

Bloque 6. Tempo xeolóxico e xeoloxía histórica

Contidos

B6.3. Métodos de datación: xeocronoloxía relativa e absoluta. Principio de superposición dos estratos. Fósiles.

Bioestratigrafía. Métodos radiométricos de datación absoluta.

Observacións: Fósiles guía máis importantes e o seu ambiente (continental ou mariño):

Paleozoico: trilobites, graptolites, “fentos” (*Lepidodendron*, *Calamites*)

Mesozoico: ammonites, belemnites, “dinosaurios”.

Cenozoico: nummulites, “mamíferos” (restos de homínidos do cuaternario, mamuts...)

B6.4. Interpretación de cortes xeolóxicos. Elaboración e interpretación de columnas estratigráficas.

B6.5. Táboa do tempo xeolóxico: unidades cronoestratigráficas e xeocronolóxicas.

Observacións: Débense coñecer todos os períodos do Fanerozoico. Con anterioridade ao Cámbrico só é preciso que coñezan o termo “Precámbrico” (non Hádico, Arcaico, Proterozoico).

Con respecto aos tipos de discontinuidades estatigráficas, consideráranse: Inconformidade, Paraconformidade, Disconformidade ou Discordancia erosiva, e Discordancia angular. Aos efectos desta proba, o contacto entre materiais sedimentarios e non sedimentarios (plutónico ou metamórfico) considerárase Inconformidade.

Estándares de aprendizaxe avaliábel para o bloque 6

Coñece a orixe dalgunhas estruturas sedimentarias orixinadas por correntes (*ripples*, estratificación cruzada) e bioxénicas (galerías, pistas), e utilízalas para a reconstrución paleoambiental.

Coñece e utiliza os métodos de datación relativa na interpretación de cortes xeolóxicos.

Coñece as unidades cronoestratigráficas, mostrando o seu manexo en actividades e exercicios.

Analiza algúns dos cambios climáticos, biolóxicos e xeolóxicos que ocorreron nas eras xeolóxicas.

Relaciona fenómenos naturais con cambios climáticos e valora a influencia da actividade humana.

TEMA 2. O TEMPO EN XEOLOXÍA. MÉTODOS DE DATACIÓN. XEOLOXÍA HISTÓRICA

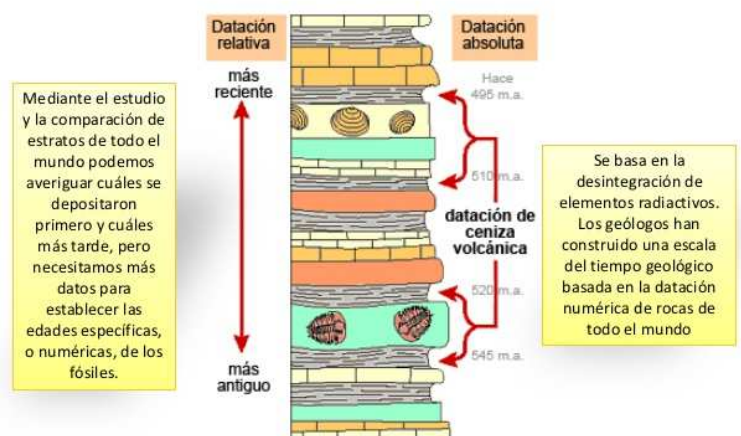
MÉTODOS DE DATACIÓN. XEOCRONOLOXÍA RELATIVA E ABSOLUTA:

A ordenación no tempo dos fenómenos xeolóxicos e das estruturas xeolóxicas pode realizarse por dous métodos de datación:

Métodos de datación relativa: que establece unha secuencia dos fenómenos xeolóxicos, dende o máis antigo ao máis novo pero non da información da data concreta na que se produciu esa estrutura ou ese fenómeno xeolóxico.

Métodos de datación absoluta: que establece a idade exacta dos materiais ou dos fenómenos xeolóxicos.

1. Métodos de datación relativa:
 - a. Métodos estratigráficos
 - b. Métodos bioestratigráficos
2. Métodos de datación absoluta:
 - a. Método radiométrico
 - b. Método estratigráfico do estudo das varvas glaciares



1. MÉTODOS DE DATACIÓN RELATIVA:

Estes métodos de datación establecen unha **secuencia dos fenómenos xeolóxicos** dende o máis antigo ao máis novo pero sen obter información da data concreta na que se produciu ese fenómeno ou estrutura.

Os métodos de datación relativa utilizados son os **m. estratigráficos e os m. biolóxicos**, pero na práctica é frecuente realizar unha combinación destes dous tipos de datación relativa, se é posible.

A. MÉTODOS ESTRATIGRÁFICOS:

Estratigrafía: ciencia que estudia e interpreta fundamentalmente as rochas sedimentarias (que aparecen en estratos)

Estrato: capa de sedimentos que se diferencia doutro estrato por un cambio na súa natureza ou por unha interrupción da sedimentación de forma que cando esta se reanuda, os novos sedimentos deposítanse sobre os antigos xa convertidos en rocha e non se homoxenizan con eles.

Nunha serie de estratos ou serie estratigráfica os métodos estratigráficos determinan que estratos son máis antigos e cales máis recentes. Están baseados nos **principios fundamentais da Xeoloxía (xa vistos):**

- **Principio da Horizontabilidade de Steno 1669:** os materiais ao chegar a unha conca sedimentaria deposítanse en capas horizontais.
- **Principio da Continuidade lateral de Steno 1669:** unha capa sedimentaria ou estrato ten a mesma idade en todos os seus puntos.
- **Principio da Superposición dos estratos.** Steno 1669 : nunha serie de estratos ou correntes de lava que non sufriron ningunha deformación, cúmprese que as capas superiores son máis recentes que as situadas por debaixo.
- **Principio da Sucesión dos acontecementos xeolóxicos:** todo fenómeno xeolóxico é posterior a formación das rochas nas que se atopa e a calquera outro fenómeno afectado por el.

Non hai ningunha rexión do planeta que teña unha serie estratigráfica completa, con estratos de todos os períodos e eventos xeolóxicos. O rexistro estratigráfico é descontinuo.

Descontinuidades estratigráficas:

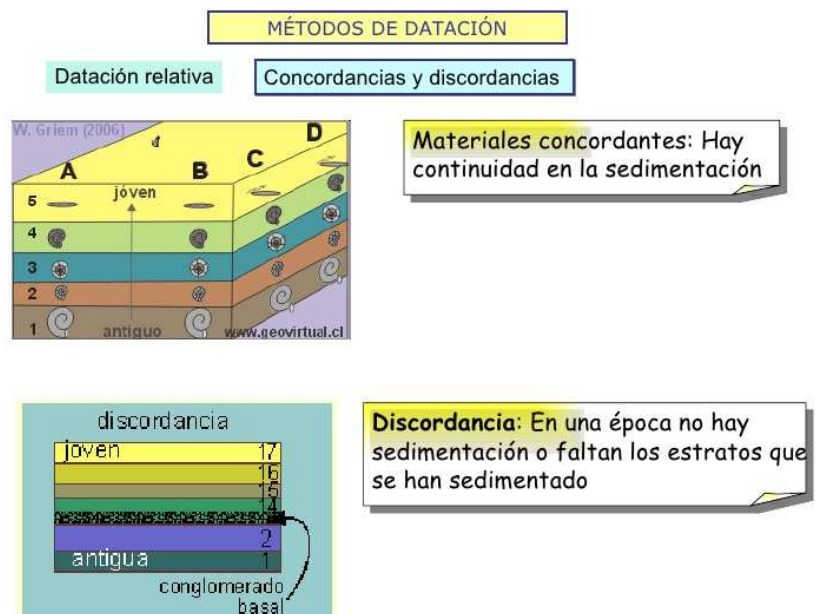
No momento de establecer unha datación relativa de rochas, analízanse as series de estratos ou **series estratigráficas**, nas que podemos atopar 2 posibles situacións :

- Os **estratos son concordantes**, é dicir, a secuencia de sedimentación foi continua no espazo e no tempo.
- Nos estratos aparecen **descontinuidades estratigráficas**.

Unha descontinuidade estratigráfica é unha ausencia de estratos debido a existencia dun período de tempo sen depósito de sedimentos, ou debido a un período de erosión, ou por ambos procesos á vez. O rexistro xeolóxico nesa zona estaría incompleto, igual que un libro ao que lle faltaran páxinas.

