



Ámbito científico tecnolóxico

Educación a distancia semipresencial

Módulo 4

Unidade didáctica 5

A orixe e evolución da Terra e da vida

Índice

1.	Introdución.....	3
1.1	Descrición da unidade didáctica.....	3
1.2	Coñecementos previos.....	3
1.3	Criterios de avaliación	4
2.	Secuencia de contidos e actividades	5
2.1	Historia da Terra.....	5
2.1.1	A orixe da Terra.....	5
2.1.2	A Terra un planeta cambiante	7
2.1.3	Ideas históricas sobre a idade da Terra.....	8
2.1.4	Métodos de datación.....	11
2.1.5	Historia xeolóxica da Terra.....	15
2.2	Estrutura e dinámica da Terra.....	24
2.2.1	Métodos de estudo da Terra	24
2.2.2	Modelo xeoquímico	26
2.2.3	Modelo xeodinámico	28
2.2.4	O motor interno da Terra.....	30
2.3	Tectónica de placas	32
2.3.1	Antecedentes da tectónica de placas.....	32
2.3.2	A teoría da tectónica de placas	36
2.3.3	A deformación da litosfera.....	41
2.4	A orixe e a evolución da vida.....	43
2.4.1	A orixe da vida.....	43
2.4.2	A orixe da biodiversidade	45
2.4.3	Os mecanismos da evolución	48
2.4.4	As probas da evolución	50
2.4.5	A evolución humana.....	53
3.	Actividades finais.....	57
4.	Solucionario.....	59
4.1	Solucións das actividades propostas	59
4.2	Solucións das actividades finais.....	64
5.	Glosario.....	67
6.	Bibliografía.....	69
7.	Anexo. Licenza de recursos	70

1. Introducción

1.1 Descrición da unidade didáctica

A Terra é un planeta cambiante. Ao longo dos seus 4.600 millóns de anos variou as súas características xeolóxicas, o seu clima e a súa biodiversidade. Nesta unidade estudaremos a orixe da Terra, a súa evolución e tamén a orixe da vida.

Na primeira parte da unidade estudaremos a historia da Terra, determinaremos a súa idade, teorías, métodos de datación, a importancia dos fósiles e remataremos estudando os acontecementos máis importantes que acaeceron en cada etapa xeolóxica.

Na segunda parte da unidade estudaremos a estrutura interna da Terra, a teoría da tectónica de placas e as súas manifestacións, as hipóteses sobre a orixe da vida, as probas e teorías da evolución dos seres vivos e a evolución humana.

1.2 Coñecementos previos

- Coñecer a organización e a orixe do universo.
- Coñecer a organización do sistema solar.
- Localizar a posición da Terra no sistema solar.
- Establecer os movementos da Terra, da Lúa e do Sol, e relacionalos coa existencia do día e da noite, das estacións...
- Estrutura e distribución actual dos continentes.
- Distribución e situación das principais formacións montañosas e cadeas de illas do noso planeta.
- Transmisión da calor por correntes de convección.
- A xeosfera constitúe a parte máis interna da Terra e está formada por rochas.
- Os materiais da xeosfera distribúense en capas concéntricas: codia, manto e núcleo.
- Fenómenos xeolóxicos como a formación de montañas, o movemento dos continentes, os volcáns e os terremotos son manifestacións da enerxía interna da Terra.

- A Terra formouse hai 4.600 millóns de anos, pero conserva unha boa parte da súa inmensa enerxía en forma de calor.
- A distribución dos continentes variou ao longo da historia da Terra.
- O fondo oceánico estase a renovar de xeito lento e continuo.
- Os fósiles dannos información da vida no pasado.
- Os membros dunha poboación son similares, pero non idénticos, moitas das características que os diferencian son herdables.
- Os cambios herdables dos organismos dunha poboación son a materia prima da evolución dos seres vivos.

1.3 Criterios de avaliación

- Recoñecer as ideas principais sobre a orixe do Universo e a formación e a evolución das galaxias.
- Expor a organización do Universo e do sistema solar, así como algunhas das concepcións que sobre este sistema planetario se tiveron ao longo da historia.
- Recoñecer e contrastar feitos que amosen a Terra como un planeta cambiante.
- Clasificar e integrar os procesos xeolóxicos máis importantes da historia da Terra.
- Comprender e comparar os modelos que explican a estrutura e a composición da Terra.
- Integrar o modelo dinámico da estrutura interna da Terra coa teoría da tectónica de placas.
- Interpretar algúns fenómenos xeolóxicos asociados ao movemento da litosfera e relacionalos coa súa situación en mapas terrestres.
- Coñecer e describir as hipóteses sobre a orixe da vida e as probas da evolución. Comparar lamarckismo, darwinismo e neodarwinismo.
- Describir a hominización e interpretar a importancia do xacemento de Atapuerca no coñecemento da evolución humana.

2. Secuencia de contidos e actividades

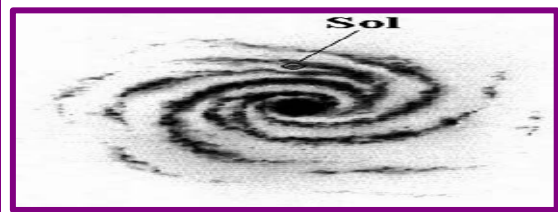
2.1 Historia da Terra

2.1.1 A orixe da Terra

A Terra no Universo

O noso **Universo** é un conxunto de **materia e enerxía relacionadas entre si**. Nun principio, a enerxía debeu transformarse en materia tras o *Big Bang*, orixinando os obxectos materiais que coñecemos hoxe. No momento actual, é a **materia a que está continuamente transformándose en enerxía**, proceso que acontece fundamentalmente **no interior das estrelas e que é responsable das emisións enerxéticas das estrelas en forma de radiacións de variadas lonxitudes de onda**.

Os **obxectos materiais** que conforman o noso Universo son as **galaxias** que, á súa vez, están constituídas por **estrelas, nebulosas, planetas e planetas menores (ou planetoides)**.



A nosa **galaxia** recibe o nome de **Vía Láctea** e pertence a un pequeno **cúmulo denominado o Grupo Local**, que, á súa vez, pertence ao chamado **supercúmulo de Virgo**. É de **tipo espiral** e está formada por varios millóns de estrelas.

O **sistema solar** está situado no Brazo de Orión, na zona exterior da Vía Láctea, e a súa estrela, o Sol, é unha de entre os 200 e 400 billóns de estrelas que ten esta galaxia.

Como se formou a Terra?

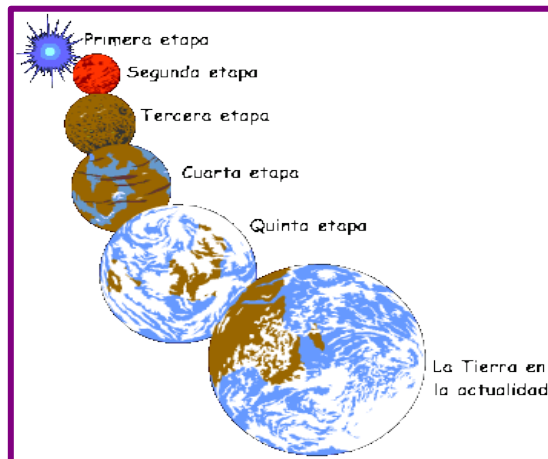
- Esta pregunta inquietou a humanidade desde os seus inicios e cada cultura respondeuna de forma diferente. Os científicos tamén buscaron unha resposta; na actualidade, grazas a eles, a orixe da Terra e do Sistema Solar no seu conxunto explícase mediante unha teoría: a **hipótese da nebulosa primitiva**.

- A explosión dunha estrela na Vía Láctea orixinou unha nube de gas e po (unha **nebulosa**) composta principalmente por hidróxeno e helio. Esta nebulosa primitiva comezou a contraerse e xirar sobre si mesma.
- A maior parte do material da nebulosa acumulouse, por **acreción gravitacional**, no centro, formando un sol inicial ou protosol.
- O resto da materia continuaba xirando e chocando arredor do centro e formáronse as primeiras estruturas dos actuais planetas, chamadas **protoplanetas**.
- O proceso de condensación seguiu producíndose durante millóns de anos ata que se eliminou todo resto de material e se formaron completamente a **Terra e todos os corpos do sistema solar**.



Evolución da Terra

- Primeira etapa: a Terra era unha masa incandescente.
- Segunda Etapa: a lava manaba en abundancia por múltiples gretas da codia.
- Terceira etapa: a temperatura baixou o suficiente como para permitir a formación da codia terrestre.
- Cuarta etapa: a atmosfera.
- Quinta etapa: formación de mares e océanos.
- A terra na actualidade: os continentes dividíronse e formáronse océanos, mares, baías etc.

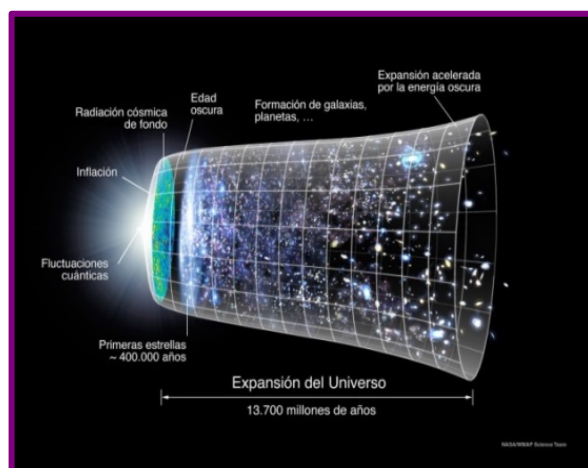
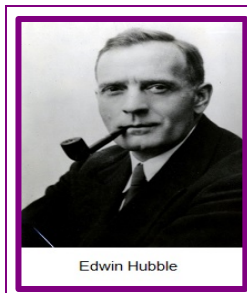


Tarefa persoal: organización do Universo e elementos do sistema solar

Utilizando como ferramenta a información da unidade 5 do módulo 1, faga un esquema sobre como está organizado o Universo e sobre os elementos que forman o sistema solar. Tamén pode completar a información mediante a procura en Internet (nalguna das páxinas que se propoñen na bibliografía).

Lembre:

- **A teoría ou hipótese do Big Bang (Gran Explosión)** para explicar a orixe do universo é a máis aceptada pola sociedade científica na actualidade.
- Segundo este paradigma, o universo comezou hai uns **14.000 millóns de anos** cunha grande explosión. Inmediatamente despois de que ocorrese este fenómeno, creáronse o espazo, o tempo, a enerxía e a materia.
- **Todo o que nos rodea, a roupa, a auga, as árbores, os nosos coches e casas, absolutamente todo isto está constituído pola materia formada polo Big Bang.** O hidróxeno que ten a auga, formouse inmediatamente despois de ocorrer o Bing Bang.
- Pero como consecuencia da forza da gravidade ou gravitacional que atrae os planetas entre si, o movemento expansivo desacelerarase ata anularse. A partir deste momento producirase unha **contracción do Universo ata o seu colapso gravitacional: Big Crunch (Gran Implosión)**, desaparecendo entón na nada.
- Edwin Hubble observou en 1929 que o **universo está a se expandir continuamente e que, polo tanto, todas as galaxias se afastan entre si.**
- Pero a **orixe do Big Bang é o maior misterio de todos os tempos.** A pesar de chamármola teoría do Big Bang, o paradoxal é que non nos di nada do Big Bang.



2.1.2 A Terra un planeta cambiante

Introdución

Desde a súa formación ata a actualidade, a Terra experimentou moitos cambios ata chegar ao estado actual e, previsiblemente, seguirao facendo no futuro. Podémolo comprobar observando os efectos producidos por unha erupción volcánica ou por un terremoto, ou cando unha tormenta leva unha praia. Tamén certas actividades humanas, como a construción dun encoro, dunha estrada ou do ferrocarril, introducen cambios na superficie terrestre. Noutras ocasións, os cambios son moito máis lentos, como a separación de América do Norte e Europa, o crecemento do Himalaia ou o retroceso dos glaciares.

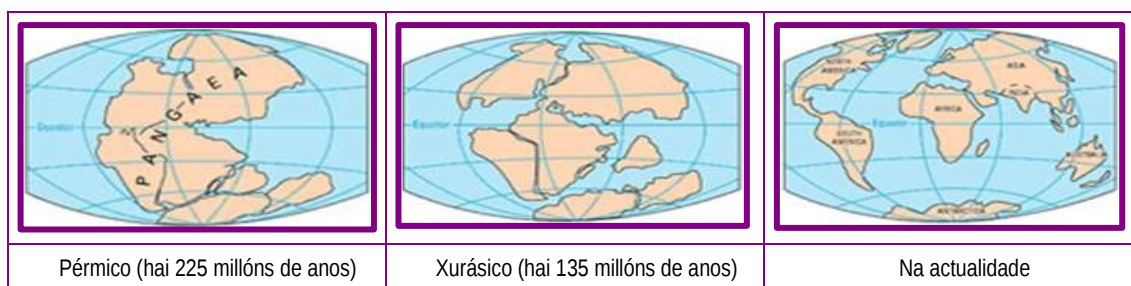
Algúns destes cambios que se producen na Terra son:

- Cambios paleoxeográficos.
- Cambios do clima.
- Cambios na atmosfera.
- Cambios na biodiversidade.

Cambios paleoxeográficos

Desde a súa formación, os continentes e océanos do planeta non cesaron de cambiar como consecuencia dos movementos das placas litosféricas.

Estes desprazamentos provocan a apertura e o peche dos océanos, o afastamento, o achegamento e a colisión dos continentes e a formación das cordilleiras.



Cambios no clima

Na historia da Terra alternan as etapas cálidas ou de invernadoiro cos períodos fríos ou glaciacións. Durante os períodos glaciares, o xeo avanza desde os polos e cobre gran parte dos continentes e os océanos. Durante a última glaciación, o xeo chegou a cubrir o 30 % das terras emerxidas e alcanzou un espesor duns 4.000 metros.

Coñécense períodos glaciares en todas as eras. Na actualidade vivimos un período interglaciar, que comezou hai uns 10.000 anos.

Podemos coñecer o clima que tivo a Terra noutras épocas coa axuda das rochas. Nas épocas cálidas, fórmanse grandes depósitos de sal (evaporitos) ao evaporarse a auga dos océanos; nas épocas frías, acumúlanse sedimentos arrastrados polos glaciares (morenas), que orixinan un tipo de conglomerado especial chamado tilita.



Cambios na atmosfera

A diferenza máis importante da atmosfera primitiva coa actual é que non había osíxeno e, pola contra, era moito máis abundante o dióxido de carbono. Tampouco existía a capa protectora de ozono, porque este fórmase a partir do osíxeno. A aparición do osíxeno e a redución do dióxido de carbono débense aos organismos fotosintéticos. Ademais, a formación da capa de ozono permitiu a moitos organismos pasar do medio acuático ao terrestre.

Cambios na biodiversidade

Ás épocas de aumento do número de especies e grupos sucédense períodos, normalmente bruscos, de extinción de especies.

2.1.3 Ideas históricas sobre a idade da Terra

Introdución

A humanidade sempre intentou determinar a idade da Terra. Agora sabemos que ten aproximadamente 4.600 millóns de anos, pero, para chegar a esta data, foi necesario realizar numerosos intentos baseados nos coñecementos científicos da época. Algúns dos que tentaron calcular a idade da Terra foron os seguintes:

- Século XVII, o arcebispo **James Usser**, baseándose nas idades dos patriarcas xudeus que aparecen no Antigo Testamento, estimou a idade da Terra en 4.004 anos antes de Cristo, concretamente o 25 de outubro ás 9 da mañá. Algunhas teorías creacionistas aínda sosteñen que a idade da Terra é de varios milenios.

- En 1779, **Buffon** creou un globo de pequenas dimensións de composición similar á Terra e, partindo desa masa fundida, calculou unha idade de 75.000 anos medindo o seu ritmo de arrefriamento. Este cálculo é incorrecto, porque se descoñecía que a maior parte da calor interna da Terra procede da **desintegración de isótopos radioactivos**.
- A comezo do século XIX, utilizouse o procedemento da **salinidade do mar**. Partindo de que, nun principio, os océanos estaban constituídos por auga doce, calculando a cantidade de sales que achegan os ríos ao mar ata chegar á salinidade actual, a idade estimada era duns 5 millóns de anos. (Non contaban con que a salinidade non aumenta indefinidamente, senón que se produce a precipitación deses sales formando rocas sedimentarias).
- A mediados do século XIX xurdiron dúas correntes, aínda que se aceptou a primeira:
 - En 1862, **William Thomson (Lord Kelvin)**, baseándose no tempo que tardaría o planeta en arrefriarse supoñendo que se formou como unha bóla rochosa fundida, calculou que a idade da Terra estaba entre 24 e 40 Ma (millóns de anos).
 - **Charles Lyell** cría que era necesario máis tempo para que se producisen os fenómenos de erosión e sedimentación. Observando o espesor dos estratos, calculou que eran necesarios uns 2.000 Ma, cálculos bastante acertados, pois aínda non se descubriron as rochas máis antigas. **Darwin** tamén vía necesario un gran período de tempo para que evolucionasen as especies, propoñendo unha idade de 300 Ma.
- En 1896, **Becquerel** descubriu a **radioactividade**, pero foi en 1903 cando os esposos Curie descubriron que os elementos radioactivos desprendían calor, a fonte de enerxía que quentaba o interior da Terra.
- A mediados do século XX xa se situaba a idade da Terra entre os 1.600 e os 3.000 millóns de anos, aínda que na actualidade está estimada en **4.600 Ma**, e non se cre que varíe moito esta estimación nos próximos anos.

Actualismo e uniformismo

Charles Lyell y James Hutton, no século XIX, desenvolveron os principios do uniformismo e actualismo, referíndose ao feito de que a Terra sempre funcionou igual, desde o punto de vista da xeoloxía.

- O **actualismo** pódese resumir coa frase “**o presente é a clave do pasado**”. Os fenómenos e procesos que están a actuar hoxe son os mesmos que actuaron durante os tempos xeolóxicos, e producen os mesmos efectos.

Os procesos xeolóxicos terrestres sempre foron os mesmos e sempre actuaron da mesma maneira, polo que os procesos que podemos estudar hoxe en día (magmatismo, deriva continental, sedimentación etc.) sucederon igual noutros momentos da historia da Terra.

Dito doutro xeito, o que estudamos hoxe achéganos información sobre o que sucedeu no pasado.

Con toda esta información, na actualidade podemos facernos unha idea dos cambios que se obraron na Terra desde a súa creación. Por exemplo, as ondulacións (ripples) nas areas da praia actuais e os fósiles son similares.

- O **uniformismo**. Os procesos xeolóxicos, como a erosión e o levantamento dos relevos, actúan **gradualmente e durante longos períodos de tempo**. Este principio opoñíase ás ideas **catastrofistas** predominantes na época que, para explicar feitos como a formación de cordilleiras ou a escavación de profundos vales, propoñían eventos extraordinarios e grandes convulsións.
- Actualmente o modelo teórico máis aceptado denomínase **neocatastrofista** e recoñece a coexistencia entre procesos xeolóxicos de distinta intensidade e duración.

