Tema 20: HÍSTORIA GEOLOGÍA DE LA PENINSULA IBÉRICA



Con esta imagen vamos a entrar en el estudio de la historia geológica de la Península Ibérica.

A partir de aquí el tema va a recorrer las grandes eras geológicas y explica cómo se formó el relieve peninsular en relación con la tectónica de placas, los ambientes sedimentarios y la evolución de la vida.

⇒ TIEMPO GEOLÓGICO



⇒ QUÉ REPRESENTA ESTA IMAGEN

La imagen representa toda la historia del universo como si durara solo un año, desde el 1 de enero hasta el 31 de diciembre. Es una comparación visual para entender la inmensidad del tiempo cósmico y lo reciente que es la historia humana.

- **Mensaje central:** si comprimimos los 13.800 millones de años del universo en un solo año, la Tierra aparece hacia septiembre, la vida compleja muy al final, los dinosaurios en Navidad y toda la civilización humana en los últimos segundos del 31 de diciembre.

Importante: la imagen es didáctica. No pretende fijar con precisión absoluta cada fecha, sino mostrar proporciones generales de una forma fácil de imaginar.

⇒ **CÓMO SE LEE LA IMAGEN**

La franja superior muestra los doce meses del año y simboliza toda la historia del universo.

Cada mes no es un mes real, sino una porción gigantesca del tiempo cósmico.

Después la imagen hace una ampliación del mes de diciembre, porque en ese último tramo se concentra gran parte de la historia visible de la vida compleja.

Finalmente se amplían los últimos 10 minutos del 31 de diciembre para colocar la aparición del ser humano.

⇒ **QUÉ ENSEÑANZA TRANSMITE ESTA IMAGEN**

- La inmensidad del tiempo cósmico y geológico.
- Lo reciente que es la Tierra dentro de la historia del universo.
- Lo tardía que es la vida compleja.
- Lo extremadamente reciente que es el ser humano.
- Lo brevísima que es la civilización respecto al conjunto de la historia natural.

⇒ **QUÉ SIGNIFICA TIEMPO GEOLÓGICO EN ESTE CONTEXTO**

El tiempo geológico se refiere a los periodos inmensos de la historia de la Tierra: eones, eras, periodos y épocas. Como esas magnitudes son difíciles de imaginar, la imagen las traduce a algo familiar: un año de calendario.

⇒ **OBSERVACIONES IMPORTANTES SOBRE LA IMAGEN**

- Es una imagen didáctica, no una tabla científica de precisión absoluta.
- Simplifica procesos muy largos, como la oxigenación de la atmósfera o la evolución de distintos grupos de seres vivos.
- Mezcla historia del universo e historia de la Tierra.
- Su gran valor no está en el detalle exacto de cada día, sino en la proporción general que transmite.

⇒ **LÍNEA DEL TIEMPO ESCRITA Y FÁCIL DE ENTENDER**

- **Escala general:** todo el universo condensado en un año.
  - **1 de enero**: origen del universo.
  - **Enero**: formación temprana de nuestra galaxia, la Vía Láctea.
  - **Hacia septiembre**: origen del sistema solar.
  - **Hacia septiembre**: formación de la Tierra y aparición de la vida.
  - **Hacia noviembre-diciembre**: gran oxigenación de la atmósfera.
  - **Hacia finales de noviembre o comienzos de diciembre**: aparición de la reproducción sexual.
- **Ampliación del mes de diciembre:**
  - **1 de diciembre: oxígeno en la atmósfera:** La imagen repite aquí este proceso para recalcar que la atmósfera oxigenada es tardía con respecto a toda la historia terrestre.
  - **19 de diciembre: primeras plantas:** La vida vegetal compleja en tierra aparece relativamente tarde dentro del año cósmico.
  - **23 de diciembre: primeros árboles y reptiles:** Los bosques y los reptiles surgen aún más tarde, ya en la parte final de diciembre.
  - **25 de diciembre: primeros dinosaurios:** Aunque a nosotros los dinosaurios nos parezcan antiquísimos, la imagen muestra que aparecen muy al final de la historia total.
  - **30 de diciembre: desaparición de dinosaurios y expansión de mamíferos:** La extinción de los dinosaurios no avianos y el desarrollo posterior de los mamíferos suceden casi al final del calendario.

- **30 o 31 de diciembre: primeros primates:** El linaje que acabará conduciendo a los seres humanos aparece muy cerca del cierre del año cósmico.

- **Ampliación del final del 31 de diciembre:**
  - **Últimos 10 minutos**: primeros Homo sapiens.
  - **Últimos minutos**: neandertales.
  - **Últimos 21 segundos**: toda la civilización humana.
- **Toda la historia de la civilización humana habría ocurrido en los últimos 21 segundos del año cósmico.**
  Esta frase es impactante, subraya que la civilización humana, con agricultura, ciudades, escritura, ciencia y mundo moderno, ocupa solamente un instante mínimo al final de todo el año.





EVENTOS GENERALES DEL AÑO CÓSMICO

EVENTO	FECHA REAL APROXIMADA	OBSERVACIÓN
Origen del universo	Hace 13.800 millones de años	Inicio del calendario cósmico.
Origen de nuestra galaxia, la Vía Láctea	Hace 13.200-13.600 millones de años	Formación temprana de nuestra galaxia.
Origen del sistema solar	Hace 4.570 millones de años	Se sitúa hacia septiembre en la imagen.
Formación de la Tierra	Hace 4.540 millones de años	Muy cercana al origen del sistema solar.
Vida en la Tierra	Hace 3.700-4.000 millones de años	Primeras evidencias de vida.
Oxígeno en la atmósfera	Hace 2.400 millones de años	Gran oxigenación; fue un proceso largo.
Origen de la reproducción sexual	Hace unos 1.200 millones de años	Innovación biológica aproximada, no una fecha exacta.

EVENTOS DEL MES DE DICIEMBRE

EVENTO EN LA IMAGEN	FECHA REAL APROXIMADA	COMENTARIO
Primeras plantas	Hace unos 470 millones de años	Si se refiere a plantas terrestres.
Primeros árboles	Hace unos 385 millones de años	Bosques primitivos.
Primeros reptiles	Hace unos 320 millones de años	Aparecen después de los árboles.
Primeros dinosaurios	Hace unos 230 millones de años	La imagen los coloca el 25 de diciembre.
Desaparición de los dinosaurios	Hace 66 millones de años	Extinción de los dinosaurios no avianos.
Expansión de los mamíferos	Desde hace 66 millones de años	Se acelera tras la extinción de los dinosaurios.
Primeros primates	Hace unos 55-65 millones de años	Muy cerca del final del año cósmico.

EVOLUCIÓN HUMANA EN EL TRAMO FINAL

EVENTO HUMANO	FECHA REAL APROXIMADA	EQUIVALENCIA EN LA IMAGEN
Primeros homínidos	Hace 6-7 millones de años	31 de diciembre, últimas horas.
Género Homo	Hace 2,5-2,8 millones de años	31 de diciembre, última hora.
Homo sapiens	Hace unos 300.000 años	31 de diciembre, últimos minutos.
Neandertales	Hace 400.000 a 40.000 años	31 de diciembre, últimos minutos.
Agricultura	Hace 10.000-12.000 años	Últimos segundos.
Historia escrita	Hace unos 5.000 años	Poquísimos segundos antes de medianoche.
Civilización humana histórica	Últimos 10.000-12.000 años	Aproximadamente últimos 21-25 segundos.

TABLA GENERAL CON TRES COLUMNAS FIJAS

EVENTO	FECHA REAL APROXIMADA	EQUIVALENCIA EN EL AÑO CÓSMICO
Origen del universo	Hace 13.800 millones de años	1 de enero, 00:00
Formación temprana de la Vía Láctea	Hace 13.200-13.600 millones de años	Enero
Formación del sistema solar	Hace 4.570 millones de años	Principios de septiembre
Formación de la Tierra	Hace 4.540 millones de años	Principios de septiembre
Primeras evidencias de vida	Hace 3.700-4.000 millones de años	Septiembre
Gran oxigenación de la atmósfera	Hace 2.400 millones de años	Finales de octubre o comienzos de noviembre
Primeros eucariotas complejos	Hace 1.800-2.100 millones de años	Noviembre
Aparición de la reproducción sexual	Hace unos 1.200 millones de años	Finales de noviembre
Primeros animales multicelulares	Hace 600-700 millones de años	Mediados de diciembre
Primeras plantas terrestres	Hace 470 millones de años	19 de diciembre
Primeros árboles	Hace 385 millones de años	21-23 de diciembre
Primeros reptiles	Hace 320 millones de años	23-24 de diciembre
Primeros dinosaurios	Hace 230 millones de años	25 de diciembre
Primeros mamíferos	Hace 200-220 millones de años	26 de diciembre
Extinción de los dinosaurios no avianos	Hace 66 millones de años	30 de diciembre
Expansión de los mamíferos	Desde hace 66 millones de años	30 de diciembre en adelante
Primeros primates	Hace 55-65 millones de años	30 de diciembre, casi al final
Primeros homininos	Hace 6-7 millones de años	31 de diciembre, últimas horas
Género Homo	Hace 2,5-2,8 millones de años	31 de diciembre, última hora
Homo sapiens	Hace 300.000 años	31 de diciembre, últimos minutos
Neandertales	Hace 400.000 a 40.000 años	31 de diciembre, últimos minutos
Agricultura	Hace 10.000-12.000 años	31 de diciembre, últimos segundos
Historia escrita	Hace unos 5.000 años	31 de diciembre, poquísimos segundos antes de medianoche
Civilización humana histórica	Últimos 10.000-12.000 años	Últimos 21-25 segundos

⇒ **ESCALA ORIENTATIVA DEL AÑO CÓSMICO**

- 1 mes equivale aproximadamente a 1.150 millones de años.
- 1 día equivale aproximadamente a 37,8 millones de años.
- 1 hora equivale aproximadamente a 1,58 millones de años.
- 1 minuto equivale aproximadamente a 26.000 años.
- 1 segundo equivale aproximadamente a 438 años.

Después de tiempo geológico, algo imprescindible para ordenar procesos muy largos y entender la evolución de la Península Ibérica a lo largo de miles de millones de años.

Sin esa escala temporal no se podrían situar correctamente **orogenias**, **extinciones**, **sedimentación ni aparición de nuevos grupos de seres vivos.**

→ puntos Importantes:

- El tiempo geológico divide la historia de la Tierra en grandes etapas.
- Estas divisiones permiten ordenar procesos, fósiles y cambios tectónicos.
- Sin escala temporal no se puede reconstruir la historia geológica.

⇒ TIEMPO GEOLÓGICO

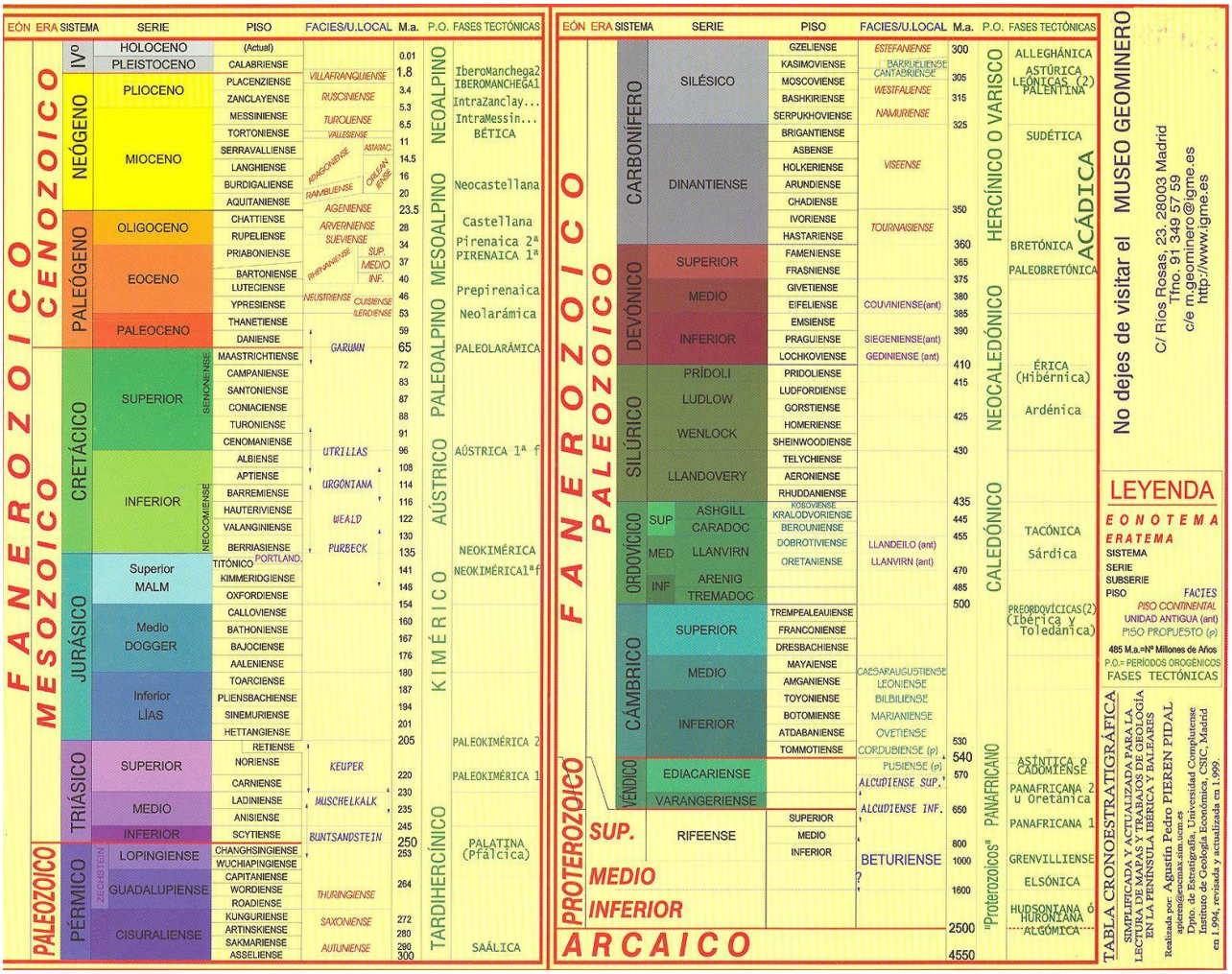
La diapositiva introduce la noción de tiempo geológico, imprescindible para ordenar procesos muy largos y entender la evolución de la Península Ibérica a lo largo de miles de millones de años.

Sin esa escala temporal no se podrían situar correctamente orogenias, extinciones, sedimentación ni aparición de nuevos grupos de seres vivos.

→ puntos Importantes:

- El tiempo geológico divide la historia de la Tierra en grandes etapas.
- Estas divisiones permiten ordenar procesos, fósiles y cambios tectónicos.
- Sin escala temporal no se puede reconstruir la historia geológica.

⇒ LA ESCALA Y LOS EVENTOS GEOLÓGICOS



Esta escala de tiempo es muy utilizada por los geólogos y otros científicos. Gracias a ella, **pueden asignar el tiempo y las fechas a los eventos más importantes de la Tierra.** Dentro de las rocas es donde se encuentra más información acerca de lo que ha ocurrido en nuestro planeta a lo largo de estos 4,5 mil millones de años.

