

Quincena 7

2ª Avaliación

Unidade 8 O REXISTRO XEOLÓXICO

Fai “click” enriba do apartado ao que queiras dirixirte

1. REXISTRO XEOLÓXICO	2
1.1. O rexistro estratigráfico.....	3
1.2. O rexistro fósil	3
2. FÓSILES E FOSILIZACIÓN	4
2.1. Fósiles.....	5
2.2. Fosilización	6
2.2.1. Proceso de fosilización máis frecuente.....	6
2.2.2. Outros procesos de fosilización.....	7
3. MÉTODOS DE DATACIÓN CRONOLÓXICA	7
3.1. Tipos de datación	8
3.2. Métodos, reloxos xeolóxicos e precisión.....	9
3.3. A ordenación de acontecementos no método estratigráfico.....	10
3.4. Determinación da idade por datación radiométrica	11
4. DIVISIÓN DO TEMPO XEOLÓXICO	13
4.1. As divisións da historia da Terra: A escala cronoestratigráfica	14
4.2. Criterios para a subdivisión da escala cronoestratigráfica	15

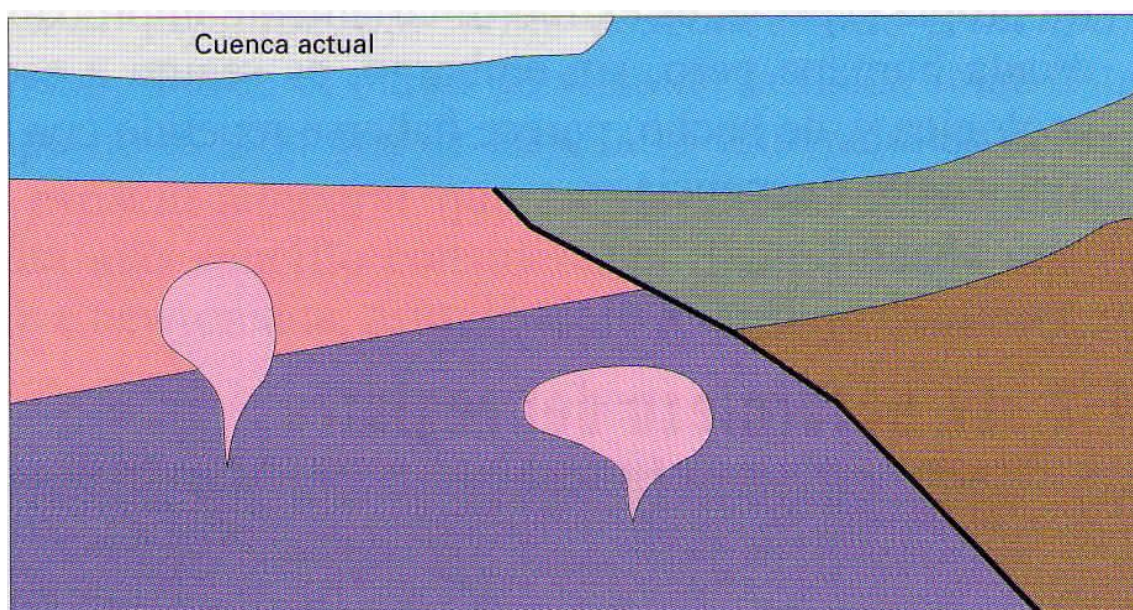
1. REXISTRO XEOLÓXICO

Denomínase **rexistro xeolóxico** ao conxunto de rochas e fósiles que compoñen a codia terrestre. Este rexistro está constituído por dous compoñentes independentes: o **rexistro estratigráfico**, formado polos corpos rochosos, e o **rexistro fósil**, formado polos fósiles.

Desgraciadamente, o rexistro xeolóxico é incompleto e borroso. Convén lembrar que moitas das rochas formadas no noso planeta foron destruídas ao longo da historia xeolóxica e, por tanto, a información que contiñan desapareceu. Así, na codia continental detruíronse e destrúense grandes cantidades de rochas como consecuencia dos procesos de denudación. Por outra parte, nos bordos converxentes das placas desaparecen, por subducción e fusión na astenosfera, unha grande parte das rochas da codia oceánica. Ademais, a información orixinal pode ser escurecida, desordenada e incluso borrada pola acción dos procesos ígneos, metamórficos e tectónicos. Como é lóxico, as rochas máis antigas sufriron estes efectos destrutivos e escurecedores con máis intensidade que las rochas máis modernas. Por iso, en xeral, o rexistro xeolóxico faise cada vez máis fragmentario, incompleto e escuro ao aumentar a antigüidade dos materiais.

O rexistro xeolóxico da codia oceánica proporciona datos de extraordinario interese e precisión, pero so para a reconstrución dos últimos 180 millóns de anos de historia da Terra, xa que non se conserva codia oceánica de maior antigüidade. Por iso, a maior parte da historia xeolóxica do noso planeta debe ser reconstruída a partir dos datos obtidos das antigas cuncas sedimentarias que constitúen unha parte importante da codia continental (unha *cunca sedimentaria* é unha zona afundida da codia terrestre na que se acumulan sedimentos procedentes dos sectores circundantes máis elevados).

Desgraciadamente, esta codia experimentou unha historia moi complexa, que converteuna nun auténtico «puzzle» de grandes *unidades corticais*, moitas das cales corresponden a antigas cuncas sedimentarias modificadas por procesos de deformación, metamorfismo, intrusión y denudación. En algunhas ocasións, unidades que se formaron en lugares moi diferentes e afastados poden atoparse hoxe en día xuntas como consecuencia do achegamento e colisión entre bloques continentais.



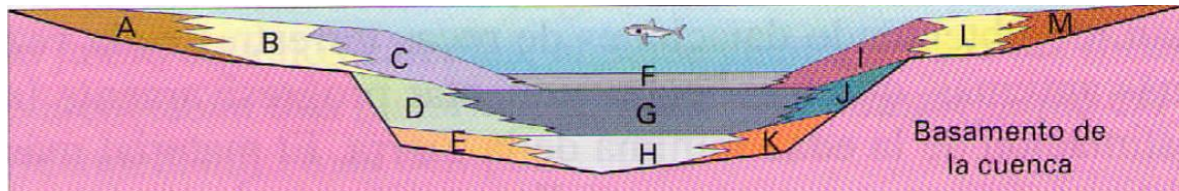
Fragmento da codia continental que amosa a complexidade na distribución das súas unidades corticais. Lembra que cada unha destas unidades está constituída a su vez por un grande número de corpos rochosos. A liña grosa representa unha antiga sutura intracontinental.