Observe:

		
Exemplo de Actualismo, as ondulacións (ripples) nas areas da praia actuais e os fósiles son similares.	Alguns cambios son de tipo catastrófico, como os impactos de meteoritos ou os terremotos, que se producen en segundos, os tsunamis, que suceden en minutos, ou as erupcións volcánicas que duran días.	Hai procesos graduais que van dende os moi lentos, que tardan millóns de anos, como a formación ou a erosión dunha montaña, a outros, como a formación dun solo, que precisan miles de anos.

Actividades propostas

- S1. As ondulacións (*ripples*) que teñen que ver co actualismo?
- S2. Que diferenzas hai entre o catastrofismo e o uniformismo?

2.1.4 Métodos de datación

Para coñecer a historia da terra fan falta materiais que podamos observar, restos e pegadas do pasado, ademais de métodos fiables que nos permitan reconstruílo.

Os fósiles. Instrumentos de datación

- **Definición:** os fósiles son restos de seres vivos que viviron en épocas xeolóxicas pasadas. A ciencia que se dedica ao seu estudo é a paleontoloxía. Xeralmente os fósiles atópanse en rochas sedimentarias, porque este tipo de rochas non sufriu procesos, como poden ser altas temperaturas e fortes presións, que provocarían a destrución dos fósiles.



- **A fosilización:** é o proceso polo que se conservan restos de seres vivos ou das súas actividades vitais nas rochas. En esencia, o que debe suceder para que un organismo, ou polo menos unha parte del, se conserve é que os restos orgánicos queden protexidos do xeito máis rápido posible nunha área de sedimentación. Mediante a mineralización substitúense os compostos orgánicos do organismo morto por substancias inorgánicas
- **Fósiles guía ou índice:** coñécense unhas 300.000 especies fósiles, un número moi escaso se consideramos que o rexistro fósil abrangue desde hai 3.500 millóns de anos ata hoxe. Se a conservación dos fósiles fose aceptablemente boa, sería previsible que o número de especies fósiles superase en moito o número das especies actuais.

Destacan os chamados fósiles-guía que, polas súas especiais características, achegan información sobre a idade dos sedimentos en que se produciu a fosilización.

Un fósil guía ou índice é aquel que permite deducir a idade do estrato no que se atopa, porque é característico e exclusivo dunha determinada etapa xeolóxica.

Exemplos son:

Trilobites: un grupo de artrópodos mariños que viviu durante toda a era primaria ou Paleozoico (uns 300 millóns de anos). Son o grupo fósil máis diverso e nel inclúense arredor de 5.000 especies coñecidas.	
Ammonites: foron moluscos cefalópodos, como os polbos e as luras, con cunchas externas enrodeladas e de simetría bilateral. Viviron nos mares paleozoicos e mesozoicos (na era secundaria), desde o Devónico ata o Cretáceo, nadando e cazando lentamente nas augas pouco profundas.	
Nummulites: eran grandes foraminíferos (un tipo de protozoos) cunha cuncha formada por un disco plano de dous a catro centímetros de diámetro. Viviron nos mares quentes do hemisferio norte durante o Mioceno (período da era terciaria).	

Actividades propostas

S3. Xustifique as características que debe ter un fósil guía.

S4. Indique que partes ou restos dos seres vivos se consideran fósiles.

Datación relativa

- **A datación relativa** consiste en establecer a orde na que se sucederon os acontecementos xeolóxicos, sen asignarlles a súa idade concreta en millóns de anos. Os estratos fórmanse a partir dos sedimentos que se depositan horizontalmente no fondo dunha conca sedimentaria. Cada estrato representa un breve episodio da historia da Terra.
- **As rochas** sempre achegan información sobre a súa orixe. Se xurdiron na superficie terrestre, como é o caso das rochas sedimentarias, moitas volcánicas e algunha metamórfica, proporcionarannos 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.

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

- 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 encima 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 arriba e, polo tanto, permiten establecer cronoloxías relativas (**principio de superposición dos estratos**). Conteñen, ademais, información daqueles medios que deron lugar aos sedimentos.
- As rochas sedimentarias son as únicas, coa soa excepción das lousas, que poden conter fósiles, é dicir, restos de seres vivos.



- A datación ou xeocronoloxía relativa baséase nunha serie de principios xeolóxicos ou estratigráficos:

▪ O principio de...	Establece que...
▪ Horizontalidade orixinal.	Os estratos deposítanse sempre de forma horizontal e permanecen horizontais se non actúa ningunha forza sobre eles.
▪ Superposición de estratos.	Nunha secuencia de estratos que non sufrise inversión, os estratos inferiores son máis antigos que os que están enriba.
▪ Sucesión fáunica (ou biótica).	Os fósiles das capas inferiores son máis antigos que os das superiores, e a presenza dos mesmos fósiles en rochas moi afastadas determina que estas teñen a mesma idade.
▪ Superposición de acontecementos.	Calquera fenómeno xeolóxico que afecte unha rocha é posterior a súa formación.
▪ Correlación estratigráfica.	Reconstrúe a historia completa dunha serie estratigráfica a partir de series fragmentadas comparando os estratos que posúe cada unha delas.

Datación absoluta

- **A datación absoluta** consiste en determinar a idade concreta, en millóns de anos, na que tiveron lugar os acontecementos xeolóxicos.

Para realizar unha datación absoluta existen moitos métodos, que se diferencian entre si pola técnica utilizada e no rango de tempo que permiten abarcar:

- **A dendrocronoloxía.** Permite datar troncos de árbores utilizados como trabes, así como elementos asociados a eles, contando os aneis estacionais.
- **A termoluminiscencia.** Serve para datar obxectos de arxila cocida, coma as cerámicas.
- **Métodos radiométricos**, tamén chamados reloxos atómicos. Este método baséase no feito de que existen elementos químicos que son inestables e co tempo transfórmanse en elementos químicos estables. Convértense así noutros isótopos ou elementos diferentes, á vez que liberan enerxía (este é o principio básico da obtención de enerxía nuclear). Por exemplo, o carbono 14 transfórmase en nitróxeno 14, o uranio 238 transfórmase en chumbo 206.

O tempo que tarda un elemento en pasar dunha a outra forma é característico de cada un e faise a un ritmo absolutamente preciso e constante. Se medimos a cantidade inicial estimada dun deses elementos e a cantidade final, saberemos con bastante fiabilidade o tempo que transcorreu.

Existe un parámetro que é propio de cada elemento radioactivo: o chamado **tempo de vida media ou período de semidesintegración (T)**, que 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 $T = 5.730$ anos o cal significa que unha masa de 100 gramos de ^{14}C tardará 5.730 anos en reducirse a 50 gramos.

Datación relativa más recente ↑ ↓ más antigo	O diagrama mostra unha columna de estratos xeolóxicos. Os estratos superiores son máis recentes e os inferiores máis antigos. Unha flecha vermella vertical á esquerda indica a dirección da datación relativa. Á dereita, unha flecha vermella curva indica a datación absoluta. As datas absolutas mostradas son: 495 m.a., 510 m.a., 520 m.a. e 545 m.a. Unha etiqueta 'datación de ceniza volcánica' apunta a un estrato específico.	A historia está constituída por unha sucesión de acontecementos. Para contar a historia da Terra debemos ordenar os acontecementos que coñecemos. A ordenación pode realizarse de dúas formas: Datación relativa: trátase de ordenar rochas, fósiles ou acontecementos de máis antigos a máis modernos, sen precisar os anos que teñen. Datación absoluta: consiste en poñer data aos materiais ou sucesos, é dicir, precisar os anos que teñen.
--	---	--

Observe:

Cando paseamos por unha praia, imos deixando pegadas sobre as rizaduras da area. Se alguén pasa detrás de nós, saberá que primeiro se fixeron as rizaduras e logo as pegadas; descoñecerá en que momento exacto sucederon ambos os feitos, pero si saberá cal sucedeu antes e cal despois. É o que chamamos **CRONOLOXÍA RELATIVA**.

Se unha das pegadas pisou un xornal que é dese día, poderemos situar a pegada nese mesmo día, e as rizaduras pouco tempo antes. Isto sería **CRONOLOXÍA ABSOLUTA**.



2.1.5 Historia xeolóxica da Terra

O calendario xeolóxico

- Os xeólogos estableceron un calendario xeolóxico que divide a historia da Terra en **eóns, eras, períodos, épocas e subdivisións menores**. Estas divisións están baseadas en evidencias de grandes acontecementos que quedaron gravados nas rochas, como grandes fenómenos tectónicos, cambios na sedimentación e cambios nos restos fósiles.
- As divisións máis amplas deste calendario reciben o nome de eóns, pois abarcan períodos de tempo do rango de miles de millóns de anos. Os eóns que distinguen os xeólogos son catro: Hádico, Arcaico, Proterozoico e Fanerozoico. Aos tres primeiros eóns denomínaselles Precámbrico.

Eón	Era	Período	Época
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)
		Terzario (65 a 1.8 ma)	Plioceno (5 a 1.8 ma)
			Mioceno (23 a 5 ma)
		Neógeno (23 a 1.8 ma)	Eoceno (54 a 38 ma)
			Oligoceno (38 a 23 ma)
	Mesozoica (245 a 65 ma)	Paleóxeno (65 a 23 ma)	Paleoceno (65 a 54 ma)
		Cretácico (146 a 65 ma)	
		Jurásico (208 a 146 ma)	
	Paleozoica (544 a 245 ma)	Triásico (245 a 208 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)		

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 abarquen procesos máis ou menos globais e que sexan susceptibles de subdividirse máis para facilitar o traballo de investigación.

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

EÓNS

que á súa vez se dividen en

ERAS

divididas en

PERÍODOS

divididos en

ÉPOCAS

- É difícil para o home formar 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.
- Os **límites** dos eóns coinciden con cambios en todo o planeta; os das eras, coa formación de grandes cordilleiras e os dos períodos, con cambios xeolóxicos ou no rexistro fósil.
- A historia da Terra divídese en dúas partes de características claramente diferenciadas polos feitos acontecidos e, sobre todo, polo coñecemento que temos deses feitos:
 - **Tempo precámbrico.** Abrangue desde a formación da Terra, hai uns 4.500 Ma, ata hai uns 540 Ma. Este período é o máis dilatado de toda a historia da Terra. Nel déronse os procesos máis importantes que ocorreron nunca, tales como a formación da propia Terra, a aparición da vida, a formación dunha atmosfera redutora e, cara ao final do período, a explosión de formas viventes coa aparición, ademais, dos primeiros vertebrados. Este tempo adóitase dividir en tres eóns ou divisións temporais, que son o Hádico, o Arcaico e o Proterozoico.
 - **Eón fanerozoico.** Iníciase hai uns 540 Ma e chega ata os nosos días. Aínda que só supón o 11 % do tempo da Terra, é cando se configura o planeta tal como o coñecemos, cos continentes actuais e a gran variedade de vida existente, a cal nos inclúe a nós mesmos. Divídese en tres eras:
 - *Paleozoico* (= "vida antiga"). Equivale á antiga era primaria. Nela xurdiron case todas as formas de vida animal e vexetal e produciuse a conquista dos continentes por parte dos seres vivos.
 - *Mesozoico* (= "vida media"). É a antiga era secundaria. Os réptiles e as ximnospermas dominan a Terra e xorden as aves e os mamíferos nos continentes actuais.
 - *Cenozoico* (= "vida nova"). Engloba as antigas eras terciaria e cuaternaria. Actualmente téndese a considerar que ten tres períodos: o Paleoxeno, o Neoxeno e o Cuaternario (o que transcorre na actualidade). Nestas tres eras, os mamíferos e as plantas con froito constitúense como grupos dominantes. Culmina coa aparición do home.

Precámbrico

Trátase dunha división un tanto artificial da historia da Terra. Agrupa todo o tempo transcorrido desde a orixe da Terra ata a diversificación biolóxica producida a finais do Proterozoico e que dá paso ao Fanerozoico. Constitúe o 89 % da historia terrestre e nel suceden algúns dos feitos máis importantes da historia do noso planeta, tales como a súa propia formación, a aparición da vida ou a formación dos primixenios continentes.

O Precámbrico adóitase organizar en tres divisións cronolóxicas:

- Eón hádico (4.500 a 3.800 Ma).
- Eón arcaico (3.800 a 2.500 Ma).
- Eón proterozoico (2.500 a 540 Ma).

Eón hádico (4.500 a 3.800 Ma)

Neste período de tempo, cuxo nome deriva de Hades, deus dos infernos, produciuse a formación da Terra na contorna do sistema solar. Sobre a orixe da Lúa existen dúas teorías: que, pouco despois da formación da Terra, impactou un corpo rochoso do tamaño de Marte e desgarrou a Lúa, ou que era un planeta anano e foi capturado pola atracción gravitacional.

En rochas lunares, meteoritos e algún satélite do sistema calculáronse idades próximas a 4.500 Ma. Con todo, non existen rochas terrestres anteriores a 3.800 Ma, xa que a tectónica de placas e a erosión borraron os rastros máis antigos que puidesen existir. Nese lapso de 700 Ma. foi arrefecendo a superficie terrestre. Hoxe en día existen datos que atribúen unha idade duns 4.100 Ma a uns circóns detríticos que representarían os minerais máis antigos da Terra.

A atmosfera terrestre é completamente redutora, é dicir, carece de osíxeno gas e está formada por gases como o hidróxeno, o metano, o amoníaco, CO₂ etc. A superficie terrestre recibe continuos impactos de meteoritos que atrasan o arrefriamento da súa superficie, situación que se prolonga ata hai uns 3.900 Ma.

Principais eventos do Hádico

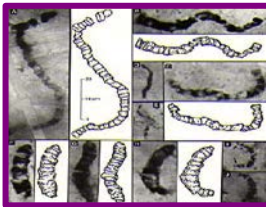
- Formación da Terra.
- Formación da primeira atmosfera (sen osíxeno).
- Gran bombardeo meteorítico.
- Formación da Lúa.
- Formación de océanos primitivos.
- Formación da litosfera.
- Formación das primeiras rochas.



Eón arcaico (3.800 a 2.500 Ma).

Comeza hai 3.800 Ma, idade das primeiras rochas sedimentarias, as máis antigas coñecidas e depositadas en ambiente mariño. Representan a primeira evidencia de hidrosfera.

O feito máis importante é a aparición da vida sobre a Terra. Os primeiros seres vivos serían procariotas (REINO MONERA) anaerobios. Da súa existencia chegaronnos microfósiles con idades máximas duns 3.600-3.500 Ma.

			
Microfósiles. Os máis antigos que se coñecen datan de hai uns 3.600 Ma. Pertencen seguramente a CIANOBACTERIAS.	Microfósiles de Marble Bar (Australia). Teñen uns 3.500 Ma de antigüidade. Son cianobacterias e bacterias anaerobias.	Fósiles de Warrawoona. Foron localizados no noroeste de Australia. Son ESTROMATÓLITOS, un tipo de colonización biolóxica da zona fótica. Datán de hai uns 3.450 Ma.	Fósiles de Fortescue (Australia occidental). Estromatólitos formados por CIANOBACTERIAS, organismos fotoautótrofos e responsables da emisión de O ₂ á atmosfera. A súa idade é de 2.800 Ma.

Cara aos 3.200-3.300 Ma, ao arrefriarse a Terra, apareceu a primeira litosfera continental (150-200 km de espesor). A partir deste momento comezou a tectónica de placas (evidencias do primeiro rift continental hai 2.700 Ma), iníciase o desenvolvemento de plataformas continentais e a formación dos grandes cratóns. Durante este período ten lugar unha grande actividade tectónico-magmática que finaliza hai 2.500 Ma. A atmosfera tiña uns niveis de osíxeno inferiores ao 1 %. O ferro, ao non oxidarse, era facilmente soluble, polo que se acumulaba nas augas oceánicas. Posteriormente depositábase, pola acción de microorganismos, en forma de hidróxidos e óxidos en grandes masas sedimentarias denominadas formacións de ferro bandado.

Principais eventos do Arcaico ■ Aparición das primeiras células anaerobias heterótrofas. ■ Aparición de células anaerobias fotosintéticas. Cianobacterias. ■ Primeiras estruturas de orixe biolóxica. Estromatólitos. ■ Primeiros continentes. ■ Inicio da tectónica de placas. ■ Comeza a liberarse osíxeno cara á atmosfera. ■ Cesa a choiva de meteoritos.	
--	--

Eón proterozoico (2.500 a 540 Ma).

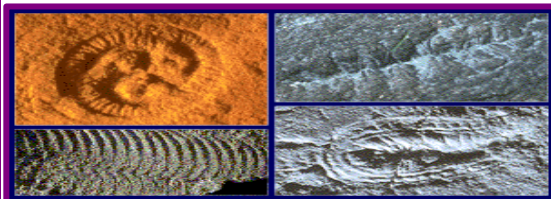
Neste período tan amplo van estabilizar os primeiros continentes. Estarán sometidos a un ciclo de tectónica de placas similar ao actual que culminará coa primeira gran acreción continental constituínte de Panxea I. Hai 2.300 Ma sucede a primeira glaciación confirmada na futura Gondwana.

Tamén hai uns 2.100 Ma aparecen as primeiras células eucariotas (PROTISTAS). Son talvez parecidas a algas verdes fotosintéticas unicelulares e recibiron o nome de *Grypania*. Nesa mesma época detéctase un significativo aumento dos niveis de oxíxeno na atmosfera, superior ao 1 %. A atmosfera faise oxidante e aparece unha tenue capa de ozono. Hai 1.400 Ma prodúcese outra das grandes adquisicións evolutivas, a reprodución sexual.

Hai 1.000 Ma rexístranse as primeiras algas pluricelulares (METAFITAS), vermellas e verdes. Entre 900-700 Ma xorden os primeiros individuos dos dous reinos de seres vivos que faltaban: fungos (FUNGOS) e animais (METAZOOS). É o desenvolvemento explosivo da biosfera. Entre 1.000-540 Ma danse as intensas glaciacións precámbricas. Talvez son debidas ao efecto antiinvernadoiro provocado pola explosión demográfica do plancto calcario, que retira grandes cantidades de CO₂ da atmosfera. Estas glaciacións puideron orixinar a primeira grande EXTINCIÓN de seres vivos.



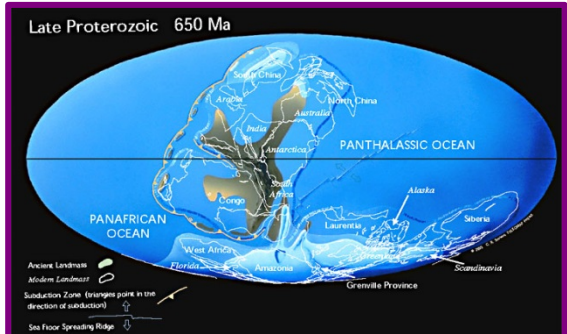
Algas verdes fotosintéticas unicelulares; recibiron o nome de *Grypania*.



