claro ejemplo de cómo el ambiente donde viven los organismos amolda su cuerpo hasta que adoptan la forma más apropiada para desplazarse y vivir en aquel entorno.



Pie de foto 7: En Lleida existen rocas jurásicas con un excelente registro fósil. Durante este periodo, Lleida era un mar de aguas poco profundas donde a veces proliferaba abundantemente la vida. © 2021 Colorado Plateau Geosystems Inc.



Pie de foto 8: En este mar había decenas de especies de invertebrados marinos, entre los que destacaban grupos de cefalópodos, hoy extinguidos, como los amonites y belemnites. También se han encontrado restos de grandes reptiles marinos, como los ictiosaurios. Ilustración: Roc Oliver.

El periodo cretácico

El larguísimo periodo llamado Cretácico está muy bien representado en la zona prepirenaica leridana. Gran parte de las sierras y los picos principales están constituidos, mayoritariamente, por rocas cretácicas, entre las que dominan las calcáreas. La mayor parte de estas rocas se formaron en ambientes de plataforma, donde las aguas marinas estaban cerca de la costa, eran cálidas y estaban bien iluminadas, y la profundidad no era muy grande. En Lleida hallamos importantes yacimientos cretácicos de origen marino; por ejemplo, en los collados de Basturs (Isona i Conca Dellà), en Cabó o en lo alto de la sierra del Montsec.

En la sierra del Montsec, en el límite septentrional de la comarca de La Noguera, se conservan unos yacimientos paleontológicos excepcionales, conocidos como la cantera de Meià y la Cabrua, que corresponden a antiguas explotaciones de calcáreas litográficas que fueron abandonadas durante la década de 1910. No obstante, geólogos, paleontólogos y aficionados han continuado yendo a las canteras durante décadas, atraídos por sus tesoros fósiles, que consisten en restos de numerosas especies de plantas, artrópodos, peces, anfibios, reptiles y pájaros que vivieron en el Cretácico inferior, hace entre 130 y 125 millones de años, en una zona lacunar de aguas muy tranquilas y muy cercana al mar, en un ambiente tropical. La tranquilidad de las aguas permitió la conservación excepcional de los restos fósiles y, en algunos casos, incluso la impresión de las partes blandas de los organismos.



Pie de foto 9: El ensanchamiento del Atlántico central y septentrional y la apertura del golfo de Vizcaya provocan la individualización de una pequeña pieza dentro del gran puzzle de placas: la placa ibérica o Iberia. © 2021 Colorado Plateau Geosystems Inc.



Pie de foto 10: Cerca de la costa, donde hoy se levanta el Montsec de Meià, había una extensa zona de lagos. Muchos de los animales y plantas que vivían en sus aguas y orillas, en cuanto morían, se depositaban en el fondo fangoso, donde fosilizaron. La especial configuración del lago (zonas profundas sin oxígeno y gran aporte de carbonato cálcico) ha permitido una conservación excepcional de estos organismos. Ilustración: Roc Oliver.

El final del Mesozoico

En los Prepirineos también encontramos el último capítulo del Cretácico y, por lo tanto, del Mesozoico. La crisis de hace 66 millones de años, debida al impacto de un asteroide, y que significó uno de los mayores episodios de extinción de la historia de la vida de la Tierra, es conocida por los geólogos paleontólogos como límite K/T, por la palabra alemana *Kreide* ("creta", roca muy abundante en el Cretácico y que le da nombre), y terciario, el siguiente periodo tras el Cretácico.

El límite K/T lo encontramos registrado en la zona pirenaica dentro del conjunto de estratos formado, principalmente, por areniscas, arcillas y calcáreas de origen continental, que constituyen la Formación Tresp o Garumniano. En estas rocas hallamos los restos de los últimos dinosaurios de Europa y toda una serie de organismos que convivieron con ellos. Destacan los hadrosaurios, o dinosaurios con pico de pato, animales que procesaban los vegetales de los que se alimentaban con una increíble batería de pequeños dientes que se iban renovando continuamente. Además de los hadrosaurios, se han encontrado los gigantes titanosaurios, herbívoros que, con una cabeza pequeña y un cuello y una cola extraordinariamente largos, podían alcanzar longitudes de más de 20 metros. Otros dinosaurios que se han hallado en las rocas del Garumniano son los nodosaurios, o dinosaurios acorazados, y dinosaurios carnívoros de distintos tamaños. Estos fantásticos animales estaban acompañados de una abundante fauna de cocodrilos, tortugas, reptiles voladores, lagartos, anfibios...