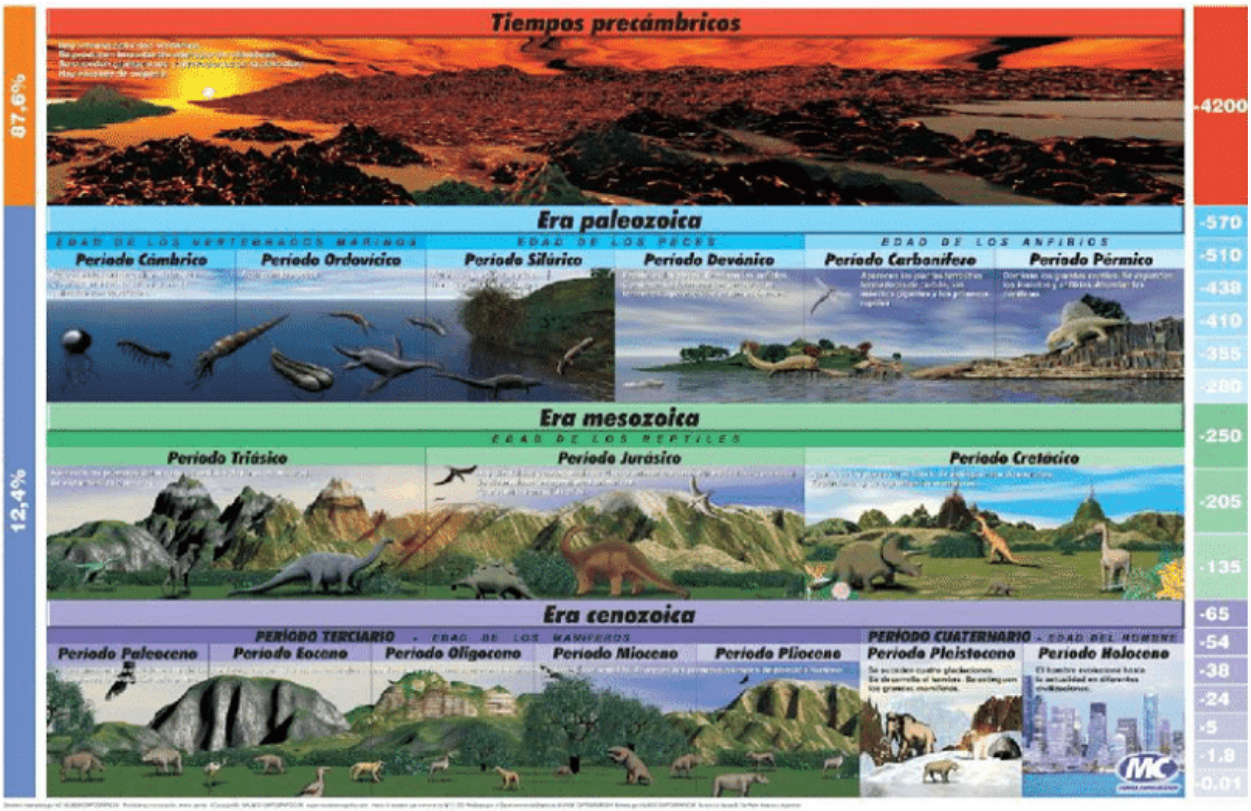
Hasta el siglo XVIII se pensaba que la Tierra tenía tan sólo unos pocos de miles de años. El verdadero conocimiento terrestre llegó con el descubrimiento de la radioactividad por Marie Curie en el siglo XX. Gracias a ello se ha podido fechar las rocas de la corteza terrestre y los meteoritos que caen.

Si queremos hablar de tiempo geológico, no podemos emplear unidades de tiempo como décadas o siglos. La forma más útil es la de dividir el tiempo por eventos principales geológicos. En definitiva, se trata de los grandes cambios sufridos por las rocas y seres vivos desde el origen de nuestro planeta.

En el tiempo geológico, la mayor unidad de tiempo utilizada es el eón. Este eón se divide en eras, periodos, épocas y etapas. Toda la historia de la Tierra se divide en dos grandes Eones de tiempo. El primero es el Precámbrico, donde se formó la Tierra hace unos 4,5 mil millones de años. **Terminó hace unos 570 millones de años**. Ahora estamos en el Eón Fanerozoico. Estos dos eones son demasiado grandes, por lo que necesitamos escalas de tiempo más pequeñas.

El **EON** es el mayor de todos en la escala del tiempo. **Se mide por cada 1.000 millones de años.** El paso del Precámbrico al Fanerozoico se da por la desintegración del supercontinente llamado **Pannotia**. Fanerozoico significa «vida visible». Ya había vida antes del comienzo de este eón, pero es este donde se forman más complejas y evolucionadas.

⇒ **ERA**



La era no es unidad exacta. Agrupa cambios geológicos o biológicos importantes sufridos por el planeta desde su formación. Cada era empieza con un evento importante. Por ejemplo, el Mesozoico comienza con la aparición de las primeras aves y mamíferos.

Las eras del tiempo geológico son: **Azoica, Arcaica, Proterozoica, Paleozoica (vida antigua), Mesozoica (vida intermedia) y Cenozoica (vida reciente).** Puesto que las eras son demasiado grandes en el tiempo, se necesita reducir las divisiones para tener más exactitud.

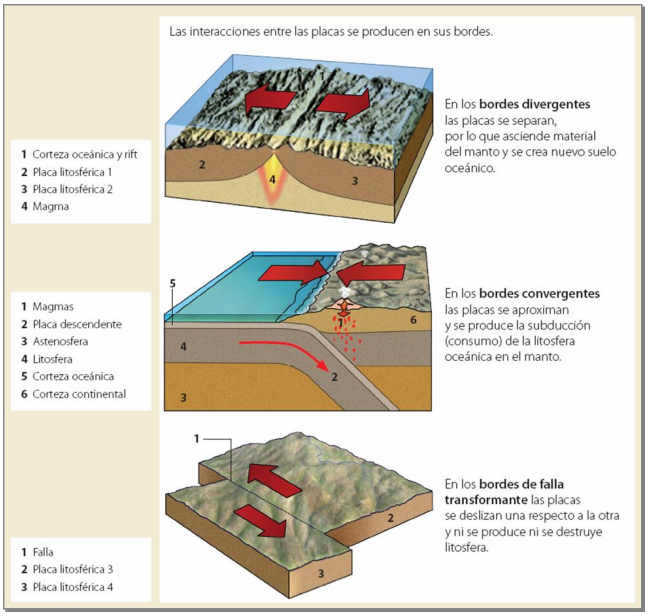
⇒ **PERIODO**

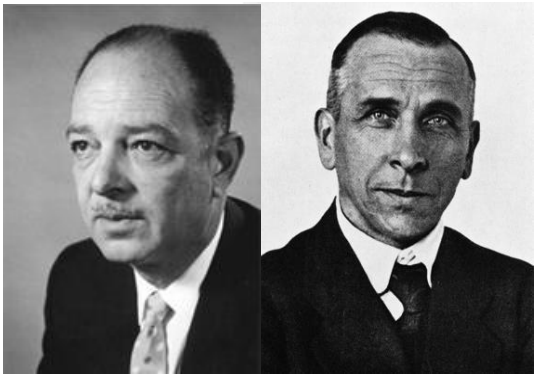
Se trata de la subdivisión de las eras. Cada periodo marca un evento geológico o la aparición de un ser viviente que sirve como marcado. Por ejemplo, en el periodo Cámbrico se rompe el supercontinente llamado Pangea. En este contexto, los cambios que han tenido lugar en cada periodo son relevantes para la comprensión de cómo se formaron los océanos.

ÉPOCA

La época es la división del periodo. En cada época se registran eventos geológicos a menor escala. Por ejemplo, en el Paleoceno se produce **la separación de Europa y Norteamérica**. Aunque en muchos mapas del tiempo geológico la última época que hay escrita es el Holoceno, la Tierra ya la ha superado. Ahora estamos situados en el Antropoceno. Se trata de la primera época definida por la acción del hombre.

⇒ TECTÓNICA DE PLACAS ALFRED WEGENER (DERIVA CONTINENTAL)





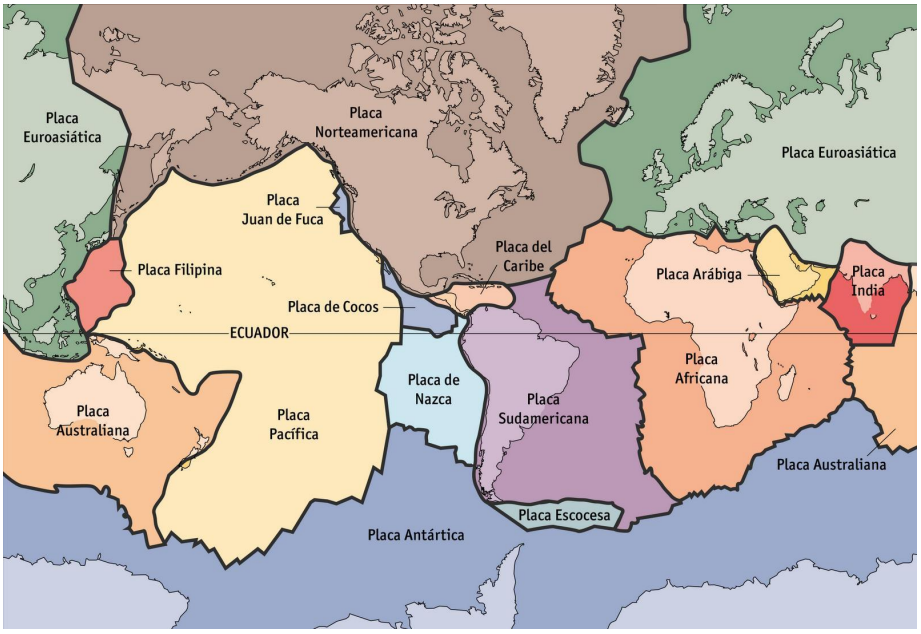
La diapositiva nos introduce en la tectónica de placas recordando dos aportaciones fundamentales. **Alfred Wegener** propuso la deriva continental y **Harry H. Hess** explicó la expansión del fondo oceánico. Ambas ideas acabaron integrándose en la teoría unificada de la tectónica de placas.

Esta teoría es esencial para el tema porque la historia de la Península Ibérica no puede entenderse aislada: depende de la posición y el movimiento relativo de placas como la africana y la euroasiática.

⇒ TECTÓNICA DE PLACAS

Esta diapositiva actúa como un apoyo visual del bloque temático. Su función es reforzar con ejemplos, mapas, fósiles o esquemas la explicación general de esa etapa geológica.

Conviene leerla siempre junto con las anteriores y posteriores, porque muchas de las siguientes explicaciones muestran ejemplos concretos de procesos, organismos o estructuras ya introducidos en el tema.

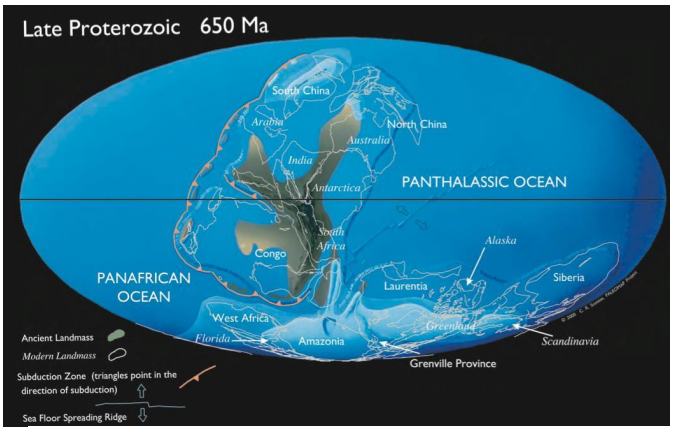


⇒ ERA ARCAICA (ARCAICO - PROTEROZOICO) (4.550 – 540 MA)

Hace 800 m.a.: existía un supercontinente (***pannotia***), el cual terminó por desintegrarse en cuatro.

Esta diapositiva corresponde al **Precámbrico**, una etapa muy antigua en la que se establecen materiales fundamentales del basamento y aparecen las primeras formas de vida conocidas. Los fósiles de este tiempo son escasos, pero muy significativos.

En el contexto de la Península Ibérica, este bloque ayuda a entender la base más antigua sobre la que después actuarán las grandes orogenias posteriores.

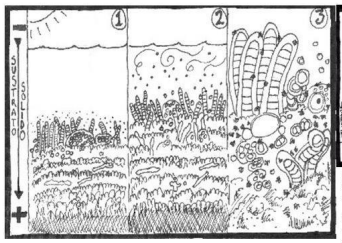


→ puntos Importantes:

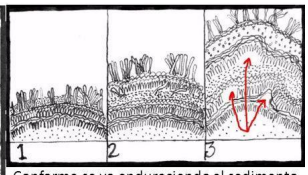
• En el Precámbrico se establecen los materiales más antiguos y las primeras formas de vida.

• Los acontecimientos de esta etapa condicionan la base estructural posterior.

• Es una era muy larga, con pocos fósiles y gran importancia tectónica.

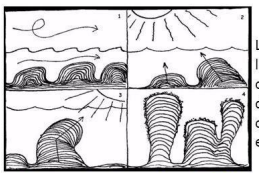


La precipitación, deposición y adherencia al mucílago de las algas va creando una trama mineral sólida.



Conforme se va endureciendo el sedimento las algas mueren y otros individuos colonizan la superficie, dándose lugar a una formación laminar.





Las corrientes y los tropismos condicionan la dirección del crecimiento del estromatolito.



Algunas rocas sedimentarias contienen restos de fósiles de vida marina primitiva uni y pluricelular, como algas, bacterias y los primeros restos de la fauna de Ediacara (Precámbrico).

En esta etapa es en la que se establecen materiales fundamentales del basamento y aparecen las primeras formas de vida conocidas. Los fósiles de este tiempo son escasos, pero muy significativos.



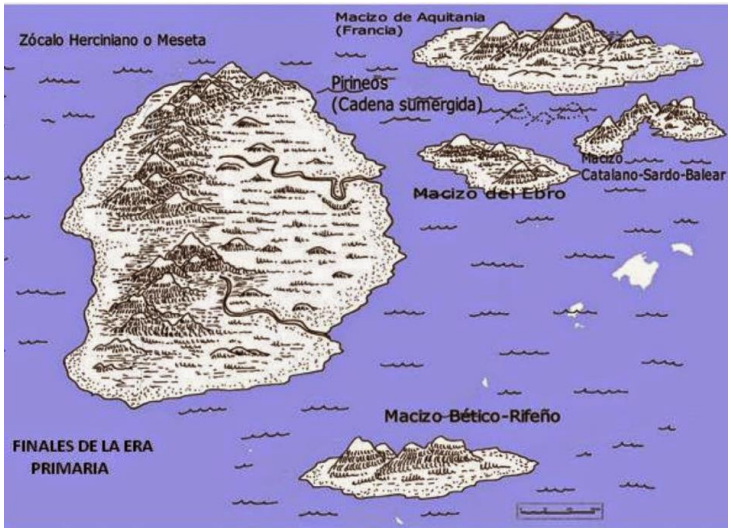
Esta diapositiva explica un episodio tectónico muy antiguo: el plegamiento huroniano. Según el tema, este evento generó una dorsal amplia con dirección NO-SE que sería el antecedente de estructuras como el Macizo Galaico y la Meseta Castellana.

Su interés es mostrar que la base más antigua de la Península comenzó a organizarse mucho antes de las orogenias más conocidas, y que algunos rasgos estructurales arrancan de tiempos precámbricos.



⇒ ERA PRIMARIA (PALEOZOICO) (540 – 250 MA)

Comienza la era con la erosión de esa dorsal precámbrica y la sedimentación de los materiales arrancados en depósitos de miles de metros de espesor colocados en las profundidades laterales del Mar de Tethys.



➢ Pero casi a finales del Paleozoico (durante el periodo Carbonífero, 360 millones de años) la **Orogénesis Herciniana** levantó todo el bloque del viejo macizo, a la vez que surgen y se adosan nuevos territorios a ambos lados del macizo precámbrico (Parte más occidental de la Cordillera Cantábrica, región Asturleonesa).

➢ En esta orogénesis afloran rocas formadas por enfriamiento del magma en el interior de la corteza (granito) y se metamorfizan los materiales preexistentes al verse sometidos a más calor y mayores presiones (las arcillas se transforman en pizarras y las areniscas en cuarcitas).

➢ Separados por fosas marinas se elevan y forman por el NE los macizos del Ebro, Aquitania y el Catalano-Balear. Por el Sur el macizo Bético-Rifeño.

→ puntos Importantes:

- La orogenia hercínica es una etapa clave en la formación del basamento peninsular.
- Produce levantamiento, metamorfismo y magmatismo.
- Muchos macizos antiguos españoles se relacionan con este episodio.