Hai uns 670 Ma a atmosfera alcanza o 7 % de oxíxeno. Desenvólvese a FAUNA DE EDIACARA, constituída por invertebrados mariños, que constitúe a primeira grande explosión de vida sobre a Terra.

Principais eventos do Proterozoico

- Os primeiros continentes únense formando Panxea I.
- Primeiras células aerobias.
- Primeiras células eucariotas.
- Comeza a formarse a capa de ozono.
- Primeiros seres vivos pluricelulares: algas vermellas e verdes.
- Primeiras glaciacións.
- Primeiros metazoos: fauna de Ediacara.
- Primeiros fungos.



Eón fanerozoico

Fanerozoico = "Vida visible e rechamante". Comprende un período relativamente curto da historia da Terra. Desde o punto de vista da vida é o máis importante, posto que se estenderá por toda a Terra, diversificándose e aumentando o seu número nun proceso tal que aínda hoxe en día non concluíu. Durante o Fanerozoico teñen lugar as sucesivas oroxéneses que foron configurando os continentes tal como os coñecemos hoxe.

A conquista dos ecosistemas terrestres e a gran diversidade da fauna foi posible grazas á aparición das plantas terrestres e a súa gran diversificación.

O Eón fanerozoico organízase en tres ERAS:

ERAS	PERIODOS	
▪ Paleozoico (544 a 245 Ma)	▪ 1. Período cámbrico (544 a 505 Ma). ▪ 2. Período ordoviciano (505 a 440 Ma). ▪ 3. Período silúrico (440 a 410 Ma). ▪ 4. Período devónico (410 a 360 Ma). ▪ 5. Período carbonífero (360 a 286 Ma). ▪ 6. Período permiano (286 a 245 Ma).	
▪ Mesozoico (245 a 65 Ma)	▪ 1. Período triásico (245 a 208 Ma). ▪ 2. Período xurásico (208 a 146 Ma). ▪ 3. Período cretáceo (146 a 65 Ma).	
▪ Cenozoico (65 Ma a hoxe)	▪ 1. Período paleoxeno (65 a 23 Ma) ▪ 2. Período neoxeno (23 a 1,8 Ma) ▪ 3. Período cuaternario (1,8 Ma a hoxe).	

ERA PALEOZOICA (544 a 245 Ma)

Período	Eventos xeolóxicos e paleoclimáticos	Eventos biolóxicos
Período cámbrico (544 a 505 Ma)	Segue a fragmentación de Panxea I, os continentes están separados por mares cálidos e superficiais. A atmosfera acada o 10 % de oxíxeno.	Hai unha grande explosión de vida mariña, aparece a maior parte dos grupos de invertebrados: os primeiros animais con cuncha e os primeiros crustáceos e corais, incluídos os primeiros cordados.
Período ordoviciano (505 a 440 Ma)	Reúnen os continentes e causan a glaciación ordoviciano-silúrica que dará a extinción ordovícico-silúrica (438 Ma)	Continúa a diversificación da fauna mariña: aparecen os primeiros vertebrados, os PEIXES ACOIRAZADOS. As plantas e os animais comezan a conquistar as terras emerxidas: coas briófitas e os artrópodos terrestres, a vida sae dos mares.
Período silúrico (440 a 410 Ma)	Cara a 400-380 Ma dáse a oroxénese caledoniana, formación de cordilleiras a ambos os lados do Atlántico actual, hoxe case erosionadas.	Debido á explosión da vida vexetal e á conquista da terra, a atmosfera alcanza un 21 % de oxíxeno, coma na actualidade. Primeiras plantas terrestres vasculares (con tecidos condutores para transportar nutrientes ás partes aéreas) = pteridófitas primitivas. Primeiros insectos terrestres.

Período devónico (410 a 360 Ma)	Só había dúas masas de terra importantes. Unha era Laurasia, que estaba composta polas actuais América do Norte, Europa e case toda Asia. A outra era Gondwana, composta por América do Sur, África, Australia, a India e a Antártida. Grandes zonas de Laurasia e algunhas de Gondwana estaban cubertas por mares pouco profundos. Durante este período, os dous grandes continentes fóronse achegando ata formar o supercontinente chamado Panxea.	O Devónico é coñecido como a "era dos peixes", posto que ao longo deste período aparecen os tres grandes grupos nos que se dividen os peixes con mandíbulas: os placodermos, os condricios e os osteictios. Hai uns 390-380 Ma aparecen peixes de auga doce. Son os primeiros vertebrados terrestres (protoanfíbios) formados a partir de peixes que resisten fóra da auga. Cuns 360 Ma de antigüidade, xorden os primeiros anfíbios e, pouco despois, as primeiras árbores. Extinción devónica (367 Ma).
Período carbonífero (360 a 286 Ma)	O Carbonífero é unha época da historia da Terra moi activa desde o punto de vista tectónico. Durante este período prodúcese a oroxénese hercínica ou varisca que dá lugar á formación do megacontinente Panxea. Climaticamente terminou cunha glaciación, durante a cal os glaciares se estenden por todo o centro e sur de Panxea.	Os primeiros réptiles teñen unha idade duns 340 Ma. Hai 325 Ma desenvólvese a primeira membrana amniótica, que permite a vida independente da auga aos animais. Duns 300 Ma atrás son as primeiras espermatófitas, as ximnospermas. Isto implica a existencia de estruturas reprodutoras e especializadas, como o pole e as sementes. Os réptiles colonizan os continentes. Glaciación permo-carbonífera. Fórmase os grandes depósitos de carbón.
Período permiano (286 a 245 Ma)	No Permiano houbo importantes cambios climáticos cunha tendencia xeral de climas tropicais a condicións máis secas e áridas. Produciuse unha contracción dos pantanos. Os glaciares do Carbonífero sobre a rexión polar do sur de Gondwana retrocederon durante o Pérmico. Fósiles pérmicos. Nese período finalizou a oroxénese varisca debida á formación do gran continente chamado Panxea. Ao final do Permiano prodúcese un grande episodio de actividade volcánica masiva no que hoxe é Siberia. Causa un quentamento global debido ao aumento dos gases de efecto invernadoiro na atmosfera, así como unha acidificación dos océanos pola inxente emisión de gases sulfurados.	Extinguíronse gran cantidade de fentos arborescentes (Lycopodiophyta) e anfíbios, que requirían condicións húmidas. Os fentos con semente, os réptiles e os réptiles mamíferoides dominaron os ambientes terrestres. O Pérmico, e con el a era paleozoica, terminou coa extinción masiva do Pérmico-Triásico, a maior extinción na historia da Terra, na que desapareceron o 90 % das especies mariñas e o 70 % das terrestres.

Principais eventos do Paleozoico

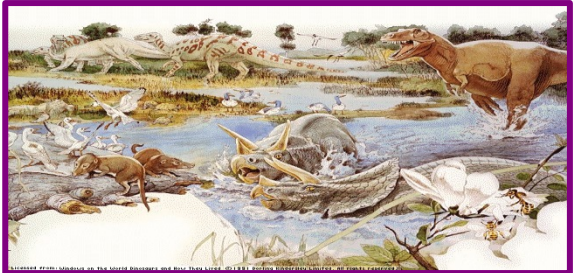
- Diversifícanse os invertebrados.
- As plantas (briófitas) e os animais (artrópodos) saen da auga e colonizan a terra.
- A atmosfera alcanza os niveis actuais de oxíxeno.
- Aparecen os vertebrados = peixes acoirazados.
- Os vertebrados conquistan a terra: peixes-anfíbios-réptiles.
- Xorden as espermatófitas, plantas con sementes.
- Panxea I reúnese, formando Panxea II.
- Grande extinción pérmica.



ERA MESOZOICA (245 a 65 Ma)

Período	Eventos xeolóxicos e paleoclimáticos	Eventos biolóxicos
Período triásico (245 a 208 Ma)	O Triásico comprendía un só supercontinente chamado "Panxea". O clima era cálido e húmido. Xunto a ríos e lagos, naceron varios tipos de plantas, como fentos, estendidos xunto aos estanques. Presenta un clima máis seco no interior, grandes extensións desérticas, situadas nos trópicos, especial para a vida dos réptiles. Ao final do Triásico comeza a fragmentación continental e ábreanse mares pouco profundos.	Ao principio do Triásico novos animais chegaron despois do impacto da extinción masiva do final do Pérmico. Apareceron as primeiras ras e tartarugas. Hai 240 Ma existiron dinosauros con toda certeza. 230 Ma atrás a cadeira dos réptiles adáptase para a carreira veloz. Os primeiros amonoides teñen uns 225 Ma e os primeiros pterosaurios, uns 205 Ma. Extinción finitriásica.

Período xurásico (208 a 146 Ma)	Continúa a apertura dos continentes; 200 Ma atrás comeza a fragmentación e expansión de Panxea II: apertura do Océano Atlántico. 150 Ma, a Antártida e Australia sepáranse de África. O clima faise moito máis húmido e segue sendo cálido (ambientes tropicais a temperados húmidos).	Este período caracterízase pola hexemonía dos grandes dinosauros; os peixes e os réptiles mariños dominan os mares, hai unha gran diversidade de invertebrados mariños e as coníferas dominan a flora. Primeiros peixes teleosteos. Primeiros mamíferos e aves. Primeiros animais con placenta.
Período cretáceo (146 a 65 Ma)	Os continentes seguen separándose (o Atlántico ábrese), pero comeza a colisión de África e a India con Euroasia, o que inicia o levantamento das cordilleiras da oroxénese alpina. O clima comeza a arrefriar. 100 Ma, América do Sur sepárase de África. Aos 100-75 Ma dáse a maior transgresión mariña rexistrada (extensión dos mares). A mediados do Cretáceo, deuse a formación de máis do 50 % das reservas mundiais de petróleo que se coñecen nos nosos días. Ao final do Cretáceo aumenta a actividade volcánica global e un grande asteroide choca coa Terra, no golfo de México.	Hai 130 Ma rexístranse as primeiras anxiospermas. Hai unha gran diversidade de vida mariña e de dinosauros. Aparecen insectos polinizadores e os marsupiais. Ao final do Cretáceo prodúcese unha extinción masiva e brusca. Desaparecen os dinosauros e outros seres. Extinción finicretáica: hipótese do impacto dun gran meteorito no actual golfo de México que provoca a desaparición dos dinosauros. Ao final do período, aos 65 Ma, aparecen os primates.

Principais eventos do Mesozoico - Aparecen os dinosauros e outros grandes réptiles, que se estenderán por todos os mares e continentes e dominarán a Terra. - Fragméntase Panxea II. - Xorden os Mamíferos e as Aves. - Aparecen as anxiospermas. - Grande extinción cretáica polo impacto dun gran meteorito.	
---	---

ERA CENOZOICA (65 a 1,8 Ma)

Período	Eventos xeolóxicos e paleoclimáticos	Eventos biolóxicos
Período paleoxeno (65 a 23 Ma)	Continúa a separación dos continentes iniciada no Cretáceo (apertura do Atlántico) e a India remata a súa colisión con Eurasia. Finaliza así a oroxénese alpina, formáronse os Pireneos, os Alpes, o Himalaia... Tamén se levantan as cordilleiras do bordo occidental de América. O clima nesta época é aínda subtropical e húmido en case todas as rexións.	Aparecen especies de plantas modernas. Aparecen os cactus e as palmeiras. Os mamíferos teñen a posibilidade de explotar agora os ecosistemas que deixou libres a extinción dos dinosauros. Aparecen durante este período os mamíferos monotremas, marsupiais, multituberculados e placentarios. As aves comezaron a diversificarse durante esta época.
Período neoxeno (23 a 1,8 Ma)	Entre os 35 e os 3 Ma produciuse a glaciación neoxena, que orixinou a formación do casquete glacial antártico (hai 10 Ma, formación total do casquete antártico) e dos casquetes glaciares no hemisferio norte. Os continentes alcanzan posicións próximas as actuais. Ábrese o mar Vermello e o Rift Valley de África Oriental. O clima vai arrefriando e faise máis árido.	As aves e os mamíferos alcanzan gran diversidade e en moitos casos, gran tamaño. Aparecen moitos dos grupos actuais, incluídos os primeiros primates antropoides (e os homínidos ao final do período). 30 Ma, primates con visión estereoscópica e mans prñsiles. Hai 20 Ma xurdiron os primeiros homínidos (Proconsul). O clima progresivamente máis frío e máis seco, modifica a fauna e a flora.
Período cuaternario (1,8 Ma a hoxe)	É o que chega ata a actualidade. Neste período os glaciares cubriron a cuarta parte da superficie terrestre e o clima foi moi frío. Varios episodios glaciais supostamente xa finalizados, aínda que hai quen opina que nos encontramos nun período interglacial.	As glaciacións modifican profundamente a flora e causan a aparición de moitos dos grupos actuais de plantas. Xorden novas especies de mamíferos adaptadas a climas máis fríos ou máis áridos. Aparece o home, que conviviu con animais ferozes e corpulentos como o mamut, o mastodonte e o tigre dos dentes de sabre. Diversificación do xénero Homo: H. erectus, H. antecessor, H. neanderthalensis, H. sapiens. O home conquista todos os continentes.

Principais eventos do Cenozoico

- Os mamíferos diversifican e esténdense por toda a Terra.
- Continúa a expansión do Océano Atlántico.
- Créanse as grandes cordilleiras actuais.
- Aparecen os homínidos.
- Grandes glaciacións e formación dos casquetes polares.
- Aparece a especie humana.



Observe:

Camiñando entre os fósiles de Galicia

QUE DINOSAURIOS camiñaron pola nosa xeografía?, que homes prehistóricos a poboaron? Interesante, non? Hai 477 millóns de anos, que non hai tanto, sabías que un supervolcán arrasou "Galicia" nunha erupción "megacolosal" cando formaba parte do fondo mariño do continente de Gondwana? Un supervolcán "é un tipo de volcán que posúe unha cámara magmática mil veces máis grande que a dun volcán convencional". Iso dános unha idea do pouco que sabemos, os cidadáns correntes, sobre o pasado da nosa terra. 24.02.2016.

Un problema que presenta o terreo galego á hora de atopar pegadas fósiles terrestres é debido a que Galicia e o norte de Portugal estiveron durante os últimos 200 millóns de anos por riba do nivel da auga, eran como unha illa. O terreo quedou exposto á erosión, o que fixo que non se conservasen fósiles de animais e plantas como noutras partes do mundo durante esa época, explica Juan Ramón Vidal Romaní, catedrático de xeoloxía da Universidade da Coruña. Pódese afirmar que os dinosaurios que poboaron Galicia, aínda que non existan restos por este motivo, eran similares aos dos territorios próximos como Portugal, A Ríoxa, Asturias ou Soria, que polo tipo de terreo e condicións conserváronse ata hoxe. Así pois, sabemos que percorreron os nosos vales Tyrannosaurus rex, Brachiosaurus ou saurópodos como o Diplodocus, que eran uns dinosaurios de enormes.

Os primeiros achados de fósiles en Galicia atribúense a Guillermo Schulz, enxeñeiro de minas, que en 1834 trazou "o primeiro mapa xeolóxico a nivel europeo, feito en Galicia, de España e Portugal", comenta Juan Ramón. E fíxoo nun segundo plano, xa que se dedicaba á procura de xacementos minerais e, en consecuencia, atopouse con algúns restos fósiles nas zonas de lousa.

Con respecto a outro tipo de fósiles máis recentes que si se conservaron en covas de zonas calcarias, cuxo pH básico contribuíu a conservar os restos, podemos dicir que en 1961 no Incio, en Lugo, atopáronse os primeiros restos fósiles de Mamut (Mammuthus primigenius) do Cuaternario. En concreto dous dentes e dúas vértebras pertencentes aos períodos máis fríos do Plistoceno, segundo o estudo de Emiliano Aguirre, primeiro director de Atapuerca.

No Courel atopáronse recentemente xacementos fósiles do período precámbrico e do Ediacara considerada a primeira fauna, que era mariña porque a terra non tiña atmosfera protectora e en terra as especies morrían pola radiación. A partir deste período melloran as condicións sobre a terra e empezan a aparecer animais terrestres.

Nunha cova de Becerreá apareceron restos de hienas, leóns das cavernas, rinocerontes e mamuts e en Valdavara atopouse o maior xacemento de fauna do Cuaternario con restos de leóns, hienas, leopardos, rinocerontes e bisontes.

En 2013 descubriuse na Pontenova, en Lugo, un xacemento de fósiles de trilobites xigantes, duns 300 millóns de anos antes que os dinosaurios, cando Galicia era un fondo mariño, que emerxeu hai uns 350 millóns de anos. Estes trilobites son duns 90 centímetros debido ao xigantismo polar, porque hai 488 millóns de anos, no período ordovícico, Galicia estaba a nivel de Suráfrica moi preto do que hoxe é o Polo Sur.

Na cova de Eirós, considerada a Atapuerca galega, en Lugo, atopáronse uns 2.000 fósiles, entre eles 43 de osos cavernarios (Ursus spelaeus), un oso de gran tamaño de hai uns 30.000 anos. Destacar neste terreo a Aurora Grandal, paleontóloga da Facultade de Ciencias da Universidade da Coruña, polas súas investigacións sobre "grandes mamíferos cuaternarios" en Galicia, que empezou a secuenciar a xenética molecular destes fósiles. Sobre os achados de osos das cavernas desta cova versa a tese de Grandal dirixida por Juan Ramón Vidal.

Máis recentemente, hai uns 7.000 anos, a cova de Eirós foi ocupada por humanos. Atopáronse tamén restos de Homo sapiens en Valdavara, que podemos considerar os primeiros galegos da historia, xa que o máis antigo data duns 10.000 anos. "O que non se atopou ata agora é ningún rastro de neandertalense en Galicia", afirma Juan Ramón, pero si ferramentas que algúns autores atribúen a estes. Nun mundo no que conviviron dúas especies de homes, o Homo sapiens e o neanderthalensis, ata hai ben pouco creuse que non existía cruzamento entre eles, pero a antropoloxía xenética xa determinou a existencia dos devanditos cruzamentos. Por lóxica, Juan Ramón cre posible a hibridación de especies humanas naquel momento.

En Pontevedra o tipo de rochas graníticas que temos non deu lugar á conservación deste tipo de fósiles máis antigos, porque non hai presenza de lousas nin calcarias.

- **Métodos indirectos:** baseados en **cálculos e deducións** resultantes do estudo de propiedades físicas e químicas da Terra e dos seus materiais.

MÉTODOS INDIRECTOS	
Método magnético.	Estudo das anomalías do campo magnético terrestre . O magnetismo mídese co magnetógrafo.
Método gravimétrico.	Estudo das fluctuacións do campo gravitacional en diferentes rexións do planeta. A gravidade diminúe coa altura, pois a distancia ao centro da Terra aumenta. Tamén cambia segundo a composición das rochas.
Método xeotérmico.	Estudo do fluxo térmico, chamado gradiente xeotérmico , que vai do interior cara á superficie terrestre.
Método sísmico.	Estudo das diferenzas de velocidade e dirección das ondas sísmicas ao atravesaren capas terrestres con diferentes propiedades.
Método eléctrico.	Estudo da condutividade eléctrica das rochas. Este método utilízase ademais para atopar augas subterráneas e para situar xacementos de metais.

