

UD 6. HISTORIA DUN PLANETA EN CONTINUO CAMBIO

1. INTRODUCCIÓN

Os nosos coñecementos de xeoloxía van aumentando. Xa coñecemos os fenómenos xeolóxicos, tanto os de carácter endógeno (magmatismo, metamorfismo, deformación, oroxénese...), como os de orixe esóxena (formación do relevo e das rochas sedimentarias). Agora estamos listos e listas para engadir dous factores que en xeoloxía son claves: **o tempo e a vida**.

Sabemos que o tempo en xeoloxía é o tempo que dura a historia do planeta; estamos a falar logo de 4560 Ma (millóns de anos). Evidentemente, existe unha diferenza enorme entre a escala do tempo en xeoloxía e a escala de tempo humana, así que un dos retos nesta ciencia é ser capaz de comprender esa magnitude temporal.

Por outra banda, sabemos que as formas de vida na Terra foron cambiando ó longo da súa historia: os seres vivos evolucionan, de forma que no rexistro xeolóxico van aparecendo e desaparecendo diferentes formas de vida en forma de fósiles.

Este tema está dedicado a contar a historia da Terra e para ilo temos que coñecer os feitos que a compoñen e a orde na que sucederon. Imos por tanto a tratar en primeiro lugar os métodos de datación, para despois abordar a escala temporal e os principais feitos e seres que viviron na Terra en cada unha das etapas máis importantes. Esta segunda parte verémola de forma máis práctica, de maneira que a información que imos precisar está no libro.

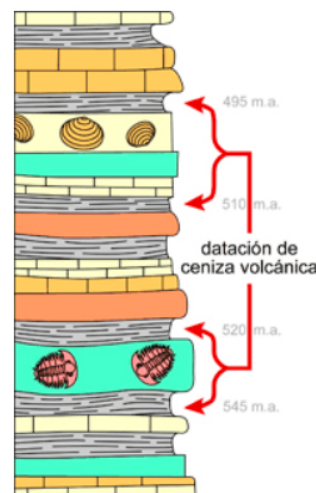
2. MÉTODOS DE DATACIÓN

Para contar a historia da Terra é necesario saber que sucedeu, pero tamén, como en toda historia, en que orde sucederon os acontecementos e a súa duración. Noutras palabras, é preciso datar e existe dúas formas de facelo:

Datación relativa: ordena os eventos do máis antigo ó máis moderno, sen especificar cando sucederon nin canto tempo duraron. Emprega como ferramentas a estratigrafía e os fósiles.

Datación absoluta: mide o tempo transcorrido dende que ocorreu un acontecemento, é dicir, achega unha idade concreta.

Fig. 1. Columna estratigráfica onde os estratos aparecen ordenados (de forma relativa) e tamén datados de forma absoluta (idade dos niveis de cinza volcánica).



2.1. Métodos de datación relativa

Para datar de forma relativa, é dicir, para poder ordenar cronoloxicamente os eventos, a xeoloxía emprega varias ferramentas: os principios da estratigrafía, a identificación de discontinuidades e os fósiles. Ímolos ver unha a unha.

A. Principios da estratigrafía

Os **principios da estratigrafía** son un conxunto de enunciados que poden sonar moi evidentes pero que no seu momento foron revolucionarios e son extremadamente útiles. En primeiro lugar debemos definir que é un estrato.

Un **estrato** é cada unha das capas das rochas sedimentarias, depositadas horizontalmente, que se diferencian dos estratos inmediatamente superiores e inferiores por unha interrupción no proceso de sedimentación ou por un cambio de composición. Todo estrato ten un límite superior (**teito**) e un límite inferior (**muro**).

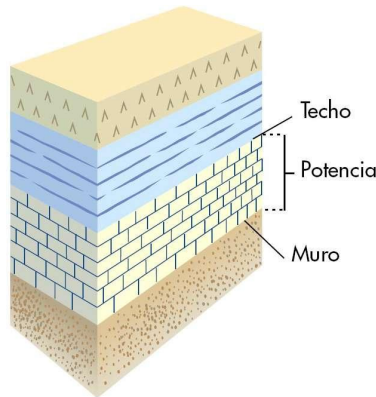


Fig. 2. Sucesión de estratos na que se sinala o techo, o muro e a potencia dun de natureza calcaria.

Os principios da estratigrafía son:

- **Principio de superposición de estratos** (Steno, 1669): nunha sucesión de estratos, todo estrato é máis novo que o que ten por debaixo e máis vello que o que ten por enriba, sempre e cando a serie non estea alterada.
- **Principio de horizontalidade orixinal** (Steno, 1669): os sedimentos deposítanse nas cuncas sedimentarias formando estratos que son practicamente horizontais e paralelos ó fondo da cunca. De acordo con este principio, se achamos un conxunto de estratos que non están horizontais, concluírase que, despois da súa formación, foron sometidos a algún tipo de esforzo que cambiou a súa disposición orixinal.
- **Principio de continuidade lateral** (Steno 1669): tódolos puntos contidos nun mesmo plano dun estrato teñen a mesma idade. Así, un estrato, teña a extensión que teña, terá a mesma idade ó longo do seu muro e ó longo do seu techo.
- **Principio de relacións transversais ou de sucesión de fenómenos xeolóxicos**: todo fenómeno xeolóxico é posterior á deposición dos estratos aos que afecta.

- **Principio de actualismo:** os procesos e eventos que suceden na actualidade son os mesmos que actuaron ó longo da historia da Terra e teñen os mesmos efectos que no pasado. “O presente é a chave do pasado” (James Hutton).
- **Principio de sucesión faunística:** os organismos fósiles se sucederon uns a outros nunha orde concreta, de forma que cada período da historia da Terra é recoñecible polo seu contido fósil e por tanto pódense correlacionar estratos a partir do seu contido fósil.