Por tanto, en la etapa del Carbonífero se produjo el movimiento orogénico herciniano, que hizo emerger nuevas tierras del mar y levantó nuevas cordilleras. Las nuevas tierras emergidas en el ámbito de lo que hoy es la Península Ibérica fueron:

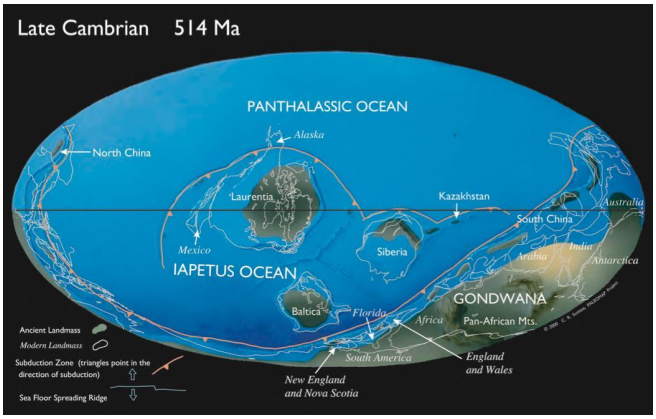
❖ **El macizo Hespérico**, que estaba basculado hacia el este (al contrario que hoy)

❖ **El macizo del Ebro**

❖ **El macizo de Aquitania**

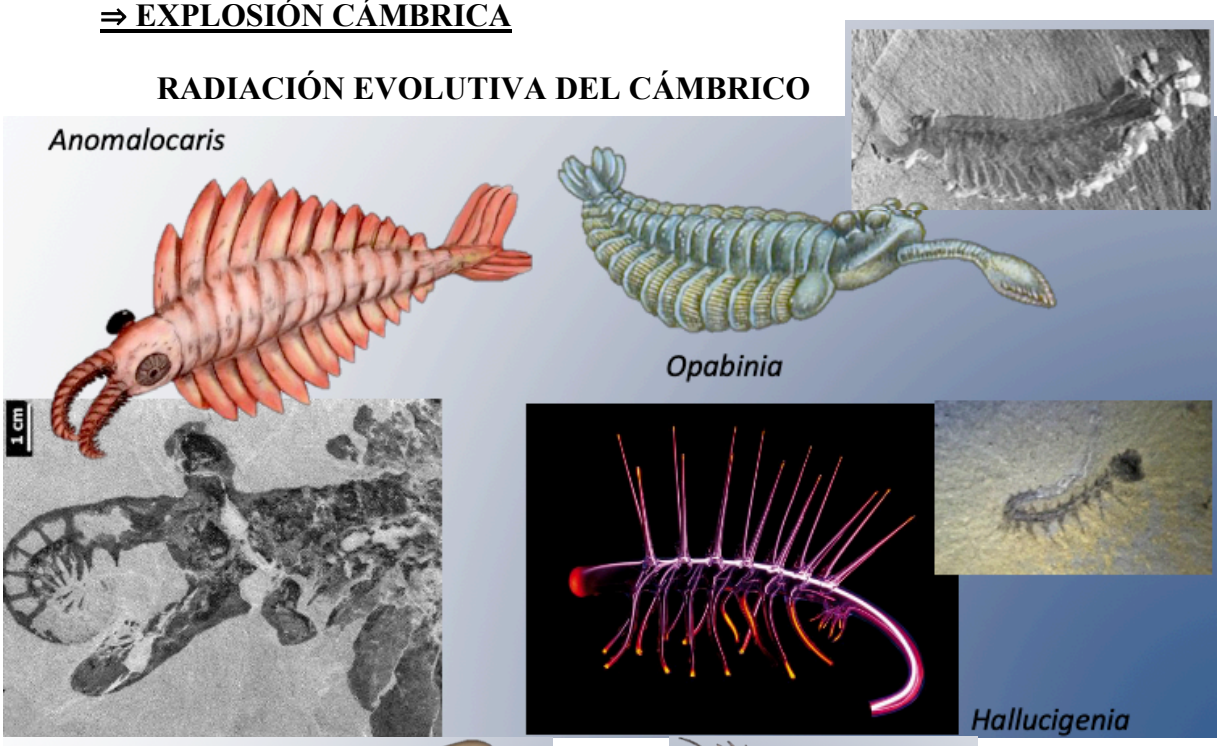
❖ **El macizo Catalano-balear**

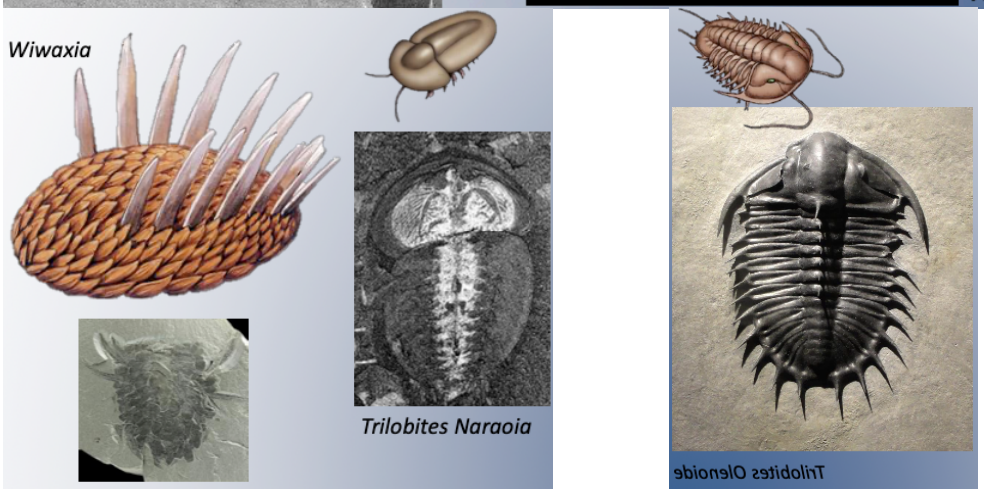
❖ **El macizo Bético-rifeño**



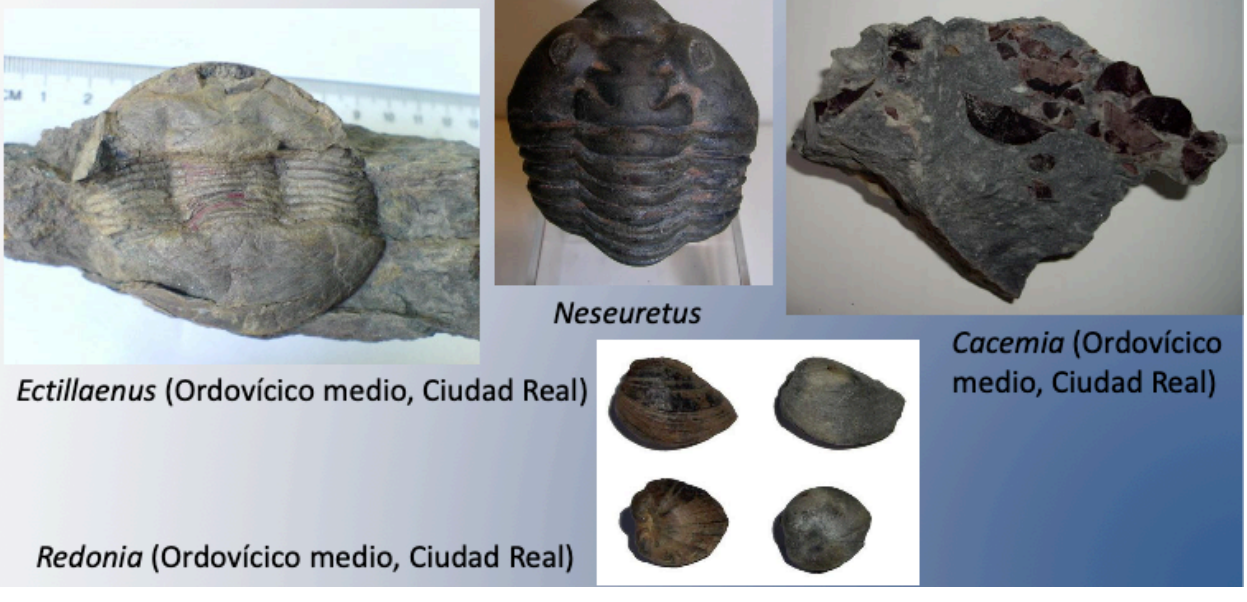
⇒ EXPLOSIÓN CÁMBRICA

RADIACIÓN EVOLUTIVA DEL CÁMBRICO





- **ORDOVÍCICO** (500-435 Ma)
  - Orogenia Caledónica (afecta la actual Europa)
  - Evolución de los Trilobites o otros grupos de invertebrados (braquiópodos, moluscos, briozoos,...)





⇒ ORDOVÍCICO (500-435 MA). CHECA (GUADALAJARA)

Checa, en Guadalajara, aparece como referencia local porque en esa zona afloran materiales paleozoicos valiosos para estudiar el Ordovícico. Estos ejemplos concretos acercan el tema general a lugares reales de la Península.

Cuando el temario cita una localidad concreta, la intención suele ser doble: mostrar un afloramiento significativo y recordar que los grandes procesos globales dejaron huellas visibles en el territorio español.



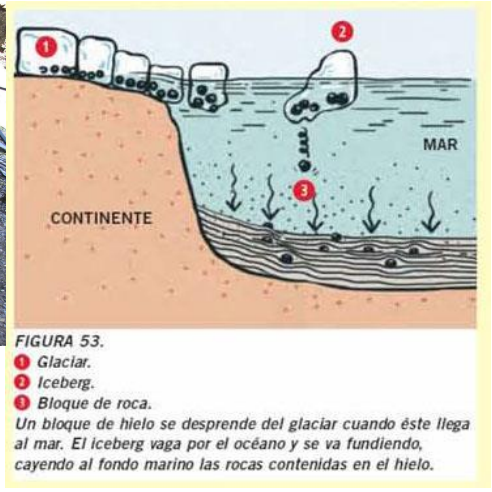
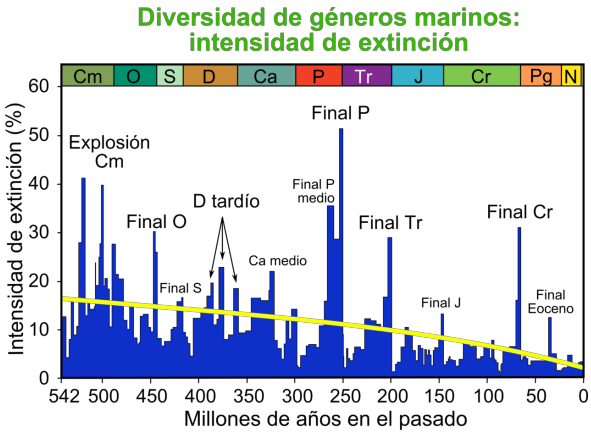


FIGURA 53.
1 *Glaciar.*
2 *Iceberg.*
3 *Bloque de roca.*
Un bloque de hielo se desprende del glaciar cuando éste llega al mar. El iceberg vaga por el océano y se va fundiendo, cayendo al fondo marino las rocas contenidas en el hielo.

⇒ ORDOVÍCICO (500-435 MA). EXTINCIÓN ORDOVÍCICO-SILÚRICO (450-440 MA)

La extinción **finiordovícica** fue una de las mayores crisis biológicas de la historia. Se asocia a una gran glaciación ligada al desplazamiento de Gondwana hacia latitudes polares, lo que provocó descenso del nivel del mar y una fuerte alteración de las condiciones oceánicas.

La bajada del mar no es un detalle menor: reduce plataformas someras, modifica corrientes y afecta a la oxigenación y al reparto de nutrientes. Por eso tantas especies marinas desaparecieron en un intervalo geológicamente corto.



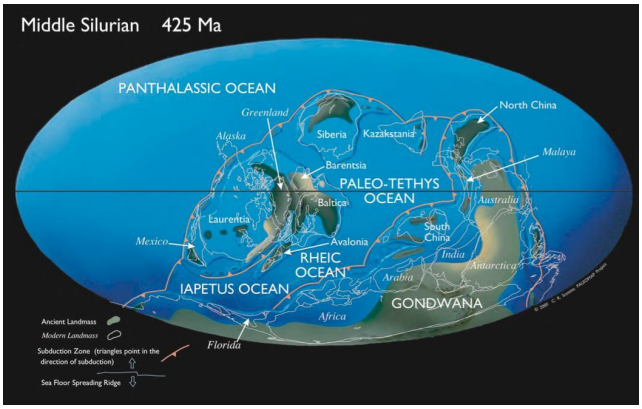
→ puntos Importantes:

• El Paleozoico combina mares extensos, gran diversidad biológica y fuertes movimientos orogénicos.

• En este tiempo se forman y transforman muchos de los materiales antiguos del territorio peninsular.

• Las extinciones y las colisiones continentales reordenan tanto la vida como el relieve.

⇒ SILÚRICO (435-410 MA)

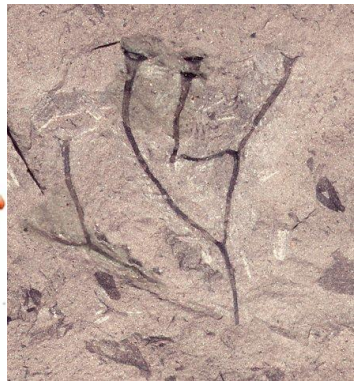


El Silúrico abre una fase de recuperación tras la gran crisis del final del Ordovícico. Muchos ecosistemas marinos se reorganizan y, al mismo tiempo, comienzan a producirse novedades clave que preparan la posterior conquista de la tierra firme.

En este período conviene fijarse en dos hilos paralelos: por una parte, prosiguen los procesos tectónicos y marinos; por otra, empiezan a aparecer organismos que anuncian cambios enormes en la historia de la vida.

⇒ PROSIGUE LA OROGENIA CALEDÓNICA

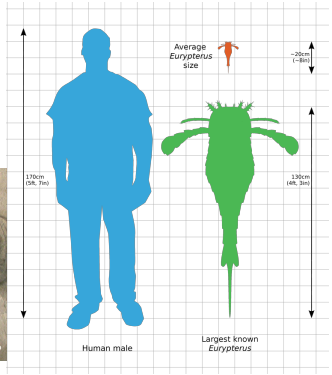




La **orogenia caledónica** afectó sobre todo a regiones de la actual Europa y refleja que el Paleozoico no fue un tiempo tranquilo, sino una época de deformaciones y colisiones. Al mismo tiempo, continúan evolucionando muchos invertebrados marinos.

Los trilobites y otros grupos que se citan aquí sirven como fósiles característicos del período y ayudan a fechar estratos y reconstruir ambientes marinos antiguos.

⇒ APARECEN LOS PRIMEROS ARTRÓPODOS EURYPTÉRIDOS





Los **euriptéridos** fueron grandes artrópodos, muchas veces depredadores, ligados sobre todo a ambientes acuáticos o de transición. Su aparición ayuda a imaginar un Silúrico donde los mares albergaban formas muy diferentes de las actuales y donde los artrópodos desempeñaban papeles ecológicos importantes.

También muestran que la diversificación no era solo una cuestión de especies nuevas, sino de estilos de vida, tamaños y estrategias biológicas cada vez más variados.

⇒ PRESENCIA DE GRAPTOLITOS

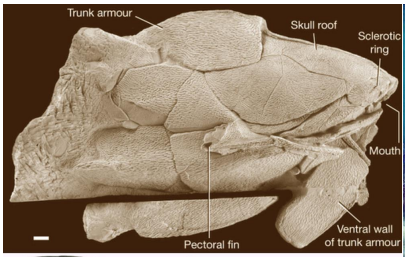


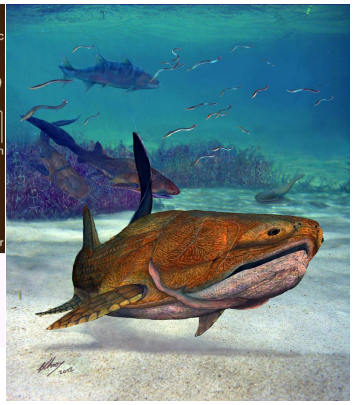


Los **graptolitos** son fósiles guía muy útiles para datar y correlacionar estratos paleozoicos, especialmente en ambientes marinos. Su importancia en geología histórica va más allá del organismo en sí: permiten ordenar el tiempo y relacionar afloramientos muy separados entre sí.

En un tema como este, su mención recuerda que la paleontología no solo habla de evolución, sino también de herramientas prácticas para reconstruir la historia geológica.

⇒ EVOLUCIONA EL GRUPO DE LOS PECES OSTRACODERMOS

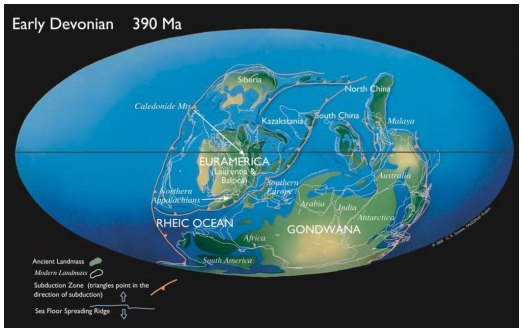




Los **ostracodermos** son algunos de los vertebrados más antiguos conocidos. Eran peces sin mandíbulas, generalmente acorazados en la región anterior del cuerpo, y constituyen un paso temprano en la historia evolutiva de los vertebrados.

Su aparición en el Ordovícico es importante porque muestra que la innovación biológica no se limitó a los invertebrados. También la línea vertebrada estaba dando ya pasos decisivos.