O método sísmico

- O **método sísmico** é un método de estudo indirecto que utiliza a variación na velocidade de propagación que experimentan as ondas sísmicas (as producidas polos terremotos) cando atravesan os diferentes materiais do interior da xeosfera.

É o método indirecto que mellores resultados proporciona para o estudo da composición e estrutura do interior da Terra.

- Que son as ondas sísmicas?
 - **As ondas sísmicas son vibracións.** Xéranse nos puntos do interior da Terra onde ten lugar un terremoto.
 - Todo sismo produce **ondas sísmicas primarias (P), secundarias (S) e superficiais.**

Ondas sísmicas		
Ondas P ou primarias	Ondas S ou secundarias	Ondas superficiais
▪ Fan vibrar os materiais de modo que estes se comprimen e se dilatan alternativamente, como un acordeón. ▪ Propáganse tanto en medios sólidos como líquidos.	▪ Fan vibrar os materiais de modo que estes oscilan perpendicularmente á dirección de propagación. ▪ Son máis lentas que as ondas P e non poden atravesar líquidos.	▪ Xéranse cando as ondas P e S chegan á superficie da Terra e se propagan só por ela. ▪ Ao non viaxaren polo interior da Terra, non se empregan no método sísmico.

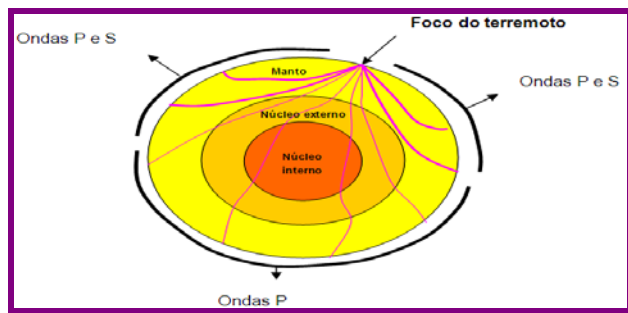


- Propáganse en **todas as direccións**, máis rápido canto máis ríxido é o **medio que atravesan**.

Comportamento das ondas sísmicas ao atravesaren o planeta

As traxectorias detectadas só poden explicarse no suposto de que a Terra se organice en capas de distinta natureza.

Ademais, o núcleo externo non pode ser atravesado por ondas S, que só poden viaxar polos sólidos, o que significa que esta capa debe estar en estado fluído.



2.2.2 Modelo xeoquímico

As discontinuidades sísmicas

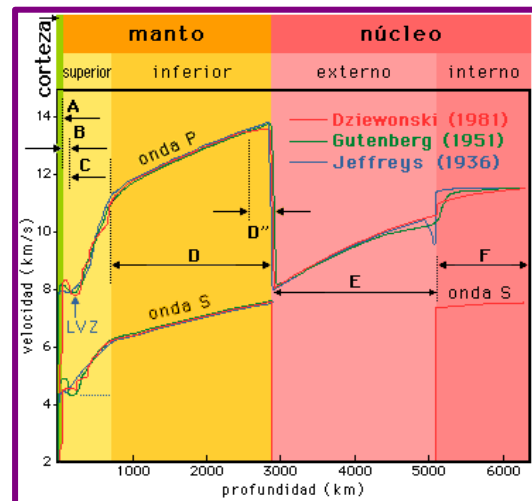
- As discontinuidades sísmicas son **cambios bruscos da velocidade de propagación das ondas sísmicas** a través da Terra, estas variacións (que levan o nome dos seus descubridores) interprétanse como os límites entre capas de diferente composición, estado físico ou comportamento mecánico.

Principais discontinuidades sísmicas da Terra.

Descontinuidade de Mohorovicic. Detéctase a una media de 20 km de profundidade, porque as ondas sísmicas aumentan a súa velocidade debido a un aumento na densidade das rochas. Baixo ela, nalgúns rexións, rexístrase unha zona de baixa velocidade das ondas que indicaría a presenza de rochas fundidas (zona A do gráfico).

Descontinuidade de Gutenberg. Detéctase a 2.900 km de profundidade, porque as ondas P diminúen bruscamente a súa velocidade, mentres que as ondas S deixan de propagarse a partir de aí. Isto indica que a capa inferior se encontra en estado líquido (entre as zonas D e E do gráfico).

Descontinuidade de Wiechert-Lehman-Jeffreys. Detéctase a 5.100 km de profundidade, porque a velocidade das ondas P aumenta outra vez bruscamente. Isto interpretouse como un estado sólido compacto dos materiais do centro da Terra (entre as zonas E e F do gráfico).



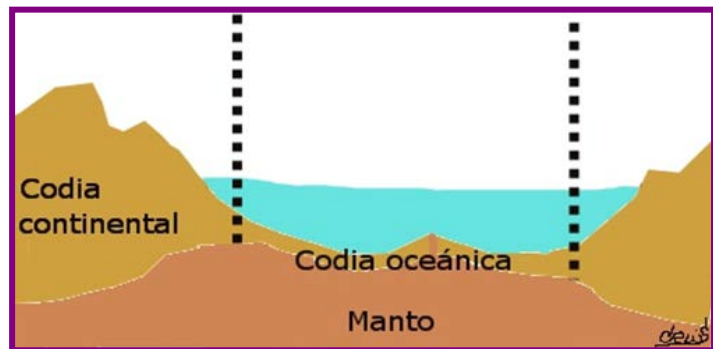
Modelo xeoquímico ou estático

A partir dos datos proporcionados polo método sísmico e por análises doutros tipos, deduciuse un **modelo xeoquímico da Terra** que explica o interior terrestre **e divídeo en capas e subcapas concéntricas**, en función da súa composición química, que coinciden coas discontinuidades detectadas mediante o método sísmico.

- **Codia:** é a capa máis externa, delgada, sólida e lixeira. É a capa máis delgada, esténdese desde a superficie ata a **descontinuidade de Mohorovicic**, situada a unha profundidade media de 20 km. Podemos distinguir:

- **Codia continental:** (ata 25-70 km) **forma os continentes**. A rocha máis abundante é o granito. De espesor variable como resultado da dinámica terrestre e por acumulación de rochas e outros sedimentos, ademais de rochas metamórficas.

- **Codia oceánica:** (ata 6-12 km) forma os **fondos dos océanos**. A rocha máis abundante é o basalto (rocha volcánica) e o gabro (rocha plutónica). É polo tanto máis delgada ca codia continental, pero debido a que ten unha distinta composición é máis densa (o basalto e o gabro son rochas máis densas que o granito).



- **Manto:** constitúe a capa intermedia e é a capa máis grossa. Sitúase entre a descontinuidade de Mohorovicic e a de Gutenberg (a unha profundidade de 2.900 km). Está formada por rochas moi densas de peridotito. Divídese en dúas partes:

- **Manto superior:** (70-670 km) menos denso que o manto inferior, con parte dos seus materiais fundidos.

- **Manto inferior:** (670-2.900 km) sólido debido ás maiores presións a que están sometidos os materiais.

- **Núcleo:** é a capa máis interna da Terra. Esténdese desde o límite inferior do manto, 2.900 km, ata o centro do noso planeta, a 6.371 km. Formado por materiais máis pesados, como o ferro e o níquel, de composición similar á dos meteoritos sideritas. Nel xérase o campo magnético. Considérase dividido en dúas partes:

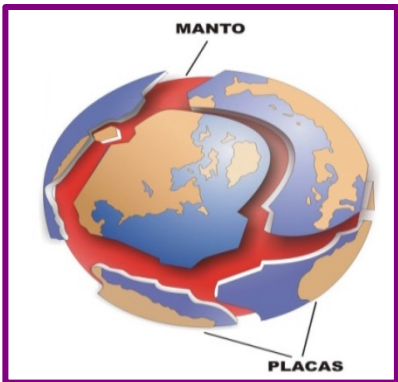
- **Núcleo externo:** (2.900-5.100 km) formado por materiais fundidos (debido ao seu estado líquido e tamén ás altas temperaturas e presións ás que están sometidos os seus materiais, as ondas S non o atravesan). Nel maniféstanse **correntes de convección**, responsables do **campo magnético terrestre**.

- **Núcleo interno:** (5.120-6.371 km) formado por ferro e níquel que, debido ás altas presións, é sólido (as ondas P aumentan aquí a súa velocidade).

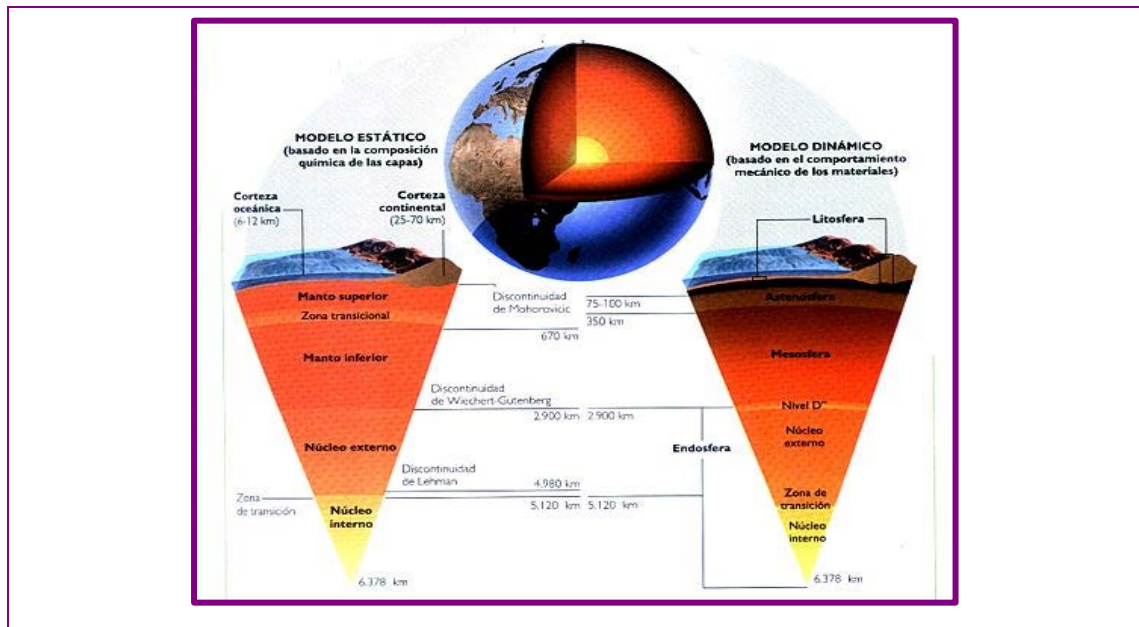
2.2.3 Modelo xeodinámico

Os estudos do interior terrestre mediante ondas sísmicas tamén proporcionan información sobre as características mecánicas dos materiais das capas interiores da Terra, é dicir, se son fluídos, plásticos ou ríxidos; se poden moverse ou non...

O **modelo xeodinámico** divide o interior terrestre en varias zonas, en **función de dous criterios: o seu estado físico e o seu comportamento ou dinámica**. No modelo xeodinámico considéranse as seguintes zonas ou capas:

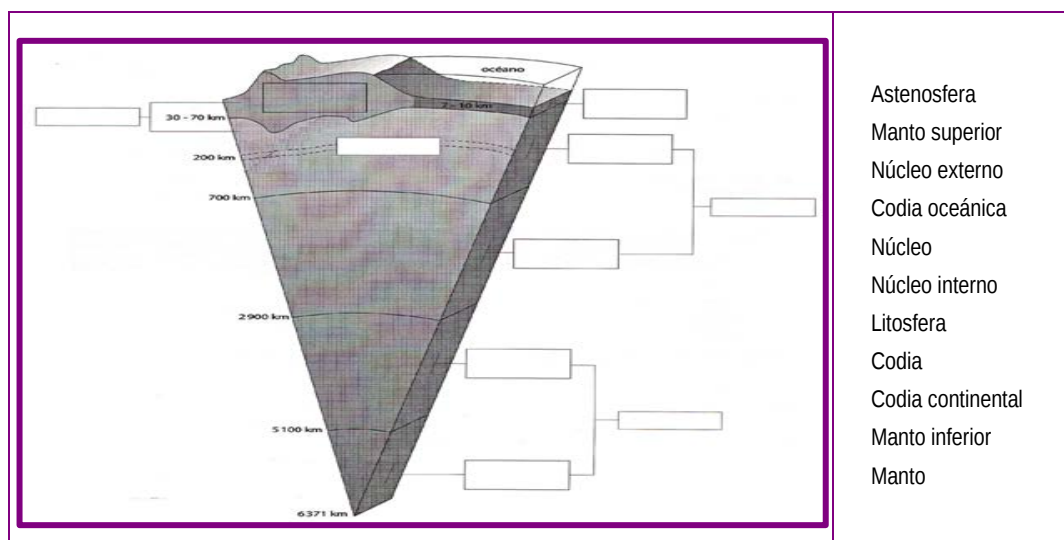
- **Litosfera:** é a capa máis superficial da Terra, **formada pola codia e a parte superior do manto ríxido**, que forman unha capa completamente sólida e ríxida cun grosor de entre 30 km (zonas oceánicas) e 100 km (zonas continentais). Esta capa non é continua, senón que está **dividida en grandes fragmentos que reciben o nome de placas litosféricas ou tectónicas**. Atópanse flotando sobre materiais máis densos. Distínguense dous tipos de litosfera: **litosfera continental e oceánica**.
- 
- O diagrama ilustra a estrutura da Terra, mostrando o manto (MANTO) e as placas litosféricas (PLACAS). O manto é representado en tons de laranxa e vermello, e as placas litosféricas son mostradas en tons de azul e vermello, flotando sobre o manto.
- **Astenosfera:** por baixo da litosfera atopamos unha capa que, debido ás condicións de temperatura e presións, ten un comportamento de material viscoso sobre o que flotan e se moven as placas litosféricas. **É unha capa plástica e de espesor variable, entre 100 e 300 km nos lugares onde foi recoñecida, feito polo que algúns autores non a consideran como nivel universal**. Permite o desprazamento horizontal das placas litosféricas ríxidas, así como os movementos verticais de elevación e afundimento de continentes.
 - **Mesosfera:** é a parte máis extensa da Terra (300-2.900 km). **É a capa formada polo resto do manto en estado sólido. Está situada por debaixo da astenosfera ata uns 2.900 km de profundidade**. É unha capa sólida da que non se coñece o seu estado de rixidez; crese que o seu estado é sólido pola presión dos materiais. A súa dinámica presenta correntes de convección, de movemento moi lento, e térmicas.
 - **Nivel D:** é una capa de transición entre a mesosfera e o núcleo externo de endosfera. Nela prodúcese intercambios de materiais e gran cantidade de enerxía en forma de calor entre estas capas a través destas **plumas térmicas**, que atravesan a mesosfera e a litosfera.

- **Endosfera:** (2.900-6.371 km). Ocupa o centro do planeta e coincide co núcleo. A súa estrutura coincide co núcleo do modelo xeoquímico. Na endosfera **orixínase o campo magnético terrestre e as correntes de convección**, “motor” da **dinámica interna do planeta**. Divídese en:
 - Núcleo externo: é líquido (consistencia similar á da auga) e nel prodúcese rápidas correntes de convección por diferenzas de temperatura e densidade.
 - Núcleo interno: é sólido, é una enorme esfera de metal sólido.



Actividades propostas

- S7. Cales son os métodos utilizados para coñecer a estrutura interna da Terra?
- S8. Complete a imaxe cos termos que identifican cada unha das partes da Terra:



2.2.4 O motor interno da Terra

A enerxía interna da Terra

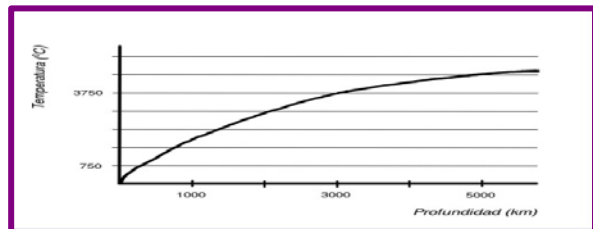
- Para entender como actúa a dinámica interna da Terra hai que ter en conta a **gravidade e a enerxía interna en forma de calor**. Todos os procesos internos da Terra baséanse nas transferencias de calor que manteñen en continuo movemento as rochas do interior da Terra. Esta calor queda en evidencia en procesos como o magmatismo e o metamorfismo.
- A orixe desta calor débese a dúas posibles causas:
 - Calor remanente: a calor residual do proceso de formación da Terra. O Núcleo garda calor desde o momento de formación da Terra. A súa composición fai que sexa moi condutivo e, ademais, estea en convección. Esta calor vai liberándose de forma progresiva ao manto.
 - A desintegración de elementos radioactivos no manto (uranio e torio) produce calor que se libera de forma gradual.

Calquera de ambas as orixes abunda por si soa para xustificar a cantidade de calor que chega á superficie. Con todo, crese que interveñen as dúas e, en maior medida, a calor do núcleo. Esta calor interna transmitida polo manto e a codia é a responsable da actividade tectónica e dos procesos xeolóxicos internos, constituíndo así o auténtico motor da tectónica de placas.

- **Gradiente xeotérmico:** é o aumento continuo da temperatura a medida que aumenta a profundidade na Terra, é dicir, desde a superficie ata o interior terrestre.

Na codia, o seu **valor medio** é de **3 °C por cada 100 metros**, chegando a 10 °C por cada 100 metros nas áreas volcánicas.

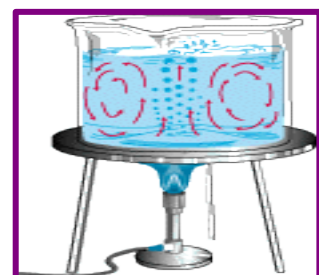
A **profundidades maiores**, estes valores **non se manteñen** e a distribución de temperaturas estímase en función de extrapolacións baseadas en experimentos de laboratorio e datos sísmicos.



Observe:

A calor pódese transferir de 3 maneiras:

- **Condución:** transferencia de calor sen movemento de materia. Depende da condutividade térmica da substancia.
- **Convección:** transferencia de calor con movemento de materia. O movemento está ocasionado polos cambios de densidade da substancia dentro dun campo gravitacional.
- **Radiación:** transferencia de calor por medio de ondas. Non precisa materia para a súa propagación.