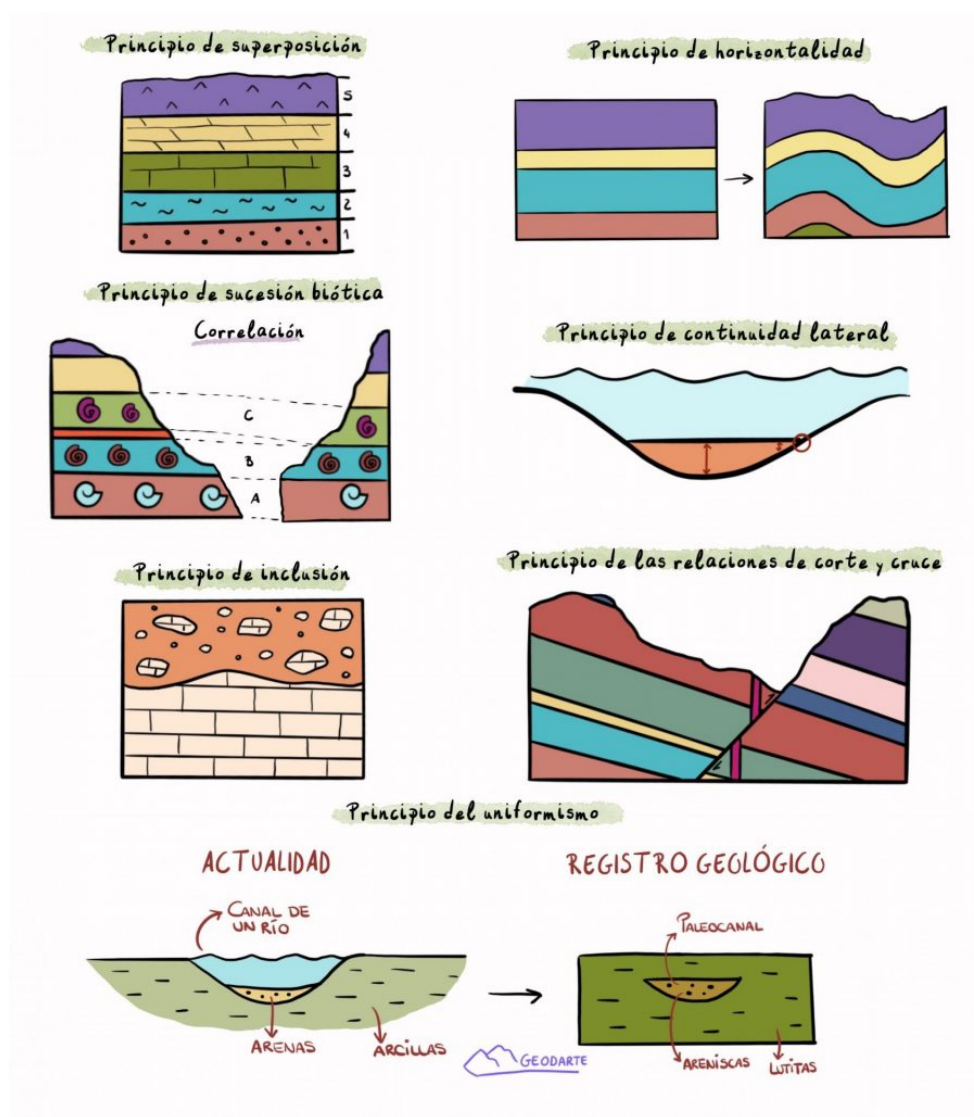


Fig. 3. Representación esquemática dos principios da xeoloxía. Os nomes poden variar con respecto ós que aparecen no noso texto.

B. Descontinuidades estratigráficas

O recoñecemento das descontinuidades é outra ferramenta clave na reconstrución de historias xeolóxicas xa que permite pescudar se a deposición dos estratos foi continua ou se foi interrompida.

Dicimos que entre dous estratos hai **continuidade** cando entre a formación de ambos non se produciu interrupción da sedimentación. Pola contra, dicimos que hai unha **descontinuidade ou lagoa** cando se aprecia falta de materiais, xa sexa porque durante un período de tempo non se produciu sedimentación (**lagoa estratigráfica**), xa sexa porque foron depositados e posteriormente erosionados (**lagoa erosiva**).

Entre dúas series de estratos pode haber **concordancia** ou **discordancia**. Hai concordancia cando os planos de estratificación son paralelos. Hai discordancia cando os planos de estratificación non son paralelos; indica que entre o depósito dunha e outra serie tivo lugar algún proceso tectónico que alterou a posición da serie inferior (pregamento ou basculamento).

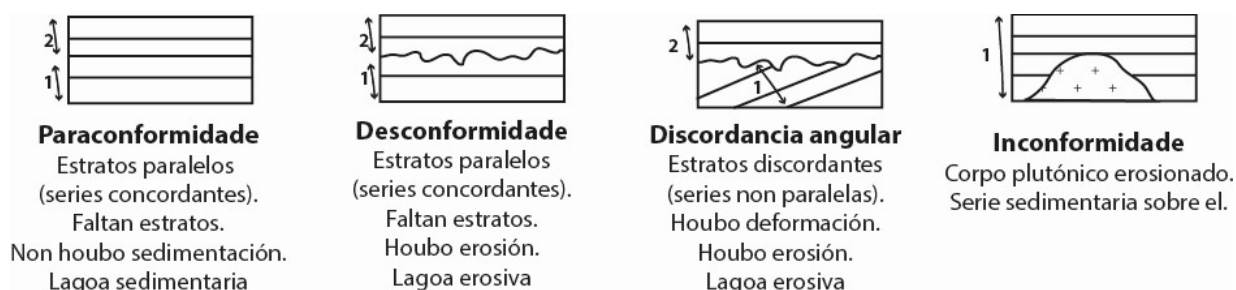


Fig. 4. Tipos de descontinuidades.