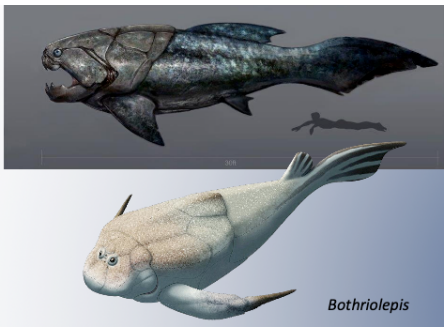
⇒ DEVÓNICO (410-360 MA)



El **Devónico** es conocido como una etapa clave para la evolución de los peces y para el desarrollo de los primeros grandes ecosistemas terrestres. Los mares continúan siendo muy ricos, pero la tierra firme ya empieza a transformarse de forma visible por la expansión vegetal.

A escala global y peninsular, es un período de cambios importantes tanto en la vida como en la organización continental y marina.

⇒ CONTINÚA LA OROGENIA CALEDÓNICA

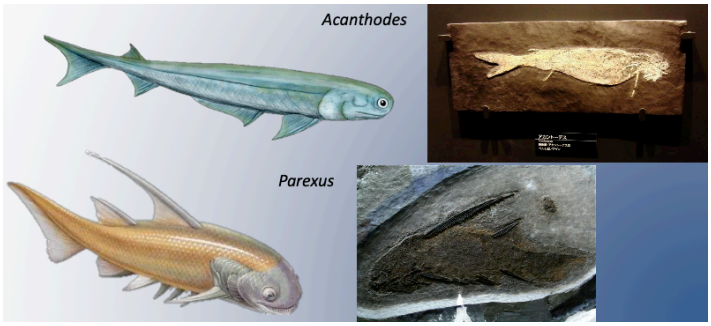




La **orogenia caledónica** afectó sobre todo a regiones de la actual Europa y refleja que el Paleozoico no fue un tiempo tranquilo, sino una época de deformaciones y colisiones. Al mismo tiempo, continúan evolucionando muchos invertebrados marinos.

Los trilobites y otros grupos que se citan aquí sirven como fósiles característicos del período y ayudan a fechar estratos y reconstruir ambientes marinos antiguos.

⇒ PROLIFERAN LOS PECES ACANTODIOS

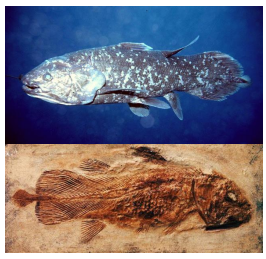


Los acantodios eran peces generalmente pequeños, con espinas óseas al inicio de las aletas y esqueleto cartilaginoso. Su estudio ayuda a entender las etapas intermedias y la diversidad de formas que existieron dentro de la evolución de los peces mandibulados.

No se trata solo de memorizar rasgos anatómicos. Esos rasgos muestran cómo la evolución ensaya diferentes soluciones de locomoción, protección y alimentación dentro del medio acuático.

⇒ CELACANTO (PEZ CON ALETAS LOBULADAS → SARCOPTERIGIO)

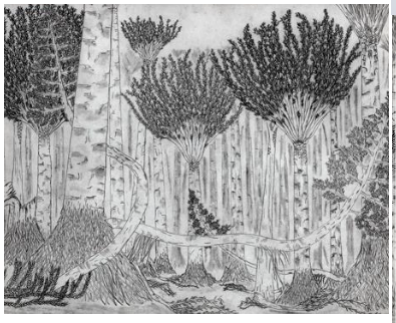




Los sarcopterigios, peces de aletas lobuladas como los celacantos, tienen un interés especial porque están próximos a la línea evolutiva que llevará a los tetrápodos. Sus aletas carnosas aportan un modelo anatómico más cercano al futuro esqueleto de extremidades terrestres.

ºLos ammonoideos que aparecen asociados recuerdan, además, que el Devónico combina importantes innovaciones vertebradas con una gran riqueza de invertebrados marinos.

⇒ BOSQUES → HELECHOS ARBORESCENTES

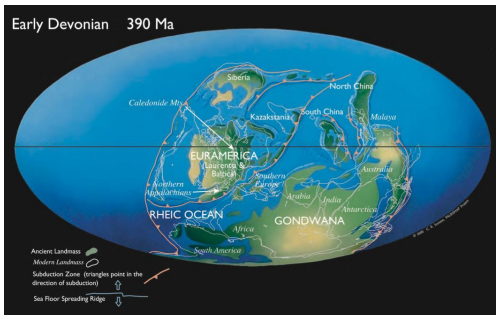




La aparición de los primeros bosques transforma profundamente el planeta. Árboles tempranos y helechos arborescentes modifican el paisaje, estabilizan suelos, retienen humedad y alteran los ciclos del carbono y del oxígeno.

No es solo una novedad botánica. La extensión de vegetación alta cambia la erosión, la sedimentación y las condiciones de vida de muchos otros organismos, tanto acuáticos como terrestres.

⇒ LAURENTIA Y BÁLTICA → EURAMÉRICA



La unión de **Laurentia** y **Báltica** para formar **Euramérica** muestra que la historia biológica va unida a la tectónica. Cuando cambian las posiciones de los continentes, cambian también mares, climas, rutas de dispersión y condiciones sedimentarias.

Para la geología histórica de Iberia es esencial entender estas agrupaciones continentales, porque condicionan el marco en que después se producirán colisiones mayores que producirán **Pangea**.

⇒ EXTINCIÓN MASIVA DE FINALES DEL DEVÓNICO

Al final del período Pérmico (hace unos 252 millones de años), la Tierra experimentó lo que los científicos llaman **"La Gran Mortandad"** (*The Great Dying*). Fue el evento de extinción más devastador en la historia del planeta.

Un vistazo a la catástrofe

Para hacerse una idea de la magnitud, la vida marina estuvo a punto de desaparecer por completo. Aquí se ve la distribución del "golpe" biológico:

GRUPO AFECTADO	PORCENTAJE DE EXTINCIÓN (APROX.)
Especies Marinas	**96%**
Vertebrados Terrestres	**70%**
Familias de Insectos	**57%** (única extinción masiva que los golpeó duro)

→ ¿Por qué fue tan letal en el océano?

La Tierra estuvo a un paso de colgar el cartel de "Cerrado por reformas". Las causas principales en el entorno marino fueron:

- **Anoxia:** Los océanos perdieron gran parte de su oxígeno, asfixiando con ello a las especies.

- **Acidificación:** Las erupciones masivas en las **Traps siberianos** (es una inmensa acumulación de rocas volcánicas) liberaron tanto CO_2 que el pH del agua bajó drásticamente, disolviendo las conchas y esqueletos de criaturas como los corales y los icónicos trilobites.
- **Calentamiento extremo:** El agua alcanzó temperaturas tan altas que el metabolismo de muchos organismos no pudo resistirlo.

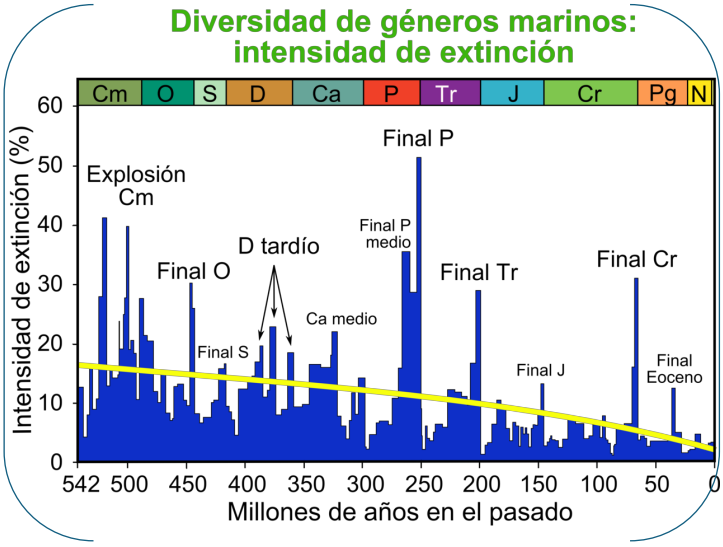
Fue un "borrón y cuenta nueva" biológico que tardó millones de años en recuperarse, permitiendo que, eventualmente, los dinosaurios tomaran el relevo en el Triásico.

1. ¿Qué representa esta gráfica?

- **Eje horizontal (abajo):** millones de años en el pasado (desde ~542 Ma hasta hoy).
- **Eje vertical:** porcentaje de géneros marinos que se extinguen en cada intervalo.

Las **barras azules** indican cuánto se extingue en cada momento.

- También hay muchas extinciones pequeñas, pero se destacan los **picos grandes**, que corresponden a **extinciones masivas**.



Las **siglas de la parte superior son periodos geológicos**, ordenados de más antiguo a más reciente:

SIGLA	PERIODO GEOLÓGICO	APROXIMACIÓN TEMPORAL
Cm	Cámbrico	541–485 Ma
O	Ordovícico	485–444 Ma
S	Silúrico	444–419 Ma
D	Devónico	419–359 Ma
Ca	Carbonífero	359–299 Ma
P	Pérmico	299–252 Ma
Tr	Triásico	252–201 Ma
J	Jurásico	201–145 Ma
Cr	Cretácico	145–66 Ma
Pg	Paleógeno	66–23 Ma
N	Neógeno	23–2,6 Ma (hasta la actualidad reciente)

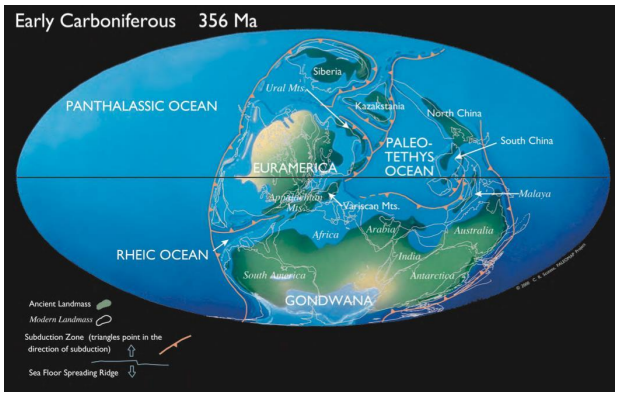
2. Los grandes picos

- **Explosión Cm (Cámbrico)** → no es una extinción, sino aumento de diversidad inicial.
- **Final O** → final del Ordovícico (~445 Ma)
- **Final D tardío** → Devónico tardío (~370 Ma)
- **Final P (Pérmico)** → la mayor extinción de la historia (~252 Ma)
- **Final Tr** → Triásico (~201 Ma)
- **Final J** → Jurásico (~145 Ma, menor)
- **Final Cr** → Cretácico (~66 Ma, dinosaurios)
- **Final Eoceno** → evento menor

→ **Observación importante:**

la línea amarilla señala una **tendencia general descendente**, ya que, con el tiempo, **las extinciones fueron menos intensas en promedio**.

⇒ CARBONÍFERO (360-300 MA)



El Carbonífero inaugura una etapa muy importante para la Península y para la historia geológica mundial. Aumentan los grandes bosques pantanosos, se intensifica la actividad tectónica herciniana y se generan ambientes capaces de originar grandes acumulaciones de materia vegetal.

Ese contexto explica por qué el Carbonífero tiene tanta relevancia económica además de geológica: en él se encuentran las bases de numerosos depósitos carbonosos.

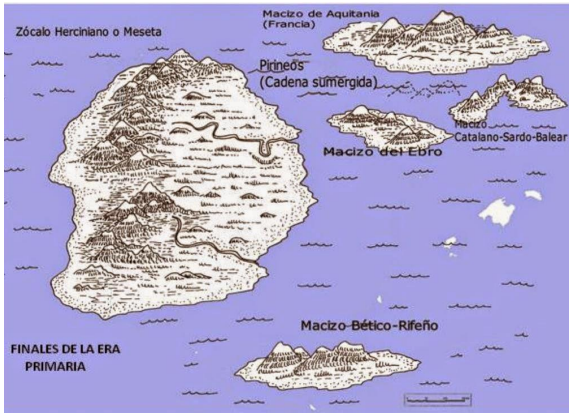
→ puntos Importantes:

• El Paleozoico combina mares extensos, gran diversidad biológica y fuertes movimientos orogénicos.

• En este tiempo se forman y transforman muchos de los materiales antiguos del territorio peninsular.

• Las extinciones y las colisiones continentales reordenan tanto la vida como el relieve.

⇒ COMIENZA LA OROGENIA HERCÍNICA → EMERGEN NUEVAS TIERRAS



El inicio de la **orogenia hercínica** marca el momento en que nuevas tierras emergen y se avanza hacia la futura Pangea. No es un episodio puntual, sino un proceso prolongado de colisión, deformación y levantamiento de grandes masas continentales.

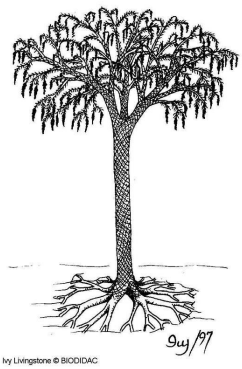
Desde la perspectiva peninsular, esta orogenia es básica porque organiza el basamento antiguo y deja estructuras que condicionarán toda la evolución posterior.

⇒ EURAMÉRICA Y GONDWANA COLISIONAN

La unión de Laurentia y Báltica para formar Euramérica muestra que la historia biológica va unida a la tectónica. Cuando cambian las posiciones de los continentes, cambian también mares, climas, rutas de dispersión y condiciones sedimentarias.

⇒ GRANDES BOSQUES



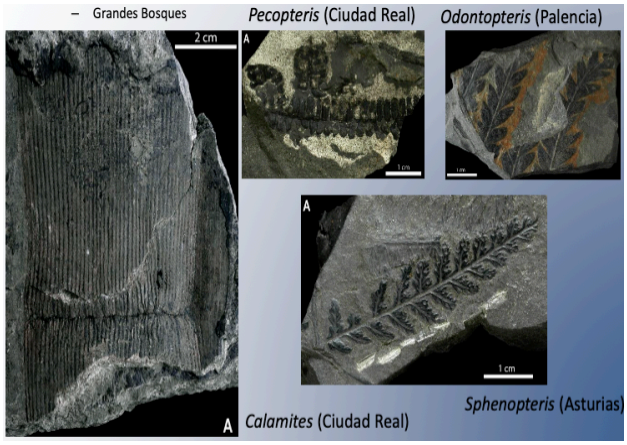


Los grandes bosques carboníferos estaban dominados por licófitas gigantes, equisetos arborescentes y otros vegetales propios de medios cálidos y húmedos. Su abundancia favoreció una producción enorme de materia orgánica.


Lepidodendron (Licófitas)

Cuando esa vegetación queda enterrada en ambientes apropiados y durante mucho tiempo, puede transformarse en carbón. Por eso el Carbonífero es inseparable del origen de importantes recursos energéticos fósiles.

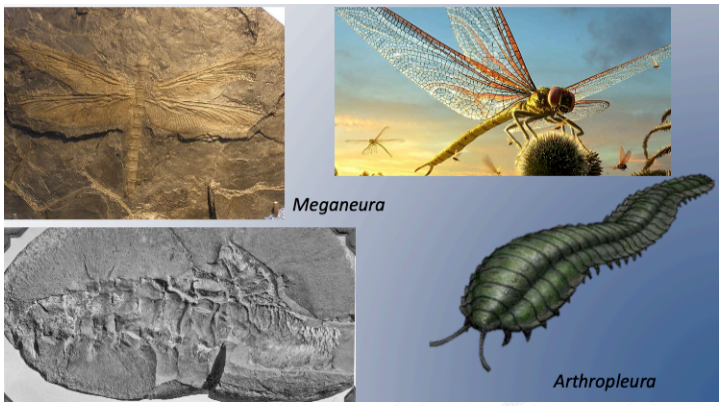




⇒ APARICIÓN DE INSECTOS DE GRAN ENVERGADURA

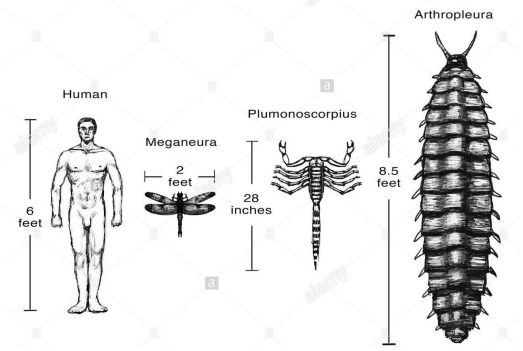
La presencia de insectos de gran tamaño, como *Meganeura*, y de artrópodos terrestres gigantes, como *Arthropleura*, refleja condiciones atmosféricas y ecológicas muy diferentes de las actuales. Se suele relacionar este gigantismo con altos niveles de oxígeno y con ecosistemas pantanosos muy productivos.