Transporte de calor na xeosfera

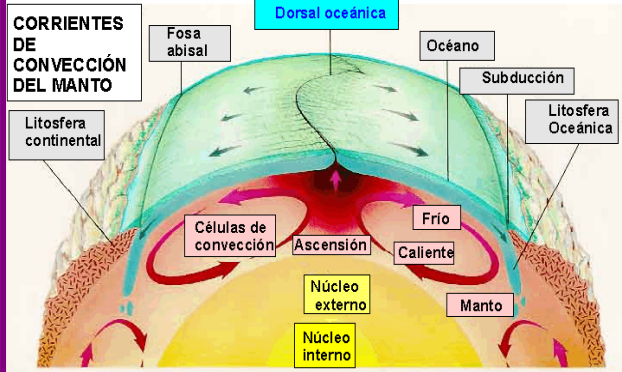
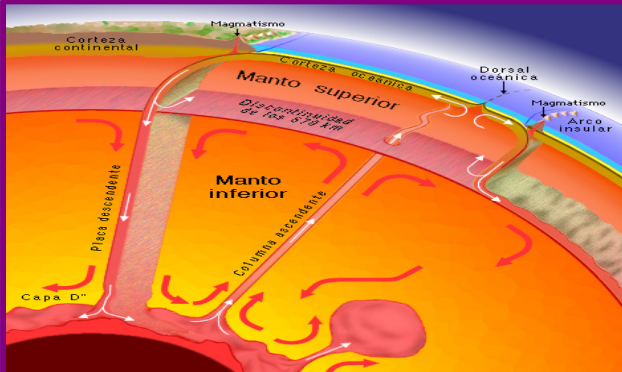
- A enerxía calorífica alcanza a superficie terrestre mediante dous mecanismos:
 - Condutividade térmica.
 - Correntes de convección.

Condutividade térmica

A condutividade ou conduction térmica é a transmisión de calor de rocha a rocha, desde o interior do planeta á superficie. Esta viaxe que realiza a calor coñécese co nome de **fluxo térmico** (é a cantidade de enerxía calorífica que chega á superficie terrestre desde o interior da Terra). Dado que as rochas transmiten (conducen) mal a calor, a viaxe dura miles de anos, trátase dun mecanismo moi lento.

Correntes de convección

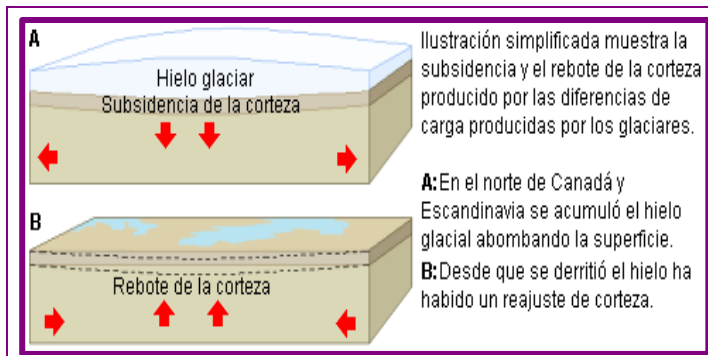
Son o verdadeiro motor da dinámica interna da Terra, mediante as cales o material quente, menos denso e, polo tanto, máis lixeiro, ascende cara á superficie. Cando arrefría, este material aumenta a súa densidade e volve fundirse. Este fluxo de materiais é xerado pola forte variación de temperatura entre a litosfera e o nivel D.

A corrente descendente débese á gravidade que actúa sobre as placas litosféricas onde (nas zonas de contacto entre placas) se produce un fluxo descendente de litosfera oceánica, que se volve moi densa a uns 670 km de profundidade e afúndese ata o ardente límite núcleo-manto. Este afundimento ou avalancha de restos de placa tira da devandita placa e móvea cara á zona de afundimento.	
No manto, a corrente ascendente (columna ascendente) estaría orixinada polos penachos térmicos ou plumas de magma, procedentes do nivel D. No caso das capas que non poden mesturarse por ter diferente densidade, como a do núcleo metálico e o manto rochoso, prodúcese correntes de convección independentes.	

Movimentos verticais na litosfera

- A litosfera ríxida “flota” sobre o manto sublitosférico, mantendo un equilibrio de flotación chamado **isostase**.

Este equilibrio alérase debido a dinámicas, que poden ser de orixe interna ou externa, que provocan movementos na vertical de bloques ou porcións de litosfera, para restablecer o equilibrio isostático, como sucede nun barco cando se carga ou se descarga.



- Un incremento do peso sobre a litosfera pode provocar o seu afundimento, fenómeno denominado **subsidencia**. Un exemplo son as grandes acumulacións de xeo sobre os continentes durante as glaciacións ou de sedimentos nas cuncas sedimentarias. Pola contra, a erosión ou o desxeo reducen o peso sobre os bloques, feito que provoca a súa elevación.

Actividades propostas

S9. Cal é a orixe da calor interna da Terra?

S10. Como funcionan as correntes de convección do manto?

S11. A península de Escandinavia está a experimentar un lento pero continuo movemento ascendente por causa da isostase. Pode explicar por que?

2.3 Tectónica de placas

2.3.1 Antecedentes da tectónica de placas

Teorías oroxenéticas

- Antes de que se coñecese a dinámica do interior da Terra, que se describiu, a xeoloxía buscaba explicacións para os procesos de formación de cordilleiras, a actividade volcánica, os terremotos... **As teorías oroxenéticas** explican a formación dos oróxeos e o relevo terrestre. Estas teorías, segundo defendan ou non o desprazamento dos continentes, clasifícanse en **fixistas e mobilistas**.

- **Teorías fixistas**, postulan que os continentes terrestres presentaron a mesma situación xeográfica durante toda a súa historia.

As teorías fixistas foron desacreditadas polos argumentos das teorías mobilistas. A información proporcionada polos fondos oceánicos e o método sísmico nos anos 60 apoiaron as ideas defendidas polas teorías mobilistas, xustificadas polo modelo xeodinámico terrestre.

- **Teorías mobilistas**, afirman que os continentes terrestres se desprazan, localizándose en diferente situación xeográfica ao longo da historia da Terra.

O precursor da interpretación da xeosfera como un **sistema dinámico** e das teorías mobilistas foi o xeofísico alemán **Alfred Wegener**. Posteriormente comprobouse que as correntes de convección están implicadas no desprazamento dos continentes, o que confirmou as teorías da deriva continental e da tectónica de placas.

A **teoría da tectónica de placas**, actualmente coñecida como **tectónica global**, xorde a finais da década dos sesenta (T. Wilson) como consecuencia dunha serie de datos xeofísicos e de teorías anteriores, iniciadas en 1912 coa deriva continental (A. Wegener) e culminadas a principios dos sesenta coa expansión dos fondos oceánicos (H. H. Hess).

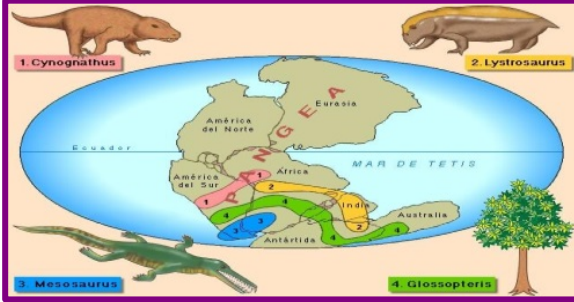
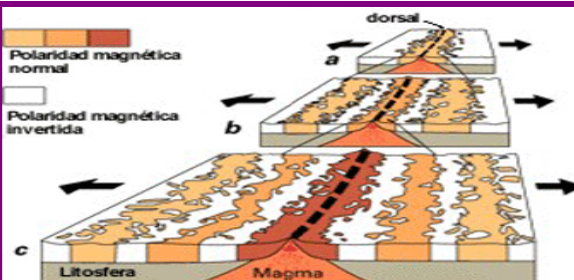
A deriva continental

- En 1912, Wegener presentou a súa revolucionaria hipótese mobilista: a deriva continental. Segundo esta teoría, hai uns 200 millóns de anos todos os continentes estarían unidos nun só, ao que denominou Panxea ("toda a terra"), deixando un único grande océano, Pantalasa. Panxea dividiuse, os fragmentos resultantes desprazáronse e deron lugar aos continentes actuais.
- As probas que achegou Wegener:

Probas xeográficas

Coincidencia entre as costas de continentes hoxe en día separados. Exemplo: África e América do Sur. A coincidencia é maior se se realiza a partir das plataformas continentais.



Probas xeolóxicas Atopou que algunhas formacións xeolóxicas tiñan continuidade a ambos os lados do Atlántico. Por exemplo, diamantes en Brasil e Suráfrica.	
Probas biolóxicas / paleontolóxicas En continentes separados actualmente podíanse atopar fósiles da mesma especie, en lugares hoxe moi afastados, que en ningún caso podería ter atravesado o océano que os separa. Isto só se podía explicar se, hai millóns de anos, estes continentes estivesen unidos entre si.	
Probas paleoclimáticas Utilizou rochas sedimentarias como indicadores dos climas nos que se orixinan: tilitos (clima glacial), xeso, halita (clima árido), carbóns (clima tropical). Debuxou mapas deses climas antigos e concluíu que a súa distribución non se podería explicar se os continentes permanecesen nas súas posicións actuais.	 Planisferio actual mostrando la distribución de los depósitos glaciares con cerca de 300 millones de años
Probas xeomagnéticas Minerais magnéticos en rochas de igual idade en distinto continente indican dous polos norte. Trasladando os continentes, apuntan a un único polo.	

Carencias da teoría de deriva continental

A teoría de deriva continental foi refugada pola maioría dos científicos da época, ao non poder achegar os datos necesarios para explicar o mecanismo polo que os continentes se moven. Wegener propoñía como motor a forza centrífuga orixinada pola rotación terrestre. Ao se moveren, os continentes arrastraban os sedimentos que atopaban ao seu paso formando cadeas montañosas (efecto proa) desprazándose sobre os fondos mariños.

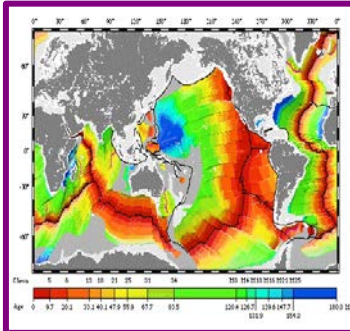
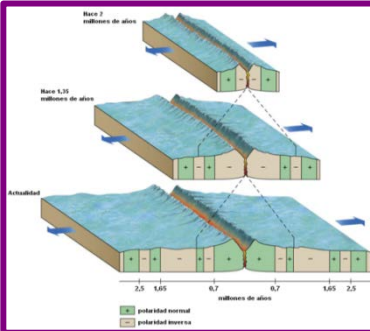
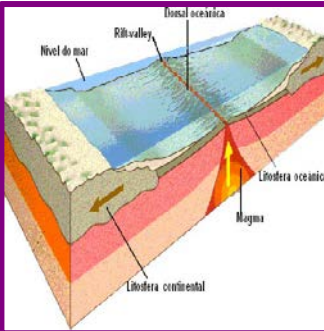
Nin os cálculos máis optimistas podían demostrar que a forza centrífuga bastaba para vencer as forzas de resistencia, nin explicaba a existencia de oróxeos noutras posicións. O descubrimento da convección do manto por Hess supuxo atopar o motor da deriva continental e a formulación dunha nova teoría máis completa: a tectónica de placas ou tectónica global.

A expansión do fondo oceánico

A interpretación definitiva da deriva dos continentes chegou, na década dos anos sesenta, coa teoría da expansión do fondo oceánico de Vine, Matthews e Hess.

A **teoría da expansión do fondo oceánico** afirma que a codia oceánica se crea nas dorsais oceánicas, concretamente no *rift valley*, por onde ascende e aflora material fundido procedente do manto que se deposita a ambos os lados da dorsal, de maneira que despraza o material liberado e consolidado anteriormente, aumentando así a extensión dos océanos.

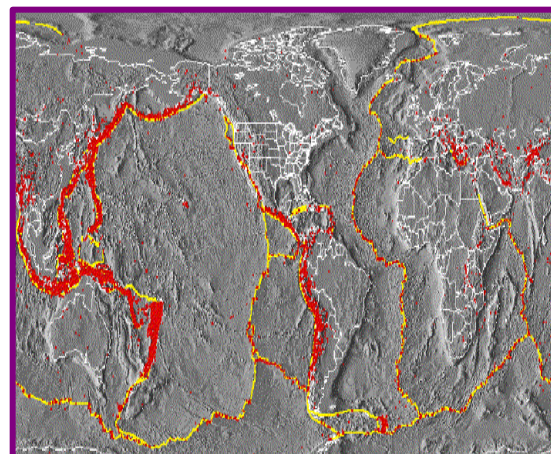
Probos da expansión oceánica

		
Idade dos basaltos A idade das rochas do fondo oceánico é menor cá das da codia continental e aumenta dende o centro das dorsais cara as zonas máis afastadas. Se observa o mapa da ilustración, as zonas máis antigas, en azul, son as máis próximas aos continentes, e as máis recentes son as das dorsais, en vermello.	Paleomagnetismo O campo magnético da Terra é inestable e a súa polaridade inverteuse cada certo tempo ao longo da historia. Estas inversións quedan rexistradas nas rochas que conteñen o mineral magnetita, que se orienta como o campo magnético terrestre do momento da súa solidificación. A distinta polaridade (normal e inversa) que se aprecia na ilustración, en bandas paralelas e simétricas a ambos os lados da dorsal, corrobora a expansión oceánica.	Espesor dos sedimentos. Os sedimentos nos fondos oceánicos non se distribúen de maneira homoxénea. Non hai sedimentos na dorsal. A medida que nos afastamos desta e nos achegamos aos continentes, incrementase a acumulación e o espesor de sedimentos. Polo tanto, o fondo oceánico móvese e vai acumulando sedimentos ao longo do tempo.

Observe:

Unha das evidencias da teoría de Wegener obtívose ao analizar a **distribución de terremotos e volcáns activos na Terra**. Curiosamente, estas zonas non se distribúen en rexións extensas, senón que **forman dous grandes aliñamentos** de miles de quilómetros de lonxitude e só uns poucos de ancho, os cintos activos que, dada a súa situación na Terra, denomínanse:

- **Cinto circumpacífico** (antigamente coñecido como "cinto de lume do Pacífico") que bordea as costas americanas, asiáticas e oceánicas do océano Pacífico.
- **Cinto eurasiático-melanésico**, que inclúe as cordilleiras alpinas de Europa e Asia, conectando co anterior no arquipélago de Melanesia.



Actividades propostas

S12. En que se baseou Wegener para afirmar que os continentes se moven?

S13. Cales foron os acertos e os erros da teoría de Wegener?

2.3.2 A teoría da tectónica de placas

Principios básicos e probas

- A finais da década de 1960, varios investigadores, con base nas novas descubertas científicas, completaron e corrixiron as teorías anteriores e formularon a **teoría da tectónica de placas**, vixente na actualidade. A tectónica de placas tamén recibe o nome de **tectónica global**, xa que é capaz por si soa de explicar todos os fenómenos xeolóxicos que ocorren na Terra (a situación actual dos continentes, a orixe e a distribución xeográfica das cordilleiras) e dos principais fenómenos internos que suceden na Terra (volcáns e terremotos) a partir do movemento relativo das placas litosféricas.
- A tectónica de placas pode resumirse nos seguintes puntos:
 - A litosfera está dividida en grandes fragmentos ríxidos: as **placas litosféricas** ou **placas tectónicas**.
 - A maior parte da **actividade xeolóxica** interna **concéntrase nos límites entre as placas, onde interactúan**.
 - Os **fondos oceánicos xéranse** continuamente nas dorsais e **destrúense, por subducción**, nas fosas oceánicas.
 - **As placas litosféricas móvense, son dinámicas**, no seu movemento arrastran os continentes e accionan entre si, onde dúas placas se separan, xéranse novos océanos, onde se achegan e chocan, levántanse cordilleiras.
 - **A calor interna da Terra xunto coa forza de gravidade** xeran **correntes de convección** que moven unhas placas con respecto a outras, arrastrando con elas os continentes.

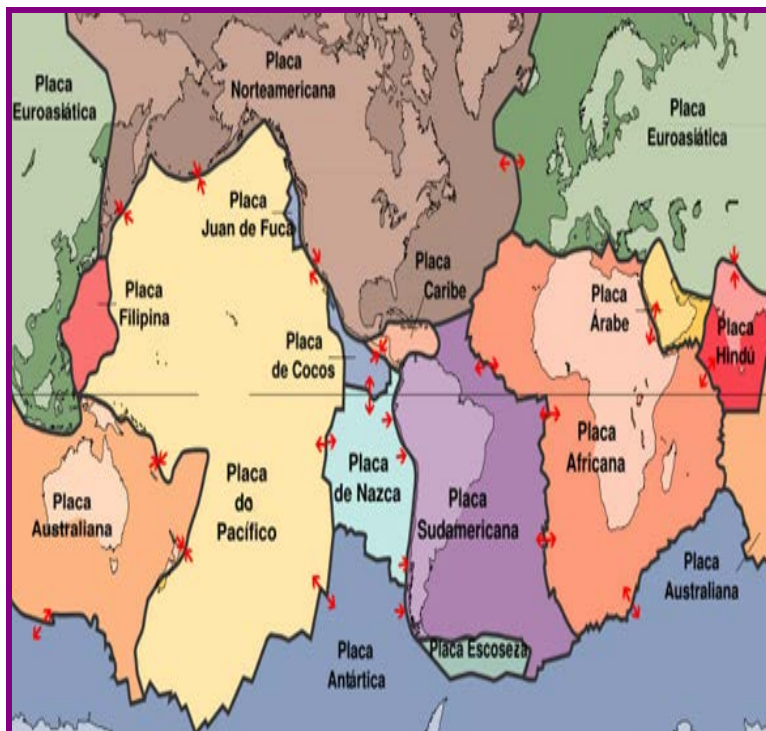
Placas litosféricas: definición e clasificación

- Unha **placa litosférica** é un anaco de litosfera (codia mais manto superior ríxido) limitado na súa superficie por bordos de placa que poden ser de tres tipos: diverxente (dorsais oceánicas), converxente (zonas de subducción) e cizalla (fallas de transformación). Estas placas son sólidas e atópanse sobre unha zona de baixa velocidade das ondas sísmicas, zona de materiais plásticos que favorece o seu movemento, xerado polas correntes de convección.

- **Tipos de placas.** A litosfera está dividida en catorce grandes placas: pacífica, de Nazca, norteamericana, suramericana, euroasiática, africana, indo-australiana, antártica, de Scotia, filipina, árabiga, caribeña, de Cocos e de Juan de Fuca.

Clasificamos as placas litosféricas conforme a súa **composición e tamaño:**

- Segundo a súa **composición.**
 - **Placas oceánicas,** formadas exclusivamente pola codia oceánica e o manto superior (placa de Nazca ou placa pacífica).
 - **Placas continentais,** constituídas por codia continental e manto superior (placa árabiga).
 - **Placas mixtas,** a maioría, formadas en parte por codia continental, codia oceánica e manto superior (placa euroasiática, placa suramericana).
- Segundo o seu **tamaño.**
 - **Placas maiores,** en total 15. Exemplo placa euroasiática.
 - **Placas menores,** en total 45. Exemplo placa de Nazca.