Resulta doado comprender que a complexidade estrutural da codia continental non facilita a tarefa de desentrañar a historia da Terra, que, por outra parte, esixe afrontar e resolver tres tipos de cuestións:

- **Reconstruír o rexistro xeolóxico das diferentes cuncas:** elaborando modelos tridimensionais que amosen a distribución dos corpos rochosos que constitúen o recheo de cada unha delas. Os modelos deben ir acompañados da correspondente escala de referencia temporal.
- **Interpretar a historia de cada cunca:** que comezaría coa reconstrución das condicións de formación de cada un dos corpos rochosos, e culminaría coa reconstrución dos diferentes eventos xeolóxicos que se foron sucedendo ao longo da evolución da cunca.
- **Integrar globalmente as interpretacións anteriores:** elaborando para diferentes momentos da historia xeolóxica, mapas paleoxeográficos, que reflicten a xeografía do planeta, reconstrucións paleoclimáticas globais, etc. A integración finalizaría coa reconstrución da evolución temporal dos acontecementos xeolóxicos que se sucederon ao longo da historia da Terra.

1.1. O rexistro estratigráfico

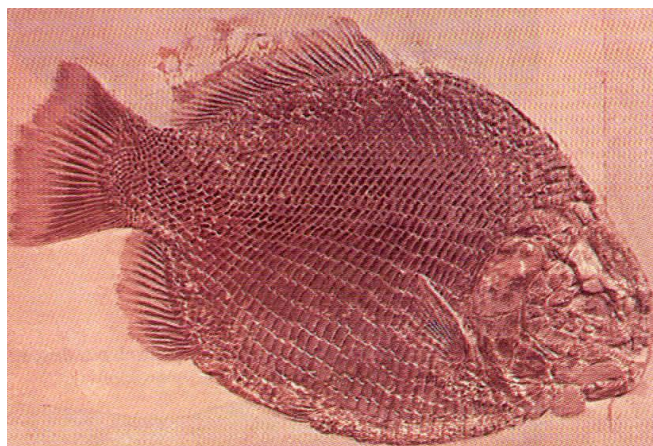
O **rexistro estratigráfico** está constituído polo conxunto de corpos rochosos que forman a codia terrestre. Clasicamente, definiuse a estratigrafía como a ciencia que estuda as rochas estratificadas. Sen embargo, como todas as rochas (sean sedimentarias, ígneas ou metamórficas) formáronse nun determinado lugar e momento, a **estratigrafía** pode definirse como o estudo das rochas e da súa distribución no espazo e no tempo co obxecto de reconstruír a historia da Terra. En calquera caso, unha parte fundamental do rexistro estratigráfico está constituída por sedimentos depositados en antigas cuncas sedimentarias.



Esquema moi simplificado dunha cunca que amosa os corpos sedimentarios que constitúen o seu recheo.

1.2. O rexistro fósil

Os **fósiles**, que xeralmente se atopan incluídos en rochas sedimentarias, son o resultado da transformación de restos ou sinais que foron producidos por organismos que vivían no pasado. O conxunto de procesos que transforman os restos ou sinais en fósiles recibe o nome de **fosilización**. A ciencia que se ocupa do estudo dos fósiles é a **paleontoloxía**. Denomínase **rexistro fósil** ao conxunto de todos os fósiles presentes na codia terrestre.



Este fósil dun pez xurásico presérvase grazas a que, no proceso de fosilización, os tecidos orixinais transformáronse en materiais diferentes de natureza mineral.

Os fósiles poden ser moi útiles en Xeoloxía e Bioloxía sempre que a información que conteñen se interprete correctamente. Así, entre outras cousas, o estudo do

rexistro fósil permite comprobar a realidade do proceso de evolución e determinar certos aspectos do mesmo, como a intensidade, o ritmo, a natureza e a dirección dos cambios evolutivos. Ademais, tamén permite establecer escalas temporais que serven de marco de referencia na historia da Terra. Finalmente, os fósiles axudan a reconstruír os medios sedimentarios, a paleoxeografía e a paleoclimatoloxía de épocas pasadas.

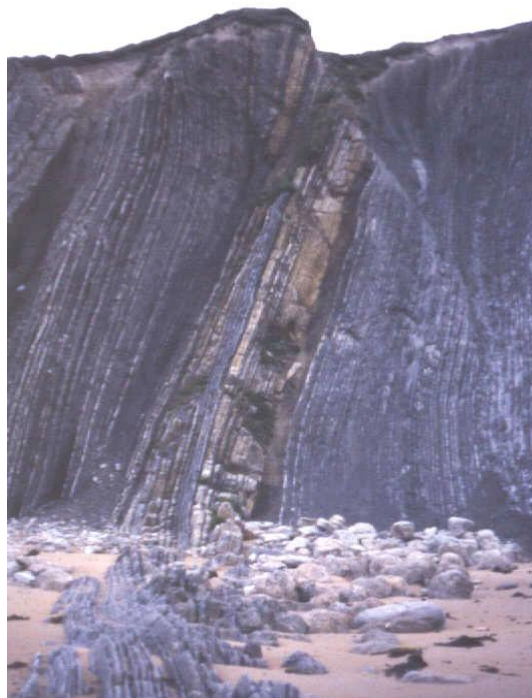
2. FÓSILES E FOSILIZACIÓN

As rochas sempre aportan información sobre a súa orixe e se xurdiron na superficie terrestre, como é o caso das rochas sedimentarias, moitas volcánicas e algunha metamórfica, nos proporcionarán información, ademais, do medio no que se formaron.

De todas, as **rochas sedimentarias** son as máis abundantes da superficie terrestre (aínda que non da Terra), posto que se forman na mesma superficie; por iso son as que maior información nos poden facilitar e as que podemos estudar con máis facilidade.