C. Fósiles

Os fósiles proporcionan información sobre como eran os seres vivos extintos, pero ademais permiten datar as rochas nas que se atopan e nos contan como era o medio no que se formaron esas rochas.

Un **fósil** é un resto dun ser vivo, ou da súa actividade biolóxica, que viviu no pasado e que chega á actualidade atrapado no rexistro rochoso.

O **proceso de fosilización** se inicia coa morte dun organismo. Os seus restos poden ser inxeridos por outros seres vivos ou desaparecer debido á acción dos axentes externos; nese caso, desaparecerán. Se pola contra, os restos son cubertos rapidamente por unha capa de sedimentos, poden quedar protexidos; nese caso iniciárase a fosilización.

En primeiro lugar as partes brandas podreecerán; as partes duras, coma os ósos, sufrirán cambios na súa composición e se transformarán en materia mineral durante a diaxénese. O fósil xa está creado. Despois as rochas sedimentarias que os conteñen poden cambiar de lugar debido a procesos tectónicos, quedando expostas á erosión. Por exemplo, un fósil pode terse formado nunha calcaria que está nun medio mariño; posteriormente, un esforzo tectónico (oroxenia) pode dobrar esa rocha e levala ó alto dunha montaña, onde poderá ser erosionada.

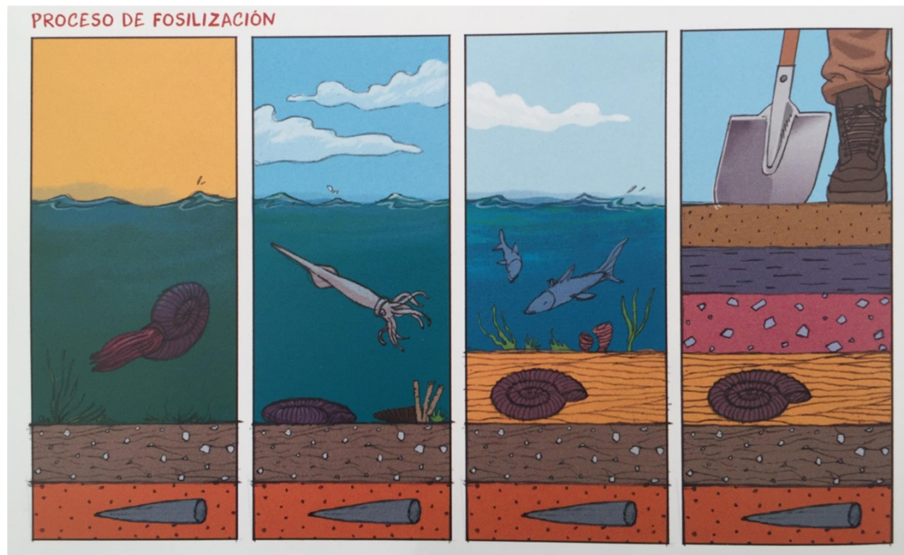


Fig. 5. Proceso de fosilización.

Segundo este proceso podemos atopar varios tipos de fósiles:

- Restos corporais, como cunchas, ósos, dentes, cascas de ovos...
- Moldes internos: son o recheo con sedimento da cavidade deixada por algún fósil que resultou disolvido. Por exemplo, no caso dos amonites pode suceder que a cuncha estivera rechea de sedimento e que despois se disolvera, conservándose unicamente o recheo. Teñen relevo positivo, é dicir, teñen volume.
- Moldes externos: son as impresións dos fósiles, que complementan ós moldes internos. Teñen relevo negativo, é dicir, son figuras deprimidas.
- Restos de actividade biolóxica: galerías, pegadas, excrementos...



Fig 6. Molde externo (esquerda) e interno (dereita) dunha amonita.

Existen ademais outro método de fosilización: a **momificación**. A momificación consiste na conservación dos seres vivos, incluíndo as súas partes brandas, debido á rápida inclusión nun medio, como o xeo ou o ámbar, que non permite que estas se descompoñan.

Todo fósil achega información cronolóxica, pero algúns deles son datadores moi precisos. Eses fósiles son denominados **fósiles guía** e cumpren tres condicións:

1. Ampla distribución xeográfica: de forma que poden ser empregados en rochas de diferentes zonas do planeta.
2. Rápida evolución: viviron durante un período de tempo curto.
3. Fácil fosilización: os seres que se fosilizan con facilidade (coma os invertebrados) son moito máis abundantes no rexistro.

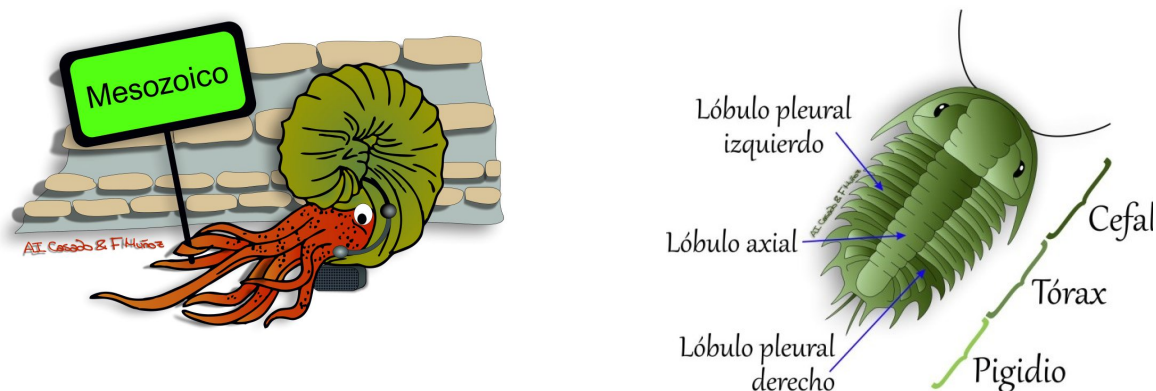


Fig 7. As amonitas son fósiles guía no Mesozoico e os trilobites do Paleozoico. Ilustracións de @anabelgeoraman. <https://geolodiaavila.com/mentions/anabelgeoraman/>.