Los yacimientos de plantas indican un clima tropical, cálido y húmedo, pero con algunas fases de sequía. Los últimos estratos del Garumniano ya no conservan restos de dinosaurios ni de la abundante vida de su ecosistema, ya que son estratos formados tras la gran crisis del límite K/T. En estos estratos, los restos fósiles son muy escasos y nos hablan de un mundo que apenas se está recuperando después de una gran crisis biológica.



Pie de foto 11: La isla de los dinosaurios. A finales del Cretácico, la placa africana se mueve hacia el norte y empuja a Iberia, que colisiona con la gran placa euroasiática. Esta colisión supone el levantamiento y el plegamiento de un gran volumen de rocas, que acabarán formando la cordillera pirenaica. Al inicio del plegamiento, la parte emergida de Iberia y una parte de la actual Francia forman una gran isla del archipiélago, que constituía el sur de Europa, donde se desarrollaron toda una serie de ríos, lagos y deltas en los que vivían una fauna y flora abundantes. © 2021 Colorado Plateau Geosystems Inc.



Pie de foto 12: Lleida conserva los mejores yacimientos europeos de los últimos ecosistemas con dinosaurios, los que existían justo antes de la caída del gran asteroide que provocó la gran extinción de finales del Mesozoico. Ilustración: Óscar Sanisidro.

5. PALEÓGENO: los mamíferos toman el protagonismo

Tras la gran crisis biológica del final del Cretácico, que marca el fin de la era mesozoica, se inicia una nueva era, en la que los mamíferos adquieren un gran protagonismo, sobre todo en ambientes continentales. Se trata de la era cenozoica o simplemente Cenozoico (“animales nuevos”). El Cenozoico se divide en tres grandes periodos: el Paleógeno, el más antiguo, y el Neógeno y el Cuaternario, los más modernos —si bien este último, en ocasiones, se ha incluido dentro del Neógeno.

El levantamiento de los Pirineos, iniciado a finales del Cretácico como consecuencia de la convergencia de la placa ibérica y el sur de Europa, supone un cambio drástico en la configuración geográfica del norte peninsular. Un extenso brazo de mar entra por la zona cantábrica e inunda la zona situada al sur de la cordillera pirenaica (la totalidad de la actual cuenca del Ebro). La zona deprimida situada al sur de la cordillera, la actual cuenca del Ebro,

recibía aportaciones de toneladas de sedimentos de las cordilleras de alrededor. Se desarrollaron en ella ríos y grandes lagos, y, periódicamente, era sumergida por el mar.

El Ilerdiano, un registro excepcional en El Pallars Jussà.

El registro geológico y paleontológico de este periodo en Lleida es excepcional. Encontramos restos fósiles de las tres épocas en las que se divide el Paleógeno (de la más antigua a las más modernas: Paleoceno, Eoceno y Oligoceno). En la zona de El Pallars Jussà, el registro de finales del Paleoceno y la parte inicial del Eoceno es tan completo y excepcional que se ha podido establecer un nuevo piso de la historia de la Tierra: el Ilerdiano. Efectivamente, muy cerca de la ciudad de Tremp afloran un conjunto de estratos de origen marino que engloban un lapso de tiempo de entre 55,8 y 52,8 millones de años, con un registro geológico extraordinariamente completo y una fauna fósil excepcional. Una tal excepcionalidad llevó a los geólogos suizos Lukas Hottinger y Hans Schaub, en 1960, a definir este piso, que toma el nombre de la antigua Ilerda romana (Lleida).

La época del Eoceno

El Eoceno continental también ha dado fósiles de diferentes tipos de vertebrados en yacimientos cercanos a las poblaciones de La Pobla de Segur y Àger. El conjunto faunístico de estos yacimientos incluye diversas especies de artiodáctilos, perisodáctilos, cocodrilos y primates, y es un reflejo de la gran diversificación de los mamíferos que se produjo tras la gran extinción de hace 66 millones de años. A partir de entonces, numerosos nichos ecológicos quedaron libres y fueron ocupados por distintas especies de mamíferos.