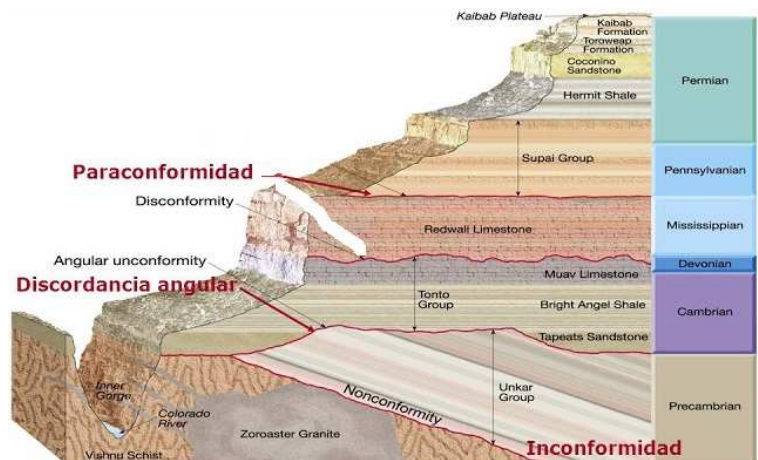
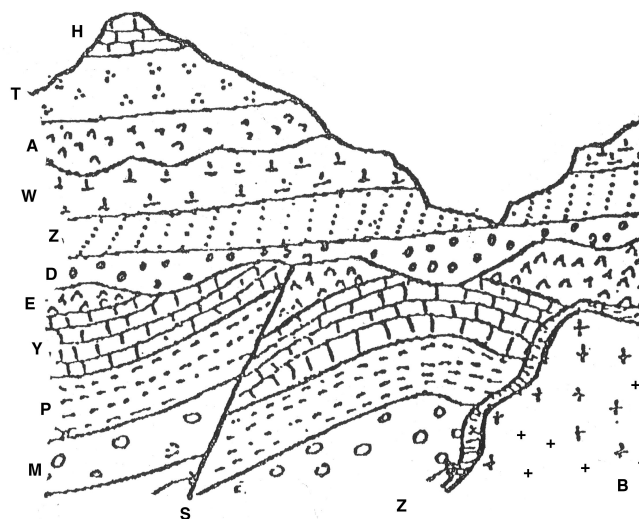
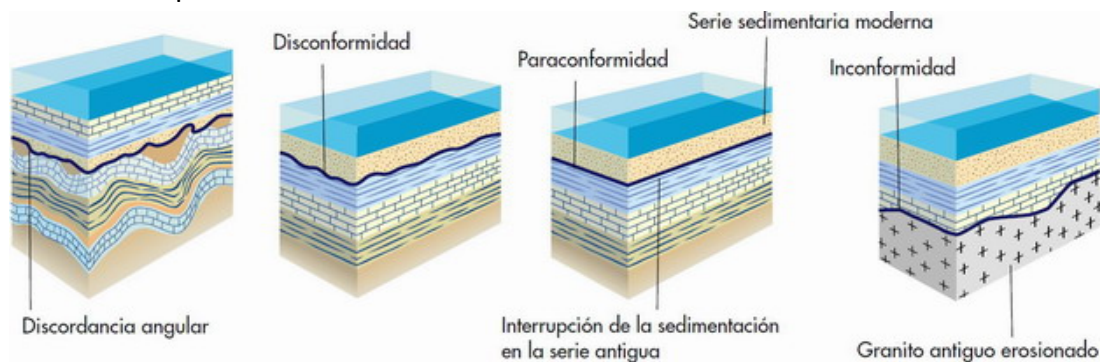
O intervalo de tempo xeolóxico non representado polos estratos denomínase **lagoa estratigráfica (laguna estratigráfica)**, e pode ser de dous tipos, ter dúas orixes:

- **Baleiro erosional** (vacío erosional): período de tempo xeolóxico non representado polos estratos porque os estratos foron erosionados.
- **Hiato:** período de tempo xeolóxico non representado polos estratos porque os estratos non foron depositados.



Tipos de discontinuidades estratigráficas:

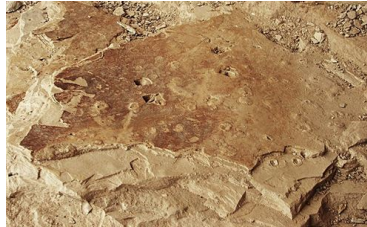
- **Discordancia angular:** é unha superficie de erosión con estratos pregados sobre os que se depositaron estratos máis recentes e que agora forman un ángulo cos estratos anteriores.
- **Disconformidade ou Discordancia erosiva:** é unha superficie de erosión e non depósito que separa rochas máis recentes doutras rochas máis antigas, ambas paralelas entre si. Orixinada por un baleiro erosional.
- **Inconformidade (No conformidad):** superficie de contacto entre rochas sedimentarias que están sobre rochas metamórficas ou sobre rochas ígneas.
- **Paraconformidade:** a superficie da discontinuidade separa 2 sucesións de estratos paralelos entre si, entre os que hai un hiato, é dicir, un período de tempo no que a sedimentación foi interrompida.



Estruturas sedimentarias –Criterios de polaridade-

Para analizar unha serie estratigráfica é interesante saber cal é a parte superior dun estrato e cal é a súa parte inferior, para iso ás veces debemos fixarnos nunha serie de **estruturas** que nos axudan a saber cal é o seu teito (parte superior) e o seu muro (parte inferior) . Algunhas desas estruturas son por exemplo:

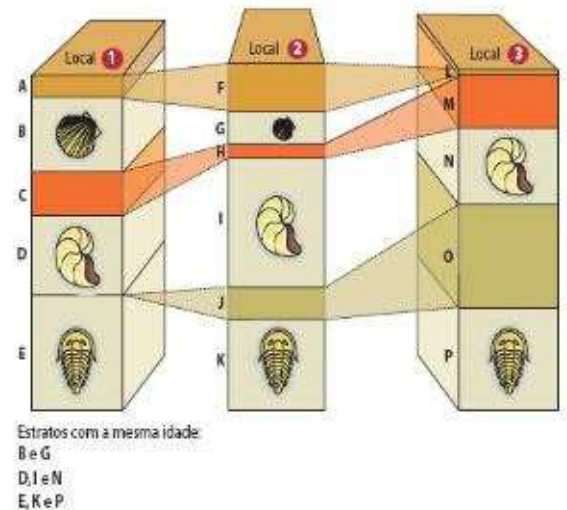
- **Rizaduras ou ripples:** ondulacións que aparecen no teito dos estratos . Indican a actuación de correntes de auga sobre un material areoso:
- **Gretas de desecación:** gretas do teito do estrato formadas en sedimentos ricos en arxilas que cando se seca, encolle e agrétase.
- **Marcas de choiva:**
- **Marcas bioxénicas** como pegadas, galerías, pistas de reptación ...



B.MÉTODOS BIOESTRATIGRÁFICOS OU BIOLÓXICOS:

Son aqueles que para facer as datacións dos estratos utilizan os fósiles que aparecen neses estratos e están baseados nos seguintes principios fundamentais da Xeoloxía:

- **Principio da Identidade paleontolóxica** (Smith s. XIX): os estratos que conteñen os mesmos fósiles son da mesma idade. Cada época ou intervalo de tempo queda representada por un grupo de fósiles chamados **fósiles guía ou fósiles característicos**.
- **Principio da sucesión faunística**: (Smith s. XIX): os fósiles que se atopan en capas superiores son máis modernos que os que se atopan en capas inferiores