Observe:

As placas tectónicas están vivas!

Efectivamente, as placas tamén se reproducen, crecen e morren.

Reprodúcense: observe o val do Rift africano, a rexión dos Grandes Lagos. Aquí a placa Africana está a dividirse en dúas, coma se dunha célula que se divide por bipartición se trata.

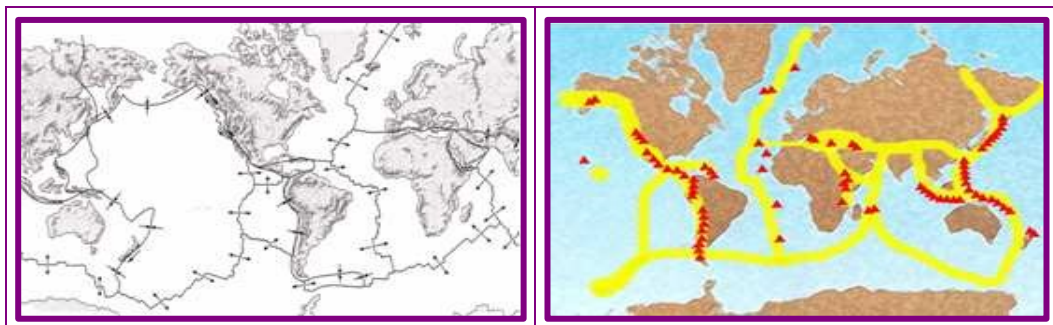
Crecen: fíxese no límite entre a placa eurasiática e a africana ao longo do Mediterráneo. Está limitada por dúas dorsais, a dorsal centroatlántica e a dorsal do Mar Vermello. A actividade de ambas as dorsais está a facer que a placa africana vaia aumentando de tamaño.

Morren: reparou nunha placa moi pequena que hai na costa occidental norteamericana? É a placa de Juan de Fuca. Esta placa está sendo "tragada" pola subducción e acabará desaparecendo. Esta e mais a de Cocos, no Caribe, formaban unha placa moito máis grande no Pacífico, da que hoxe só quedan estes dous restos. Que cre que lle pasará á placa filipina?

Actividades propostas

- S14.** Observe o debuxo das placas tectónicas e cite unha que inclúa só superficie oceánica, outra que só inclúa superficie continental e unha terceira mixta.

- S15.** Compare a imaxe da esquerda (sobre as placas litosféricas) coa da dereita (sobre a distribución dos volcáns) e responda: existen coincidencias entre as dúas imaxes?



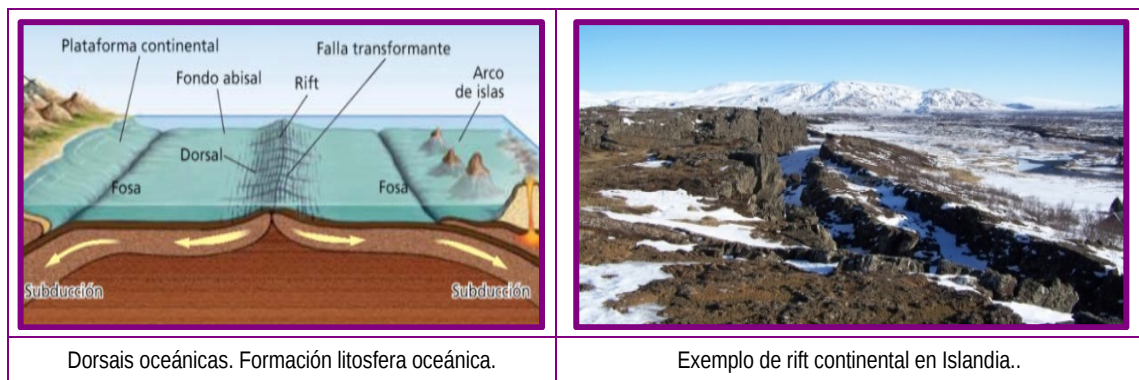
Límites das placas

- **Bordos diverxentes (ou construtivos):** cando as placas se separan, prodúcese un ascenso de materiais do interior da Terra; isto provoca erupcións volcánicas con achega de magma, que se solidifica no exterior e enche o oco formando nova litosfera. Un exemplo son as dorsais oceánicas.
 - **Estruturas do bordo diverxente:**
 - **Rifts continentais:** cando o **bordo diverxente afecta un continente**, produce unha fenda (chamada *rift* continental). Trátase de afundimentos de terreo con fondo moi fracturado que se producen cando unha masa continental rompe para orixinar dúas placas. Exemplo, o val do Rift na zona de África Oriental.

África é un exemplo: se vemos o mapa de placas litosféricas, apreciamos que a parte oriental de África se separa do resto. Hoxe nesta rexión atopamos un enorme val, denominado val do Rift. No futuro, dentro de millóns de anos, a separación completárase e alí aparecerá un océano cunha dorsal no seu fondo.



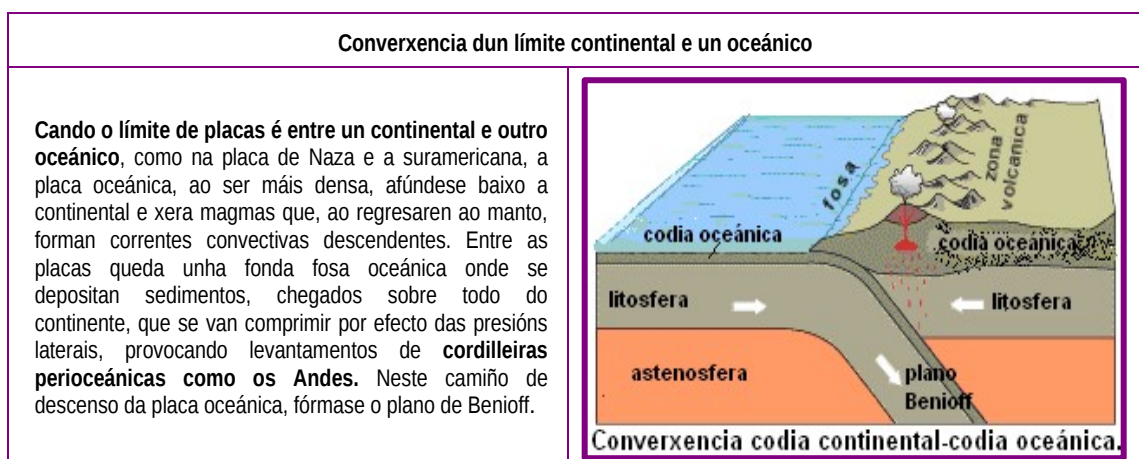
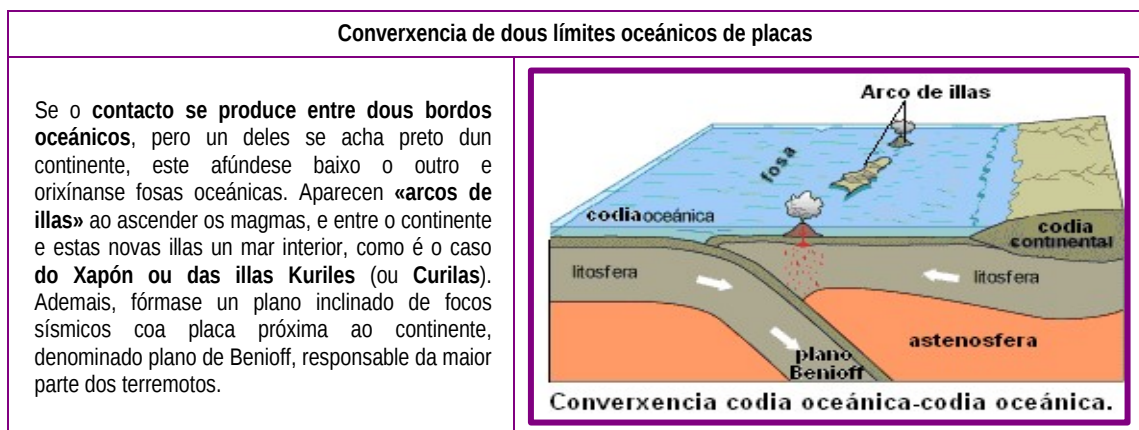
- **Dorsais oceánicas:** son elevacións do fondo mariño de decenas de miles de quilómetros de lonxitude, centos de quilómetros de anchura e uns 2 km de altitude, cunha fosa que ocupa o eixe central. Fórmanse nos bordos diverxentes de dúas placas constituídas por litosfera oceánica. Unha das principais dorsais é a que percorre de norte a sur o centro do Atlántico.



- **Bordos converxentes (ou destrutivos).** A formación de novo fondo oceánico nas dorsais debe ser compensada mediante a destrución de superficie antiga. Segundo a tectónica de placas as zonas de subducción destrúen continuamente litosfera oceánica.

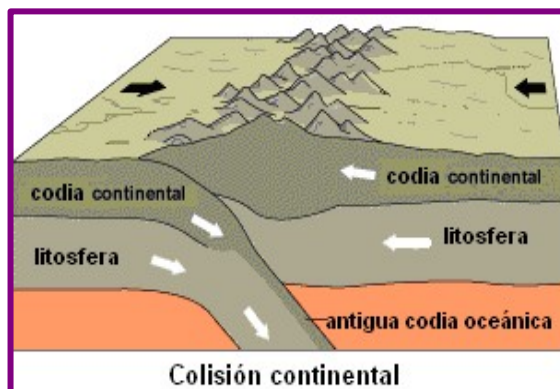
Os bordos converxentes son os límites de dúas placas que se moven unha cara á outra.

- **Os tipos de bordos destrutivos** dependen da natureza de cada unha das placas que choquen. Trátase, en realidade, de diferentes etapas da subducción:

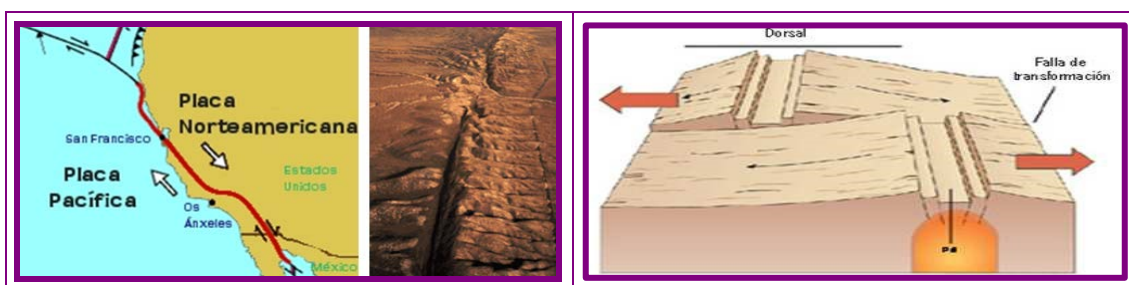


Converxencia de dous límites continentais

Cando, ao avanzar a subducción, o **océano situado entre dous continentes desaparece, prodúcese a colisión entre eles**. Neste choque, as masas de sedimentos acumulados entre as marxes de ambos os continentes comprímense e elévanse, co que xeran cordilleiras non volcánicas con intenso pregamento, como é o caso **da cordilleira do Himalaia, por colisión entre a placa hindú e a euroasiática**. Posteriormente cesa a subducción.



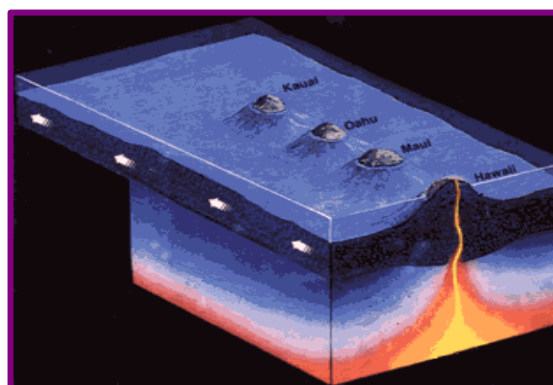
- **Bordos transformantes.** Cando as **placas esvaran** unha sobre a outra e os seus movementos teñen lugar lateralmente, **non se crea nin se destrúe litosfera**, pero si orixinan fortes terremotos. Un exemplo é a falla de San Andrés, en California (Estados Unidos).
 - Neles desenvólvense **fallas de transformación** que corresponden a esgazaduras do terreo que aparecen en zonas sometidas a pulos distintos. Poden atoparse cortando transversalmente o eixe das dorsais e nos bordos das placas, onde dúas placas esvaran en sentidos contrarios, o que xera unha **actividade sísmica importante, mais sen vulcanismo**.



Observe:

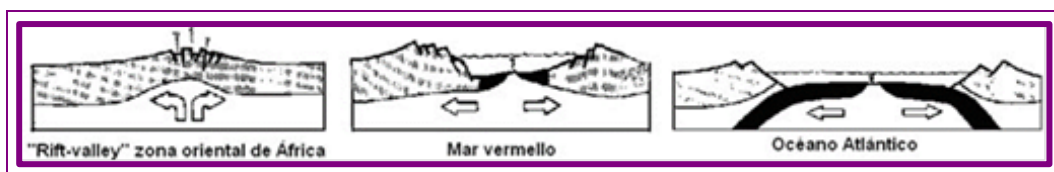
Formación de puntos quentes

Nalgúns casos aparecen **illas volcánicas** de orixe diferente, que non teñen forma de arco e **non están nos bordos das placas litosféricas, son os chamados puntos quentes**. A súa orixe son zonas das capas máis profundas da Terra con altas temperaturas, que fan que suba o magma. Cando esta situación se produce en zonas de litosfera oceánica, máis fina que a continental, pode producir unha fenda pola que escapa o magma ao exterior formando un conxunto de illas de orixe volcánica. **Un exemplo son as illas Canarias ou as Hawai.**



Actividades propostas

S16. Os esquemas representan tres zonas do planeta con distinto grao de evolución na formación dun océano. Ordéneos e describa a súa posible evolución.



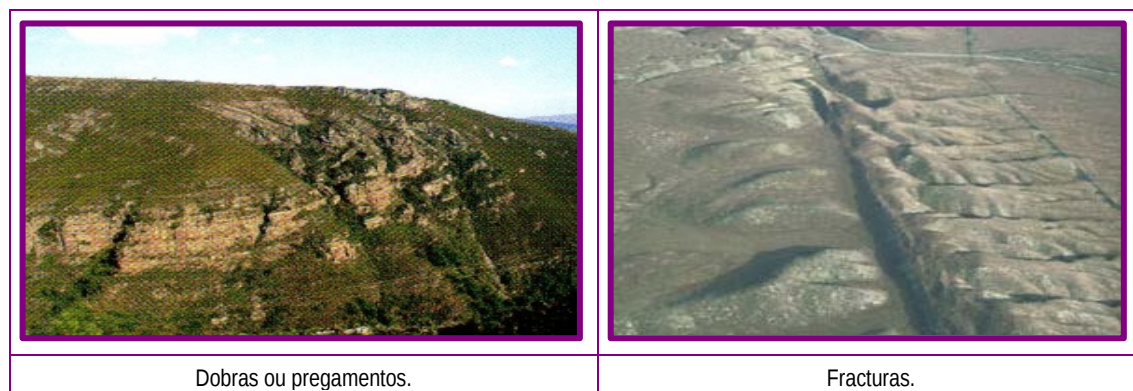
S17. Complete o cadro referido ás características dos bordos das placas litosféricas.

Tipo de bordo	Movemento de placas	Estruturas formadas	Exemplos

2.3.3 A deformación da litosfera

Introdución

- Cando a actividade xeolóxica é moi intensa, os conxuntos rochosos da codia terrestre poden sufrir alteracións moi importantes, que dan lugar a **deformacións na litosfera terrestre**. Ante estes esforzos, as rochas compórtanse como **materiais plásticos**, que se **deforman**, ou **ríxidos**, que se **fracturan**.
 - **Dobras ou pregamentos**: cando a deformación é permanente, **denomínase deformación plástica**, e dá lugar ás estruturas xeolóxicas coñecidas como **pregamentos**.
 - **Fracturas (fallas e diáclases)**: cando o esforzo supera o límite de rotura, as rochas fractúranse e dan lugar ás fallas e as diáclases.

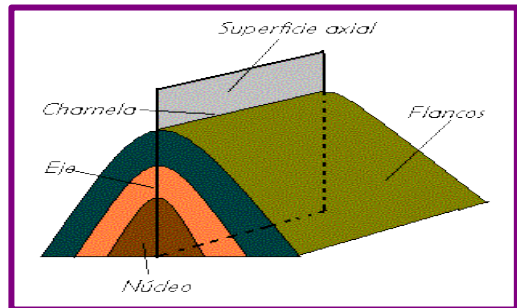


Pregamentos

- Definición: son deformacións plásticas que afectan a varios estratos. Distínguense pola perda de horizontalidade dos estratos.

- Elementos xeométricos nun pregamento:

- Flancos: cada unha das superficies que forman o pregamento.
- Charneira: a liña de unión dos dous flancos (liña de máxima curvatura do pregamento).
- Plano ou superficie axial: plano imaxinario formado pola unión das charneiras de todos os estratos que forman o pregamento. O seu afastamento da vertical indica a verxencia ou inclinación do pregamento.
- Eixo do pregamento: liña imaxinaria formada pola intersección do plano axial cun plano horizontal.
- Núcleo: parte interna do pregamento.

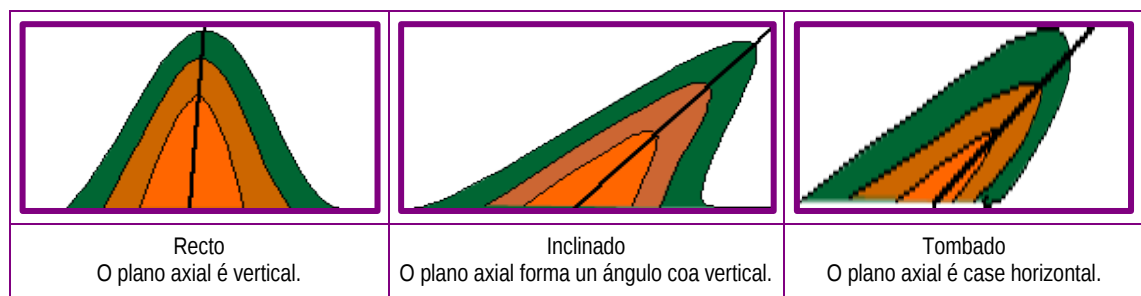


- Clasificación dos pregamentos:

- Polo sentido da curvatura



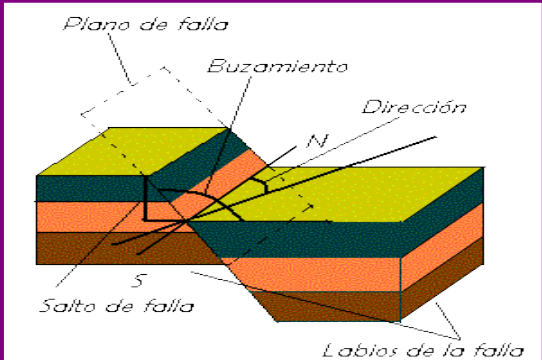
- Pola inclinación do plano axial



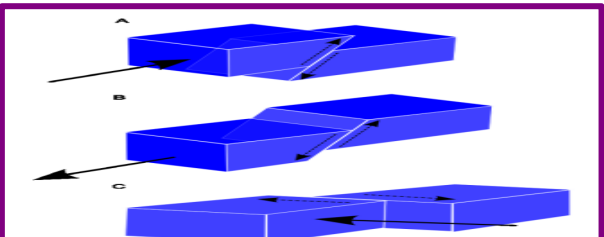
Fallas e diáclases

- Definición:
 - Fallas:** son deformacións fráxiles, ou fracturas, que afectan a varios estratos. Son fracturas con desprazamento.
 - Diáclases:** son fracturas sen desprazamento e que afectan a un só estrato.