Al final del Eoceno hubo la última entrada de aguas marinas en el gran golfo que incluía la actual Cataluña Central. Esta inundación permitió el desarrollo, en varios puntos, de arrecifes coralinos llenos de decenas de especies de invertebrados. Eran aguas cálidas, con un clima tropical, poco profundas y claras, condiciones ideales para la proliferación de corales y otros animales. Los fósiles que atestiguan esta abundante actividad biótica los hallamos en varios yacimientos prepirenaicos, entre los que destacan los situados en la Vall de Lord (Solsonès). Posteriormente, el golfo marino quedaría cerrado por la zona cantábrica y las aguas se irían evaporando poco a poco hasta desaparecer. La evaporación provocó que

las sales y los yesos presentes en las aguas se sedimentaran y formaran gruesas formaciones de yesos, como los que podemos ver en el norte de la población de Guissona. Son la última manifestación de aguas marinas en la actual cuenca del Ebro.

El Oligoceno y el fin del Paleógeno

Durante el periodo siguiente, el Oligoceno, en toda la cuenca del Ebro ya se establece un régimen estrictamente continental. El clima es cálido y húmedo, y tanto la flora como la fauna son abundantes, como queda patente en los extraordinarios yacimientos de los alrededores de las poblaciones de Tàrrega y Cervera.

En los ríos y lagos vivían comunidades de cocodrilos y tortugas que acompañaban a la diversa fauna de mamíferos, entre los que destaca el *Elomeryx*, uno de los antracotéridos más antiguos que se conocen. Los antracotéridos son un grupo extinto de mamíferos semiacuáticos que se han relacionado con los hipopótamos y las ballenas. También encontramos restos de *Entelodon*, un enorme animal omnívoro lejanamente emparentado con los cerdos. El *Cainotherium* era un pequeño artiodáctilo (animal con pezuñas y un número par de dedos, como los ciervos o los cerdos) que, por dimensiones y forma de vida, recuerda a los conejos.



Pie de foto 13: La retirada del mar de la zona pirenaica hacia el oeste y el levantamiento de la cordillera pirenaica comienzan a dar a la geografía leridana un aspecto que ya nos resulta familiar. © 2021 Colorado Plateau Geosystems Inc.



Pie de foto 14: Durante el Eoceno se desarrollan zonas de vegetación densa, similares a las selvas actuales. En este ambiente se desarrollan los primeros primates, junto con otros mamíferos, los cuales irán configurando, lentamente, una fauna que empieza a parecerse a la actual. Ilustración: Mauricio Antón



Pie de foto 15: A finales del Eoceno y principios del Oligoceno se desarrollan zonas pantanosas con gran exuberancia de bosques y numerosas especies de mamíferos y reptiles. Este es el ambiente que revelan los fósiles de El Talladell y Cervera. Ilustración: Mauricio Antón.

6. NEÓGENO y CUATERNARIO: los periodos más modernos de la historia de la Tierra

Los últimos 23 millones de años de la historia de nuestro planeta se han dividido en dos periodos: el Neógeno y el Cuaternario. Este último se divide en el Pleistoceno y el Holoceno, y comenzó hace 2,58 millones de años, con la primera gran glaciación, que afectó, principalmente, al hemisferio norte.

En las fases finales de la formación de los Pirineos, la parte central de Europa y la oriental de la península Ibérica viven un periodo de extensión. Es decir, un proceso inverso al de la compresión que da lugar a una cordillera. Esta extensión se traduce en una serie de fallas y

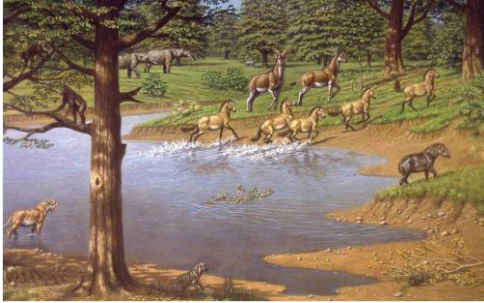
zonas hundidas (cuencas) donde van a parar una gran cantidad de sedimentos. Las más famosas de estas cuencas son las de El Vallès, El Penedès y L'Empordà. Pero, sorprendentemente, en zonas de montaña también se desarrollan zonas hundidas rodeadas de cordilleras montañosas. Son lo que los geólogos conocen como cuencas intramontañosas. Es el caso, por ejemplo, de las cuencas de La Seu d'Urgell y de La Cerdanya. En aquellas zonas deprimidas de los Pirineos vivieron una gran cantidad de especies de animales y plantas que conocemos gracias a una serie de yacimientos magníficos, que han proporcionado numerosos fósiles.