Aparte desta abundancia, as rochas sedimentarias son interesantes para o estudo da Terra por dúas circunstancias:

- Unha, pola súa formación a partir de restos doutras rochas preexistentes, restos que reciben o nome de **sedimentos**. Estes sedimentos deposítanse sempre en zonas baixas, normalmente os fondos de mares ou lagos, uns enriba doutros, orixinando, por compactación, as rochas sedimentarias. Dispóñense en capas chamadas **estratos**. Os estratos están colocados orixinalmente de forma horizontal (principio de horizontalidade dos estratos) e segundo a súa idade, os de maior antigüidade máis abaixo e os máis recentes enriba e polo tanto permiten establecer cronoloxías relativas (principio de superposición dos estratos) como veremos máis adiante. Conteñen, ademais, información daqueles medios que deron lugar aos sedimentos.
- Outra, que as rochas sedimentarias son as únicas, coa soa excepción das lousas, que poden conter fósiles, é dicir, restos de seres vivos.



Os estratos deposítanse de forma horizontal: cando aparecen verticais é porque interviñeron forzas internas que cambiaron a súa disposición orixinal.

Estas dúas características son fundamentais, posto que nos permiten datar os estratos, tanto de forma relativa como absoluta. Estudando pois os sedimentos obteremos información do medio (mariño costeiro ou nerítico, continental, lacustre ou fluvial, etc...) e as condicións en que se depositaron.

2.1. Fósiles

Os **fósiles** pódense definir como restos de seres vivos e da súa actividade biolóxica. Tamén podemos dicir que son moldes de parte ou de todo o ser vivo, conservados en rochas sedimentarias (e lousas).

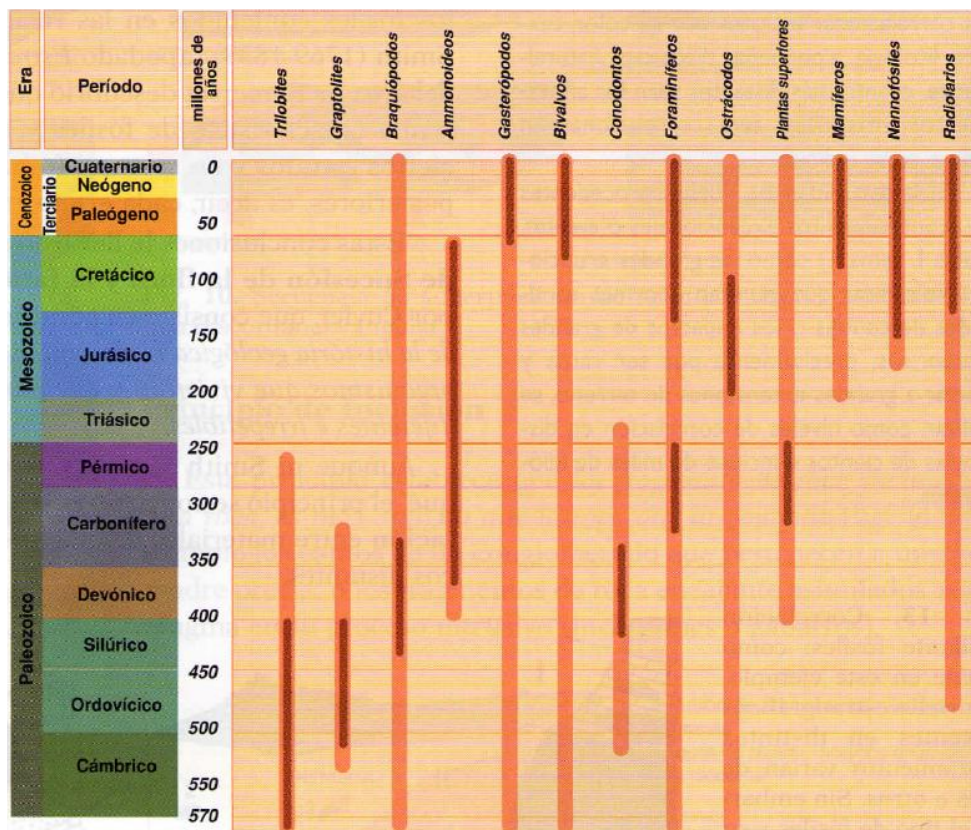
Os restos que se conservaron adoitan ser de partes mineralizadas, tales como cunchas e ósos. Non obstante, hai casos en que se mantén o ser vivo completo, como sucede cos invertebrados conservados en ámbar, os mamuts conxelados de Siberia, ou animais e plantas afundidas en fondos de zonas pantanosas.

Os fósiles son o mellor medio para datar un estrato, xa que as diferentes especies viviron en determinados momentos. Non esquezamos que algúns seres vivos viviron case dende os primeiros tempos de aparición dos seres vivos, tales como as bacterias, algúns vermes, moluscos, ourizos mariños, etc.. Outros, non obstante, só viviron en momentos moi concretos e pouco extensos, como os ammonites, os trilobites, os dinosauros, etc...



Trilobites

Estes fósiles que perduraron en períodos moi concretos son os máis interesantes para datar os estratos en que se atopan e denomínaselles **fósiles guía**. Pero os fósiles non só permiten datar rochas, tamén ilustran, mellor que nada, o ambiente no que viviron e morreron, isto é, se era un fondo mariño, unha zona costeira, de augas cálidas ou frías, a profundidade, os climas, etc...



Distribución dos fósiles característicos ou fósiles-guía, dende o Cámbrico á actualidade. As partes escuras de cada trazo indican o intervalo de tempo no que suministran unha información máis precisa. As partes claras dos trazos, indican os intervalos nos que están presentes, pero suministrando unha información menos valiosa.

Tamén se consideran fósiles os restos das actividades dos seres vivos como, as súas pegadas ou **icnofósiles**, excrementos ou **coprólitos**, pedras inxeridas para facilitar a dixestión ou **gastrolitos**, etc. Por exemplo, en grande cantidade de bisbarras coñecemos a presenza de dinosauros polas pegadas que deixaron.

2.2. Fosilización

O habitual é que os organismos, tras morreren, sexan eliminados por preeiros, por descomposición, disolución, etc. Por esta razón, a maioría dos individuos que poboaron a Terra non se fosilizaron. Non obstante, o número medio de exemplares de cada especie é suficiente para que sexa probable, mediante a fosilización, a preservación dalgúns deles.