Estas formas llaman la atención, pero además son útiles para visualizar que el Carbonífero fue un mundo biológico singular, muy alejado del paisaje moderno.

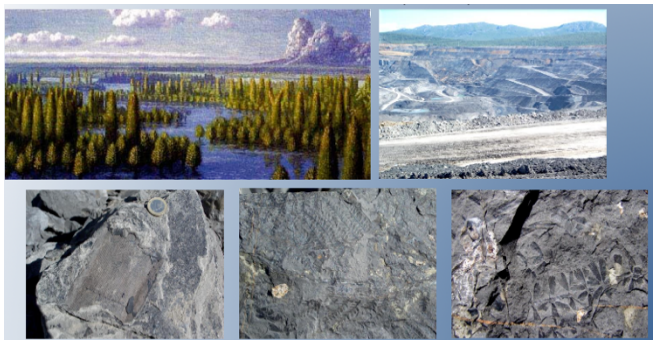


Estas imágenes refuerzan la idea del Carbonífero como una época de exuberancia vegetal y de artrópodos impresionantes. Funcionan como apoyo visual para imaginar la escala de aquellos organismos y el ambiente en el que vivían.

Conviene interpretarlas como reconstrucciones de un ecosistema dominado por humedales, vegetación densa y abundante acumulación de materia orgánica.



⇒ PUERTOLLANO – MINA EMMA (CARBÓN)



La mención de Puertollano y de la mina Emma conecta el Carbonífero con un ejemplo concreto de aprovechamiento posterior de los materiales generados entonces. Los carbones no son solo un dato del pasado: se han convertido en recursos explotados históricamente.

Estos ejemplos locales ayudan a ver cómo la geología histórica repercute en la economía y en la ocupación humana del territorio muchos millones de años después.

⇒ EFECTOS OROGENIA HERCÍNICA

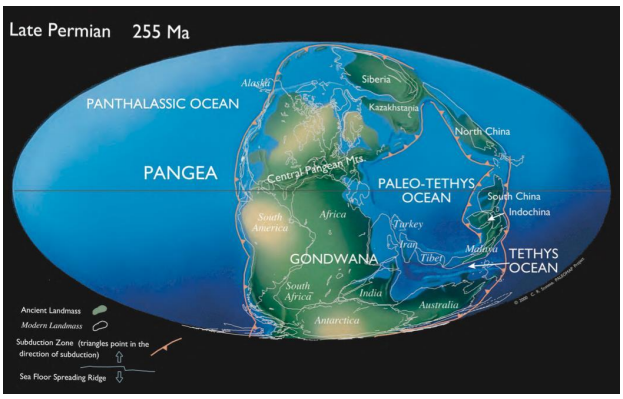
La orogenia hercínica dejó huellas estructurales visibles en muchos paisajes peninsulares. Deformación, fracturación, intrusiones graníticas y



metamorfismo contribuyeron a crear un relieve que luego sería muy erosionado, pero cuya base sigue siendo fundamental.

El ejemplo de campo recuerda que las orogenias no son ideas abstractas: pueden leerse en afloramientos concretos, carreteras, sierras y cortes geológicos reales.

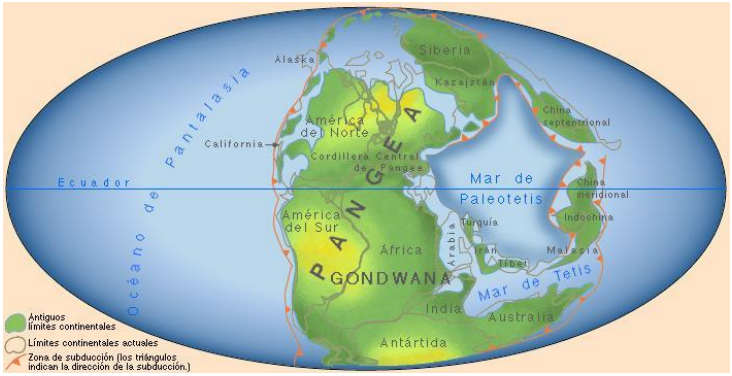
⇒ PÉRMICO (300-250 MA)



El Pérmico cierra el Paleozoico y hereda todavía parte de la dinámica herciniana (conocida como **orogenia varisca o hercínica)**. Al mismo tiempo, es una etapa de fuerte continentalidad y de consolidación de la gran masa de Pangea.

Biológicamente, prepara el escenario previo a la mayor extinción masiva conocida. Geológicamente, representa un momento de transición muy importante hacia el mundo mesozoico.

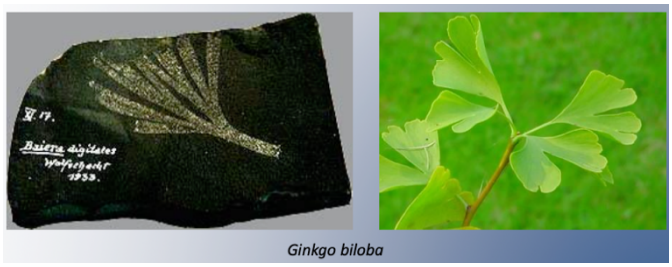
⇒ LA OROGENIA HERCÍNICA



La formación de Pangea supone la culminación de grandes colisiones continentales. Un único supercontinente cambia profundamente el reparto de mares, la circulación atmosférica, la humedad y los ambientes sedimentarios.

Para la futura Península, este encaje continental es esencial porque determina la disposición de bloques y cuencas que luego participarán en la ruptura posterior.

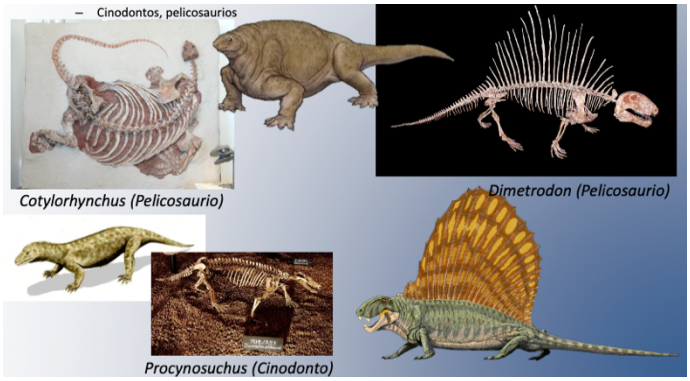
⇒ APARICIÓN DE LAS GINMOSPERMAS, (CONÍFERAS, GINKGOS, CICADÁCEAS)



La expansión de las gimnospermas durante el Pérmico muestra un cambio vegetal importante. Frente a floras anteriores más ligadas a grandes humedales, estas plantas se adaptan mejor a condiciones más secas y continentales.

Coníferas, ginkgos y cicadáceas anticipan paisajes que serán característicos también en gran parte del Mesozoico, de modo que aquí se ve ya un cambio de tendencia ecológica.

⇒ CINODONTOS, PELICOSAURIOS



Cinodontos y *pelicosaurios* representan grupos muy relevantes en la evolución de los vertebrados terrestres. No eran dinosaurios, sino formas anteriores que muestran cómo se estaba diversificando la vida continental antes del gran dominio mesozoico.

Su estudio ayuda a comprender que la transición hacia mamíferos y reptiles más modernos es larga y está llena de grupos intermedios y experimentales.

⇒ GRAN EXTINCIÓN A FINALES DEL PERÍODO

La extinción del final del Pérmico fue la mayor crisis biológica conocida. Desapareció la mayor parte de las especies marinas y una fracción enorme de los vertebrados terrestres, lo que reconfiguró completamente la vida posterior.

El vulcanismo masivo de las Trampas Siberianas se considera una de las hipótesis más potentes porque pudo alterar clima, océanos y composición atmosférica de forma extrema. Sea cual sea la combinación exacta de causas, el efecto fue devastador.

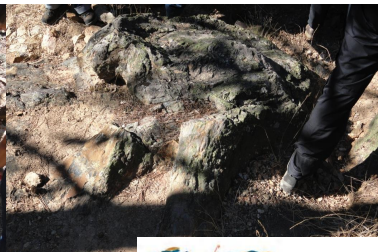
Esta tabla de datos nos sirve para reforzar la magnitud de la crisis. En un tema como este de historia geológica, los datos visuales ayudan a fijar que ciertas transiciones no son suaves, sino auténticos puntos de ruptura.

Después de una extinción de este tamaño, la recuperación biológica no consiste en volver a lo anterior, sino en abrir un escenario completamente nuevo para los supervivientes.

EXTINCIONES MARINAS	GÉNEROS EXTINTOS	NOTAS
Invertebrados marinos		
Foraminíferos	97%	Los fusulínidos se extinguieron, pero estaban casi extintos antes de la catástrofe.
Radiolarios (plancton)	99%	
Anthozoa (anémonas de mar, corales, etc.)	96%	Los corales tabulados y rugosos se extinguieron.
Briozoos	79%	Los fenestrados, trepóstomos y criptóstomos se extinguieron.
Braquiópodos	96%	Los órtidos y prodúctidos se extinguieron.
Bivalvos	59%	
Gasterópodos (caracoles)	98%	
Amonitas (cefalópodos)	97%	
Crinoideos (equinodermos)	98%	Los inadunados y camerados se extinguieron.
Blastoides (equinodermos)	100%	Pueden haberse extinguido poco antes del límite P-Tr.
Trilobites	100%	En declive desde el Devónico; solo 2 géneros vivían antes de la extinción.
Euripteridos ("escorpiones marinos")	100%	Pueden haberse extinguido poco antes del límite P-Tr.
Ostrácodos (pequeños crustáceos)	59%	
Peces		
Acantodios	100%	En declive desde el Devónico, con solo una familia viva.

⇒ PÉRMICO (300-250 MA) - RILLO DE GALLO (GUADALAJARA)







Rillo de Gallo, en Guadalajara, aparece como localidad de interés geológico porque conserva materiales útiles para interpretar el Paleozoico superior. Este tipo de referencias localiza en el mapa español procesos que a menudo se explican de forma muy global.

Ver nombres concretos de lugares ayuda a entender que la historia de la Península no es solo teoría: está escrita en afloramientos que todavía pueden estudiarse sobre el terreno.

⇒ TRANSICIÓN DEL PALEOZOICO AL MESOZOICO

Esta transición marca el cierre del Paleozoico y el paso a un mundo muy distinto. Tras las grandes colisiones hercinianas y la formación de Pangea, el siguiente gran escenario estará dominado por erosión, sedimentación y posteriores aperturas de cuencas.

Leer bien esta transición es importante porque explica por qué el relieve herciniano antiguo pasa a ser rebajado y cubierto por sedimentos durante buena parte del Mesozoico.

La **Era Mesozoica**, conocida también como la **Era Secundaria** o la "Era de los Reptiles", es el periodo de la historia de la Tierra que se extiende aproximadamente desde hace **252 hasta hace 66 millones de años**.

Tras el vacío biológico dejado por la "Gran Mortandad" al final del Pérmico, el Mesozoico se convirtió en un laboratorio evolutivo donde surgieron los grupos que dominan el mundo actual.

La era se divide en tres periodos principales, cada uno con una identidad biológica y geológica única:

PERIODO	DURACIÓN (APROX.)	HITO PRINCIPAL
Triásico	252 - 201 Ma	La recuperación de la vida y la aparición de los primeros dinosaurios y mamíferos.
Jurásico	201 - 145 Ma	El apogeo de los grandes dinosaurios y la ruptura definitiva de Pangea.
Cretácico	145 - 66 Ma	Aparición de las flores (angiospermas) y el fin de la era con el impacto de un asteroide.

→ La Vida en el Mesozoico: Del Colapso a la Gloria

El Mesozoico comenzó con un océano y una tierra casi vacíos. La fauna marina tuvo que reconstruirse a partir de los escasos supervivientes de la extinción masiva:

- **El resurgir de los Cefalópodos:** Aunque las Amonitas perdieron el **97%** de sus géneros al final del Paleozoico, lograron una recuperación asombrosa, convirtiéndose en el fósil guía más importante del Mesozoico.
- **Dominio de los Moluscos:** Los **Bivalvos** (que solo perdieron el **59%** de sus géneros) y los **Gasterópodos** (que sobrevivieron a pesar de una pérdida del **98%**) se expandieron rápidamente para ocupar los nichos que antes pertenecían a los Braquiópodos (96% de extinción).
- **Reptiles Gigantes:** Mientras los dinosaurios dominaban la tierra, el mar fue colonizado por reptiles adaptados al agua como los **Ictiosaurios** y **Plesiosaurios**.
- **Nuevos Bosques:** La vegetación pasó de los helechos gigantes del Paleozoico a las **Gimnospermas** (coníferas) y, avanzado el Cretácico, a las primeras plantas con flores.

→ Geodinámica: La ruptura de Pangea

Al inicio del Mesozoico, todas las tierras estaban unidas en el supercontinente **Pangea**. A lo largo de estos 180 millones de años, las fuerzas tectónicas fragmentaron esta masa de tierra:

1. Se formaron dos grandes masas: **Laurasia** al norte y **Gondwana** al sur.
2. La apertura del Océano Atlántico comenzó a separar América de África y Europa.
3. Este movimiento continental aisló poblaciones de animales, acelerando la evolución y la diversificación de las especies.

→ El Final de una Era (Extinción K-Pg)

Hace 66 millones de años, el Mesozoico terminó de forma abrupta. Posiblemente causado por el impacto de un asteroide en la península de Yucatán (México), sumado a una intensa actividad volcánica en la India, provocó la extinción de aproximadamente el **75% de las especies**, incluyendo:

- Todos los dinosaurios no avianos.
- Los reptiles marinos gigantes.
- Las amonitas (que esta vez no lograron sobrevivir como lo hicieron en el Pérmico).

- **Dato Curioso:** Sin la extinción masiva del final del Mesozoico, los mamíferos (que durante toda esta era fueron pequeños animales nocturnos similares a musarañas) probablemente nunca habrían tenido la oportunidad de ocupar el trono ecológico que hoy ostentamos los humanos.

⇒ FUE UNA ETAPA DE EROSIÓN Y SEDIMENTACIÓN

- Erosión en las zonas elevadas por el por el movimiento herciniano, dando lugar a penillanuras y a que algunas partes, especialmente las orientales del macizo Hespérico, fuesen cubiertas por el mar.
- Depósitos: continentales, en el interior de las tierras emergidas, y marinos, en las zonas cubiertas por el mar. Estos últimos eran más importantes, conforme más distantes estaban de las zonas emergidas.



- Durante este periodo emergieron nuevas tierras debido al movimiento herciniano. El macizo Hespérico, el del Ebro, Aquitania, el Catalano-balear y el Bético-rifeño forman parte de esa reorganización tectónica y explican por qué, desde muy pronto, el área peninsular quedó compartimentada en bloques con historias diferentes. Lo esencial aquí es entender que muchos de esos macizos no son cordilleras jóvenes como las actuales, sino núcleos antiguos que después serían erosionados, fracturados o reutilizados por movimientos más recientes.

- En esta etapa comenzó la separación de Europa de Norteamérica, abriéndose el océano atlántico; con su apertura y la formación de grandes fosas marinas cambiaron por completo el marco geodinámico. Las cuencas pirenaica y bética acumulaban espesores enormes de sedimentos marinos que más tarde serían comprimidos y elevados.
  Aquí se ve muy bien cómo primero se crean espacios de sedimentación y solo después, con otra orogenia, esos materiales pasan a formar montañas.

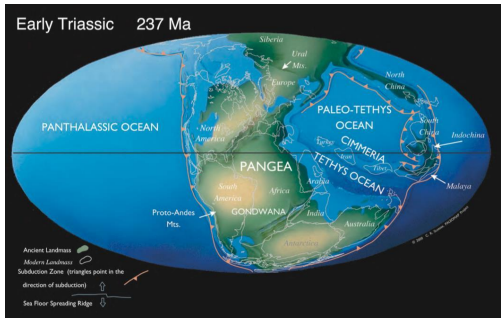
- Los macizos paleozoicos van siendo progresivamente. erosionados, depositándose los materiales en los bordes de los fondos oceánicos. Las transgresiones y regresiones marinas del borde oriental del macizo Hespérico explican la alternancia entre zonas emergidas y zonas cubiertas por el mar.

- Cada avance o retroceso del mar deja nuevos sedimentos y modifica la línea de costa.