Tanto los animales como las plantas son muy parecidos a las especies actuales. La flora indica la existencia, en esa zona, de un clima de tipo mediterráneo. Entre los animales hay caballos (*Hipparion*), elefantes, ciervos y también el homínido *Dryopithecus*.

El Pleistoceno (hace entre 2,58 millones de años y 11.700 años) se caracteriza por un enfriamiento global del clima en todo el mundo, que se traduce en una importante acumulación de hielo en extensas áreas continentales y cordilleras, sobre todo del hemisferio norte. Por esta razón también es conocido como Edad del Hielo. Los Pirineos se vieron afectados intensamente por esos ciclos glaciares (sobre todo por el último) y, de hecho, actualmente nos encontraríamos en un ciclo interglaciar, es decir, en un periodo de temperaturas cálidas entre dos periodos de hielo. En la Val d'Aran, el efecto de los hielos glaciares se aprecia claramente en la morfología de los valles, los lagos y los depósitos sedimentarios de alta montaña. El valle glaciar de Hònt Hereda es un ejemplo geológico excepcional de morfología glaciar.



Pie de foto 16: La gran extensión de hielo permanente que cubrió Europa al final del Pleistoceno contribuyó a dar la penúltima pincelada a la morfología del territorio, modelando montañas y valles. © 2021 Colorado Plateau Geosystems Inc.



Pie de foto 17: Durante el Mioceno se desarrolla una fauna con carnívoros, elefantes, caballos y otras formas muy parecidas a las actuales, en un ambiente que paulatinamente pasa de la sabana a un clima mediterráneo. Ilustración: Mauricio Antón.



Pie de foto 18: El *Dryopithecus* es uno de los primeros simios que se descubrieron en Europa, de una edad aproximada de 11 millones de años. Estaba adaptado a los árboles (de ahí el nombre de mono de los árboles) y tenía una dieta frugívora, basada en frutos. Los machos presentaban unas caninas muy desarrolladas, lo que apunta a un comportamiento agresivo entre machos y especies, como en el caso de los primates modernos. Ilustración: Óscar Sanisidro.

7. ANTROPOCENO: los efectos de nuestra presencia en el planeta Tierra

El impacto que tienen las actividades humanas sobre el planeta Tierra genera a diario numerosas noticias, muchas veces preocupantes. La explotación descontrolada de los recursos naturales está provocando serias modificaciones en el medio ambiente, que pueden tener efectos perjudiciales a medio y largo plazo: contaminación, cambio climático, extinción de especies, invasión de especies foráneas, pandemias... Todos estos fenómenos tienen que ver, directa o indirectamente, con la actividad humana. Durante las últimas décadas, los efectos sobre el medio se han acelerado y ya empezamos a ver, con preocupación, sus consecuencias.

Los cambios ambientales provocados por la actividad humana son de tal magnitud que algunos científicos los equiparan a las modificaciones medioambientales que han supuesto momentos de cambio de tiempos geológicos, ya sea de época, periodo o era. Por ello, y aunque hasta ahora se ha considerado que nos hallábamos en el Holoceno, el segundo periodo del Cuaternario, algunos científicos piensan que estamos en un periodo nuevo: el Antropoceno.

El registro fósil del Antropoceno

Pero, ¿son realmente tan radicales, los cambios introducidos por la humanidad, para que se pueda establecer un cambio de piso geológico? ¿Cuáles son las consecuencias de la actividad humana?

Existen muchas, pero podemos enumerar las que probablemente son más graves: extinción acelerada de especies (a ritmos superiores a los que hubo durante la gran extinción del final del Pérmico); niveles de CO₂ y metano en la atmósfera que provocan un calentamiento climático global; uso de fertilizantes que han doblado las cantidades de nitrógeno y fósforo en el suelo; presencia de plásticos (muchas veces, de tamaños microscópicos) en todos los ecosistemas terrestres; deforestación; modificación artificial de sistemas hídricos y el consiguiente reparto anómalo de sedimentos... Todas estas consecuencias están dejando su

huella, sin duda, en el registro geológico actual. Se ha dicho que esta huella será fácilmente reconocible para los geólogos del futuro, y que se podrán identificar con facilidad los estratos correspondientes al Antropoceno, sobre todo por el registro fósil que contendrá: los tecnofósiles (cualquier cosa construida por la tecnología humana: desde un ladrillo o un smartphone hasta una ciudad). También se ha argumentado que los huesos de pollo serán fósiles típicos del Antropoceno, dado que la producción de este animal, a partir de mediados del siglo XX, se ha hecho masiva para la alimentación de todo el mundo.