2.2 Métodos de datación absoluta

Existen diferentes métodos de datación absoluta, pero nós imos estudar unicamente os métodos radiométricos.

Os métodos radiométricos baséanse na **desintegración radioactiva** que sofren certos isótopos inestables, que se transforman de forma espontánea noutros estables a un ritmo constante e coñecido. Os isótopos son átomos dun mesmo elemento químico que teñen o mesmo número atómico pero diferente masa.

O isótopo inestable que se descompón é coñecido como **elemento pai**, mentres que o isótopo no que se transforma recibe o nome de **elemento fillo**. O **período de semidesintegración ou vida media** dun isótopo radioactivo é o tempo que se precisa para que a metade dos isótopos pai se transformen en isótopos fillo. Este parámetro é propio de cada isótopo. Deste xeito, coñecendo a concentración de elementos pai con respecto á dos fillos nunha mostra mineral, é posible saber canto tempo transcorreu dende a súa formación.

Alguns dos elementos empregados como datadores son:

Isótopo pai	Isótopo fillo	Vida media	Intervalo de datación efectiva
Uranio 238	Chumbo 206	4500 Ma	De 10 Ma a 4600 Ma
Rubidio 87	Estroncio 87	48800 Ma	De 10 Ma a 4600 Ma
Potasio 40	Argón 40	1310 Ma	De 100000 anos a 4600 Ma
Carbono 14	Nitróxeno 14	5730 anos	Para eventos recentes

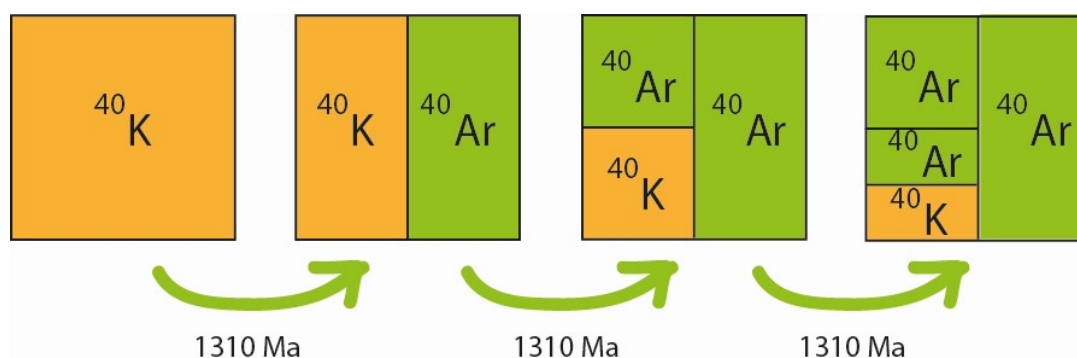


Fig 8. Esquema do funcionamento do método de datación absoluta empregando o sistema $^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}$. O ^{40}K é inestable e se transforma en ^{40}Ar a un ritmo constante marcado polo seu período de semidesintegración (1310 Ma).

3. A ESCALA XEOLÓXICA DO TEMPO E A HISTORIA DA TERRA

Actualmente está aceptado que a Terra ten unha idade de 4600 Ma (millóns de anos). Esa grande cantidade de tempo se divide en **eóns**, que á súa vez se dividen en **eras**, que á súa vez se dividen en **períodos**.

As diferentes divisións do tempo en xeolóxica preséntanse na seguinte táboa cronoestratigráfica (fig. 9), na que ademais se sinalas algúns dos acontecementos máis importantes da historia da Terra. A parte baixa da táboas corresponde ó inicio da historia; o tempo transcorre a medida que se ascende.

A historia da Terra é unha **historia de cambios**, que se coñecen con máis precisión canto máis próximos estean a nós no tempo. Por que? Porque tódolos cambios quedan rexistrados nas rochas e hai moi poucas rochas moi antigas (canto máis vellas, máis complicado que se conserven).

- Cambios paleoxeográficos, é dicir, cambios na disposición dos continentes.
- Cambios climáticos.
- Cambios nas formas de vida

Todos eses cambios están intimamente relacionados uns cos outros, de forma que, por exemplo, os cambios na disposición dos continentes inflúen nos climas, xa que fan variar as correntes oceánicas, e inflúen nas formas de vida, xa que marcan a distribución das especies.