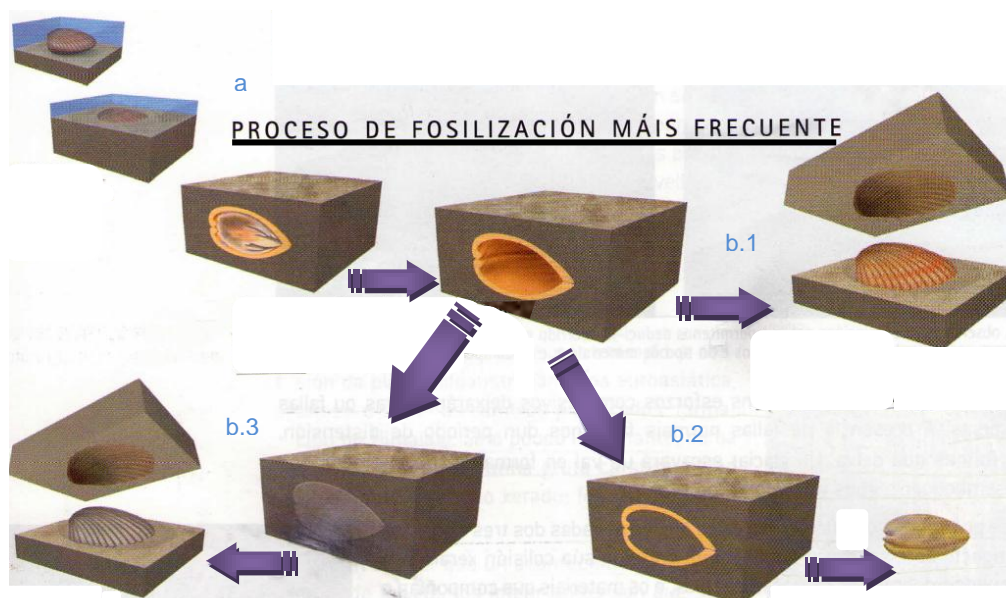
No proceso de **fosilización** o normal é que se produza unha mineralización dos restos orgánicos na que se intercambien, molécula a molécula, os seus compoñentes orgánicos ou inorgánicos por outros minerais, normalmente de sílice, carbonatos, ferro, etc... En ocasións mantivéronse detalles moi precisos do ser vivo, como é o caso dalgúns ovos de dinosauro mineralizados achados en Arxentina. Neles puidéronse estudar embrións e fetos.



Ammonites piritizado con recheo de calcita.

2.2.1. Proceso de fosilización máis frecuente

- Un organismo, por exemplo un molusco, morre e queda enterrado polos sedimentos (a).



- As partes blandas podrecen, pero a cuncha permanece o suficiente como para deixar impresa a súa superficie externa no sedimento.
- Ás veces fosiliza con pequenas transformacións mineralóxicas; por exemplo, a aragonita da cuncha pasa á calcita (b.1).
 - Noutras ocasións, o sedimento que cubriu a cuncha tamén se introduciu no seu interior, orixinándose un molde interno (b.2).

- Máis frecuentemente, a cuncha disólvese e o oco deixado é enchido por minerais achegados polas augas circulantes. Fórmase así o molde externo do organismo (b.3).

2.2.2. Outros procesos de fosilización

Aínda que o máis frecuente é que só se fosilicen as partes duras (esqueletos, coirazas, etc.), en certas condicións tamén quedan conservadas as partes blandas. Entre elas, destacan:

- **Conservación en ámbar.** O ámbar é a resina fósil de coníferas. En ocasións, algúns organismos, especialmente os insectos, quedaron atrapados nesta resina, que os preservou da descomposición bacteriana e da depredación.
- **Conservación en asfalto.** O petróleo, que se atopa no subsolo sometido a fortes presións, ás veces escapa cara á superficie. Aquí, trala súa oxidación e evaporación, queda un residuo de asfalto. Calquera animal que caia nunha poza de asfalto será preservado gracias a que esta substancia impide a acción bacteriana. Acháronse así algúns grandes mamíferos.
- **Conservación en xeo.** No solo conxelado de Siberia atopouse algún mamut tan perfectamente conservado, que puido coñecerse o contido do seu aparello dixestivo e especular coa causa da súa morte.



Insectos en ámbar.

3. MÉTODOS DE DATACIÓN CRONOLÓXICA

Os sucesos xeolóxicos acontecidos no pasado deixan pegadas observables:

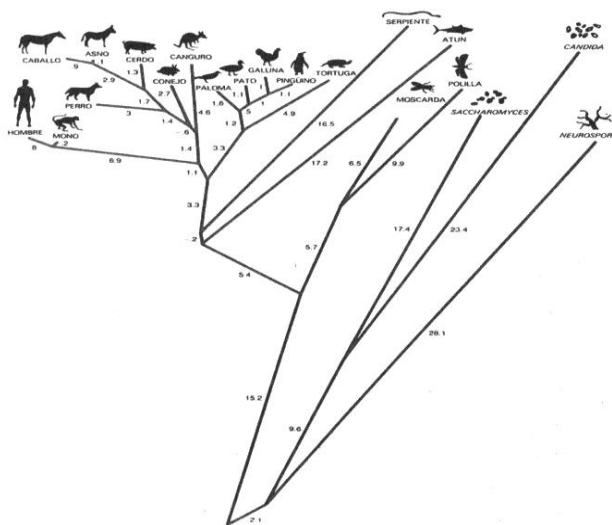
- **Os materiais xerados** (un volcán deixa piroclastos e coladas, unha inundación sedimentos finos, unha intrusión magmática forma diques e outros plutóns, ...)
- **As estruturas resultantes** (os esforzos compresivos deixan dobras e fallas inversas a escala local e rexional, oróxeos a escala continental, ...)
- **As formas modeladas** (un glaciar excava un val en U, o vento xera rizaduras, un impacto meteorítico forma un cráter, ...)

Reconstruímos os acontecementos do pasado a partir das súas pegadas aplicando os **principios do actualismo** (ver unidade 6: os acontecementos observables na actualidade son a clave para explicar os sucesos do pasado) e **do uniformismo** (os procesos xeolóxicos foron sempre os mesmos) definidos por Lyell e Hutton no século XIX. Os acontecementos así interpretados hainos que ordenar e situar no tempo utilizando **métodos de datación**, o que permite facer unha reconstrución da historia.