¿Cuándo empieza el Antropoceno?

Se han propuesto varios inicios para el Antropoceno: la revolución agrícola, de hace unos 11.500 años; el inicio de la revolución industrial, a finales del siglo XVIII, o la detonación de las primeras bombas atómicas, en la década de 1940. Incluso hay quien dice que el Antropoceno aún no ha empezado, dado que, en un futuro próximo, el impacto humano sobre la Tierra será mucho mayor que ahora, y que será entonces el momento de declarar el inicio de la nueva época.

No obstante, el Antropoceno también ha suscitado numerosas reticencias tanto dentro del mundo científico como entre especialistas de ramas no científicas. Se ha argumentado que los periodos geológicos deben definirse en una escala mucho mayor, y que deben implicar cambios más claros. Se ha señalado también que es un término antropocéntrico y, por ello, poco adecuado, ya que designa un intervalo de la historia de la Tierra haciendo referencia, por primera vez, a una sola especie, que somos nosotros mismos.

El propósito del término *antropoceno* debería ser centrar nuestra atención en las consecuencias de la acción colectiva y en la forma en que podríamos, todavía, evitar lo peor. Debería ser una advertencia para el mundo.

Cita: "La magnitud de lo que estamos viendo en los sedimentos es tan grande como la que veíamos para definir otros tiempos geológicos del pasado, o incluso mayor. A partir de la segunda mitad del siglo XX, el impacto humano se ha convertido en un fenómeno global, sincrónico y acelerado en todo el mundo." Anthropocene Working Group, AWG.

8. PIONEROS

Lluís Marià Vidal Carreras (Barcelona, 1842 – 1922)

Ingeniero de minas, geólogo y fotógrafo pionero. Cuando estudiaba en la Universidad de Minas de Madrid, además de formarse en geología, se interesó por la paleontología y la prehistoria. Después de ocupar varios cargos profesionales, en 1888 fue destinado a la provincia de Lleida como responsable de los recursos mineros, y hacia 1909 dirigió la Comisión del Mapa Geológico de España.

Fue miembro de numerosas asociaciones científicas, nacionales e internacionales: presidente del Centro Excursionista de Cataluña, del Ateneo Barcelonés y de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona; vocal honorario de la Junta de Ciencias Naturales de Barcelona y vicepresidente de la Sociedad Geológica de Francia.

Fue un pionero de la fotografía de montaña. Hizo fotografías que se pueden considerar las más antiguas del sector sur de los Pirineos, de la Val d'Aran y de Andorra.

Entre su extensa obra, destacan los trabajos dedicados a los Países Catalanes, especialmente los que tratan sobre la demarcación de Lleida. En 1875 publicó una de sus grandes obras, *Geología de la provincia de Lérida*, en la que presenta un estudio que se ocupa de buena parte del actual Geoparque Mundial de la Unesco Tremp-Montsec.

Francesc Clua Anglès (Cubells, 1847 – Tàrrrega, 1920)

Naturalista, escritor, pintor y prócer del catalanismo en Tàrrrega. Fue el fundador del Centro Excursionista de L'Urgell y La Segarra y uno de los pioneros del excursionismo científico en Cataluña. Al casarse con Filomena Terés, hija de una prestigiosa familia de Tàrrrega, se instaló en esta localidad. Exploró y recogió fósiles y dio a conocer sus hallazgos de El Talladell. Colaboró con varias instituciones y con científicos de la época, como Charles Depéret, Lluís Marià Vidal o Norbert Font Sagué. A propuesta de este, en 1908, fue nombrado recolector del Museo Martorell de Barcelona.

Martí Madern Carreras (Cabanes, Alt Empordà, 1896 – Cervera, 1975)

Estudioso de la flora fósil del Oligoceno de La Segarra. Se tituló en Figueres como profesor de instrucción primaria. Ingresó en el cuerpo de funcionarios de telégrafos y, a principios de la década de 1920, fue destinado a Cervera. Allí compaginó su trabajo como jefe de telégrafos con la docencia a alumnos de bachiller.