▪ Elementos xeométricos dunha falla:

▪ Bloques ou beizos: cada unha das partes divididas e separadas pola falla. – Beizo afundido: o que queda en posición inferior con respecto ao outro. – Beizo levantado: mantense elevado con respecto ao afundido. ▪ Plano de falla: o plano de rotura polo que se produciu o desprazamento. Serve para orientar a falla. ▪ Salto: é a magnitude do desprazamento.	
--	--

▪ Tipos de fallas:

▪ Falla inversa: o beizo levantado apóiase sobre o plano de falla. Orixínanse por forzas compresivas. (A) ▪ Falla normal ou directa: o beizo afundido apóiase sobre o plano de falla. A súa orixe é por forzas distensivas. (B). ▪ Falla transformante: non ten salto vertical. (C).	
---	--

Actividades propostas

S18. Indique os tipos de deformacións que poden sufrir os materiais terrestres segundo o seu comportamento.

S19. Debuxe un pregamento sinclinal inclinado e una falla inversa indicando os seus elementos xeométricos.

2.4 A orixe e a evolución da vida

2.4.1 A orixe da vida

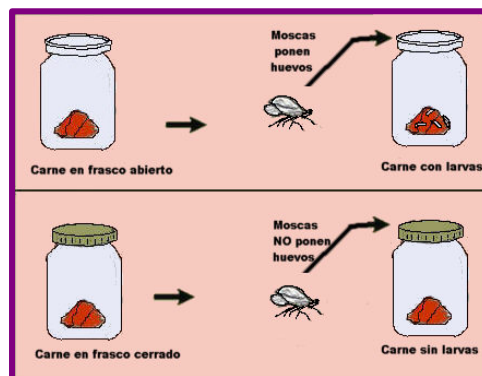
Ata o momento actual a ciencia non foi capaz de dar unha explicación sobre o que é a vida, á parte de estudar as súas características e as súas manifestacións. Ademais de explicar o que é a vida, houbo outro **problema que preocupou ao home desde sempre: a orixe da vida; de onde vén?, como se formou?** Para explicar isto existiron **dúas grandes correntes de pensamento: a xeración espontánea**, idea que perdurou ata finais do século XIX, cando L. Pasteur a rebateu; e, **modernamente, a teoría da orixe química da vida e a teoría da orixe extraterrestre.**

O problema da xeración espontánea

- Os primeiros que se ocuparon deste tema foron os pensadores da antiga Grecia, entre os que destaca Aristóteles, que sostiña a idea da **xeración espontánea** segundo a cal **os seres vivos proviñan directamente do barro, do esterco e doutras materias inertes sen sufrir ningún tipo de proceso previo, simplemente aparecían.**
- O primeiro intento por refutar de forma científica esta idea data de 1668 e débese a **Francesco Redi**, pero os seus experimentos non foron concluíntes, xa que, co desenvolvemento da microscopía, confirmouse a existencia dunha gran variedade de seres minúsculos presentes en todos os cultivos que reavivaron a polémica sobre a xeración espontánea destes organismos.
- Ata que na segunda metade do século XIX, o químico francés **Louis Pasteur** (1822-1895), entre outras cousas, **demostrou, por unha banda, que os microorganismos se atopaban por todas as partes e provocaban a descomposición dos alimentos e moitas enfermidades humanas e, por outra banda, que a xeración espontánea non existía, os seres vivos procedían doutro ser vivo anterior.**

Francesco Redi (1626-1698) ideou un experimento sinxelo e concluínte que consistiu en meter uns anacos de carne en frascos pechados e outros en frascos abertos, vendo que a carne dos frascos pechados non desenvolvía vermes (ver debuxo).

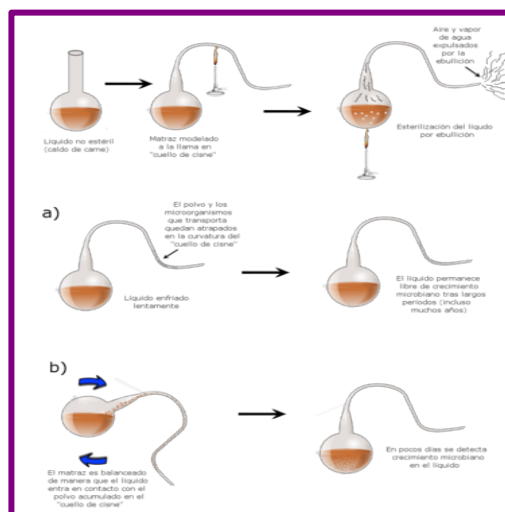
Con este experimento Redi demostrou que os vermes non aparecían por xeración espontánea e que a súa presenza estaba relacionada coa posibilidade que tiñan as moscas de chegaren á carne.



Pasteur realizou o seguinte experimento: "Eu poño nun frasco de vidro un dos seguintes líquidos, todos eles moi alterables en contacto co aire ordinario: auga de fermento de cervexa á que se lle engadiu azucre, ouriños, mollo de remolacha, auga de pemento. A continuación dobro o colo do frasco de forma que quede curvado en varias partes. Logo poño a ferver o líquido durante varios minutos ata que empeza a saír vapor polo extremo aberto e, por último, deixo arrefriar o líquido.

O po que transporta microorganismos queda atrapado no colo de cisne; o líquido queda libre de crecemento microbiano longos períodos de tempo, mesmo anos.

Se o líquido entra en contacto co po acumulado no colo de cisne, en poucos días detéctase crecemento microbiano no líquido".



Teorías modernas sobre a orixe da vida

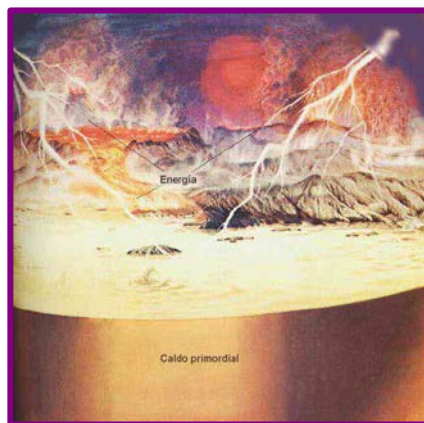
Os indicios máis antigos de vida na Terra foron encontrados na rexión de Isúa, en Grenlandia, datados hai 3.800 Ma, o que dá idea da temperá presenza de actividade biolóxica tendo en conta a idade da Terra, estimada en 4.500 Ma. Existen dous modelos teóricos para explicar a presenza da vida na Terra

- **Panspermia/orixe extraterrestre.** Desde a antiga Grecia ata a actualidade. **Postula que a vida chegou á Terra en forma de esporas bacterianas procedentes do espazo exterior e impulsadas pola presión da radiación das estrelas.** Baséase na existencia de materia orgánica en restos de meteoritos, pero non explica a aparición de vida no hipotético planeta orixinal. Apoiada por Anaxágoras, Arrhenius e numerosos astrofísicos.
- **Evolución química da vida.** É a hipótese máis aceptada na actualidade para explicar a orixe da vida na Terra. Exposta polo ruso **A. Oparin** e o inglés **Haldane en 1923**, esta teoría supón tres pasos:
 - Formación de moléculas orgánicas simples a partir de inorgánicas.
 - Desenvolvemento de moléculas complexas.
 - Aparición das primeiras células, un proceso que se coñece como evolución química.

Hipótese de Oparin: síntese prebiótica de moléculas orgánicas.

- Existencia dunha atmosfera primitiva redutora (metano, dióxido de carbono, amoníaco etc.).
- Reacción dos gases atmosféricos como consecuencia de descargas eléctricas, formando pequenas moléculas orgánicas.
- Combinación das moléculas orgánicas coa auga da choiva para precipitar e formar ladrillos biolóxicos (aminoácidos, ácidos graxos etc.).
- Interacción dos ladrillos biolóxicos para xerar os primeiros polímeros (proteínas e ácidos nucleicos).
- Estas moléculas fóronse acumulando en mares primitivos formando a sopa ou caldo primixenio.
- Os polímeros agrúpanse formando pequenas pingas ou microestruturas (coacervados) capaces de reproducirse e evolucionar dando lugar ás primitivas células.

Estas primeiras células estenderíanse polos mares, dando comezo un proceso que aínda segue funcionando hoxe en día, o proceso de EVOLUCIÓN BIOLÓXICA, responsable de que a partir de seres vivos máis sinxelos vaian xurdindo seres vivos cada vez máis complexos, e que é a causa da gran diversidade de seres vivos que poboaron e poboan actualmente a Terra, o que hoxe chamamos a BIODIVERSIDADE.



2.4.2 A orixe da biodiversidade

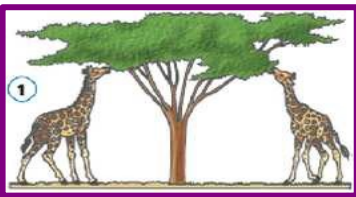
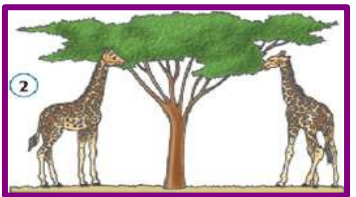
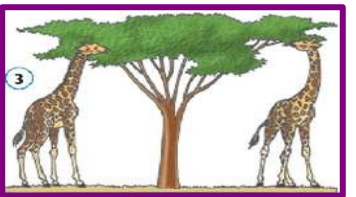
Unha vez que a vida xorde sobre a Terra, expónsenos un novo interrogante: **como a partir dunha soa célula puideron aparecer todas as especies tan diferentes que existen hoxe día?** É evidente que a resposta a esta pregunta variou moito da época en que se aceptaba a teoría da xeración espontánea a cando esta teoría foi rexeitada.

Teorías preevolutivas

- **Fixismo, S. XVIII (Linneo):** propón que as especies non cambian, senón que se manteñen basicamente invariables ao longo do tempo desde a creación do universo.
- **Catastrofismo, S. XVIII (Cuvier):** cada cataclismo xeolóxico destrúe as especies existentes, de forma que se produce posteriormente unha creación de novas especies.
- **A finais do S. XVIII, Leclerc (Conde de Buffon)** achegou a idea de que os seres vivos se transforman ou evolucionan, o que favoreceu que se abandonasen as teorías fixistas e catastrofistas.

Teorías evolucionistas

- A primeira teoría evolucionista suficientemente elaborada foi presentada polo francés **Jean-Baptiste de Monet, cabaleiro de Lamarck, en 1809**. As principais ideas lamarquistas poden resumirse en:
 - **O ambiente produce modificacións dos caracteres:** as condicións ambientais varían ao longo do tempo.
 - **A función crea o órgano:** os novos hábitos permiten o desenvolvemento de determinados órganos.
 - **Herdanza dos caracteres adquiridos:** estas modificacións, inducidas polo ambiente, son transferidas á descendencia.

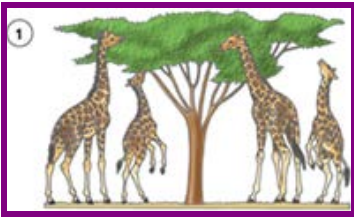
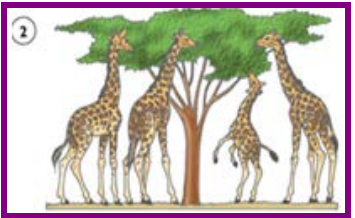
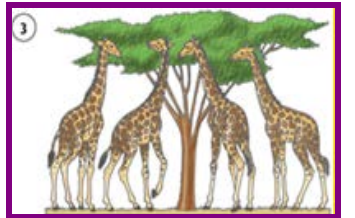
A evolución das xirafas segundo Lamarck		
		
1- As xirafas viven na sabana alimentándose das follas das árbores. En época de seca, as follas escasean. 2- Ante a falta de follas, as xirafas estirarían o pescozo e as súas patas para lograren alcanzar as follas situadas a máis altura. 3- O estiramento das patas e o pescozo provocaría o seu alongamento. Estes caracteres herdaríanos os seus descendentes.		

Lamarck, polo tanto, cría que era a necesidade a que producía os cambios evolutivos. Unha vez que tiñan lugar, eses cambios serían herdables.

- En 1859, o inglés **Charles Darwin** propuxo unha nova teoría da evolución, recollida no seu libro *A orixe das especies*. Un ano antes publicara unha serie de artigos xunto a Alfred Wallace, investigador que chegara independentemente ás mesmas conclusións que Darwin.

Os mecanismos evolutivos propostos por Darwin resúmense nas seguintes ideas:

- Non todos os individuos dunha especie son idénticos. Existe unha **variabilidade da descendencia** que se transmite xeneticamente.
- Entre os individuos hai unha loita pola existencia, e só sobreviven aqueles cuxas variacións os fan máis aptos (**supervivencia do máis apto**). Desta maneira, as variacións favorables presérvanse. Esta idea foi denominada **selección natural**.
- A acumulación de diferenzas adaptativas vai producindo o **cambio dunhas especies a outras**.

A evolución das xirafas segundo Darwin		
		
1- Entre as xirafas existen diferenzas en canto á lonxitude do pescozo e das patas. 2- Ante a escaseza de follas, as xirafas co pescozo e as patas máis longas acceden mellor ao alimento e deixan máis descendencia. 3- Co tempo, cada vez habería máis xirafas co pescozo e as patas longas porque o ambiente favorece estes caracteres.		

Darwin e Wallace atopáronse co problema de explicar por que existía esa variedade de individuos e por que había trazos que si se herdaban. **Esta teoría formulouse sen fundamentos xenéticos que explicasen a orixe da variabilidade e os mecanismos da súa transmisión hereditaria.** Os traballos sobre a herdanza realizados por Mendel anos antes pasaran inadvertidos para a comunidade científica.

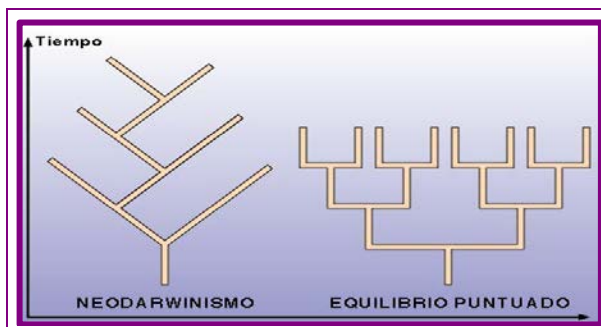
- Foi a raíz do redescubrimiento dos traballos realizados por Mendel cando a teoría darwinista sufriu certas modificacións, fundamentadas na comprensión da xenética, dando lugar ao **neodarwinismo ou teoría sintética da evolución**, proposta por Dobzhansky (S. XX).

A teoría sintética da evolución integra a xenética mendeliana e a selección natural de Darwin, propoñendo ademais os seguintes mecanismos:

- Nas poboacións existe unha **variabilidade xenética**, orixinada por **mutación** e polos procesos de **recombinación xenética**.
- A **selección natural** elimina aqueles individuos que pola súa información xenética son menos aptos. As características, determinadas xeneticamente, que teñen valor adaptativo son seleccionadas e transmítense á xeración seguinte.
- As especies son conxuntos de poboacións que posúen un fondo xenético común e que son capaces de reproducirse entre si. O conxunto de xenes, coas

novas combinacións que poden producirse por mutación ou recombinación, vese sometido á selección natural e determina as características das poboacións en cada momento, segundo as condicións ambientais.

- **O puntualismo.** Algúns biólogos como Stephen Jay Gould e, sobre todo, os paleontólogos adoitan discrepar das ideas neodarwinistas no aspecto da **velocidade** á que se producen os **cambios nas poboacións** que terminan dando lugar a especies novas; eles, ao estudaren os fósiles, o que observan é que eses cambios parecen producirse moito máis rápido do que indica o neodarwinismo e o evolucionismo en xeral: o rexistro fósil non nos fala de cambios graduais ao longo de moitas xeracións, senón de cambios moito máis rápidos, en moi poucas xeracións, que converten unhas especies noutras como resposta aos cambios no medio; é coma se a **evolución avanzase a saltos**: é a denominada **teoría saltacionista, ou teoría do equilibrio puntuado**.



Actividades propostas

S20. Moitos produtos químicos empregados na agricultura, como determinados funxicidas, perden eficacia co tempo e deben ser substituídos por novos produtos. Como explicaría este feito un lamarckista? E un darwinista?

S21. Cales son as diferenzas entre as teorías darwinista e neodarwinista?

2.4.3 Os mecanismos da evolución

Os seres vivos somos o que somos grazas á **información xenética** que posuímos almacenada nas nosas células; esta información foi máis ou menos **modelada polo ambiente** no que vivimos, que pode modificar de maneira natural a información xenética ao longo da vida dun ser vivo, pero as modificacións que produce nunca se van transmitir aos nosos descendentes, o único que transmitiremos aos nosos fillos serán os nosos xenes.

A información xenética e o ambiente son a base da evolución

- A principal forza evolutiva son as **mutacións xenéticas** (alteracións do material xenético), que son as responsables da maioría da **variabilidade xenética**; estes cambios maniféstanse no fenotipo (manifestación externa do xenotipo, que é o conxunto de xenes dun individuo) ou características do individuo.

A reprodución sexual, que é a responsable da mestura de xenes e alelos nos individuos, produce **recombinación xenética**; este proceso tamén produce variabilidade xenética.

- Cando un ser vivo nace, desenvolve unha serie de caracteres para os que posúe información xenética, eses **caracteres son modelados polo ambiente** no que vive. Calquera ser vivirá mellor ou peor no lugar en que lle tocou vivir segundo os caracteres que desenvolvese, **esta capacidade de vivir mellor ou peor é o que chamamos ADAPTACIÓN AO MEDIO**.
- Os individuos que están peor adaptados viven menos, e deixarán menos descendentes, polo que, ao cabo de varias xeracións, os seus xenes tenderán a desaparecer, quedando só os xenes que supoñen unha mellor adaptación, é dicir, **a natureza selecciona os mellores xenes para un ambiente determinado, é o que chamamos a SELECCIÓN NATURAL**.