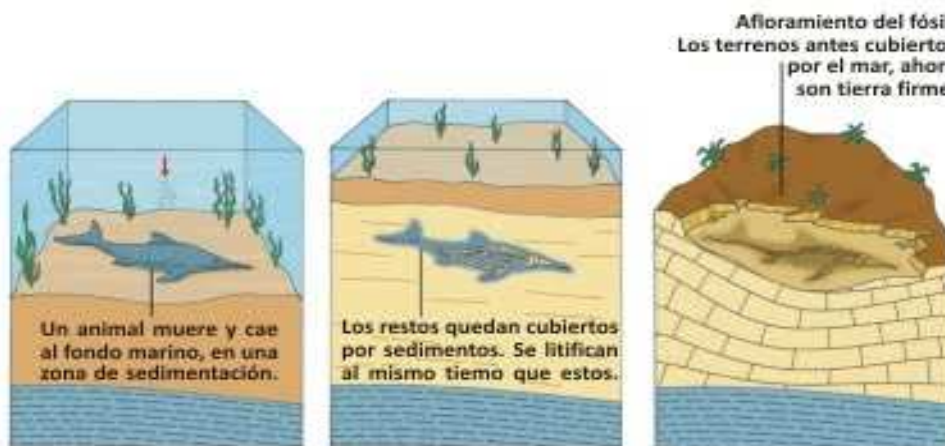
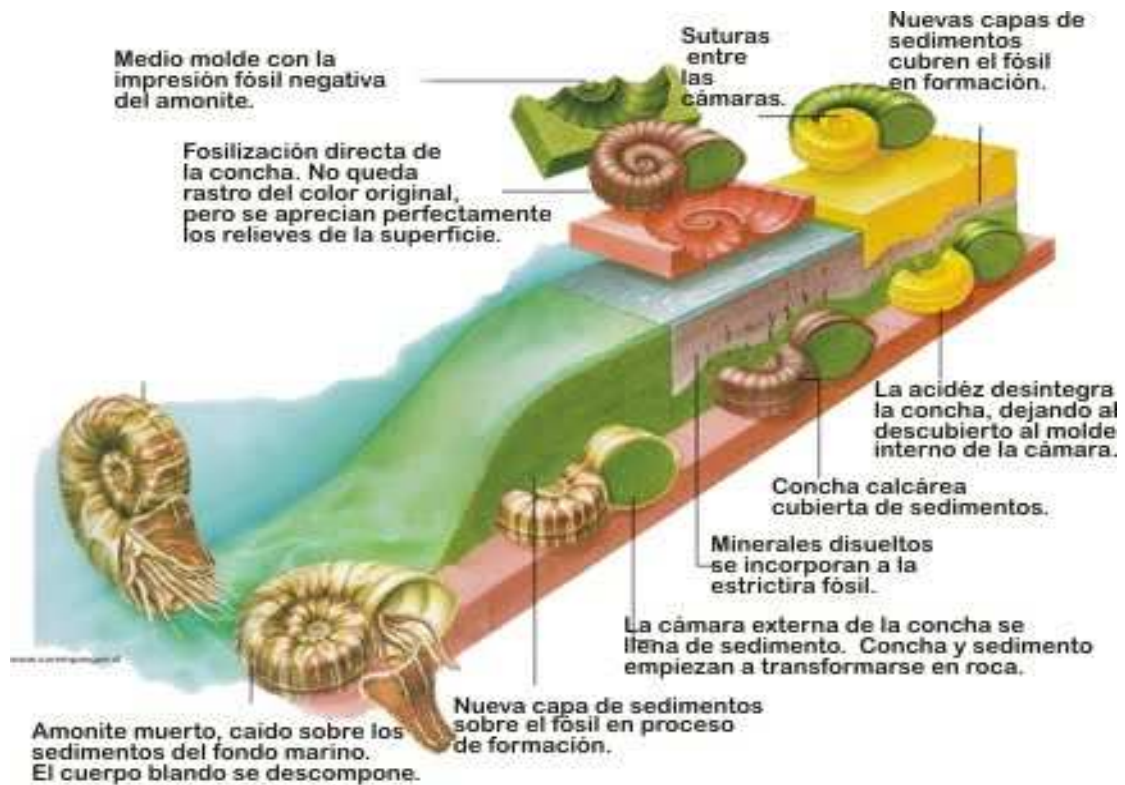


Fósiles

Son calquera resto dun ser vivo ou restos da actividade dun organismo que viviu en tempos pasados e que se atopa conservado en rochas. Do seu estudio encárgase a Paleontoloxía.

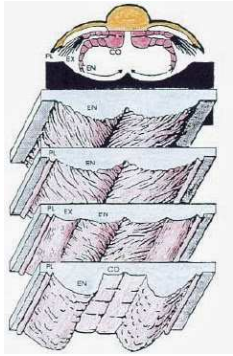
A **fosilización** é o proceso de formación dos fósiles, é un proceso raro, pouco frecuente na natureza que segue os seguintes pasos:

1. **Enterramento moi rápido**, de xeito que o resto quede aillado dos axentes externos (factores ambientais ou carroñeiros) que poideran destruílo.
 - Casos especiais (detención do proceso de descomposición), como por exemplo: enterramento en xeo, enterramento en resina (Ambar), enterramento en asfalto
 2. **Mineralización** do resto orgánico, varios mecanismos:
 - **Sustitución** da materia orgánica por materia mineral (calcita, sílice, minerais de ferro). Esta sustitución é máis doada nas partes duras (quitina dos insectos, lignina dos vexetais) ou parcialmente mineralizadas dos organismos, como os ósos, dentes, cunchas, ovos, etc.
 - **Recheo** das cavidades corporais por sales minerais precipitadas (PERMINERALIZACIÓN)
 - **Carbonización**: enriquecemento en carbono do resto orgánico (principalmente vexetais) ao enterrarse o resto nunha capa de sedimentos (a presión litostática produce a expulsión dos compoñentes líquidos e gaseosos).
- ✓ **Moldes internos (réplicas)**: o organismo enterrado nos sedimentos disólvese e desaparece e a cavidade que deixa rechéase de materia mineral.
- ✓ **Moldes externos** serán as impresións deixadas pola superficie do organismo nos sedimentos que o rodean.



Os fósiles máis frecuentes corresponden ás partes duras dos organismos coma cunchas, esqueletos, caparazóns ..., xa que están parcialmente mineralizadas.

Ás veces se conservan fosilizadas os rastros da actividade dos organismos, como as marcas de desprazamento (**icnitas**), pegadas de trilobites (cruzianas), de dinosaurios, etc... Pode conservarse tamén o contido estomacal, as feces (**coprolitos**), os niños, os ovos, etc



Fósil guía ou fósiles característicos:

Os fósiles utilizados para **caracterizar e datar cronoloxicamente** uns estratos-rochas determinados se denominan Fósiles Guía ou fósiles característicos. Os fósiles guía teñen que reunir os seguintes **requisitos**:

- proceden de seres de **evolución moi rápida** (o que permite recoñecerlos e asocalos a uns estratos-tempo- determinados)
- tiveron unha **ampla dispersión** xeográfica (polo que van permitir correlacionar estratos situados en diferentes lugares)
- son de **fácil fosilización** (o que implica que sexan relativamente abundantes)
- viviron nun período de **tempo limitado** (dende o punto de vista xeolóxico) o que permite utilizalos para caracterizar un período de tempo dado.

EXEMPLOS DE FÓSILES GUÍA ou FÓSILES CARACTERÍSTICOS

*ERA PALEOZOICA OU PRIMARIA (-570 ata -250 m.a.):

a. ambiente mariño:

- a. Trilobites (Artrópodos). Cruzianas= pistas de reptación dos trilobites
- b. Graptolitos: (Hemicordados) animais coloniais planctónicos

b. ambiente continental: flora dos períodos carbonífero a pérmico:

a. Fentos arborescentes:

- i. Lepidodendron (cicatrices rómbicas da inserción das follas.
- ii. Sigillaria (cicatrices das follas dispostas en fileiras verticais)
- iii. Stigmaria: raíces dos fentos (marcas raicillas secundarias)
- iv. Pecopteris: frondes dos fentos

b. Equisetos:

- i. Calamites: molde interno tronco. Liñas paralelas
- ii. Annularia con follas en verticilos e en un so plano:

*ERA MESOZOICA OU SECUNDARIA (-250 ata -65 m.a.)

a. Ambiente mariño:

- a. Ammonoideos (Cefalópodos)
- b. Belemnites (Cefalópodos)

b. Ambiente continental: dinosaurios

***ERA CENOZOICA: TERCIARIO (-65 ma ata 2,5 ma) e CUATERNARIO (-2,5 mas ata hoxe)**

Ambiente mariño:

Nummulites (Foraminíferos)= Terciario

Carcharodon= Terciario

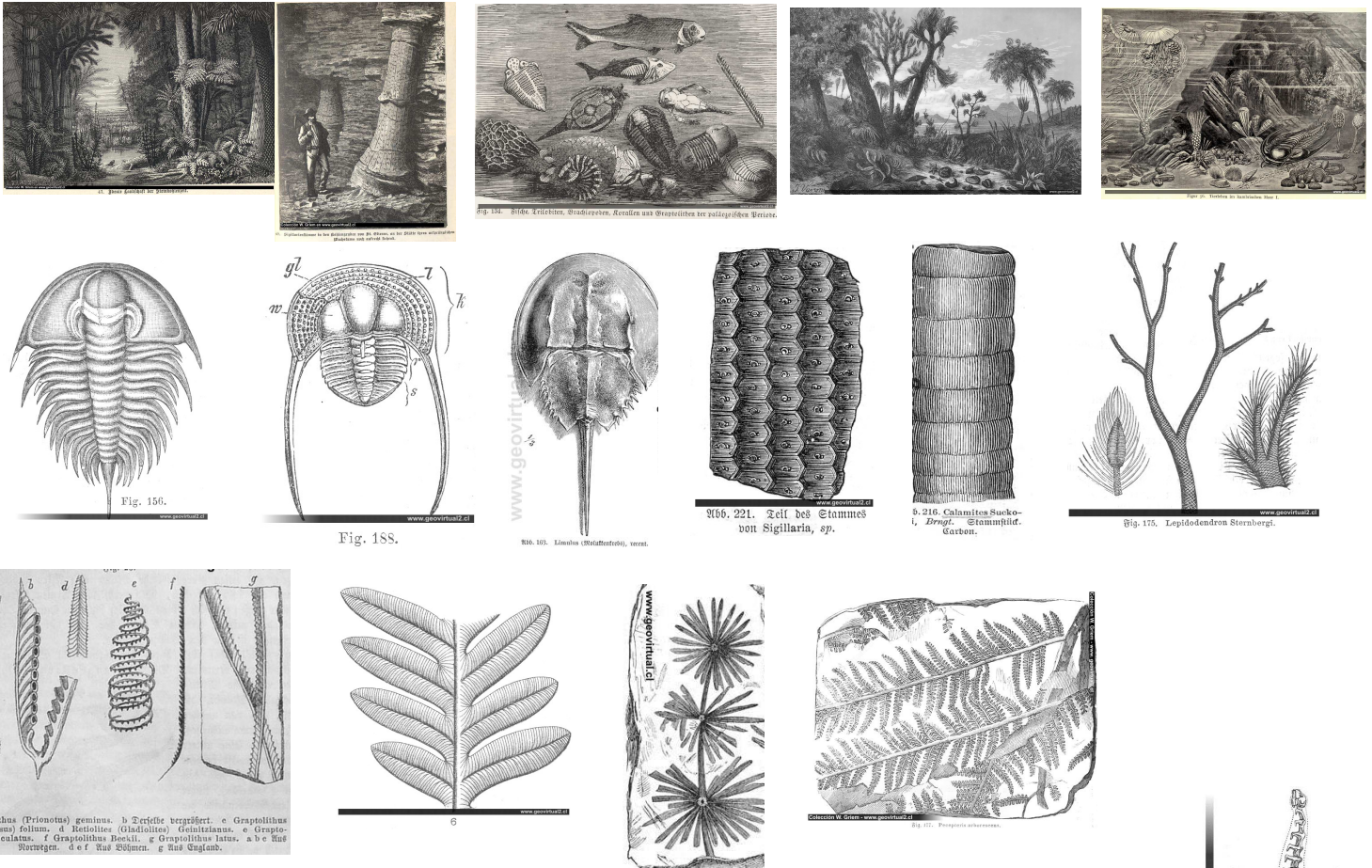
Ambiente continental:

Mamíferos: Dinotherium ,Equus , mamuts...:= Cuaternario

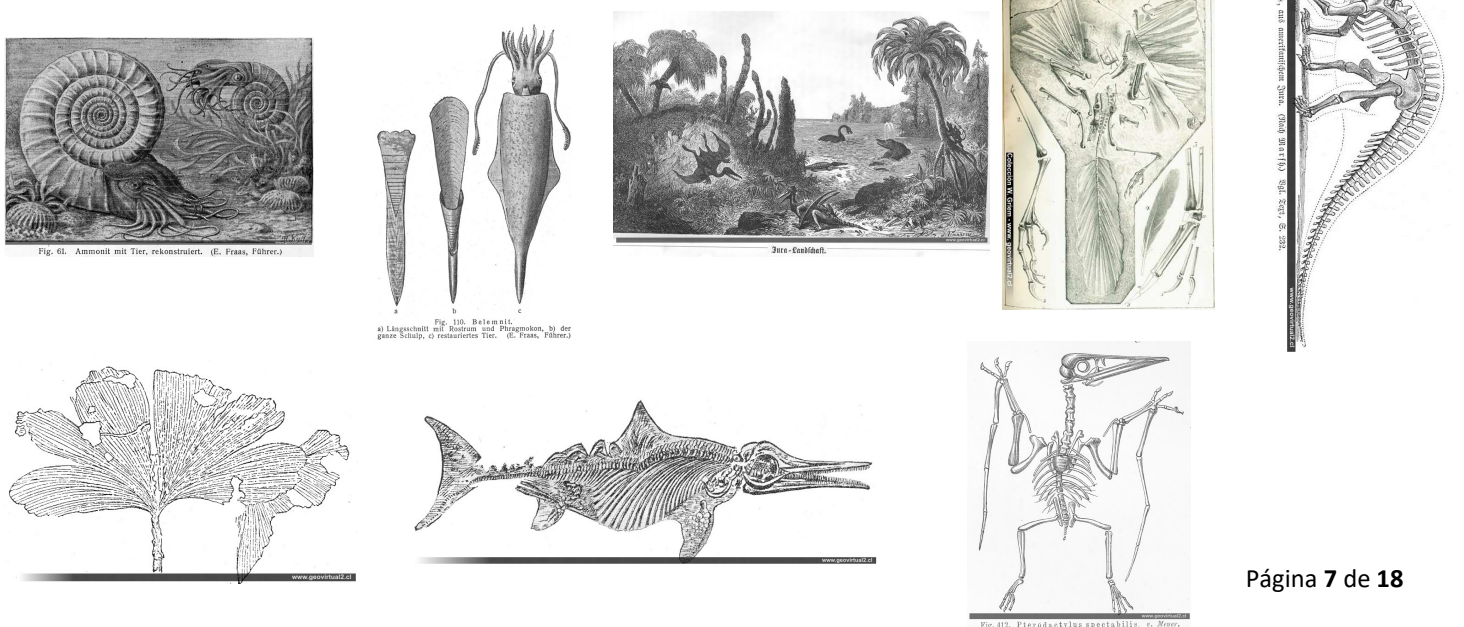
Homínidos. Industria lítica= Cuaternario

GALERÍA DEBUXOS HISTÓRICOS:

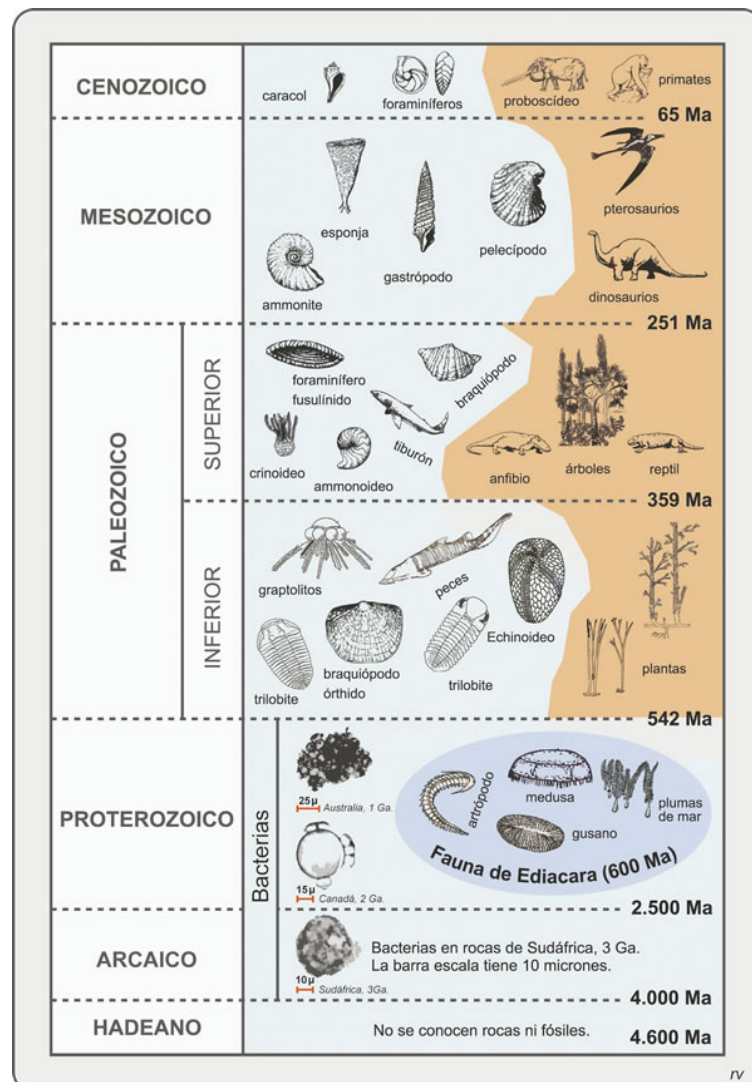
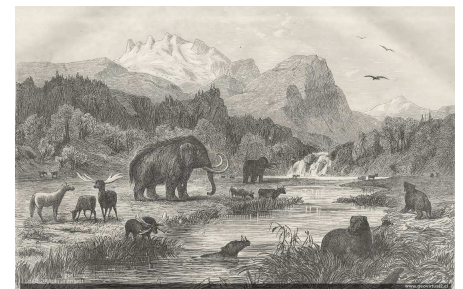
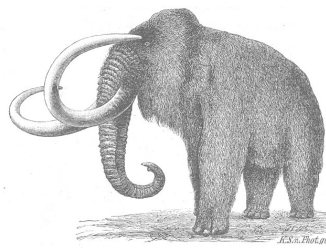
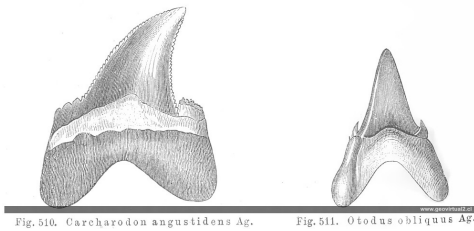
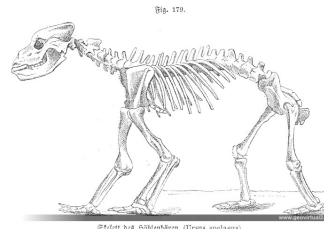
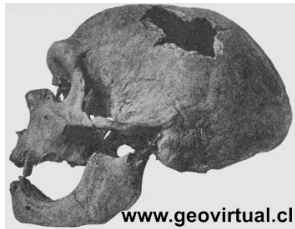
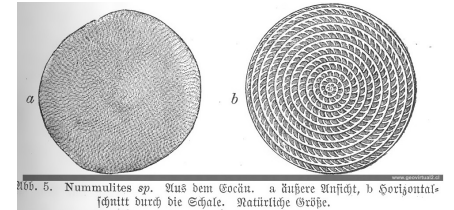
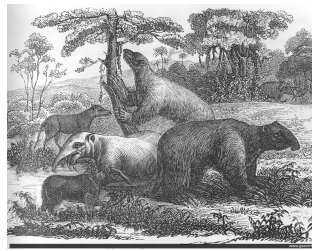
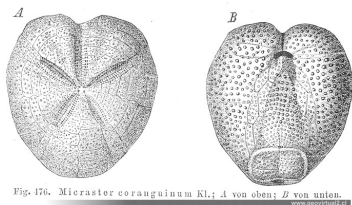
PALEOZOICO (FAUNA= ANTIGUA)