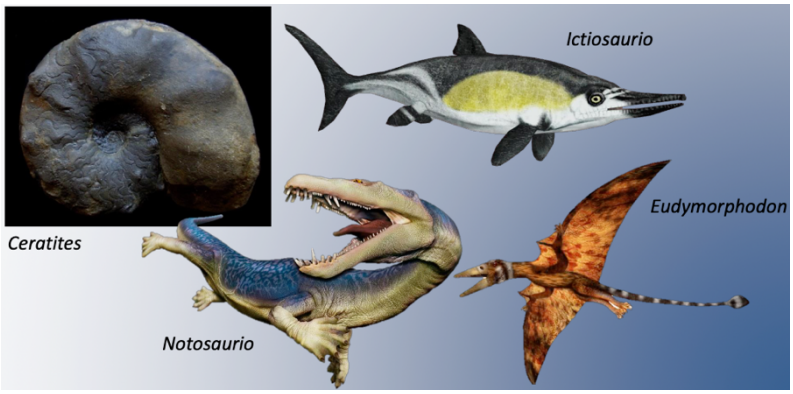
- Las grandes acumulaciones de calizas y arcillas en fosas profundas serán fundamentales para los relieves jurásicos y kársticos posteriores. Es un buen ejemplo de cómo un paisaje moderno nace de un proceso sedimentario mucho más antiguo.

⇒ SE INICIA LA RUPTURA DE PANGEA A FINALES DEL TRIÁSICO

El Triásico abre el Mesozoico y coincide con el inicio de la ruptura de Pangea. Comienza así un proceso de fragmentación continental que acabará dando lugar a nuevos océanos y a una reorganización profunda de mares y masas terrestres. Este contexto tectónico es esencial para entender la evolución posterior de las cuencas ligadas a la futura Península Ibérica.



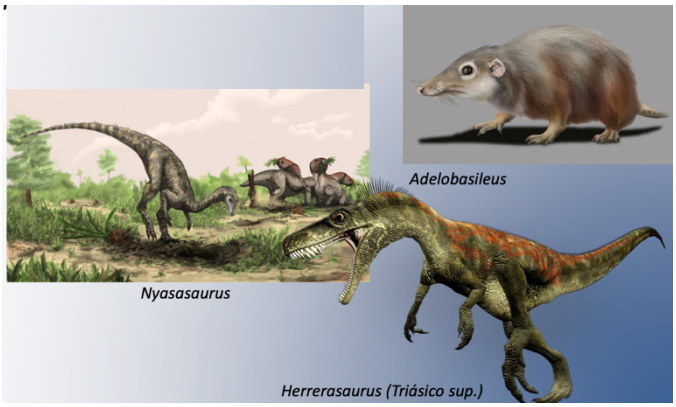
⇒ TRIÁSICO (250-205 MA) – PROLIFERACIÓN DE LOS AMMONOIDEOS



La proliferación de *ammonoideos* y de grandes reptiles marinos o voladores indica que los ecosistemas triásicos estaban ya muy diversificados tras la recuperación posterior a la crisis pérmica. Cada uno de estos grupos ocupa nichos distintos en mar, costa o aire.

El Mesozoico no fue solo la era de los dinosaurios terrestres. También fue un tiempo de gran éxito para faunas marinas y voladoras muy especializadas.

⇒ PRIMEROS DINOSAURIOS



Cinodontos y *pelicosaurios* representan grupos muy relevantes en la evolución de los vertebrados terrestres. No eran dinosaurios, sino formas anteriores que muestran cómo se estaba diversificando la vida continental antes del gran dominio mesozoico.

Su estudio ayuda a comprender que la transición hacia mamíferos y reptiles más modernos es larga y está llena de grupos intermedios y experimentales.

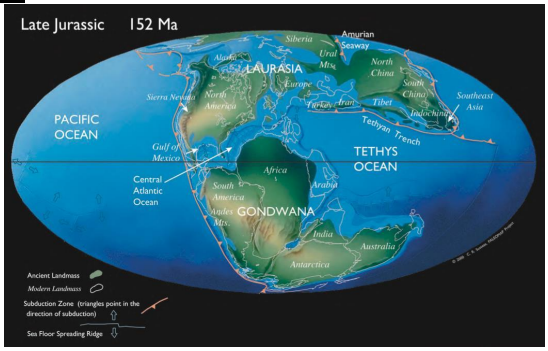
⇒ BUNTSANSTEIN, MUSCHELKALK Y KEUPER (FACIES GERMÁNICAS)



Buntsandstein, *Muschelkalk* y *Keuper* son facies triásicas clásicas que reflejan ambientes muy distintos: continentales rojizos, marinos someros carbonatados y evaporíticos o arcillosos. Estudiarlas permite reconstruir alternancias de clima, mar y sedimentación.

En la Península estas facies son fundamentales para interpretar varias cuencas mesozoicas y para reconocer la evolución ambiental del Triásico.

⇒ JURÁSICO (205-135 MA) - PANGEA SE DIVIDE GENERANDO LOS CONTINENTES DE LAURASIA Y GONDWANA

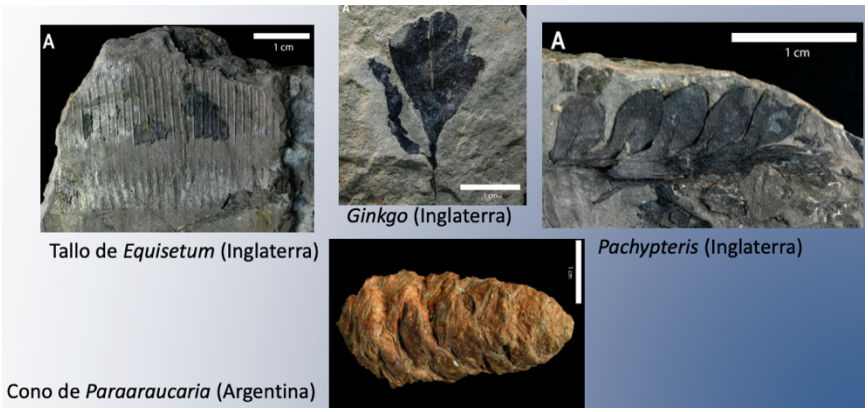


El Jurásico se desarrolla en un mundo donde Pangea sigue fragmentándose y se definen mejor Laurasia y Gondwana. Esa reorganización continental influye en mares, climas y rutas biogeográficas.

A nivel peninsular, continúa la acumulación de sedimentos marinos muy importantes y se consolida el marco que después aprovechará la orogenia alpina.

⇒ LAS CONÍFERAS PRESENTAN UN GRAN DESARROLLO. PRESENCIA DE SECUOYAS, CIPRESES, PINOS, HELECHOS, EQUISETOS Y GIMNOSPERMA

La expansión de las **gimnospermas** durante el Pérmico muestra un cambio vegetal importante. Frente a floras anteriores más ligadas a grandes humedales, estas plantas se adaptan mejor a condiciones más secas y continentales.

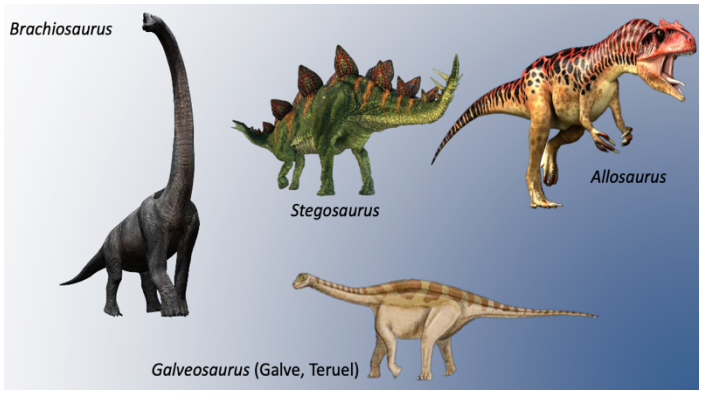


Coníferas, ginkgos y cicadáceas anticipan paisajes que serán característicos también en gran parte del Mesozoico, de modo que aquí se ve ya un cambio de tendencia ecológica.

⇒ GRAN EVOLUCIÓN DE LOS DINOSAURIOS

El Jurásico es uno de los momentos de gran expansión y especialización de los dinosaurios. La variedad de formas gigantes, herbívoras o depredadoras, indica ecosistemas terrestres muy estructurados y ricos.

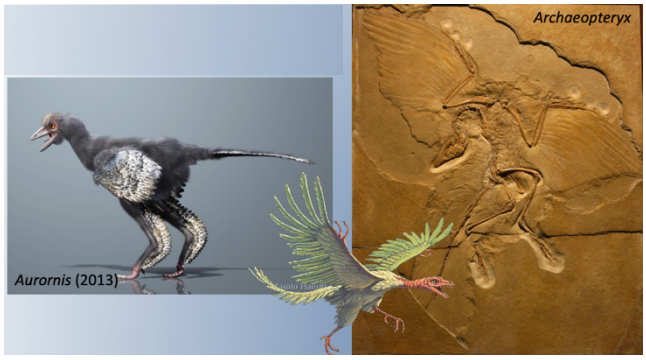
La referencia a Galveosaurus en Teruel conecta esa historia global con la paleontología peninsular. No se estudian solo dinosaurios famosos de otras regiones, sino también hallazgos relevantes de España.



⇒ APARICIÓN DE LAS PRIMERAS AVES

La aparición de las primeras aves es una innovación evolutiva de enorme importancia. Formas como *Archaeopteryx* muestran caracteres de transición entre dinosaurios terópodos y aves, lo que ayuda a comprender cómo surgen grandes novedades biológicas a partir de estructuras previas.

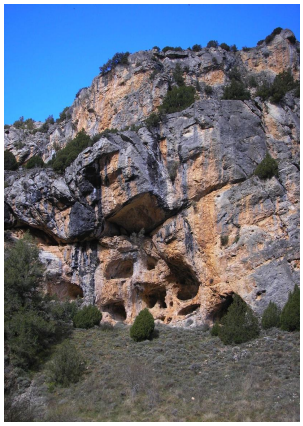
Este punto es valioso porque relaciona el tema geológico con uno de los ejemplos clásicos de evolución documentada por fósiles.



⇒ MARGAS Y CALIZAS

El estratotipo global de Cuevas Labradas subraya la importancia internacional de ciertos afloramientos españoles. Un estratotipo sirve como referencia mundial para fijar con precisión un límite cronoestratigráfico. En otras palabras, no solo usamos el registro fósil y sedimentario para estudiar la Península, sino que algunos puntos de la Península ayudan a definir la escala geológica utilizada en todo el mundo.

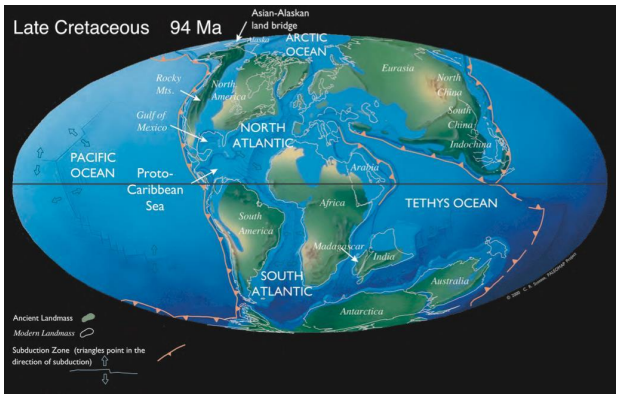




⇒ CRETÁCICO (135-65 MA)

El Cretácico comienza, en este esquema, con el arranque de la orogenia alpina provocando el empuje de África y la India sobre Eurasia y con una subida del nivel del mar. Esa combinación es muy importante porque significa a la vez deformación tectónica y amplias áreas de sedimentación marina.

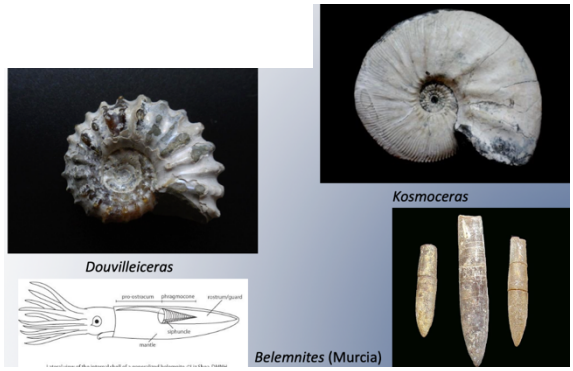
Se prepara así el escenario en el que muchas cuencas peninsulares acumulan materiales que luego participarán en la construcción del relieve alpino.



⇒ GRAN PRESENCIA DE AMMONITES Y BELEMNITES

Ammonites y *belemnites* son fósiles característicos del Cretácico marino y tienen enorme utilidad estratigráfica. Además de su interés biológico, ayudan a fechar rocas y a reconstruir antiguos mares.

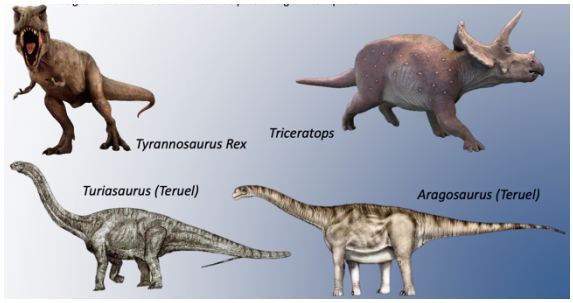
La fuerte presencia de estos organismos recuerda que gran parte del Cretácico peninsular está profundamente ligado a ambientes marinos y sedimentación carbonatada.



⇒ SIGUE LA EVOLUCIÓN DE LOS DINOSAURIOS Y DE GRANDES REPTILES

La evolución de los dinosaurios continúa durante el Cretácico con formas muy variadas y, en algunos casos, gigantescas. Las referencias a *Aragosaurus* y *Turiasaurus* muestran que la Península Ibérica aporta yacimientos y especies muy relevantes a esa historia.

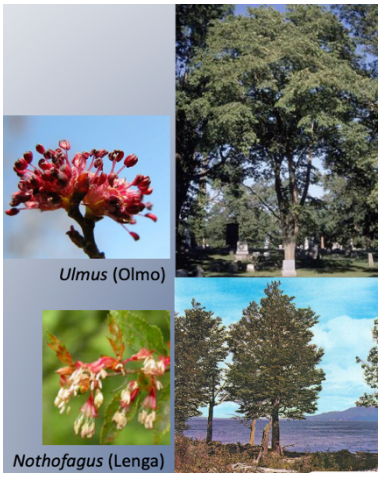
Estas imágenes ayudan a conectar la gran narrativa global de los dinosaurios con ejemplos concretos del registro fósil español.



⇒ APARICIÓN DE NUEVOS GRUPOS DE MAMÍFEROS

Durante el Cretácico aparecen nuevos grupos de mamíferos y se expanden las angiospermas, es decir, las plantas con flores. Esta novedad botánica altera profundamente los ecosistemas terrestres y acaba transformando la composición de los bosques.

La expansión de las angiospermas tendrá efectos enormes a largo plazo sobre insectos, herbívoros y cadenas tróficas completas, además de acercar progresivamente los paisajes al mundo actual.







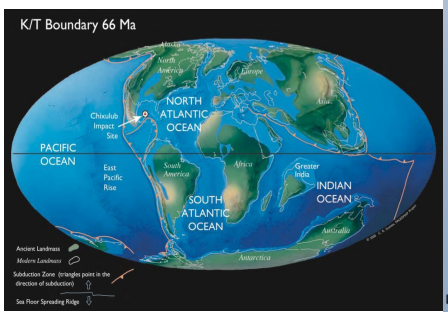
⇒ EXTINCIÓN A FINALES DEL CRETÁCICO (EXTINCIÓN K-T)

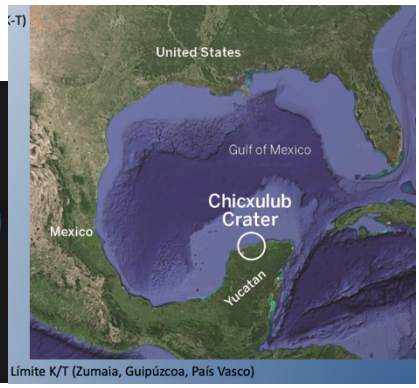
La extinción del final del Cretácico eliminó cerca del 75% de muchos grupos biológicos y puso fin al dominio de los dinosaurios no avianos, además de afectar a reptiles marinos, voladores y *ammonites*. Fue una ruptura decisiva entre el mundo mesozoico y el cenozoico.