Tras la Guerra Civil, empezaron a explotarse las calcáreas oligocénicas de los alrededores de Cervera para la fabricación de cemento. A partir de entonces, pudo desarrollar su gran pasión: la recolección y el estudio de las floras fósiles conservadas en estas formaciones calcáreas. Colaboró con Josep Ramon Bataller, de la Universidad de Barcelona, y con Georges Depape, de la Universidad Libre de Lille, en Francia, a los que facilitó los materiales para la publicación, en 1950, de *Flore Oligocène de Cervera (Catalogne)*. Publicó numerosas notas en las que hacía aportaciones al conocimiento de esta flora, con frecuencia en revistas comarcales.

Madern fue un gran maestro. Sus conocimientos de historia natural, matemáticas, francés y gramática eran profundos, y ejercía de profesor por vocación. También destacaba por sus conocimientos filatélicos y meteorológicos. Mantuvo contacto con la redacción del diario *La Vanguardia*, a la que proporcionaba información diaria sobre las condiciones meteorológicas de la comarca de La Segarra.

Lluís Ferrer Condal (Barcelona, 1914 – 2011)

Médico, erudito y entusiasta de la paleontología. Después de los años de explotación de la cantera de Meià, y una vez terminada la Guerra Civil, este yacimiento del Cretácico inferior del Montsec fue olvidado por una parte del mundo científico. A principios de la década de 1950, el interés de los hallazgos cobró un nuevo impulso gracias a la desinteresada tarea de Lluís Ferrer Condal. La primera visita a la cantera la realizó en el año 1950, mientras ejercía como médico en la población de Salàs de Pallars. Su entusiasmo lo llevó a hacer innumerables visitas al yacimiento durante los fines de semana, y llegó a reunir una importante colección. Entre las piezas más destacadas se encuentran una rana casi entera (*Eodiscoglossus santonjae*) y la pluma de un pájaro. Colaboró con numerosos investigadores, tanto de ámbito nacional como internacional, a los que acompañaba al yacimiento y proporcionaba las piezas de su colección para que las estudiaran.

Manuel Riu Riu (Manresa, 1929 – Sant Llorenç de Morunys, 2011)

Historiador y arqueólogo, especialista en historia medieval. Desde pequeño tuvo una relación estrecha con Sant Llorenç de Morunys, de donde descendía tanto por parte de madre como de padre. Pasó allí casi todas sus vacaciones y la Guerra Civil. También estaba muy relacionado con El Berguedà, ya que cumplió el servicio militar en esta comarca y su mujer era de Berga.

Riu fue pionero en Europa a la hora de introducir metodología arqueológica en el estudio de la historia medieval, y realizó un gran número de excavaciones en el valle de Lord (Solsonès) y en El Berguedà. Implicado en numerosas asociaciones culturales, fue el alma del Museo-Centro de Interpretación del Valle de Lord, que inauguró en 1947 junto con otros vecinos y al que aportó un número importante de piezas.

También estuvo interesado en la paleontología y reunió una colección de ejemplares de varias edades geológicas, sobre todo del periodo priaboniense del Eoceno, que aflora en extensas áreas del valle de Lord. Esta colección está depositada y en parte expuesta en el Museo-Centro de Interpretación del Valle de Lord.

Sant Llorenç de Morunys lo declaró hijo adoptivo. En el 2003 recibió la Cruz de Sant Jordi y en el 2006, el premio Ciudad de Berga a la Cultura.

Josep Duró Farràs (La Seu d'Urgell, 1928 – Andorra la Vella, 2000)

Se licenció en medicina y cirugía en la Universidad de Barcelona, y se dedicó a continuación a la profesión de médico en Sant Julià de Lòria y Canillo (Andorra). Su padre, Emili Duró Moles, también era médico.

Nombrado director de Sanidad de Andorra, instauró las vacunas obligatorias en las escuelas y las revisiones pulmonares anuales con rayos X a los alumnos de todos los sistemas educativos del país. Fue defensor de un control del crecimiento de la población, y el primero en hacer análisis regulares de todas las fuentes de agua del país. También ejerció de médico forense para el Consejo General de los Valles de Andorra.

Amante de la paleontología, recogió una colección de fósiles del Neógeno en L'Alt Urgell y La Cerdanya, que su familia cedió al Instituto Catalán de Paleontología y parte de la cual se expone, actualmente, en el Museo Dinosfera de Coll de Nargó.