Eón	Era	Período	Época	Millóns de anos atrás	Eventos principais
Fanerozoico	Cenozoico	Cuaternario	Holoceno	0,012	Final da Idade do Xeo e aparición da civilización actual. Ciclos de glaciacións. Evolución dos humanos modernos. Extinción da megafauna.
			Pleistoceno	2,588	
		Neóxeno	Plioceno	5,332	Formación do istmo de Panamá. Capa de xeo no Ártico e Groenlandia. Clima similar ao actual. Australopitecos. Deseccación do Mediterráneo. Regulación da Antártida.
			Mioceno	23,030	Oroxénese alpina. Formación da Corrente Circumpolar Antártica e conxelación da Antártida. Familias modernas de animais e plantas. A India choca con Asia. Máximo térmico do Paleoceno-Eoceno. Diminución do dióxido de carbono.
		Paleóxeno	Oligoceno	33,9	Extinción do final do Eoceno.
			Eoceno	55,8	Continentes de aspecto actual. Clima uniforme, quente e húmido. Florecemento animal e vexetal.
		Paleoceno		65,5	±0,3
	Mesozoico	Cretáceo		145,5	±4,0
		Xurásico		199,6	±0,6
		Triásico		251	±0,4
	Paleozoico	Pérmico		299	±0,8
		Carbonífero	Pensilvaniense	318,1	±1,3
			Misisipiense	359,2	±2,5
		Devónico		416	±2,8
		Silúrico		443,7	±1,5
		Ordoviciano		488,3	±1,7
		Cámbrico		542	±1,0
Proterozoico	Neoproterozoico	Ediacárico		635	Formación do supercontinente Pannotia. Fósiles de metazoos.
		Crioxénico		850	Terra de bola de neve.
		Tónico		1000	Fósiles de acritarcos.
	Mesoproterozoico	Esténico		1200	Formación do supercontinente Rodinia.
		Ectásico		1400	Posibles fósiles de algas vermellas
		Calmínico		1600	Expansión dos depósitos continentais.
	Paleoproterozoico	Estatérico		1800	Posible primeiro eucariota.
		Orosírico		2050	Atmósfera osixénica.
		Riásico		2300	Glaciación huroniana.
		Sidérico		2500	Grande Oxidación.
Arcaico	Neoarcaico			2800	Fotosíntese osixénica. Cratóns máis antigos.
	Mesoarcaico			3200	Primeira glaciación.
	Paleoarcalco			3600	Comezo da fotosíntese anoxixénica e primeiros posibles fósiles e estromatolitos.
	Eoarcaico			3800	Primeiras células. Primeiro supercontinente: Vaalbara.
Hádico	Ímbrico			3850	Fin do bombardeo de meteoritos.
	Néctar			3920	Grandes impactos na Lúa.
	Grupos Basin			4150	Primeiras moléculas autorreplicantes.
	Críptico			4570	Formación da Terra.

Fig 9. Táboa cronoestratigráfica na que se presentan as principais divisións do tempo en xeoloxía: eóns, eras e períodos. Os eóns hádico, arcaico e proterozoico inclúense no supereón precámbrico.

Con respecto ós **cambios paleoxeográficos**, sabemos que as placas tectónicas están en movemento constante, provocando a apertura de océanos, levantamento de cordilleiras (oróxenos) e formación de súper continentes. Como veremos na práctica de paleoxeografía (**actividade 1**), os último tres continentes que se formaron na Terra foron Rodinia (1100 Ma), Pannotia (750 Ma) e Panxea (330 Ma), Antes que eles houbo máis.

Con respecto ós **cambios climáticos**, sabemos que o clima da Terra ó longo da súa historia foi cambiando, alternando períodos cálidos-temperados con outros fríos-glaciares. Estas alternancias ocorren con certa ciclicidade, que se establece cada 200 ou 300 Ma. Así, houbo períodos do pasado nos que a Terra sufriu glaciacións de carácter global. Os cambios climáticos sempre levan asociada a extinción de especies e a radiación (propagación ou crecemento) doutras.

Cales son as causas deses cambios climáticos? Son varios os motivos que na actualidade se consideran responsables deses cambios no clima:

- Cambios de tipo astronómico: variación na inclinación do eixe da Terra, oscilación do eixe e cambios na forma da órbita en torno ó Sol.
- Cambios na radiación solar.
- Cambios na disposición dos continentes.
- Períodos de intenso vulcanismo, provocados pola tectónica de placas.

Os cambios no clima se recoñecen **a partir do estudo das rochas**, sobre todo das sedimentarias, xa que, como sabemos, o clima determina os axentes responsables da formación destas rochas (auga, vento, temperaturas,...). Así, hai rochas que se forman unicamente en climas glaciares (tillitas), outras que se forman en climas tropicais (rochas formadas en arrecifes de coral) ou rochas que se forman en ambientes húmidos e temperados (carbón).

Ademais, os climas do pasado tamén se poden coñecer **a partir do estudo dos fósiles**, comparando as forma de vida do pasado coas actuais e tamén empregando técnicas isotópicas, como veremos na actividade 2 (isótopos de osíxeno na auga do mar, que quedan atrapados nas cunchas de foraminíferos).

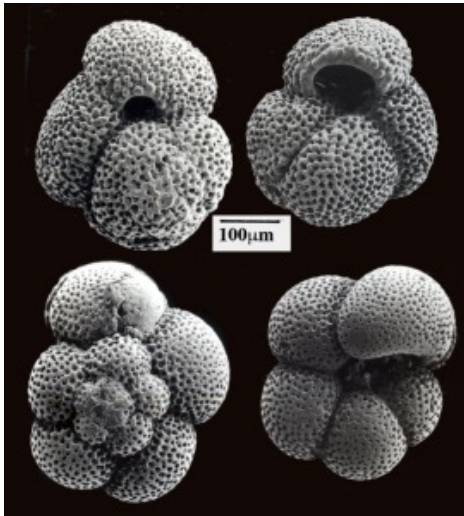


Fig. 10. Estes pequenos seres unicelulares con cuncha formada por carbonato cálcico (CaCO_3) son foraminíferos, uns microfósiles extremadamente útiles para coñecer os climas do pasado.

Con respecto ós cambios nas formas de vida, imos incluír aquí un resumo coa información máis importante de cada período.

3.1. A historia da vida na Terra

Supereón precámbrico (4570-542 Ma)

Este supereón está formado polos eóns hádico (4570-2800 Ma), arcaico (2800-2500 Ma) e proterozoico. A pesar da súa grandísima extensión cronolóxica, a información que temos sobre este período é relativamente escasa. Estes son os eventos máis importantes que tiveron lugar durante este supereón:

- Formación da Terra e da Lúa

A Terra formouse, xunto co resto do sistema solar, hai 4600 Ma a partir da contracción da nebulosa solar, unha gran nube en rotación formada por gases e partículas de po. En primeiro lugar formáronse planetesimais, que orbitaban xa en torno a un protosol, e eses planetesimais foron aumentando o seu tamaño a medida que outros corpos colisionaban con eles, convertíndose en protoplanetas. Nalgún momento daqueles inicios, un planetesimal bautizado como Thea colisionou contra unha Terra semifundida, lanzando grande cantidade de materia ó espazo; unha parte desa materia quedou atrapada polo campo gravitatorio terrestre e convertiuse na Lúa (4500 Ma).