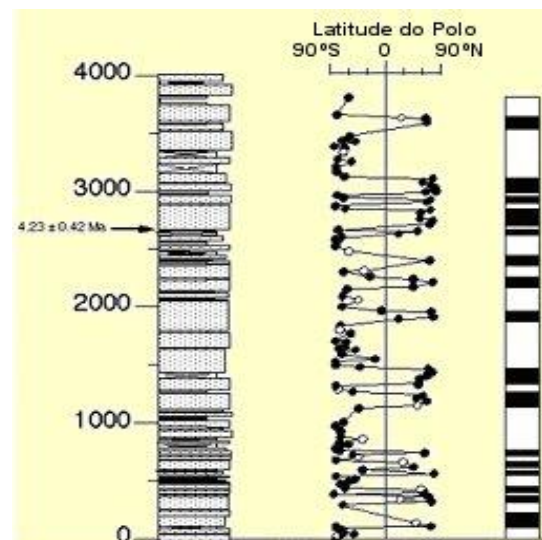
3.1. Tipos de datación

Segundo o resultado final do proceso de datación distinguimos:

- **Datación relativa**, ordena no tempo os acontecementos, establecendo unha secuencia sen ofrecer datos numéricos (“que foi antes e que veu despois”).
Cando paseamos por unha praia, imos deixando pegadas sobre as rizaduras da area. Se alguén pasa detrás de nós saberá que primeiro fixéronse as rizaduras e logo as pegadas; descoñecerá en qué momento exacto sucederon ambos os dous feitos, pero si saberá cál sucedeu antes e cál despois, é o que chamamos datación ou cronoloxía relativa.
- Para obter a datación relativa podemos basearnos en principios xeolóxicos, como son:
 - Os principios de “*superposición dos estratos*”, “*sucesión faunística*” e “*relacións cruzadas*”, é dicir, o **método estratigráfico**.
 - Os *reloxos biolóxicos* derivados dos cambios de secuencia nas proteínas (ou no ADN) de mostras fósiles, ou ben de descendentes actuais de distintas liñas evolutivas.
 - As datacións *magnetoestratigráficas*.



↑ O número de diferenzas na secuencia dunha proteína fundamental (como o citocromo) permite ordenar no tempo a separación de diferentes liñas. Trataríase dun método relativo que depende da taxa de evolución biolóxica.



↑ Escala magnetoestratigráfica: as bandas negras son cóns de polaridade normal, as brancas son de polaridade inversa. Representase a equivalencia nunha columna estratigráfica en concreto, que conta cunha medida de idade absoluta obtida por medio de métodos radiométricos.

- **Datación absoluta**, sitúa un acontecemento nunha escala cuantitativa de tempo (“cantos millóns de anos hai que ocorreu o acontecemento”).

Se unha das pegadas de antes pisou un xornal que é dese día, poderemos situar a pegada nese mesmo día, e as rizaduras pouco tempo antes, isto sería datación ou cronoloxía absoluta.

Para realizar unha datación absoluta existen moitos métodos. Diferéncianse entre si pola técnica utilizada e no rango de tempo que permiten abranguer:

Algúns unicamente permiten englobar tempos moi recentes, xeoloxicamente



Exemplo de datación absoluta: Pegada sobre as rizaduras de area dunha praia, que como pisou un xornal dese día, poderemos situala nese mesmo día.

falando. Por iso non son moi usados en Xeoloxía. Utilízanse como ferramentas para a Arqueoloxía. Estes métodos son:

- A dendrocronoloxía. Permite datar madeiros de árbores utilizadas como vigas, así como elementos asociados a elas, contando os aneis estacionais ou anuais de crecemento. Tamén as *varvas glaciais* (sedimentos lacustres nos que cada ano se deposita unha capa clara e outra escura, os *aneis de crecemento de corais* paleozoicos, ofrecen datos cualitativos.



A dendrocronoloxía é un método científico de datación baseado na análise do patrón de crecemento dos aneis das árbores.

- A termoluminiscencia. Serve para datar obxectos de arxila cocida, como a cerámicas.
- Outros, non obstante, abranguen períodos de anos moi anteriores. Constitúen as ferramentas necesarias para a datación absoluta das rochas, facilitando os datos claves para fixar a propia historia da Terra. Son, fundamentalmente, **métodos radiométricos**, tamén chamados reloxos atómicos, que constitúen o método cuantitativo de referencia, porque, en realidade, un método relativo pódese calibrar mediante este método cuantitativo de referencia (as idades radiométricas). Por isto vemos datas numéricas na escala estratigráfica, ou podemos utilizar fósiles como indicadores dunha idade determinada.

3.2. Métodos, reloxos xeolóxicos e precisión

Calquera proceso de cambio pode servir para medir o tempo e constituír un reloxo xeolóxico. O requisito é que quede dalgún xeito rexistrado nas rochas: composición isotópica ou mineralóxica, propiedades magnéticas, estrutura e disposición espacial etc.

O reloxo será máis preciso cando se fundamente nun fenómeno perfectamente regular (como a desintegración de isótopos) e menos preciso cando se base nun fenómeno que se deteña e que varíe moito a súa velocidade (como a sedimentación).