La afición le vino de muy joven, cuando descubrió unos fósiles muy cerca de La Seu d'Urgell. Años más tarde halló, en un lugar cercano a Alàs, unos colmillos de mastodonte, y hasta su muerte insistió en que el animal entero habría sido enterrado allí. Con los años se fue descubriendo que en L'Alt Urgell había muchos lugares idóneos para realizar estudios paleontológicos, sobre todo en Coll de Nargó. Cuando tenía cerca de 40 años, una caída accidental le impidió practicar *in situ* una de las actividades que más le gustaban: la paleontología.

Muy aficionado al cine, filmó acontecimientos institucionales y de ocio en una colección en soporte de 8 mm, que actualmente está depositada en el Archivo Nacional de Andorra.

Gran aficionado al automovilismo, ganó numerosos trofeos. Durante muchos años fue médico del Automóvil Club de Andorra.

Maria Lourdes Casanovas Cladellas (Sabadell, 1934)

Paleontóloga. Estudió con el paleontólogo de Sabadell Miquel Crusafont y se doctoró en 1975 en la Universidad de Barcelona, donde fue profesora durante cuatro años. Su campo de investigación comprende los mamíferos del Paleógeno (Eoceno), principalmente los de los yacimientos de El Pallars Jussà y La Noguera. Junto con su marido, el doctor Josep Vicenç Santafé, introdujo el estudio de la paleoicnología (estudio de las huellas fósiles) en el estado español. Haciendo equipo con J. V. Santafé y otros paleontólogos, realizó una importante tarea de investigación en los yacimientos de dinosaurios de la península Ibérica. Es autora de numerosos artículos científicos y de divulgación.

Josep Vicenç Santafé Llopis (Valencia, 1934 – Sant Quirze del Vallès, 2017)

Paleontólogo y político. Ejerció como maestro de Educación General Básica en las Escuelas Pías de Sabadell. Aficionado a la paleontología, era colaborador del Museo de la Ciudad de Sabadell, embrión de lo que sería el Instituto de Paleontología de Sabadell (actual Instituto Catalán de Paleontología). Junto con su mujer, la Dra. M. L. Casanovas, en la década de 1960 estudió geología en la Universidad de Barcelona, y en 1976 obtuvo plaza de funcionario en la Diputación de Barcelona y fue destinado al Institut Català de Paleontologia. Dos años después presentó la tesis doctoral, dedicada al estudio de los rinocerontes fósiles de España.

Junto con la doctora M. L. Casanovas y los doctores Sebastià Calzada (del Museo del Seminario de Barcelona) y José Luis Sanz (de la Universidad Autónoma de Madrid), fue uno de los impulsores del estudio de los dinosaurios en el estado español. De entre las muchas zonas donde trabajó, destacan el conjunto de yacimientos con icnitas de dinosaurio de La Rioja, los yacimientos del Cretácico inferior del País Valenciano, y, muy especialmente, el Cretácico terminal de los Pirineos leridanos. Fue autor de numerosas publicaciones científicas y libros de divulgación sobre paleontología. Fue concejal de Sant Quirze del Vallès.

Antoni Lacasa i Ruiz (Lleida, 1946)

Uno de los impulsores, en la década de los setenta, del grupo Amigos de la Paleontología, junto con Eduard Remacha y Josep Esteve. Este grupo fue acogido por el Institut d'Estudis Ilerdencs en el año 1977, y, conjuntamente, impulsaron una primera campaña en el yacimiento de la cantera de Meià, en 1979. Aunque el objetivo principal de esta expedición era la cantera clásica, la mayor parte de las excavaciones tuvieron lugar en el yacimiento de la Cabrua, un afloramiento ya citado por otros autores.

Participó activamente en las 19 campañas de excavación que se realizaron en estos dos yacimientos hasta 1996. Además, tomó parte en prospecciones y excavaciones en otros afloramientos, principalmente de edad mesozoica, y, junto con los compañeros de la asociación, se hizo cargo de la colección paleontológica del Institut d'Estudis Ilerdencs, que actualmente cuenta con más de 5.000 ejemplares.

Ha escrito numerosos artículos científicos y libros de divulgación sobre geología y paleontología de Lleida, en especial sobre los fósiles de las calcáreas litográficas del Montsec, y ha sido consejero y coordinador de la Sección de Geología y Paleontología del Institut d'Estudis Ilerdencs.