Debido ós impactos de materiais interplanetarios e á desintegración radioactiva de diferentes elementos, a temperatura na Terra primitiva foi aumentando de forma paulatina. Acadouose unha temperatura o suficientemente elevada como para que os materiais que formaban a Terra primitiva se separasen en base á súa densidade, formando as tres capas que forman o planeta: codia, manto e núcleo.



Fig. 11. Representación artística-científica da Terra no eón arcaico. The Archean World/ Peter Sawyer. <https://ocean.si.edu/through-time/ancient-seas/archean-eon-4600-2500-million-years-ago>

- Formación da atmosfera e dos océanos

Ademais, os magmas e as rochas da codia foron liberando gases como vapor de auga, CO_2 , H_2S e SO_2 entre outros (**desgasificación da Terra**), que ascenderon e formaron a atmosfera primitiva. As chuvias torrenciais caídas dende esa atmosfera provocaron a formación dos primeiros océanos (hai 4000 Ma xa existían).

Neses océanos primitivos foi onde xurdiu a vida. Hai 3700 Ma bacterias fotosintéticas empezaron a liberar osíxeno na auga. Ese osíxeno foi atrapado polas rochas en primeiro lugar e despois foi liberado á atmosfera, de maneira que hai 2200 Ma xa había unha cantidade significativa deste gas na atmosfera. Esa cantidade foi aumentando ata acadar os valores propios da atmosfera actual hai 1500 Ma.

- Primeiras formas de vida

Neste supereón apareceron as primeiras formas de vida. En primeiro lugar **seres unicelulares procariotas** (bacterias), que non precisaban de osíxeno para vivir (anaerobias). Despois aparecen bacterias fotosintéticas, que, como dixemos, empezaron a liberar osíxeno.

A aparición das primeiras **células eucariotas** está relacionada (ou iso se pensa na actualidade) coa asociación de diferentes células procariotas, que se foron unindo en busca do beneficio común. A teoría que explica esa unión recibe o nome de **teoría da endosimbiose** (Lynn Margulis, 1969). Os primeiros fósiles de eucariotas que se coñecen no rexistro son microorganismo que datan de hai 2100 Ma.

Os primeiros seres pluricelulares dos que se ten coñecemento son os que compoñen a fauna de Ediacara (600 Ma) que está formada por animais simples de corpos brandos, semellantes ás medusas, anélidos e cnidarios.

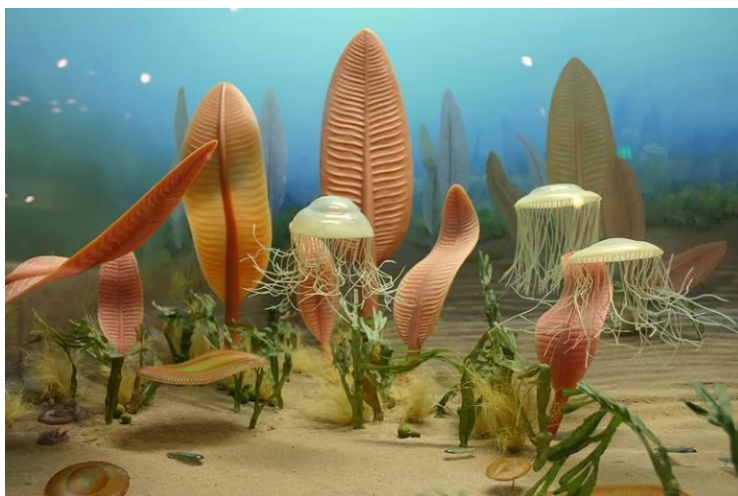


Fig. 12. Fauna de Ediacara, que habi
planeta ó final do precámbrico.

Eón fanerozoico (*vida visible*) (542-250 Ma)

O eón fanerozoico está dividido en tres eras: **paleozoico, mesozoico e cenozoico**. O nome fanerozoico vén do grego *phanerós* “visible”, “evidente” e *zoo* “animal”, xa que foi a partir do inicio do paleozoico cando se empezou a desenvolver a vida e a quedar conservados os seus restos nas rochas. Imos ver o máis importante de cada era.

- Era paleozoica (540-250 Ma)

A era paleozoica (“vida antiga”) transcorre entre os 540 e os 250 Ma. Está formada por seis períodos: Cámbrico, Ordovícico, Silúrico, Devónico, Carbonífero e Pérmico.

O **Cámbrico** (540- 500 Ma) é un período caracterizado pola aparición nos seres vivos das partes duras, esqueletos externos ou internos que protexían a todos aqueles seres mariños dos seus depredadores e



lles proporcionaron outras importantes vantaxes evolutivas. Ademais fixeron posible que os restos fosilizaran e quedaran conservados no rexistro xeolóxico. Por ilo, nesta etapa fálase da **explosión de vida do Cámbrico**, xa que o número de seres vivos aumentou de forma moi rápida, coma nunha explosión. Apareceron nos mares daquela época seres como as esponxas, os artrópodos, os moluscos e, sobre todo, os **trilobites**, que se converteron nos “reis dos mares”.