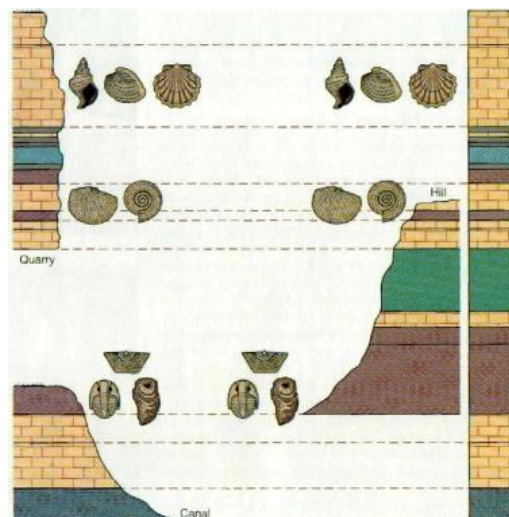
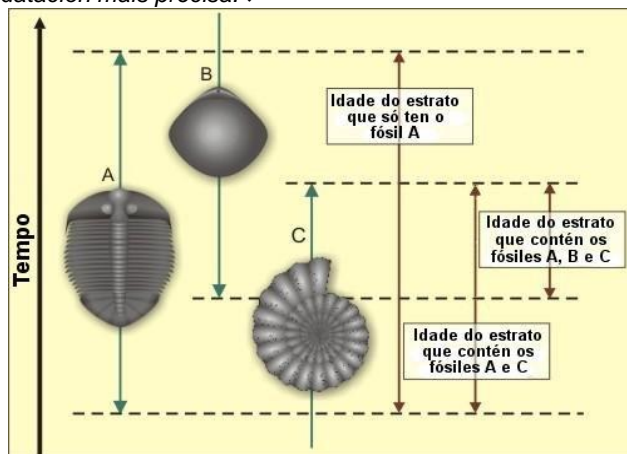
	FUNDAMENTO	PRECISIÓN E OUTRAS CARACTERÍSTICAS
RADIOMÉTRICOS	<i>Desintegración de isótopos</i> radioactivos contidos nas rochas.	Fenómeno estatisticamente constante, mantén regularidade no tempo independentemente das condicións ambientais. Data fenómenos puntuais (a formación dunha rocha) Método absoluto de referencia
ESTRATIGRÁFICOS	A <i>sedimentación</i> . O propio proceso crea rexistro: as rochas sedimentarias organizadas en estratos.	Método relativo , ordenamos os estratos en función das súas relación espaciais: <i>Principio de superposición</i> A sedimentación é un fenómeno localmente moi irregular, detense por períodos de tempo prolongados e a súa velocidade pode varían moito
PALEONTOLÓXICOS	A <i>evolución biolóxica</i> Hai unha continua especiación-estase-extinción que permite ordenar no tempo as diferentes comunidades fósiles seguindo unha historia continxente.	A secuencia de aparición e extinción sucesiva de especies (" <i>principio de sucesión faunística</i> ") establece o carácter relativo do método Fósiles que viviron períodos curtos de tempo darán maior precisión, pero só serán bos os que permitan correlacionar localidades (distribución espacial ampla)
MAGNÉTICOS	As <i>inversións da polaridade</i> do campo magnético terrestre	Os cróns de polaridade normal ou invertida son indistinguibles entre si a non ser pola secuencia dos mesmos: <i>método relativo</i> . Precisión depende da duración do cron: hainos moi curtos e de difícil correlación (" <i>excursións</i> "), tamén demasiado longos (" <i>períodos de calma magnética</i> ")

3.3. A ordenación de acontecementos no método estratigráfico

- O método deriva do recoñecemento da *sedimentación* como proceso universal caracterizado por que os novos sedimentos se depositan sempre en estratos horizontais sobre capas ou estratos previos, é dicir, uns enriba dos outros. Deste modo, salvo que se deran procesos tectónicos, os estratos máis baixos son sempre máis antigos que os estratos máis altos: "*Principio de superposición dos estratos*".
Na súa formulación orixinal (por Steno no século XVII) acompañábase do "*Principio de horizontalidade inicial dos estratos*" e polo "*Principio de continuidade lateral*".
O proceso de sedimentación nunca é continuo para un lugar en particular, e non sempre se conservan os estratos formados. Así, hai que facer a reconstrución da secuencia temporal a partir das series estratigráficas parciais conservadas en distintos lugares. Isto implica a necesidade de correlacionar as diferentes series.
- A análise do contido fósil (método paleontolóxico) foi sempre unha ferramenta complementaria. O seu fundamento é que o proceso de evolución vai producindo novas

especies ao tempo que outras se extinguen, seguindo unha secuencia determinada e un estrato nunca é anterior aos elementos, por exemplo fósiles, que contén. É o “*Principio de sucesión faunística*” de William Smith.

Cada especie fósil viviu nun tempo determinado, unha vez extinguida non pode volver a reaparecer, de modo que caracteriza un intervalo determinado de tempo. Utilizando asociacións de fósiles conseguimos unha datación máis precisa. ↓



Os fósiles permiten realizar a correlación entre series estratigráficas. A mesma combinación de fósiles en lugares diferentes indica igual idade. ↑

- O “Principio de relacións cruzadas” ou sucesión de eventos é outro complemento básico do método estratigráfico: todo proceso xeolóxico é posterior as materias e estruturas que afecta e modifica, é dicir, un proceso tectónico sempre é posterior aos estratos e rochas afectadas, e anterior aos estratos e rochas non afectadas.

Alguns exemplos son:

- Se un estrato está inclinado é porque foi deformado tras a súa sedimentación.
- Unha fractura é posterior aos materiais que corta.
- Unha intrusión plutónica é posterior aos materiais que atravesa.

A idade relativa

Recoméndase o visionado da animación “*El tiempo geológico – determinación de la edad relativa*” (Kåre Kullerud, Univ. de Tromsø)

http://ansatte.uit.no/kku000/webgeology/webgeology_files/spanish/tiempo-geol_8.html

3.4. Determinación da idade por datación radiométrica

- Estes procedementos baséanse no feito de que existen elementos químicos *contidos nas rochas*, que son inestables e tenden a desintegrarse. Convértense así noutros isótopos ou elementos diferentes, á vez que liberan enerxía (este é o principio básico da obtención de enerxía nuclear). Como esta desintegración faise a un ritmo absolutamente preciso e constante característico de cada isótopo, se medimos a cantidade inicial estimada dun deses elementos e a cantidade final no noso tempo, saberemos con bastante fiabilidade o tempo que transcorreu.

- Ao longo do tempo a relación isotópica entre elemento pai e fillo vai diminuindo (o contido de elemento radioactivo decrece exponencialmente co tempo tal como se pode ver na gráfica seguinte).

O método para coñecer a idade na que se formou unha rocha precisa medir o seu contido en elemento pai e en elemento fillo.

Existe un parámetro que é propio de cada elemento radioactivo: o chamado tempo de vida media ou período de semidesintegración (T_m). É o **tempo** que debe transcorrer para que unha masa inicial dun elemento radioactivo se reduza á metade; por exemplo, o carbono 14 ten un período $T_m=5.730$ anos o cal significa que unha masa de 100 gramos de C^{14} tardará 5.730 anos en reducirse a 50 gramos.