MESOZOICO (=FAUNA INTERMEDIA)



CENOZOICO (= FAUNA RECIENTE)

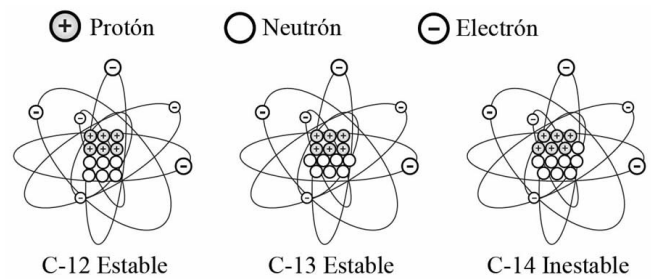


2. MÉTODOS DE DATACIÓN ABSOLUTA:

Estes métodos establecen a **idade concreta** de calquera material ou a idade concreta na que se produciu un fenómeno xeolóxico.

A. Método radioactivo, radiocronoloxía, radiométrico ou de desintegración radioactiva:

Isótopos: son átomos de un mesmo elemento que teñen o mesmo Número atómico (n° de P) pero diferente Masa atómica ($P+N$), e dicir, difiren no número de neutróns presentes no seu núcleo.



Desintegración dos isótopos radioactivos: nos

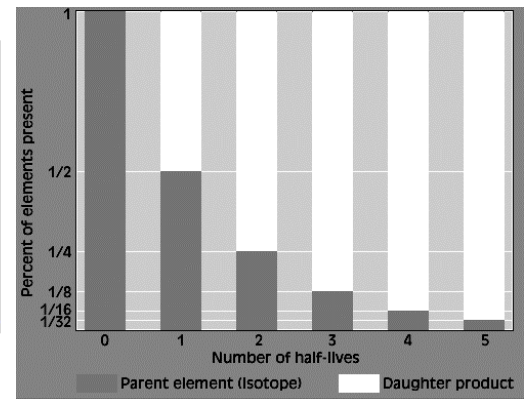
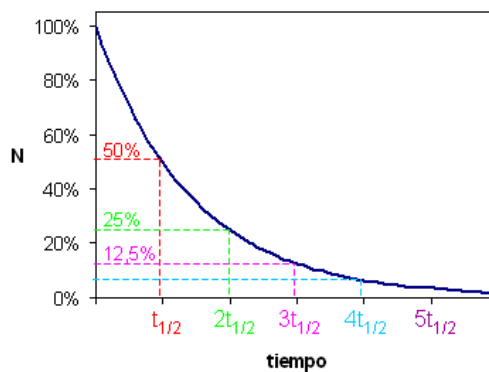
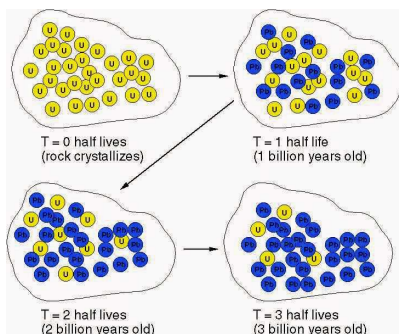
átomos dos minerais que forman as rochas as forzas

que unen os neutróns e os protóns do seu núcleo, en ocasións, son débiles e dan lugar a un isótopo inestable chamado isótopo radioactivo (elemento pai) que se descompón espontaneamente dando lugar a outro isótopo diferente pero máis estable (elemento fillo). Estes cambios pódense dar grazas ás emisións de protóns, ou de neutróns, de electróns... A este proceso, que libera unha gran cantidade de enerxía, se lle coñece como desintegración radioactiva e realízase sempre a unha **velocidade constante e é independente de calquera variable físico-química do ambiente.**

Chamamos **vida media** dun elemento radioactivo é o tempo que tardan a metade dos átomos dun elemento pai radioactivo inestable en dar lugar a un elemento fillo máis estable. Esta vida media é constante e coñecida, e varía dende menos dun segundo a millóns de anos.

Isótopo inestable (pai) $\longrightarrow$ isótopo estable (fillo)

Medindo a proporción de elementos pais e fillos nunha rocha e coñecendo a súa vida media pódese calcular a idade da rocha.



Os principais pares de isótopos radioactivos son :

- Os cinco pares utilizados para rochas magmáticas e metamórficas son :

$Ur^{238} - Pb^{206}$

$Ur^{235} - Pb^{207}$

$K^{40} - Ar^{40}$

$Th^{232} - Pb^{208}$

- Para materia orgánica (pole, osos,...) e tamén para rochas sedimentarias recentes ou sedimentos de glaciares, utilízase o método do C^{14}

○ Método do C^{14} :

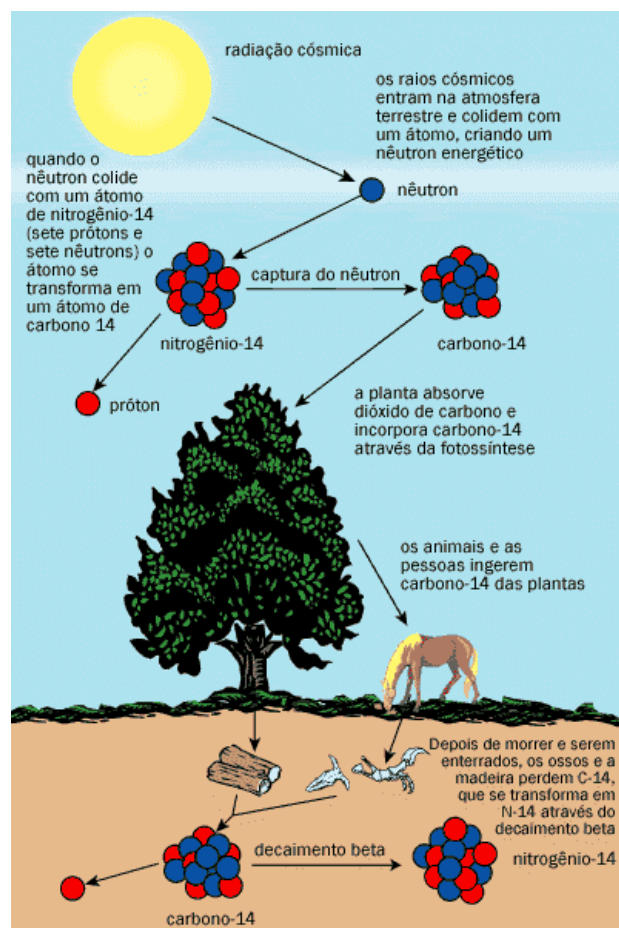
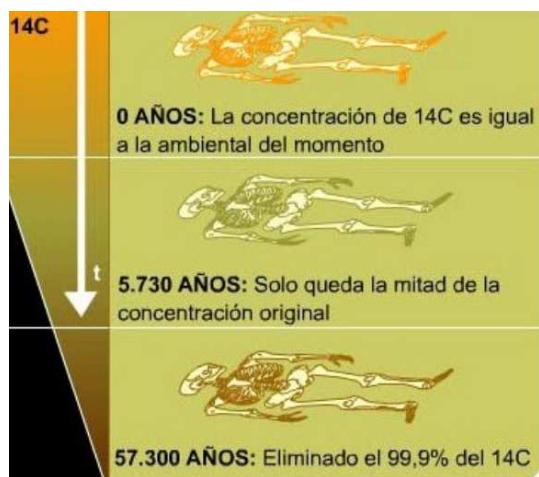
O isótopo C^{14} é un isótopo radioactivo que ten unha **vida media de 5730 anos** (cunha marxe de +/- 30 anos). Usado so con materia orgánica cun máximo de 50.000 anos.

O isótopo de C^{14} atópase na atmosfera como consecuencia do bombardeo dos raios cósmicos (partículas de moita enerxía) sobre o N^{14} que o converten en C^{14} .