Fig. 13. Trilobites (Cámbrico).`

Outros grandes protagonistas do paleozoico son os **peixes**. As primeiras formas, que son as máis primitivas, eran peixes sen mandíbulas (coma as actuais lampreas), que apareceron no Ordovício (500-444 Ma). Pouco a pouco evolucionaron a peixes acorazados, é dicir, peixes con un esqueleto externo formado por placas óseas (placodermos), que xa tiñan mandíbulas. A partir deles aparecen os peixes óseos e os primeiros tiburóns, que evolucionan rapidamente no Devónico, que é coñecido como “a idade dos peixes”.

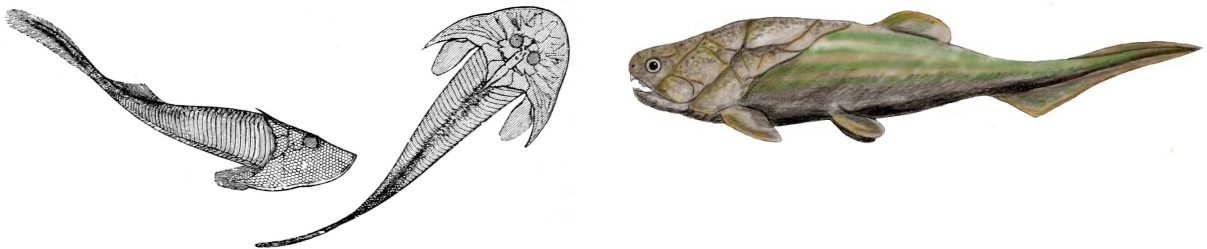


Fig. 14. Esquerda: *Cephalopsis*, un dos primeiros peixes sen mandíbulas; dereita: peixe acorazado (placodermo) (De I., CC BY 2.5, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=19459187>).

Durante o **Silúrico** desenvólvese a capa de ozono, o cal fai posible que os seres vivos, protexidos xa da radiación UV, poidan saír dos mares e empezar a colonizar os continentes. As primeiras en facelo foron as plantas, que ocuparon as beiras dos mares. As primeiras eran moi sinxelas, pero xa tiñan o necesario para vivir nun medio terrestre: raíces, pequenos talos e máis tarde pequenas follas para poder captar a luz. Esas plantas sinxelas evolucionaron e formaron os fentos e as ximnospermas (plantas con sementes protexidas por piñas) no **Devónico**.

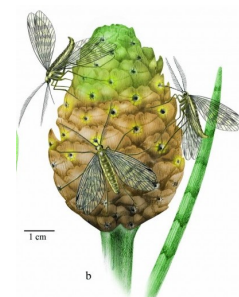


Cooksonia foi unha das primeiras plantas terrestres.



Fento fósil (Devónico).

Fento de porte arbóreo (*Lepidodendron*).



Primeiras ximnospermas.

Ó tempo que as plantas colonizaron o medio terrestre (Silúrico), os primeiros animais tamén saíron das augas. Os primeiros foron **artrópodos**, animais cun esqueleto quitinoso resistente que lles confería protección. Despois, algúns peixes con aletas lobuladas aproveitaron a protección da capa de ozono e ocuparon os continentes, vivindo sempre preto das augas, xa que as necesitaban para vivir. Eses peixes deron lugar ós **anfíbios** (do grego *amphí* 'ambos' e, *bío* 'vida', que significa «ambas vidas» ou «en ambos medios»).

A partir dos anfíbios, nun momento no que o clima se fixo máis seco (finais do Carbonífero), evolucionaron os **primeiros réptiles**, cuxa importantísima vantaxe foi desenvolver estruturas que lles permitían vivir sen depender da auga, como por exemplo os ovos con líquido amniótico. Os réptiles tiveron un grande éxito evolutivo e radiaron a partir da súa aparición.

O Carbonífero é importante ademais porque ó longo deste período empezou a colisión continental (oroxénese) que provocou a formación da Panxea durante o pérmico. Esta oroxénese, responsable do que hoxe coñecemos como Galicia, recibe o nome de **Hercínica**. Ademais, o carbonífero destaca pola grande cantidade de depósitos de carbón que se formaron e pola evolución dos **insectos**.

O paleozoico péchase coa **grande extinción do pérmico**, que rematou co 70% das especies terrestres e o 90% das mariñas. Pénsase que esta extinción puido estar relacionada co cambio climático producido por unha etapa de intenso vulcanismo.

- Era mesozoica (250-66 Ma)

A era mesozoica (“vida intermedia”) transcorre entre os 250 e os 66 Ma. Está formada por tres períodos: Triásico, Xurásico e Cretáceo. É a era na que a Panxea comezou a fragmentarse, abríndose o océano Atlántico. Foi unha era de clima cálido e seco.

Durante o mesozoico todos aqueles seres vivos que conseguiran sobrevivir á extinción do Pérmico radiaron, é dicir, evolucionaron e foron ocupando a terra e os mares pouco a pouco. Deste xeito, esta é a era do dominio dos réptiles en terra, aire e mar, e a que marcou a aparición das plantas con flor, as aves e os primeiros pequenos mamíferos.

No **Triásico** os mares quedaron poboados por multitude de invertebrados como amonitas, corais, braquiópodos, bivalvos e gasterópodos, que permaneceron ó longo de toda a era. As **amonitas** son os invertebrados máis representativos do mesozoico e son empregados como fósiles guía.



Fig. 16. Recreación dunha amonita en vida e cuncha fósil.

Tamén no Triásico apareceron os grandes réptiles: **icitiosaurios**, **plesiosaurios** e **cocodrilos** nos mares, **pterosaurios** surcando os ceos e **dinosaurios**, os primeiros deles de pequena talla, nos continentes. Ademais, os mamíferos, moi discretamente, tamén apareceron no planeta en formas pequenas.