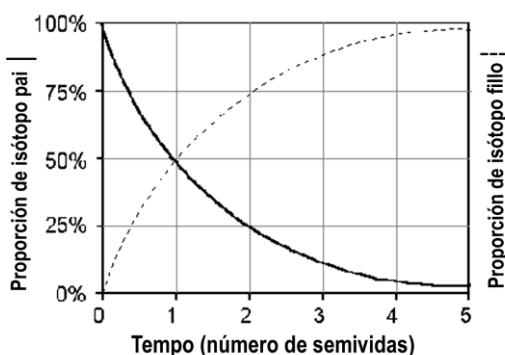
- Existe unha variedade de métodos radiométricos adecuados para necesidades de datación diferentes e baseados en principios similares. Os máis utilizados son:

- O carbono 14 - nitróxeno 14, con $T_m=5.730$ anos. Úsase para datar materiais orgánicos.
- O rubidio - estroncio, con $T_m=47$ millóns de anos.
- O uranio 238 - chumbo 206, con $T_m=4.510$ millóns de anos.
- O potasio 40 - argon 40, con $T_m=1.300$ millóns de anos. É o máis usado, sobre todo porque funciona con rochas ígneas, rochas que son moi abundantes na Terra e actúan como trampas, encerrando a outros tipos de rochas.



A técnica radiométrica do potasio-argón é a máis utilizada para o estudo da Terra aínda que non a única.

- En xeral, para materiais moi antigos escollemos elementos con períodos de desintegración moi grandes (Samario / Neodimio, Uranio / Chumbo). Outros métodos son específicos para determinadas casos, por exemplo, o método do Carbono-14 data materiais biolóxicos, pero ten unha validez limitada a 60.000 anos).



Unha rocha terá unha relación isotópica 1:1 (50% de elemento pai e 50% de elemento fillo) cando transcorra o tempo equivalente a unha vida media. Tras 2 vidas medias a relación será 1:3 (25% de pai e 75% de fillo), tras 3 vidas medias a relación será de 1:8 (12,5% de pai e 87,5% de fillo),...

Supoñendo que estas proporcións se refiren a ^{235}U que se desintegra a ^{207}Pb cunha vida media de 713 millóns de anos, os casos citados arriba corresponderían a idades de 713 ma, 1426 ma e 2139 ma.

Como a idade da Terra se calcula nuns 4.500 millóns de anos, a escala xeolóxica terrestre toma como unidade o **millón de anos** (m.a.).

Isótopos e Desintegración Radiactiva

Cada elemento químico caracterízase polo seu número atómico (n° de protóns no núcleo). Ten un número máis frecuente de neutróns que determina a súa masa atómica (suma da masa dos seus protóns e neutróns).

Os isótopos son variantes menos comúns de cada elemento con diferente cantidade de neutróns (é dicir, para un mesmo número atómico, varía a masa atómica)

Por exemplo o uranio, con número atómico 92, ten isótopos como ^{238}U , ^{237}U , ^{236}U , ^{235}U e ^{234}U

Algúns isótopos son inestables, e transfórmanse espontaneamente noutros elementos máis estables (o proceso emite partículas e radiación que en conxunto se coñece por radioactividade).

Chámase “elemento pai” (ou radioactivo) ao isótopo inestable de partida e “elemento fillo” (ou radioxénico) ao elemento final máis estable.

O proceso de desintegración radiactiva depende exclusivamente da estabilidade intrínseca de cada núcleo atómico, polo que:

- É independente das condicións ambientais (presión, temperatura, ambiente químico)
- Ten unha velocidade ou ritmo constante, característico de cada isótopo (expresado pola constante de desintegración).

Un modo habitual de cuantificar o ritmo de desintegración é mediante un parámetro inverso: a “vida media” ou período de semidesintegración: tempo que tarda en reducirse á metade unha cantidade inicial de isótopo radioactivo”.

Nas rochas existe unha variedade de elementos radioactivos utilizables para a datación. Os seus períodos de semidesintegración están comprendidos entre 106.000×106 anos do Samario 147 e os 12,4 anos do tritio (un isótopo do hidróxeno).

A idade absoluta

Recoméndase o visionado da animación “*Determinación de la edad absoluta*” (Kåre Kullerud, Univ. de Tromsø)

http://ansatte.uit.no/kku000/webgeology/webgeology_files/spanish/edad-abs_8new.swf

Con toda esta información podemos, na actualidade, facernos unha idea dos cambios que obraron na Terra dende a súa creación. Estes cambios realizáronse a dous niveis:

- O xeolóxico: constatamos cómo cambiou a superficie terrestre por efecto das forzas internas e externas e cómo cambiou, tamén, a atmosfera e o clima.
- O biolóxico: asistimos á progresiva colonización do planeta por formas de seres vivos cada vez máis variadas e complexas. Este avance biolóxico conseguiuase atravesando períodos de grandes extincións, dos que se saíu renovados e con maior vigor cada vez, ata culminar coa aparición da nosa propia especie.

4. DIVISIÓN DO TEMPO XEOLÓXICO

¿Cando sucedeu un feito?; ¿cando se iniciou un proceso?; ¿que sucedeu antes? Son preguntas importantes de contestar se queremos atopar unha explicación á historia da Terra. Para iso non nos serve entender o tempo baseándonos na percepción humana, que é

moi curta. Debemos buscar un concepto de tempo que se adapte á idade da propia Terra. A este concepto denominámolo **tempo xeolóxico**.

O tempo xeolóxico son os 4.560 millóns de anos (ma) de existencia do planeta Terra. Comeza tras un período duns 50 m.a. no que se forma o planeta por acreción de planetesimais. O proceso é simultáneo a súa diferenciación en capas.

4.1. As divisións da historia da Terra: A escala cronoestratigráfica

Para estudar a evolución global do noso planeta, o primeiro que debemos facer é dividir os 4.500 millóns de anos en unidades de tempo que abran procesos máis ou menos globais e que sexan susceptibles de subdividirse máis para facilitar o traballo de investigación.