Las hipótesis principales combinan vulcanismo intenso y gran impacto meteorítico. Lo esencial es entender que el relevo posterior de mamíferos y aves no se explica sin esta crisis.





Límite K/T (Zumaia, Guipúzcoa, País Vasco)

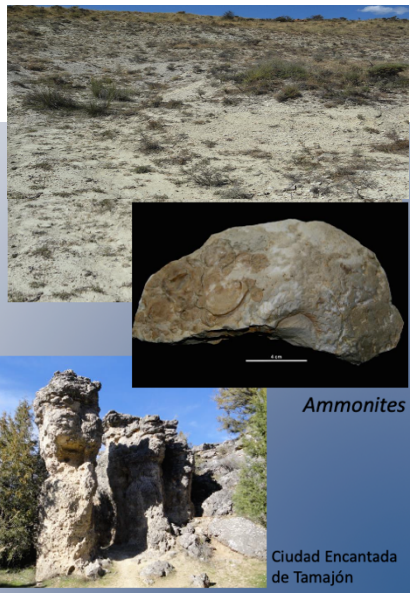


La página visual asociada al final del Cretácico ayuda a fijar el alcance de la crisis y a enlazar con la transición al Cenozoico. En este punto conviene tener clara la idea de relevo biológico y tectónico: cambian tanto los organismos dominantes como la construcción del relieve.

A partir de aquí, el protagonismo pasará a la orogenia alpina y al ascenso de mamíferos modernos en un contexto geológico distinto.

⇒ ARENAS DE UTRILLAS (CAOLÍN)

Arenas de Utrillas, ammonites, equinodermos y formas como la Ciudad Encantada de Tamajón relacionan sedimentación, fósiles y modelado del relieve. Los materiales cretácicos no solo cuentan un antiguo ambiente marino o continental, sino que después pueden dar lugar a paisajes erosionados característicos.

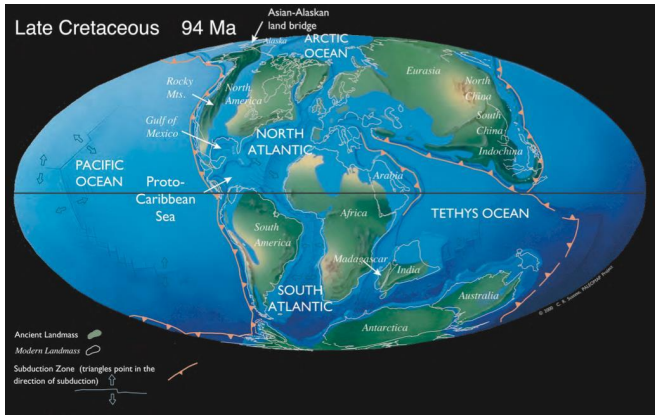


Es un buen ejemplo de cómo una misma roca tiene varias historias: la de su depósito, la de sus fósiles y la de su modelado posterior.

→ puntos Importantes:

- El Mesozoico fue una etapa dominada por erosión, sedimentación y mares poco profundos en amplias zonas.
- Se acumularon potentes series de calizas, margas y arcillas que luego se plegarían en la orogenia alpina.
- La evolución biológica y la apertura de nuevas cuencas cambiaron por completo el escenario peninsular.

⇒ TRANSICIÓN HACIA LA ERA TERCIARIA – EL CENOZOICO (65 - 1,8 MA)



La transición al Cenozoico marca el paso desde una Península rodeada de cuencas sedimentarias mesozoicas a otra donde la orogenia alpina va a reactivar, fracturar y a elevar muchos materiales antiguos y recientes.

En términos de relieve, aquí empieza la etapa decisiva para explicar la forma actual del territorio español.

Esta es la etapa del último movimiento orogénico: el movimiento alpino, que se produjo por el acercamiento, entre otras, de las placas europea y africana, entre las que se encontraban los antiguos macizos hercinianos.

El movimiento alpino fue el gran episodio orogénico que dio lugar a la estructura general del relieve español actual. El acercamiento de placas, especialmente la africana y la euroasiática, comprimió materiales acumulados durante el Mesozoico y reactivó viejos macizos.

Sin esta orogenia no existirían tal como los conocemos los Pirineos, los Sistemas Béticos ni buena parte de las grandes depresiones y reorganizaciones internas de la Península.



ERA TERCIARIA: La orogenia alpina provocó el levantamiento de las cordilleras alpinas (Pirineos y Béticas) y la inclinación de la Meseta hacia el Atlántico.

→ puntos Importantes:

- El Terciario fue decisivo para la configuración del relieve actual de España.
- La orogenia alpina fracturó, elevó y hundió bloques, creando cordilleras y depresiones.
- También se consolidaron mamíferos modernos y se aproximó la geografía a la actual.

⇒ PROCESOS OROGÉNICOS – MOVIMIENTO ALPINO



En las tierras emergidas, de rocas antiguas, silíceas, y muy duras produjo fracturas, con elevaciones y hundimientos:

– Los macizos del Ebro, Catalano-balear y Bético-rifeño se hundieron. También las depresiones del Duero, Tajo y Guadiana.

– El macizo Hespérico se fracturó y dio lugar a bloques elevados: Sistema Central, Montes de Toledo y Sierras Cacereñas. En el extremo noroccidental se levantó el macizo Galaico-Leonés.

– Se produjo una gran actividad volcánica.

→ Lo esencial aquí es entender que muchos de esos macizos no son cordilleras jóvenes como las actuales, sino núcleos antiguos que después serían erosionados, fracturados o reutilizados por movimientos más recientes.

→ Los reajustes finales del Cenozoico y comienzos del Cuaternario completaron la estructura peninsular. El rebasculamiento de la Meseta hacia el oeste afectó a la dirección y encajamiento de los ríos, mientras que el hundimiento del área del Estrecho separó definitivamente Béticas y Rif.

También el aislamiento de Baleares muestra cómo antiguos conjuntos tectónicos pueden fragmentarse y quedar convertidos en archipiélagos por hundimientos y reajustes posteriores.

→ puntos Importantes:

• El Terciario fue decisivo para la configuración del relieve actual de España.
• La orogenia alpina fracturó, elevó y hundió bloques, creando cordilleras y depresiones.
• También se consolidaron mamíferos modernos y se aproximó la geografía a la actual.

⇒ ESQUEMA DE LOS CAMBIOS CENOZOICOS







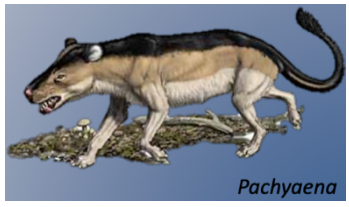
El esquema cenozoico debe leerse como una síntesis de levantamientos, hundimientos y nuevas oganizaciónes de cuencas. Sirve para fijar las grandes consecuencias de la orogenia alpina sobre el relieve peninsular.

Estas páginas de síntesis son especialmente útiles para estudiar porque reúnen en una sola imagen muchos procesos que en las diapositivas anteriores aparecen repartidos.

⇒ PALEOCENO (65-53 MA)







En el Paleoceno domina ya claramente el mundo de los mamíferos, en un escenario posterior a la gran extinción del final del Cretácico.

Los fósiles de ***nummulites*** (foraminíferos unicelulares gigantes y extintos) recuerdan que siguen existiendo registros marinos muy importantes en el Cenozoico.

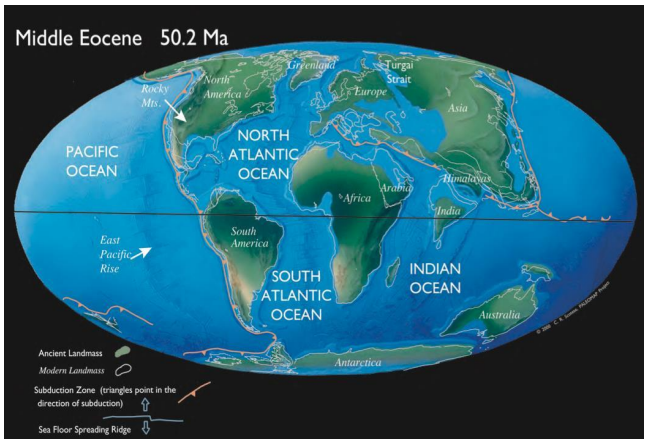


Los primeros primates indican que, aunque todavía muy lejos del ser humano, se están abriendo líneas evolutivas que tendrán gran trascendencia posterior.

⇒ EOCENO (53-34 MA)

El Eoceno representa un momento de expansión de muchos mamíferos y de consolidación de ecosistemas cada vez más modernos. En el contexto peninsular, sigue siendo una etapa importante para sedimentación y evolución del relieve en formación.

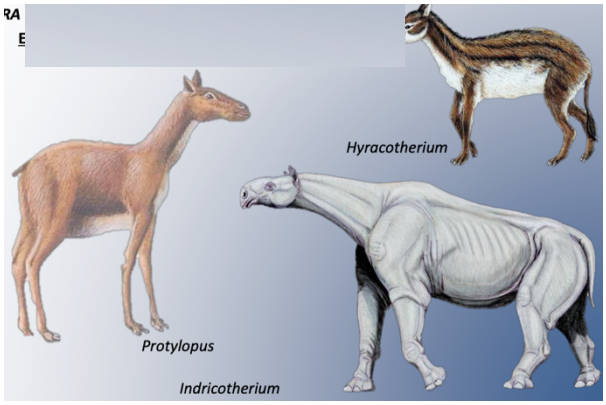
Conviene entenderlo como parte de una secuencia cenozoica donde geología y paleontología avanzan juntas hacia un paisaje más reconocible.



⇒ PRIMEROS CABALLOS, CAMELLOS, RINOCERONTES

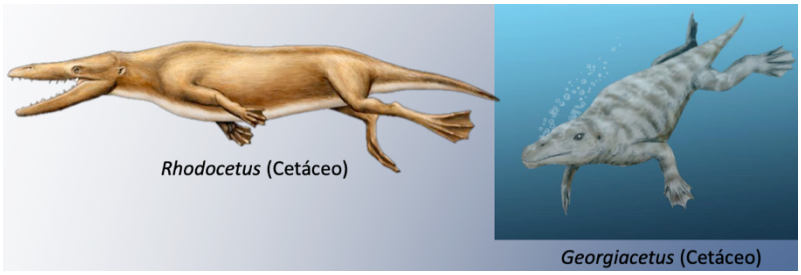
Los primeros caballos, camellos y rinocerontes muestran hasta qué punto los mamíferos se diversificaron tras la desaparición de los grandes reptiles dominantes del Mesozoico. Cada grupo explora nichos ecológicos nuevos y desarrolla adaptaciones propias.

Más que una simple lista de animales, la diapositiva ilustra la rapidez con que el Cenozoico reorganiza la fauna terrestre.



⇒ APARICIÓN DE LOS MAMÍFEROS MARINOS

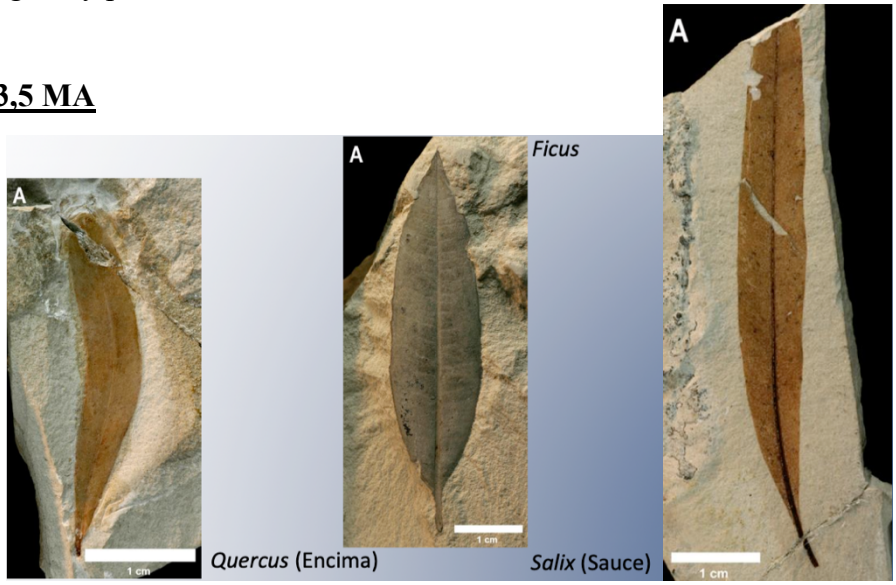
La aparición de mamíferos marinos es uno de los ejemplos más llamativos de evolución adaptativa. A partir de ancestros terrestres, ciertos linajes vuelven al medio acuático y transforman profundamente su anatomía.



Este proceso recuerda que la evolución no sigue una dirección única de "progreso", sino que responde a oportunidades ecológicas y presiones ambientales concretas.

⇒ OLIGOCENO (34-23,5 MA

Durante el Oligoceno se consolidan grandes rasgos del relieve peninsular. El levantamiento de la Cordillera Ibérica y de la Cantábrica, junto con la configuración actual de los Pirineos, muestra que la construcción montañosa seguía activa y muy lejos de haberse completado.

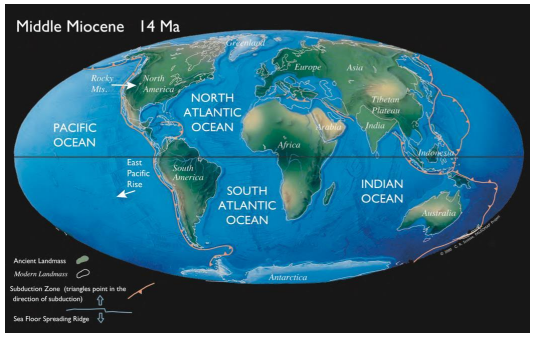


La vegetación citada en la diapositiva ayuda a imaginar paisajes ya más próximos a los cenozoicos modernos, aunque todavía con condiciones distintas de las actuales.

⇒ MIOCENO (23,5-5,3 MA)

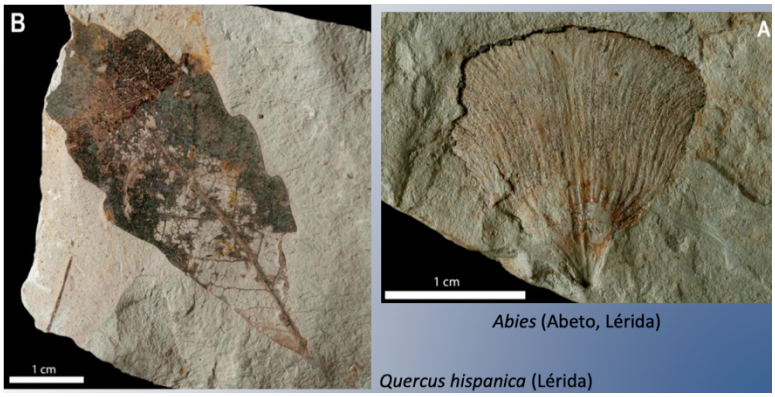


El Mioceno es una etapa clave en la evolución reciente del relieve y de la biosfera. Continúan reajustes tectónicos, se diversifican ambientes continentales y se van definiendo paisajes y cuencas cada vez más cercanos a los actuales.



⇒ MIOCENO (23,5-5,3 MA)

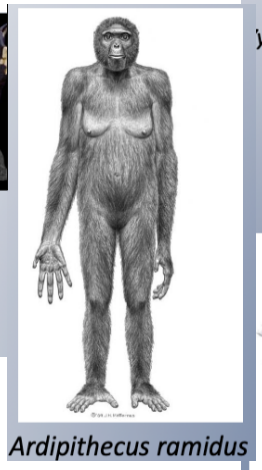
Las imágenes vegetales de este tramo indican que la flora se aproxima progresivamente a composiciones reconocibles, con árboles y comunidades que ya recuerdan al mundo moderno.

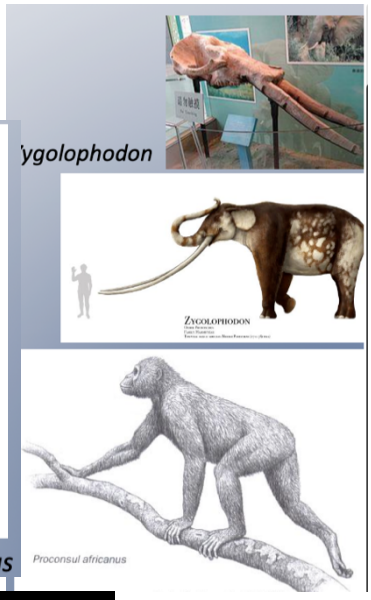


⇒ PRIMEROS ORANGUTANES Y MASTODONTES

La presencia de grandes simios (orangutanes y mastodontes) y primeros homínidos (Ardipithecus y Proconsul) en el Mioceno subraya que la historia geológica y la humana empiezan a acercarse. Aún estamos muy lejos del género Homo, pero ya aparecen formas decisivas dentro del linaje de los primates.