Este C^{14} xunto cos outros isótopos de C (C^{12} e C^{13}) son absorbidos polos seres vivos **nunhas proporcións constantes e coñecidas**, e pasan ao resto dos seres vivos a través das cadeas tróficas, o que se coñece como “ciclo do C.” O C^{14} vaise perdendo ao descompoñerse outra vez en N^{14} . Mentras esté con vida as proporcións C^{14}/C^{12} mantense constantes ao incorporar o ser vivo C^{14} . A morte

do ser vivo as proporcións C^{14}/C^{12} no ser vivo van diminuindo o transformarse o C^{14} en N^{14} e non haber renovación.

Coñecida a proporción C^{14}/N^{14} dun resto arqueolóxico e a velocidade de semidesintegración do C^{14} pódese facer a datación dese resto arqueolóxico ou sedimento.



B. Método estratigráfico do estudo das varvas glaciares:

As varvas glaciares son pares de estratos/sedimentos producidos anualmente en relación con cambios estacionais, en forma de bandas claras e escuras acumulados nos lagos glaciares. A banda clara é de limo-arena e fórmase en primavera-verán cando os aportes dos ríos ao lago son maiores, e a banda escura é arxilosa e rica en materia orgánica e depositase cando o lago está xeado, é dicir no inverno. En conxunto unha banda clara e unha escura forman 1 ano. Contando o número de varvas glaciares determínase a idade do sedimento glaciar.



A ESCALA DO TEMPO XEOLÓXICO

Os **4600 m. a. da Terra** divídense en unidades temporais formando a escala de tempo xeolóxico. Esta escala está formada realmente por 2 escalas, é unha escala dual:

- Escala xeocronolóxica:** é de **tipo numérico** e toma como referencia o momento presente. Segundo esta escala existen as seguintes divisións:
 - Eóns. Cada eón divídese en varias eras.
 - Eras. Cada era divídese en varios períodos

- c. Períodos. Cada período divídese en varias épocas
- d. Épocas. Cada época ten varias idades
- e. Idades.

Estas divisións teñen a súa equivalencia na escala cronoestratigráfica

b) **Escala cronoestratigráfica:** baseada no **estudo dos estratos** e apoiada nos grandes eventos xeolóxicos e biolóxicos. Cada unidade cronoestratigráfica é un conxunto de rochas formadas durante un tempo determinado e que son diferentes a outros conxuntos de rochas. Segundo esta escala existen as seguintes divisións:

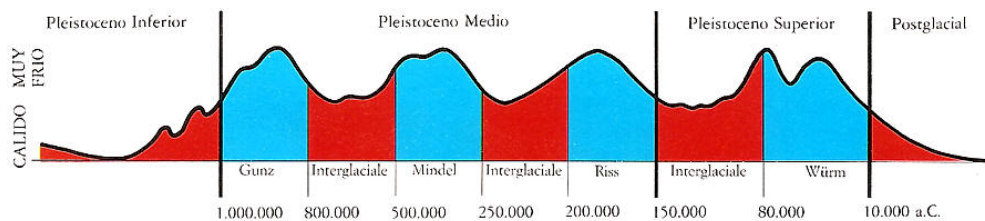
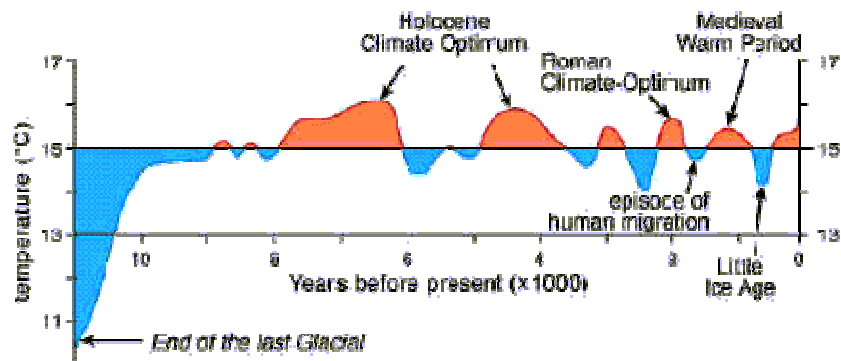
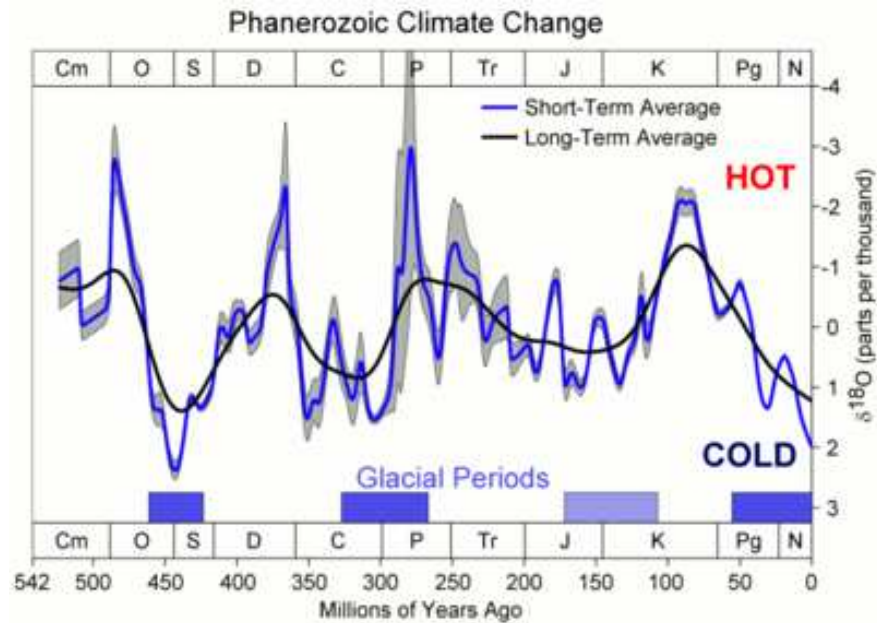
- a. Eonotemas: unidade cronoestratigráfica de maior rango que equivale aos materiais formados durante un eón. Hai 2 eonotemas :
 - 1. **Precámbrico:** todo o anterior ao Cámbrico (ata fai 570 m. a.)
 - 2. **Fanerozoico:** dende o Cámbrico ata a actualidade

- b. Eratemas
- c. Sistemas
- d. Series
- e. Pisos.

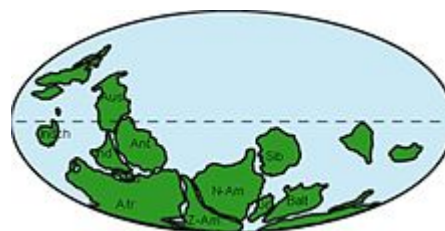
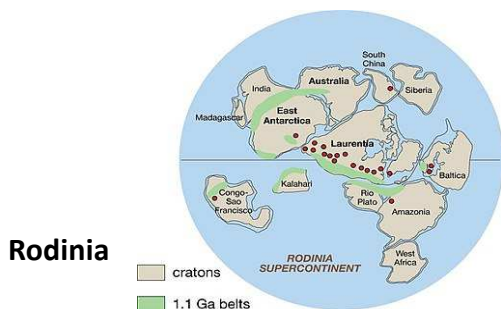
Geocronolóxicas (tiempo)	Cronoestratigráficas (cuerpos de roca)
Eón	Eonotema
Era	Eratemala
Período	Sistema
Época	Serie
Edad	Piso

anos	EÓN/EONTEMA	ERA/ERATEMA	PERÍODO/SISTEMA	ÉPOCA/PISO
4600ma	PRECÁMBRICO	Azoica/hádico		
		arcaica		
		proterozoica		
570ma	FANEROZOICO <i>vida visible</i>	PALEOZOICO <i>vida antigua</i>	CÁMBRICO (570-510 ma)	
			ORDOVÍCICO (510-445ma)	
			SILÚRICO (445-410ma)	
			DEVÓNICO (410-360ma)	
			CARBONÍFERO (360-290ma)	
			PÉRMICO (290-250ma)	
250ma		MESOZOICO <i>vida media</i>	TRIÁSICO (250-205ma)	
			JURÁSICO (205-135ma)	
			CRETÁCICO (135-65ma)	
65 ma		CENOZOICO <i>vida reciente</i>	TERCIARIO (65-2,5ma) Paleoxeno e Neóxeno	paleoceno
				eoceno
				oligoceno
				mioceno
				plioceno
2,5 ma			CUATERNARIO (2,5-hoxe)	pleistoceno
				holoceno

PALEOCLIMATOLOGÍA= glaciaciones



PALEOXEOGRAFÍA: a distribución dos continentes antes do PC é de difícil seguemento debido a que o tempo borra as probas dos acontecementos xeolóxicos. Aínda así, hai probas da existencia duha única masa continental, chamada **RODINNIA** fai uns +/- 1000 ma. Esta fracturouse e fai uns +/- 600 ma os continentes volveron a xuntarse orixinando outra masa supercontinental: **PANNOTIA** (Panxea I). Pannotia evoluciona o longo de todo o Paleozoico, volvéndose a formar a finais deste o **PANXEA**, do que xa temos información detallada da súa evolución.