Eón		Era	Período		Epoca
Fanerozoico (544 ma a hoy)		Cenozoica (65 ma a hoy)	Cuaternario (1.8 ma a hoy)		Holoceno (11,000 anos a hoy)
					Pleistoceno (1.8 ma a 11,000 anos)
			Terciario (65 a 1.8 ma)	Neógeno (23 a 1.8 ma)	Plioceno (5 a 1.8 ma)
					Mioceno (23 a 5 ma)
					Eoceno (54 a 38 ma)
			Paleógeno (65 a 23 ma)	Oligoceno (38 a 23 ma)	
				Paleoceno (65 a 54 ma)	
		Mesozoica (245 a 65 ma)		Cretácico (146 a 65 ma)	
			Jurásico (208 a 146 ma)		
			Triásico (245 a 208 ma)		
		Paleozoica (544 a 245 ma)	Pérmico (286 a 245 ma)		
			Carbonífero (360 a 286 ma)		
			Devónico (410 a 360 ma)		
			Silúrico (440 a 410 ma)		
			Ordoviciano (505 a 440 ma)		
			Cámbrico (544 a 505 ma)		
Tiempo Precámbrico (4,500 a 544 ma)	Proterozoico (2500 a 544 ma)				
	Arcaico (3800 a 2500 ma)				
	Hádico (4500 a 3800 ma)				

Tomando como base cronolóxica o millón de anos (ma), as **DIVISIÓNS XEOCRONOLÓXICAS** en que se divide a historia terrestre reciben o nome de

EÓNS
(como Fanezoico)

que á súa vez se dividen en

ERAS
(Paleozoico)

divididas en

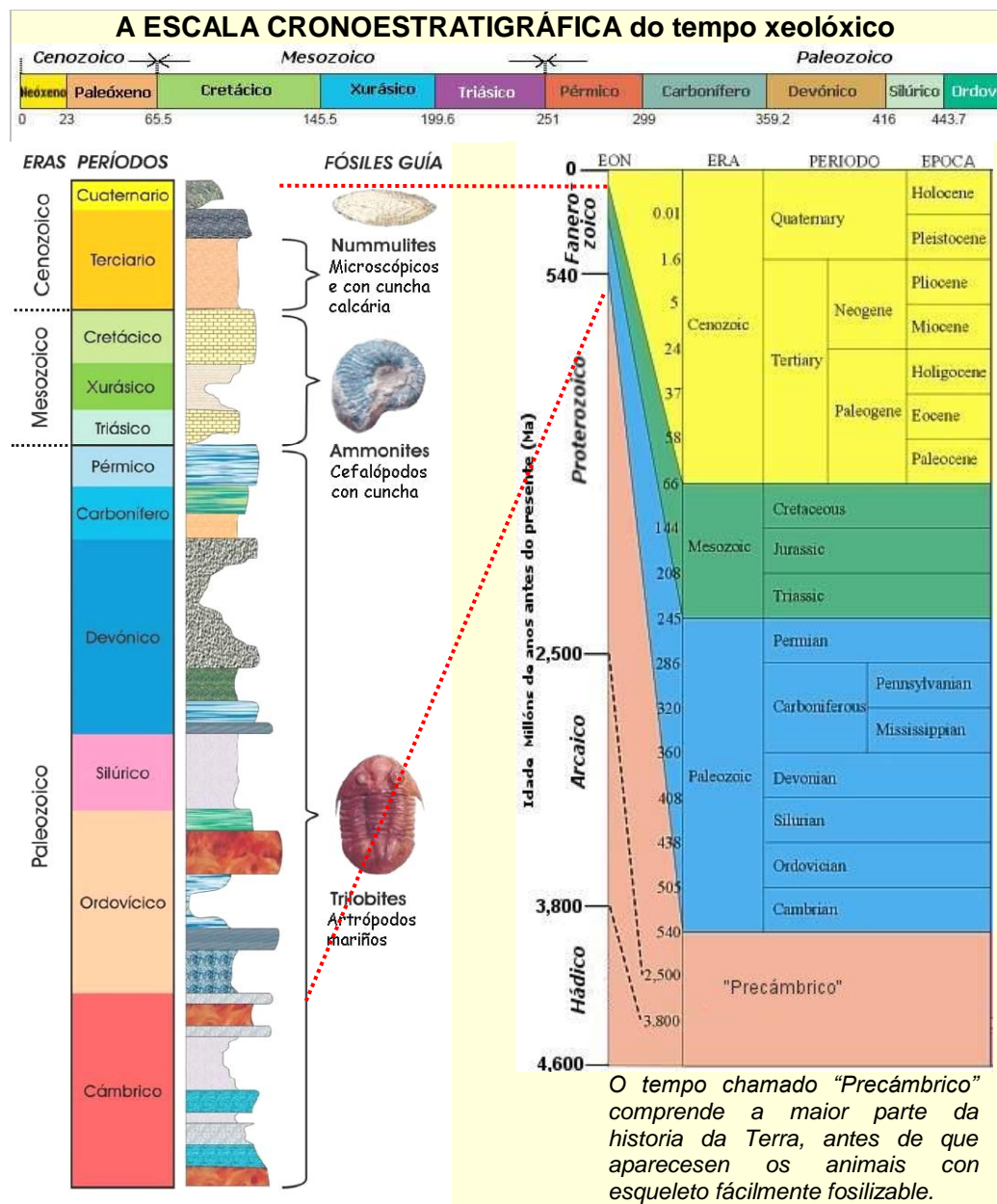
PERÍODOS
(Cámbrico)

divididos en

ÉPOCAS
(Haloceno)

Esta escala do tempo xeolóxico, chámase tamén **escala cronoestratigráfica** porque as súas divisións están definidas por acontecementos que teñen unha expresión estratigráfica nalgũa parte do mundo.

A escala presenta un gran nivel de detalle unicamente para o Fanerozoico, o eón máis recente: a maioría das rochas da codia pertencen a este tempo, por esta razón contamos con moita máis información. Ademais, é por definición o tempo no que atopamos estratos con restos fósiles de animais con esqueleto.



4.2. Criterios para a subdivisión da escala cronoestratigráfica

A escala foise construíndo para o Fanerozoico en base ao rexistro de cambios:

- **Paleontolóxicos:** variacións importantes nas comunidades fósiles, especialmente as *extincións masivas*, que levan á división clásica en eras.
- **Tectónicos:** como as *discordancias angulares*, que sinalan a existencia de etapas oroxénicas e da erosión posterior, e **sedimentolóxicos**, como as grandes variacións do nivel do mar chamadas *transgresións e regresións*.

É difícil para o home facerse unha idea do que é o tempo en Xeoloxía. O que para nós pode parecer enormemente lento, como pode ser por exemplo a separación de América do Norte e Europa, a escala xeolóxica é un proceso moi rápido. O que para a nosa escala pode ser un suceso improbable, como é o choque dun meteorito grande contra a Terra, a escala xeolóxica convértese nun suceso seguro, é dicir, grandes meteoritos chocaron repetidamente contra a Terra.