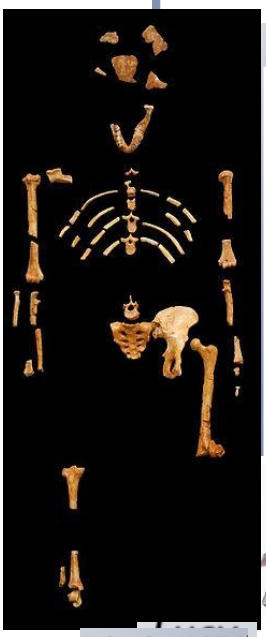


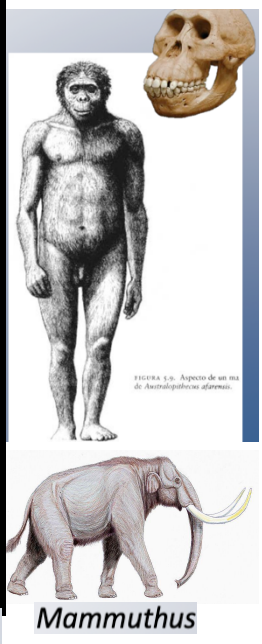
Este dato se inserta en un Cenozoico donde el relieve, el clima y los ecosistemas están cambiando y creando nuevos escenarios evolutivos.

⇒ PLIOCENO (5,3-1,8 MA)

El Plioceno cierra la configuración del Mediterráneo y anuncia un mundo muy próximo al Cuaternario. La aparición de australopitecos como Lucy es un hito central porque señala una etapa temprana del linaje humano en África.

Junto a ello, la presencia de grandes mamíferos como los mamuts refleja faunas muy características de la etapa final del Terciario y del comienzo del mundo cuaternario.





⇒ ERA CUATERNARIA (DESDE 1,5 MA)

El Cuaternario está marcado por alternancia entre glaciaciones e interglaciares. Durante las fases frías crecen hielos continentales y de montaña, baja el nivel del mar y cambia el funcionamiento de ríos y paisajes; durante las fases templadas ocurre lo contrario.

- Los **períodos muy fríos**, llamados "glaciaciones", en los que los casquetes polares cubrieron gran parte de la superficie terrestre, las zonas altas de montaña albergaron importantes masas de hielos permanentes, y el nivel del mar y el caudal de los ríos descendieron notablemente (gran parte del agua estaba retenida en los casquetes polares y en los glaciares). Cuatro fueron los principales períodos glaciares: **Günz, Mindel, Riss** y **Wurm**.

- **Períodos interglaciares** en los que las temperaturas eran más elevadas que las actuales, se deshelaba gran parte de los casquetes polares y de los glaciares, ascendía el nivel del mar, y aumentaba el caudal de los ríos.
  Estas oscilaciones no fueron un simple detalle climático. Modelaron el relieve, condicionaron ecosistemas y afectaron a la distribución de animales y de grupos humanos.

→ puntos Importantes:

• El Cuaternario estuvo marcado por alternancia de glaciaciones e interglaciares.
• Los ríos, glaciares y volcanes modelaron gran parte del relieve reciente.
• La presencia humana pasa a ser un elemento central en la etapa final de la historia geológica.

⇒ LAS VARIACIONES CLIMATOLÓGICAS HAN REPERCUTIDO EN EL MODELADO DEL RELIEVE:

El relieve cuaternario español se entiende muy bien a través del modelado glaciar y de las terrazas fluviales.

- **Los glaciares** son los que dieron lugar a ese "modelado glaciar". En España, sólo hubo erosión glaciar en las zonas altas de los sistemas montañosos de la mitad norte, y en Sierra Nevada. Los glaciares excavaron valles de alta montaña, mientras los ríos alternaban deposición y erosión según aumentaba o disminuía su caudal.
- **Las terrazas fluviales** son franjas planas y elevadas situadas en los márgenes de los ríos de forma escalonada. Su origen lo encontramos en la alternancia de períodos glaciares e interglaciares. En los primeros, los ríos perdían caudal y poder de transporte de los materiales que arrastraban, depositándolos en los márgenes de los ríos (depósitos aluviales); en los segundos, los ríos aumentaban notablemente su caudal por el deshielo de los glaciares y por la falta de retención de la nieve en los mismos, aumentando su capacidad de erosión y transporte, y eliminando una parte de los depósitos dejados en anteriores etapas glaciares.
  Estas terrazas fluviales son especialmente didácticas porque conservan escalones que reflejan diferentes fases de incisión y depósito vinculadas a los cambios climáticos repetidos.

⇒ DESDE 1,7 MA

En esta etapa tuvieron lugar la mayor parte de los fenómenos volcánicos que originaron las Islas Canarias. Gran parte del volcanismo canario reciente pertenece a esta etapa, lo que demuestra que el Cuaternario no es solo un tiempo de erosión y glaciaciones, sino también de actividad interna muy visible. Al mismo tiempo se asienta la red hidrográfica actual.

Los ríos excavan, transportan materiales, rellenan depresiones y construyen terrazas, glacis o deltas. En conjunto, terminan de modelar muchos de los paisajes españoles actuales.

⇒ ESQUEMA DEL CUATERNARIO

El esquema del Cuaternario resume la combinación de clima, modelado glaciar, red fluvial y presencia humana. Conviene usarlo como una síntesis de procesos recientes que han dejado huellas muy visibles en el relieve actual.

En comparación con etapas anteriores, aquí la geología se vuelve especialmente cercana, porque muchos de esos paisajes siguen activos o se reconocen con facilidad en el territorio.

PERÍODO	ÉPOCA		AÑOS B.P.	ETAPA	EDAD
CUATERNARIO	Holoceno		+/- 12.000	Interglaciar	Actual
	Pleistoceno	SUPERIOR	+/- 100.000	Glaciar	Würm
			+/- 140.000	Interglaciar	Riss-Würm
		MEDIO	+/- 200.000	Glaciar	Riss
			+/- 390.000	Interglaciar	Mindel-Riss
			+/- 580.000	Glaciar	Mindel
			+/- 750.000	Interglaciar	Günz-Mindel
		INFERIOR	+/- 1'1 mill.	Glaciar	Günz
			+/- 1'4 mill.	Interglaciar	Donau-Günz
			+/- 1'8 mill.	Glaciar	Donau
			+/- 2 mill.	Interglaciar	Biber-Donau
			+/- 2'5 mill.	Glaciar	Biber

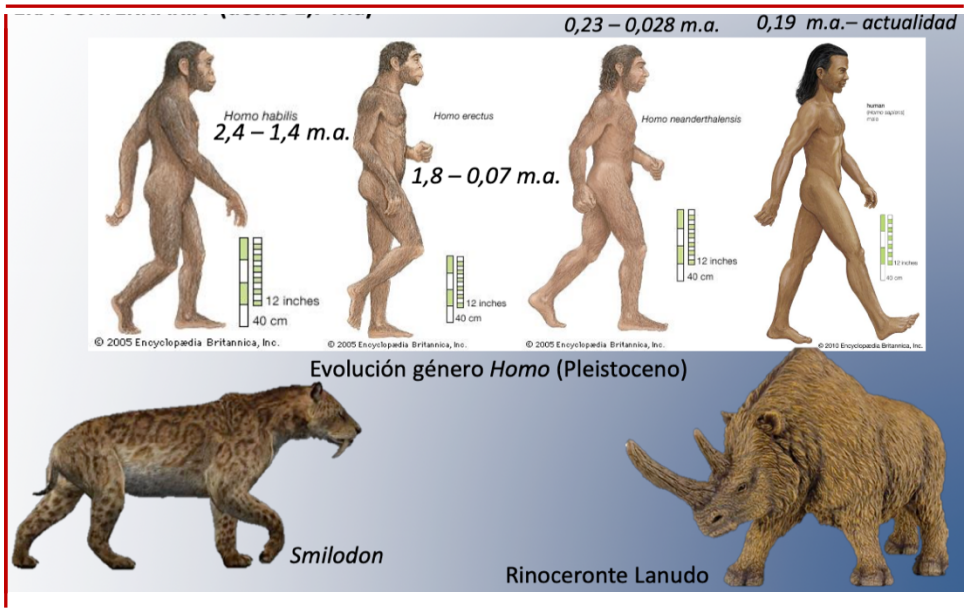
⇒ VALLE GLACIAR EN EL PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO



El valle glaciar de Ordesa y Monte Perdido es un ejemplo excelente de cómo los glaciares cuaternarios excavaron perfiles en U, sobreexcavaron cubetas y remodelaron relieves de alta montaña. España no estuvo cubierta por un gran casquete glaciar como otras regiones europeas, pero sí desarrolló glaciares montanos importantes.

Este ejemplo concreto permite ver en el paisaje actual los efectos de procesos fríos que actuaron durante las fases glaciales.

⇒ EVOLUCIÓN GÉNERO HOMO (PLEISTOCENO). SMILODON



La evolución del género Homo se sitúa ya dentro del Pleistoceno y muestra una diversificación de especies humanas en paralelo a grandes cambios climáticos y faunísticos. El cuadro comparativo recuerda que la historia humana transcurre junto a grandes mamíferos y ambientes muy cambiantes.

Entender el Cuaternario implica ver a los seres humanos como parte de una dinámica geológica y ecológica, no como algo ajeno a ella.

⇒ HOMO ANTECESSOR (900.000 AÑOS)



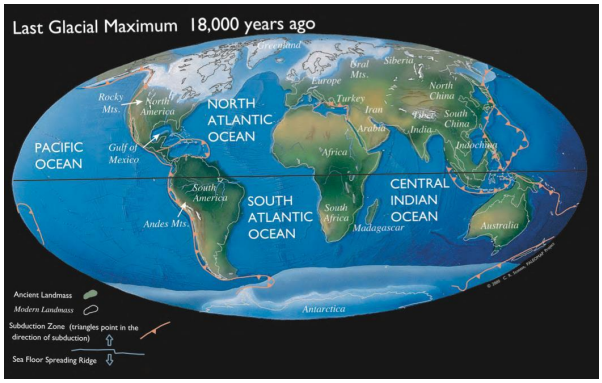
Sierra de Altamira
(*Homo antecessor (900.000 años)*)



Los yacimientos de Atapuerca, cueva de Altamira y otras referencias del Pleistoceno español son esenciales para la paleoantropología. **Homo antecessor**, **Homo heidelbergensis** y piezas simbólicas como el **bifaz Excalibur** sitúan a la Península dentro de la investigación mundial sobre evolución humana.

No se trata solo de fósiles aislados. Estos hallazgos permiten reconstruir poblamientos, técnicas, comportamientos y relaciones entre distintas especies humanas en el territorio ibérico.

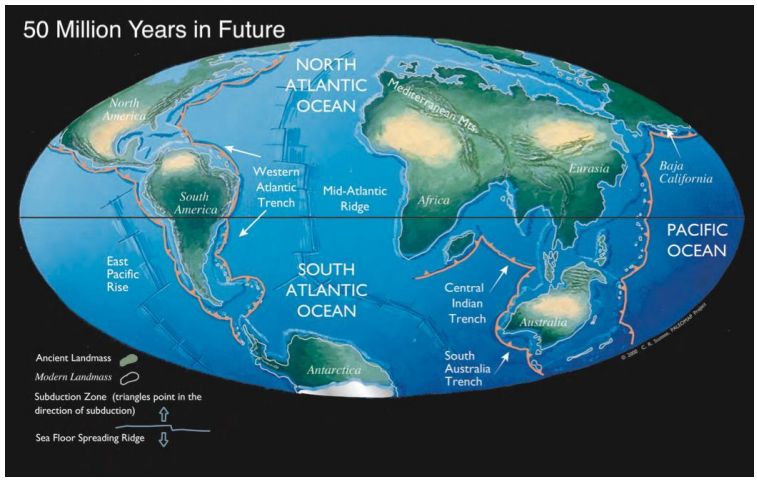
⇒ ESQUEMA FINAL DEL CUATERNARIO



El esquema final del Cuaternario sirve para cerrar la secuencia reciente del relieve y de la presencia humana. Reúne en poco espacio procesos climáticos, geomorfológicos y biológicos que preparan el paso a la situación actual.

Es una buena página para repasar cómo el tiempo más cercano geológicamente sigue siendo, aun así, inmensamente largo desde el punto de vista humano.

⇒ FUTURO



Pensar en el futuro geológico de la Península significa asumir que placas, relieve, costas y clima seguirán cambiando. Aunque a escala humana esos cambios parezcan lentos, a escala geológica son inevitables.

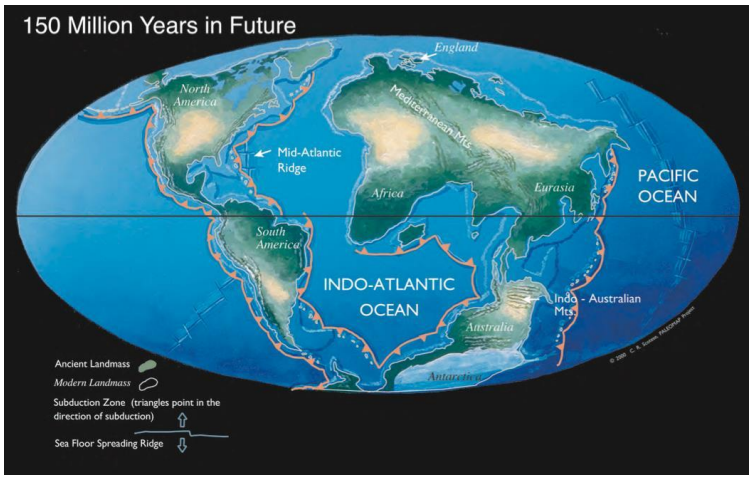
Estas diapositivas finales invitan a proyectar tendencias: **continuidad de movimientos tectónicos, erosión de cordilleras, posibles reajustes costeros y evolución permanente del paisaje.**

→ puntos Importantes:

• La geología no se detiene en el presente: placas, relieve y clima seguirán cambiando.

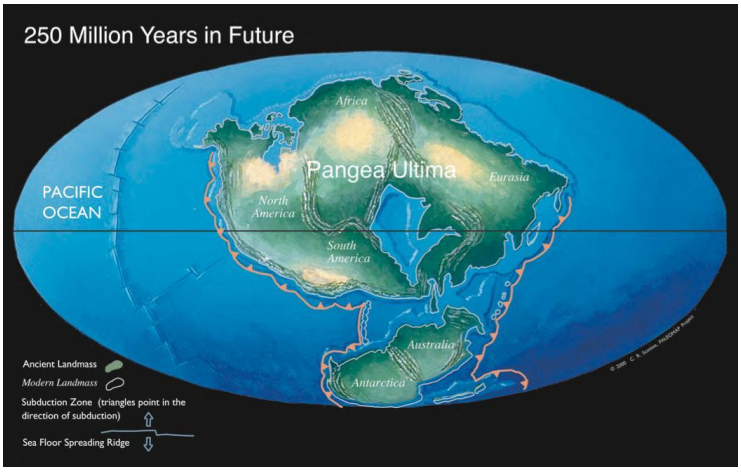
• Las predicciones geológicas se basan en tendencias tectónicas y dinámicas observables.

• Pensar el futuro ayuda a entender que el paisaje actual es solo una fase temporal.



⇒ CIERRE DEL TEMA

- Y como cierre del tema se envía una idea esencial: la Península Ibérica es el resultado provisional de una historia muy larga, en la que se han sucedido mares, montañas, choques continentales, extinciones, sedimentación y modelado reciente.
- La historia geológica de la Península Ibérica es el resultado de una sucesión muy larga de etapas: materiales precámbricos, sedimentación paleozoica, plegamiento herciniano, erosión y depósito mesozoicos, levantamiento alpino y modelado cuaternario. Cada fase dejó rocas, estructuras y paisajes que aún pueden reconocerse.



- El valor del tema está en unir tectónica, fósiles, climas, mares y relieve. Cuando se entiende esa conexión, la Península deja de verse como un territorio fijo y pasa a entenderse como una construcción geológica en continua transformación.
- Estudiar su geología histórica permite mirar el relieve actual no como algo fijo, sino como una fase dentro de una evolución continua que comenzó hace cientos de millones de años y seguirá en el futuro.

⇒ **LA PANGEA PRÓXIMA DEL FUTURO**