Pannotia (Panxea I)

paleozoico

G= GONWANA (AFRICA+SUDAMÉRICA+AUSALIA+INDIA+ANTÁRTIDA)
L= LAURENTIA (NORTEAMÉRICA +GROENLANDIA)
B=BÁLTICA (RUSIA+NORTE DE EUROPA)
LR= LAURRUSIA (LAURENTIA+BÁLTICA) = L + B

CÁMBRICO-ORDOVÍCICO: Separación Panxea I en GONDWANA o sur e LAURENTIA+BÁLTICA o norte.



LAURENTIA

BÁLTICA

GONDWANA

SILÚRICO-DEVÓNICO: LAURENTIA E BÁLTICA colisionan (**oróxenia Caledoniana**) formándose LAURRUSIA



LAURRUSIA

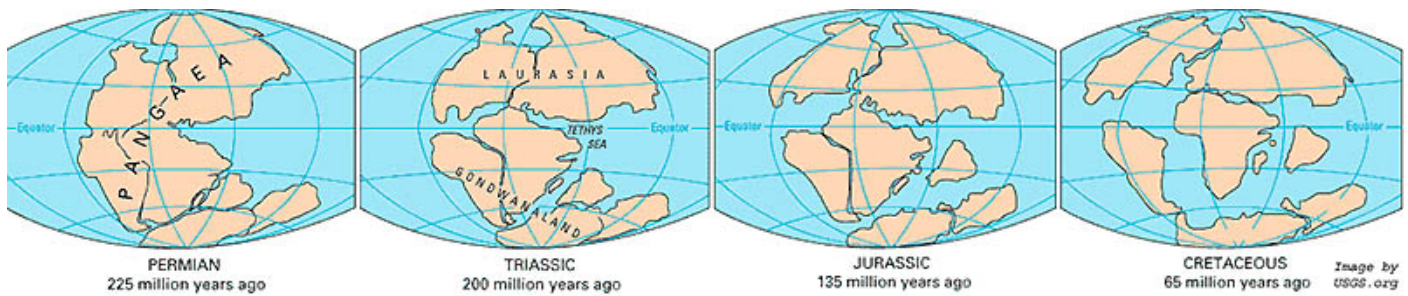
GONDWANA

CARBONÍFERO-PÉRMICO: formación Panxea II por colisión de Laurussia e Gonwana (**oroxenia Varisca**)



PANXEA II

mesozoico = gondwana e laurasia separadas por mar de Tetis



XEOLOXÍA HISTÓRICA: A HISTORIA DA TERRA

PRECÁMBRICO. (90 % do tempo da historia da Terra)

4600-4000 ma.

- Período de formación, arrefriamento e consolidación da Terra con diferenciación en capas por diferenzas de densidade dos materiais.
- Formación da Lúa fai 4500- 4400 ma por impacto dun protoplaneta.
- Rochas máis antigas. Datáronse circóns dunha cuarcita en 4100 – 4200 ma

4000- 2500 ma.

- Aparece a vida na Terra: organismos procariotas
- Fai 2.800 ma. Xurde a fotosíntese. Produción de O₂

2.500- 570 ma.

- Fai uns 2000 ma. aparecen os primeiros **organismos eucariotas** por endosimbiose.
- Fai 600 ma. **fauna de Ediacara**: fósiles de animais invertebrados pluricelulares con tecidos diferenciados.
- Hipótese Bola de neve
- A finais do PC os continentes están agrupados nun supercontinente: Pannotia (**Panxea I**)

FANEROZOICO= PALEOZOICO+MESOZOICO+CENOZOICO

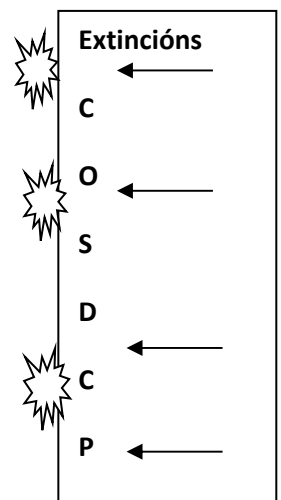
ERA 1ª OU PALEOZOICO: 570-250 ma. ERA dos TRILOBITES

PALEOXEOGRAFÍA= empeza cun Panxea – rompe – e volve a formarse o final outro Panxea

- Dispersión do Panxea I polo que aparecen novos océanos e continentes para volver a xuntarse de novo o final da era orixinando o Panxea II (Ciclo de Wilson completo). Neste período Gondwana non se fragmenta.
- **Dúas oroxenias**, a Caledoniana ou Caledónica (Silúrico-Devónico inf) e a Varisca (Devónico-Carbon.)

BIOSFERA= empeza coa extinción Ediacara (PC), remata coa extinción Pérmica e hai dúas máis no medio

- **Extinción** da fauna de Ediacara (finais PC comezo Cámbrico)
- Gran explosión cámbrica
- 1º peces (-500 ma Ordovícico)
- **1ª Extinción** Ordovícica-Silúrica
- 1º plantas terrestres –sen sementes- (-400 ma Silúrico)



- 1º Ximnospermas –con sementes- (-370 ma Carbonífero)
- 1º anfibios (-360 ma Carbonífero)
- 1º réptis= ovo amniota (-300 ma Carbonífero)
- **2ª Extinción** Devónico-Carbonífera
- **3ª Extinción** Pérmica

PALEOCLIMATOLOXÍA= empeza e remata cunha glaciación. Outra na metade.

- Remata a glaciación Eocámbrica
- Dúas glaciacións: 1ª: ordovício-silúrica e 2ª: carbonífera

Cámbrico: 570 -510 ma.

- Gran **explosión cámbrica da vida** ou gran radiación da vida: aparecen fósiles moi abundantes a partires deste momento, entre outras razóns porque aparecen moitos organismos con estruturas duras, caparazóns, cubertas, dentes, etc. Aínda que tamén hai fósiles de esponxas, vermes, artrópodos...
- Pannotia fragmentase en: **Gondwana** cara ao polo Sur e 3 continentes pequenos: **Laurentia, Siberia e Báltica** cara ao Norte, separados polo océano Iapetus (Japetus).

Ordovício: 510-445 ma.

- Aparecen os **primeiros peixes**
- **primeira das 5 grandes extincións na que se perderon o 85% das especies de fauna mariña**, posiblemente por un descenso do nivel do mar a causa dunha gran glaciación.
- Glaciación ordovício-silúrica

Silúrico: 445-410 ma.

- Aparecen a vida no medio terrestre: **plantas terrestres**, e a finais do Silúrico aparecen os insectos sen ás.
- Prodúcese a **oroxenia Caledónica** polo choque entre os continentes do Norte: Báltica e Laurentia e Siberia, que forman Laurussia. Esta oroxenia afectou sobre todo ao que agora é Noruega, Irlanda e Reino Unido. Formación do océano Rheico. Neste océano Rheico existirían distintos arcos illa e pequenas masa continentais.

Devónico: 410-360 ma

- **Colonización do medio terrestre, por anfibios**
- Aparecen as primeiras **plantas con sementes: as ximnospermas**.
- Comeza o choque entre Gondwana (o sur) e Laurussia (o norte) **iniciándose a oroxenia Varisca**
- **Segunda gran extinción**, parece que por unha redistribución dos continentes que reduce a extensión das plataformas continentais.

Carbonífero: 360-290 ma.

- Desenvolvemento de **peixes cartilaxinosos** e os **peixes óseos**.
- **Bosques** de fentos arborescentes que darán lugar os xacementos de **carbón**.
- Aparecen os **primeiros réptiles**.
- Choque continental xa total entre Laurussia e Gondwana producíndose a **Oroxenia Varisca** en Europa e Norteamérica, formación dos Apalaches no Sur, e **peche do océano Rheico**. O que orixina a **formación da Panxea II**
- A atmosfera ten unha alta concentración de osíxeno: 35 % fronte ao 21 % actual, o que podería ser a causa do xigantismo de moitas especies.

Pérmico: 290-250 ma.

- A finais do Pérmico comezo do Triásico **sucedeu a maior das extincións**. Desapareceron o 90 % das especies mariñas, e o 70 % dos vertebrados terrestres. Causas suxeridas: vulcanismo extremo (enorme meseta basáltica siberiana -7 mill km²-) que aumentó os niveis de CO₂ atm= aumento Tª media uns 5 ºC + liberación brusca de gases de efecto invernadoiro atrapados como hidratos de metano nos fondos oceánicos (relacionado coa causa anterior debido o aumento da Tª da auga do mar pola actividade volcánica) + redución dos niveis de O₂ atm (do 30% ao 10%)
- O supercontinente favorece a aridez e o clima extremo. Non hai casquetes polares.