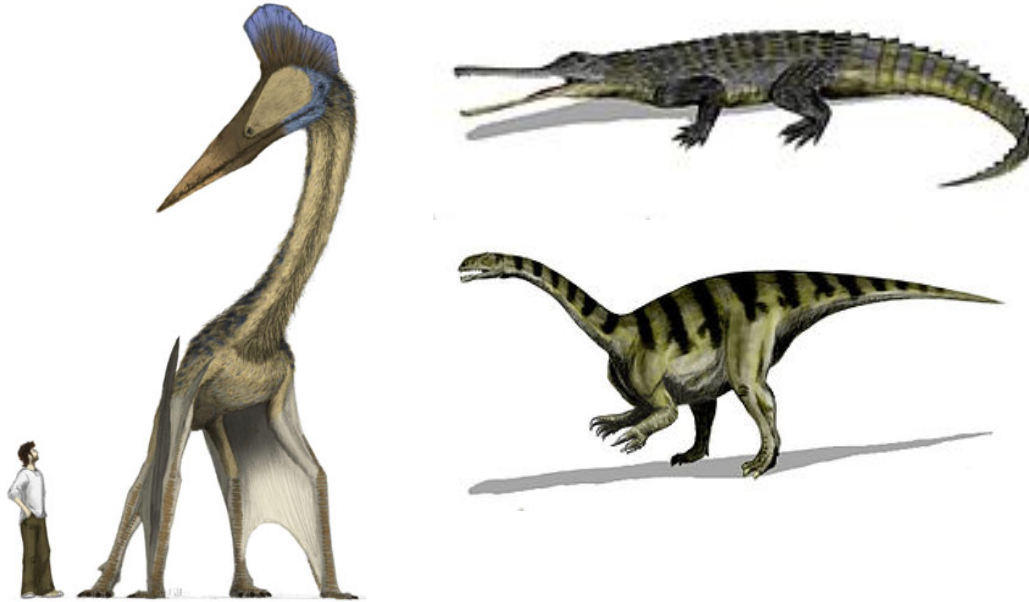


Fig. 17. Algúns réptiles do triásico. Esquerda: pterosaurio xigante; dereita arriba: cocodrilos do Triásico (Phytosauria); dereita abaixo un dos primeiros dinosaurios

No **Xurásico** creceron enormes bosques de coníferas, que son un tipo de ximnospermas entre as que destacaron as araucarias e os ginkgos, dos cales algunhas especies seguen habitando o planeta. Os réptiles continuaron a súa evolución, aparecendo formas cada vez máis grandes.



Fig. 18. Paisaxe actual de bosque de araucarias que podería corresponder ó Xurásico.

A principios do **Cretáceo** apareceron as primeiras plantas con flor (anxiospermas) e as primeiras aves, que evolucionaron a partir dos réptiles.

A era remata coa **extinción masiva de finais do Cretáceo (límite K/T)**, provocada polo impacto dun meteorito na península do Yucatán, en México. Desaparecen os dinosaurios, pterosaurios, amonitas, plesiosaurios. Sobreviven tartarugas, lagartos, serpes e pequenos mamíferos, que pasarán a ocupar o planeta durante o cenozoico.

- Era cenozica (66 Ma)

A era cenozoica (“vida recente”) transcorre entre os 66 Ma e a actualidade. Está formada por tres períodos: Paleóxeno, Neóxeno e Cuaternario. Durante esta era os continentes acadan a situación que ocupan actualmente, aparecen as paisaxes que recoñecemos como actuais e as formas de vida do mundo moderno. O clima durante esta era foi máis frío que na anterior.

A partir do Paleóxeno, coa desaparición de boa parte dos réptiles, os mamíferos radian e se diversifican rapidamente, estendéndose ó longo do planeta. A súa grande vantaxe evolutiva nesta era de clima máis frío foi o ter sangue quente (regular a temperatura corporal). Formáronse neste momento os marsupiais e os placentarios, entre eles os cetáceos, ungulados (mamíferos con pezuñas), os primates e os felinos. Os mamíferos aumentan o seu tamaño na última fase da era (Cuaternario) pero a maior parte desta megafauna desapareceu a finais da última glaciación, hai aproximadamente 10.000 anos.

A partir da evolución dos primeiros primates créase unha liña evolutiva que desembocará nos homínidos. Os primeiros homínidos apareceron hai 7 Ma. O xénero *Homo* aparece no planeta hai 2.5 Ma; *Homo sapiens* hai 200.000 anos.

As anxiospermas desprazaron ás ximnospermas e se converteron nas plantas dominantes.

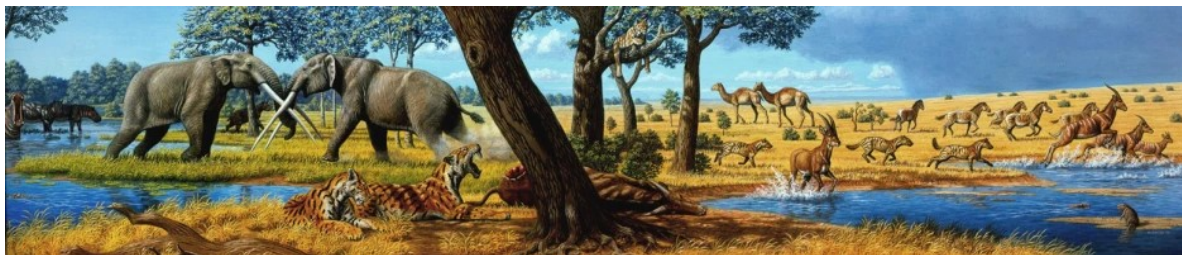


Fig. 19. Recreación das paisaxes e a fauna do Mioceno (23 Ma-5.3 Ma) en Madrid. Ilustración de Mauricio Antón.
<https://mauricioanton.wordpress.com/>

Durante o Cenozoico tivo lugar a oroxenia Alpina, responsable do levantamento das cordilleiras máis recentes, como o Himalaya, os Alpes, Pirineos, cordilleiras Béticas e Sistema Central.