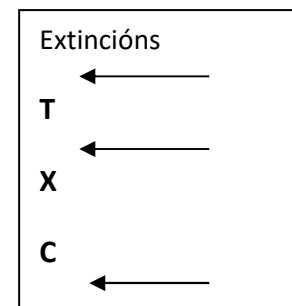
ERA 2ª OU MESOZOICO: 250-65 ma. ERA DOS DINOSAURÓS/ERA DOS AMONITES

PALEOXEOGRAFÍA

- comeza a dispersión do PANXEA II. Arredor do Atlántico fórmanse estruturas distensivas (por estiramento da corteza continental) que orixinan grandes cuncas sedimentarias, como a do Mar do Norte, que almacenarán grandes depósitos de sedimentos ricos en materia orgánica= petróleo.

BIOSFERA: comeza coa extinción Pérmico-Triásica e remata coa extinción Cretácica. Extinción Triásico-Xurásica no medio

- Dominio dos réptis (Dinosaurios)
- 1ª Mamíferos (-200 ma)
- 1ª aves (-150 ma)
- 1ª flores compostas (Anxiospermas) (- 130 ma)
- Radiación dos insectos. Polinización.
- Orixe da maioría dos xacementos de petróleo (-110, -80 ma)
- **4ª Extinción** Triásico-Xurásica
- **5ª Extinción** Cretácica (Límite KT)
- Expansión dos mamíferos



PALEOCLIMATOLOXÍA: clima tropical-subtropical

TRIÁSICO: 250-205 ma.

- Aparecen os **primeiros mamíferos**
- Os **réptiles** encomezan a dominar os continentes.
- **Extinción Triásico-Xurásico:** danse repetidas extincións que afectan tanto a fauna mariña como continental.
Causas suxeridas: regresión extrema + empeoramento do clima, gran actividade volcánica, meteorito?

XURÁSICO: 205-135 ma.

- Os mamíferos son comúns pero pequenos. Xorden as **primeiras aves** a partir dun grupo de dinosaurios.
- Os **grandes réptiles** dominan o ecosistema terrestre e aumentan de tamaño, pero xa están plenamente establecidos os **crocodilos e tartarugas**.
- Na rexión do océano Tetis xorde un rift que dará lugar ao **primitivo océano Atlántico**

CRETÁCICO: 135-65 ma.

- Aparecen as **plantas con flores ou anxiospermas**.
- A finais do Cretácico o mar de Tetis estaba colonizado por plancto que se transformou posteriormente en **petróleo**.
- A **extinción de finais do Cretácico** é a máis coñecida. Existen hipóteses que apuntan como responsable ao impacto dun asteroide na rexión do Iucatán en México, e recentes investigacións apuntan tamén a unha intensa actividade volcánica en Decán (Índia) e ao cambio climático que xerou. Ou unha combinación das 2 causas. Desapareceu entre un 50 e un 60% das especies mariñas, un 20 % dos animais terrestres (no tartarugas, no crocodilos, no serpes, no lagartos. Todas dinosauros e pterosauros) un 14 % dos animais de auga doce. Devastación masiva da flora.
Causa suxerida: Hipótese do Gran Impacto: un meteorito o cometa duns 10+/- 4 km de diámetro viaxando a uns 20 km/s colisionou na Terra na zona do Iucatán (Cráter Chicxulub) orixinando:
 - Aumento térmico instantáneo de varios grados en todo o planeta. Incendios a escala planetaria (cinzas nos sedimentos do límite KT). Se o impacto foi sobre o océano tsunamis de varios km de altura.
 - Atmósfera quedou cargada de partículas. Tardaría entre 3 y 6 meses en quedar relativamente limpa de po e smog.
 - Período de escuridade. Diminución brusca da Tª, cese da actividades fotosintética. Colapso das cadeas alimenticias.
 - Chuvia moi ácida (ph próximo a 1)
- América do Sur e África sepáranse e o **Atlántico ábrese por completo**, e tamén sepárase a Índia de Madagascar

ERA CENOZOICA (65 ma ata a actualidade)= TERCIARIO (65 -2,5) CUATERNARIO (2,5-hoxe) O MUNDO DOS MAMÍFEROS

TERCIARIO

- Os bosques temperados chegan ata os polos e a rexión chuviosa tropical ata os 45 ° norte.
- Primeiros primates
- Australia sepárase da Antártida.
- Oroxenia Alpina: a interacción dos bloques continentais do Panxea II da lugar as grandes cordilleiras actuais (Andes, Alpes, Himalaia, etc) así como os grandes océanos. Se forma el Atlántico, Pacífico, Índico e o Mar Mediterráneo. Norte e Sudamérica desprázase cara á zona de subducción do Pacífico e fórmanse as Rochosas e os Andes
- O empurre de África pecha o Mediterráneo. Desécase o Mediterráneo.
- Cara ao final, fai 3,5 m. a péchase o istmo de Panamá. Orixinando un Gran Intercambio Americano de fauna de mamíferos entre o Norte e o Sur, e a extinción de ungulados nativos e carnívoros marsupiais en América do sur

CUATERNARIO: 2,5 ma. – actualidade (series: pleistoceno- holoceno - ANTROPOCENO???)

- Os continentes teñen a distribución actual.
- Altéranse as **glaciacións e períodos interglaciais**. Durante o máximo glaciador o 30 % da superficie estaba cuberta polo xeo (na actualidade un 10%),

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

provocando un descenso do nivel do mar de ata 120 m.

- Aparece o **xénero Homo en África fai 2,5 ma.**
- Colonización de Homo sapiens en todos os continentes.

O CAMBIO GLOBAL: o ANTROPOCENO

Nos 4600 m. a. a Terra experimentou modificacións intensas, incluso algunhas moi importantes como por exemplo o paso da atmosfera redutora cunha alta irradiación ultravioleta a unha atmosfera oxidante cunha capa de ozono, debido á acción de bacterias fotosintéticas.

Hoxe en día o **cambio global** considérase que é o **conxunto de cambios ambientais que afectan a toda a Terra e son causados pola actividade humana, especialmente cambios naqueles procesos que determinan o funcionamento do planeta.**

Inclúense neste concepto as actividades dos seres humanos que aínda que se exercen localmente, teñen efectos en toda a Terra.

O **cambio climático** é unha consecuencia da actividade humana sobre o sistema climático global, afecta a procesos fundamentais e é único na historia do planeta por 2 razóns :

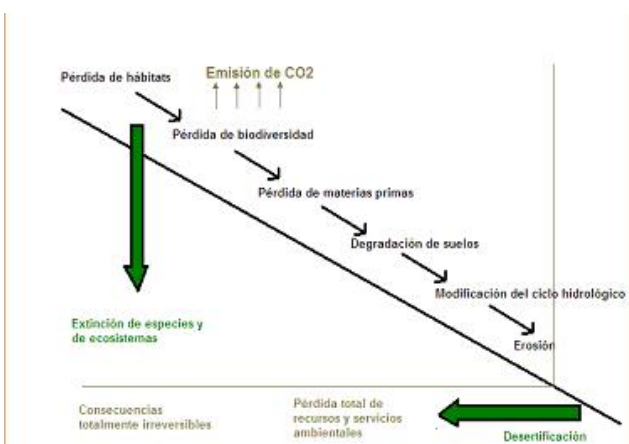
- A rapidez coa que suceden os cambios, en décadas (por exemplo as variacións da concentración de CO₂)
- O Homo sapiens é a única especie responsable destes cambios.

Os puntos chave do cambio global son :

- Rápido crecemento da poboación humana que superou os 7400 millóns en 2016 e estímase que rondará 12300 millóns no ano 2100.
- O incremento do consumo de recursos naturais apoiado polo desenvolvemento tecnolóxico.



Os cambios nos ciclos dos elementos xeoquímicos son tan profundos que xa se propuxo na escala cronoestratigráfica internacional unha nova serie: o **Antropoceno**, que tería comezado a finais do s. XVIII coa invención da máquina de vapor, o inicio da industrialización e o emprego de combustibles fósiles, a explosión demográfica e o comezo do aumento das concentracións de CO₂ e metano na atmosfera.



Evolución estimada de la población mundial

La ONU estima que en 2020 habrá 7.795.482.000 personas en el mundo

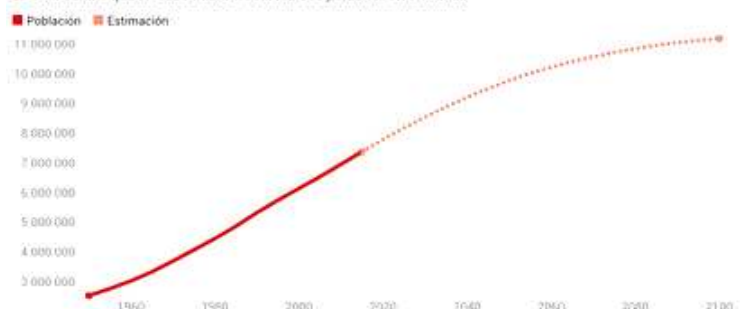


Chart: The Conversation, CC BY-ND - Fuente: ONU - Get the data - Created with Datawrapper