Consecuencias do proceso evolutivo

- Ás veces a selección natural actúa favorecendo alelos que dan lugar a maiores cambios nas poboacións, polo que, co tempo poden xurdir **especies novas parecidas ás anteriores**, o que chamamos **MICROEVOLUCIÓN**.

Ou grupos de **seres vivos novos, completamente diferentes**, podendo mesmo extinguirse as especies anteriores, o que chamamos **MACROEVOLUCIÓN**; todo depende de que as mutacións orixinen alelos ou xenes novos, que impliquen a existencia de caracteres moi diferentes aos preexistentes, e que estes caracteres diferentes sexan seleccionados por implicaren unha mellor adaptación ao medio.

- **Especiación**: aparición de dúas ou máis especies diferentes a partir dunha inicial. Cando unha poboación cambia a súa información xenética por mutacións, combínase pola reprodución sexual, e a selección natural favorece as novas combinacións xenéticas, co tempo esa poboación deixará de pertencer á súa especie e converterase nunha especie nova, o que chamamos **especiación**. Este proceso é lento e gradual, segundo os darwinistas e neodarwinistas, ou é rápido e brusco, segundo os "saltacionistas" do equilibrio puntuado.

Especie: conxunto de organismos que teñen semellanzas morfolóxicas, poden reproducirse dando lugar a descendencia fértil e presentan un illamento reprodutivo con outras especies.

Como se produce a especiación?: normalmente por **illamento xeográfico**, que impide o intercambio de xenes entre poboacións, polo que, distintas poboacións comezan a separarse xeneticamente. Despois aparece o **illamento reprodutivo** (cambios fisiolóxicos, anatómicos e de conduta).

- **Diversificación ou aumento da biodiversidade.** Como consecuencia, prodúcese o aumento crecente e a diversificación do número de especies, orixinando a actual biodiversidade no noso planeta.

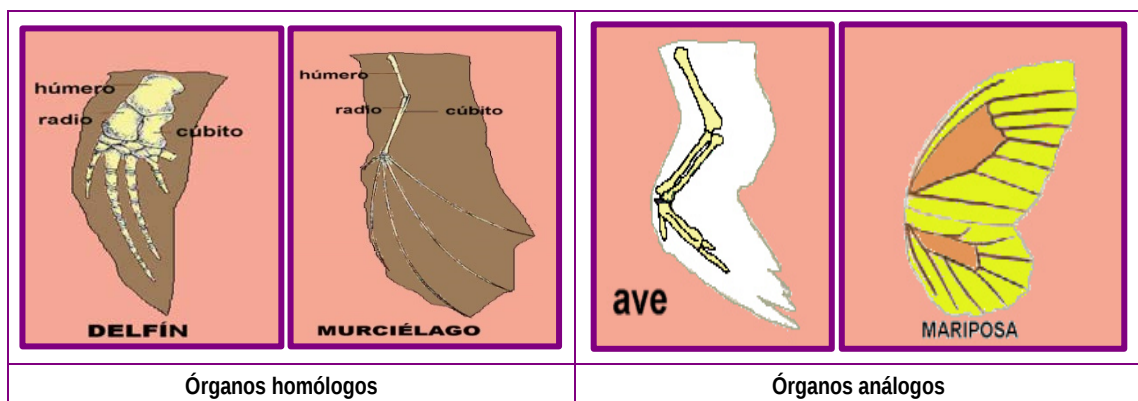
A converxencia adaptativa. Prodúcese cando os organismos habitan en ambientes semellantes, polo que presentan semellanzas nas súas formas, aínda que non sexan especies emparentadas. Na evolución converxente desenvólvense órganos análogos, teñen a mesma función, pero diferente estrutura; teñen orixe evolutiva distinta.	
A diverxencia evolutiva. Prodúcese cando as poboacións habitan contornos diferentes, desenvolvendo adaptacións diferentes. Na evolución diverxente prodúcense órganos homólogos, órganos de distinta función pero a mesma estrutura, adaptados ao contorno da especie.	

2.4.4 As probas da evolución

As probas da evolución son as evidencias que permiten poñela de manifesto. Entre as principais destacan as que achegan ciencias como a anatomía comparada, a paleontoloxía, a bioxeografía, a embrioloxía e a bioquímica comparada.

Anatomía comparada

- Baséanse no estudo comparado da estrutura de órganos. Exemplos:
 - **Órganos homólogos**, por exemplo, a aleta dun golfinho e a á dun morcego son órganos coa mesma estrutura interna, pero un é para nadar e o outro para voar (distinta función) e teñen a mesma orixe evolutiva.



- **Órganos análogos**, os órganos que desempeñan a mesma función, pero teñen unha constitución anatómica diferente chámanse análogos, como a á dun insecto e a á dunha ave, especies moi separadas evolutivamente que teñen que adaptarse ao mesmo medio e, polo tanto, desenvolven estruturas similares, por iso o imitan varias especies.

- **Órganos vestixiais**, en moitos seres vivos existen órganos atrofiados, non funcionais, que aparecen en antepasados antigos perfectamente funcionais, pero que co transcurso das xeracións deixaron de ser útiles; estes órganos denomínanse órganos vestixiais.

Probas paleontolóxicas

- O **estudo dos fósiles** dános unha idea moi directa dos cambios que sufriron as especies ao transformárense unhas noutras; existen moitas series de fósiles de plantas e animais que nos permiten reconstruír como se foron adaptando ás cambiantes condicións do medio, como as series de ourizos dos cantís ingleses, o paso de réptiles a aves a través do *Archaeopteryx* ou a evolución dos cabalos para adaptárense ás grandes praderías abertas polas que corrían.

A ordenación dos fósiles do máis antigo ao máis moderno revela a existencia dun proceso de cambio ao longo do tempo, é dicir, mostra como evolucionaron unhas especies a partir doutras.

Probas bioxeográficas

- **Consisten na existencia de grupos de especies máis ou menos parecidas, emparentadas, que habitan lugares relacionados entre si pola súa proximidade, situación ou características**, por exemplo, un conxunto de illas, onde cada especie do grupo se adaptou a unhas condicións concretas. **A proba evolutiva aparece porque todas esas especies próximas proveñen dunha única especie antepasada que orixinou a todas as demais a medida que pequenos grupos de individuos se adaptaban ás condicións dun lugar concreto, que eran diferentes ás doutros lugares.**
- **Son exemplos característicos** disto os pimpíns das illas Galápagos que foron estudados por Darwin, os drepanidos, aves das illas Hawai, ou as grandes aves non voadoras distribuídas polo hemisferio sur, os ñandús suramericanos, as avestruces africanas, o paxaro elefante de Madagascar (extinguido), o casuario e o emú australianos ou o moa xigante de Nova Zelandia (tamén extinguido).

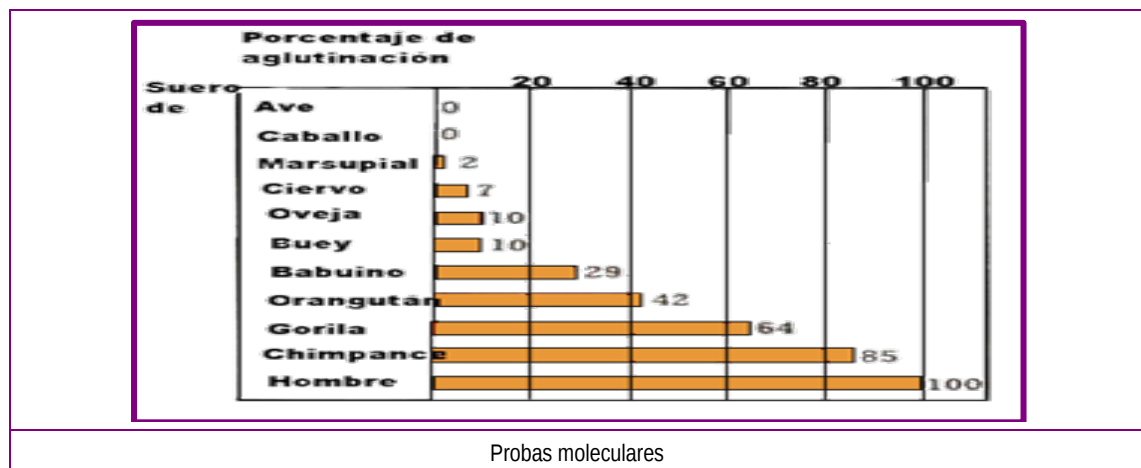
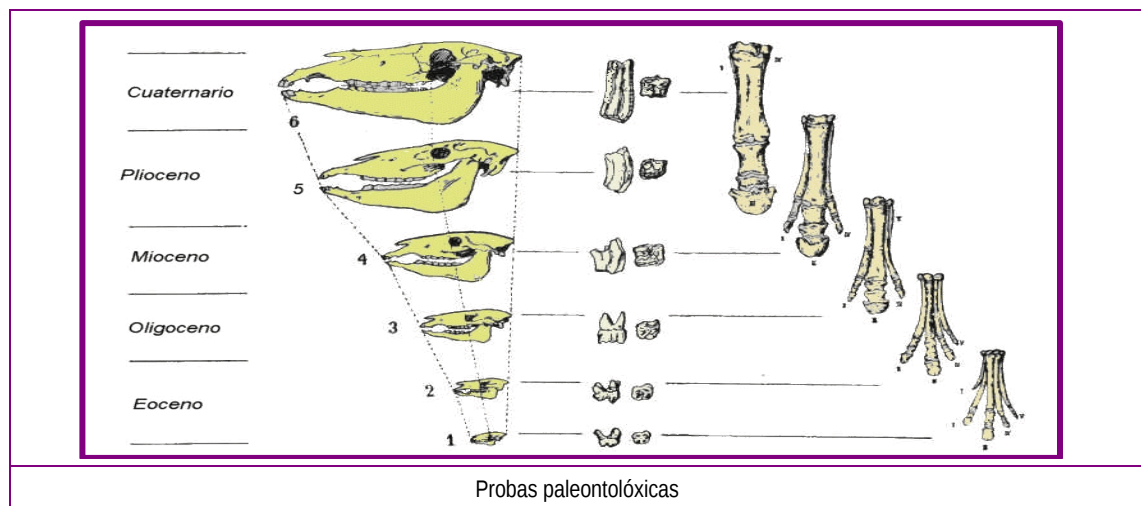
Probas embriolóxicas

- Relacionadas coas probas anatómicas, o **estudo dos embrións** dos vertebrados dános unha interesante visión do desenvolvemento evolutivo dos grupos de animais, xa que **as primeiras fases dese desenvolvemento son iguais para todos os vertebrados, sendo imposible diferenciarlos entre si; só ao ir**

avanzando o proceso, cada grupo de vertebrados terá un embrión diferente ao do resto, sendo tanto máis parecidos canto máis emparentadas estean as especies. Isto é o que Haeckel resumiu dicindo que a "ontoxenia resume a filoxenia".

Probas moleculares

- As probas máis recentes, e as que maiores posibilidades presentan, consisten en comparar certas moléculas que aparecen en todos os seres vivos, de tal maneira que esas moléculas son tanto máis parecidas canto menores diferenzas evolutivas hai entre os seus posuidores, e ao revés; isto fíxose sobre todo con proteínas (por exemplo proteínas do sangue) e con ADN.



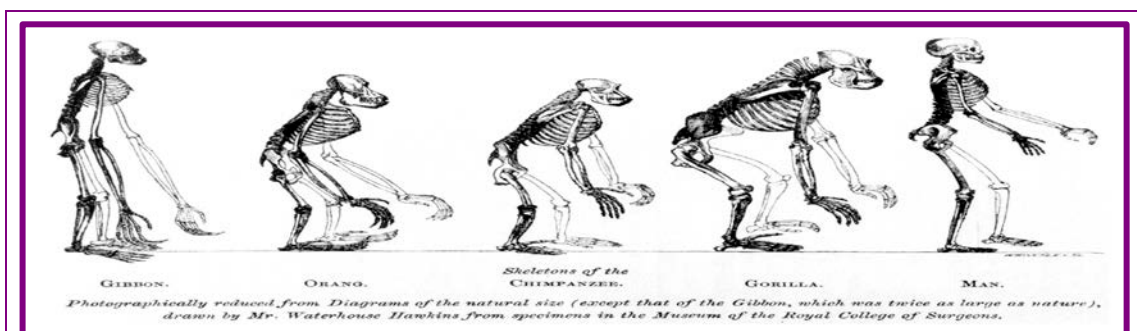
Actividades propostas

- S22. Procure información sobre os órganos homólogos e indique algún exemplo. Que proban?
- S23. O *Archaeopteryx* é un fósil dunha ave primitiva con características de réptil. Que demostra este fósil? A que grupo pertence este tipo de probas?

2.4.5 A evolución humana

A orixe do ser humano

- **A especie humana é única** en moitos aspectos, se a comparamos coas demais especies que viven sobre a Terra. Con todo, como ser vivo pertencente ao reino dous metazoos, **xurdiu a partir dos mesmos procesos biolóxicos e evolutivos que o resto dos animais** que hoxe podemos ver, é dicir, segundo o neodarwinismo: **os cambios no medio, as mutacións e a selección natural modelaron un conxunto de poboacións de primates que se foron transformando ata dar lugar á cadea de homínidos, da cal nós somos o derradeiro elo.**
- **Os homínidos** apareceron hai uns cinco millóns de anos; caracterízanse **pola súa posición ergueita** e por seren **bípedes** (andaren sobre dúas extremidades).
 - **O bipedismo** puido ter **xurdido nalgúns grupos de primates**, obrigados a abandonar a súa vida arbórea, a consecuencia dun cambio climático ocorrido hai uns 15 millóns de anos que eliminou moitas árbores. Nas sabanas africanas, a posición ergueita permitiu a estes individuos advertir a presenza de presas e depredadores, mellorar a visión e liberar a man, que podía ser utilizada en actividades distintas á locomoción.
 - **O bipedismo foi unha adquisición evolutiva moi importante, pois provocou modificacións do cranio necesarias para adaptarse á posición ergueita.** A pelve, a columna vertebral e as extremidades variaron a súa morfoloxía e o seu desenvolvemento, e o cerebro foi adquirindo maior complexidade.



Fotograficamente reducido a partir de diagramas a tamaño natural (excepto o do xibón, que é dúas veces máis grande ca na realidade), debuxado polo Sr. Waterhouse Hawkins a partir de espécimes do Museo do Royal College of Surgeons.

- **A especie humana presenta características propias**, tales como:
 - Somos plenamente bípedes, andamos erguidos completamente.
 - Extremidades posteriores locomotoras e anteriores manipuladoras.
 - Mans con polgares opoñibles, para manexar con habilidade obxectos.
 - Ollos cara a diante con visión estereoscópica, para apreciar relevos e formas a distancia.

- Mandíbula máis curta e en forma parabólica (*ortognatismo*).
- Dentes máis pequenos e músculos mastigadores menos desenvolvidos.
- Gran capacidade cranial e gran desenvolvemento do cerebro, con altas capacidades cognitivas.
- Desenvolvemento dos órganos fonadores e da linguaxe como forma de comunicación.

O proceso de hominización

- O proceso de hominización comprende as etapas que marcan o desenvolvemento evolutivo da nosa especie: a bipedestación, o aumento da capacidade cranial e o desenvolvemento da linguaxe, a colonización de hábitats e a distribución xeográfica, así como a capacidade tecnolóxica.
- Os pasos evolutivos quedan postos de manifesto co descubrimento de fósiles de primates e homínidos que nos permiten reconstruír o seu aspecto e as súas transformacións, aínda que hai partes por aclarar da nosa historia evolutiva.
 - Os primates:
 - O primeiro primate considerado pertence a un grupo de pequenos mamíferos arborícolas, representados polo pequeno **Purgatorius**, que sobreviviron a masiva extinción de especies do Xurásico, a finais do Mesozoico.
 - O primeiro primate que se move polo chan é o **Aegyptopithecus**, unha especie de mono que podía andar de poutelas no chan e que viviu no que hoxe é Exipto hai uns **30 millóns de anos**, cando estaban a desaparecer as selvas que ata entón cubrían toda África.
 - Entre **25 e 5 millóns de anos**, vai xurdir unha nova liña evolutiva, a dos **hominoideos**, a partir dun antepasado común ao que se lle chamou **Procónsul**, desde o que se van diversificar os primates estendéndose ademais por todo o Vello Mundo (África, Europa e Asia) e do que xorden os **antepasados dos xibóns, dos orangutáns, dos gorilas e chimpancés, e tamén da especie humana.**

		
Purgatorius	Aegyptopithecus	Proconsul

– **Os homínidos:**

- **Homínidos prehumanos:** utilizan instrumentos que non fabrican e carecen de pensamento conceptual. Mencionamos os **Australopithecus**.
- **Homínidos humanos:** elaboran útiles e dispoñen dun pensamento conceptual. Pertencen ao xénero Homo. Todos están extinguidos, salvo o **Homo sapiens**, especie á que pertencemos os seres humanos actuais.

Australopithecus ▪ Camiñaban erguidos. ▪ Estatura 1,5 m. ▪ Cerebro pequeno (500 cm³). ▪ Mandíbulas grandes. ▪ Habitaban a sabana africana.	
Homo habilis ▪ Camiñaban erguidos. ▪ Cerebro maior có do Australopithecus. ▪ Mandíbulas grandes en relación co cráneo. ▪ Habitaban na sabana africana e eran omnívoros. ▪ Fabricaban ferramentas de pedra moi simples.	
Homo erectus ▪ Postura natural erguida. ▪ Gran cerebro (850 - 1.250 cm³) ▪ Mandíbula reducida. ▪ Saíu de África e asentouse en zonas frías e en zonas cálidas. ▪ Dieta omnívora, dominou o lume. ▪ Fabricou ferramentas elaboradas.	
Homo antecessor ▪ Capacidade cranial 1.000 cm³. ▪ Antepasado do home de Neandertal e do home moderno, trazos próximos ao ser humano. ▪ Atopado no xacemento de Atapuerca, Burgos.	
Homo neanderthalensis ▪ Parecido ao home actual, pero máis forte. ▪ Cerebro grande (1.500 cm³). ▪ Fortes mandíbulas. ▪ Habitaba as zonas frías. Coincidiu co Homo sapiens. ▪ Ferramentas de pedras máis elaboradas. ▪ Enterraba os seus mortos. ▪ Non se ten constancia de que puidese falar.	
Homo sapiens ▪ Ser humano actual. ▪ Cara pequena con queixada, fronte elevada e cráneo redondeado, capacidade media de 1.400 cm³. ▪ Dieta omnívora. Habita en todos os hábitats terrestres. ▪ Grande intelixencia, manifestacións artísticas e enorme capacidade de intervención na contorna.	

- A evolución cultural do *Homo sapiens*. Desde a nosa aparición, os *Homo sapiens* fomos experimentando una evolución cultural:
 - Fomos acumulando coñecementos que transmitimos de xeración en xeración
 - Fomos transformando as nosas sociedades, orixinariamente cazadoras-recolledoras, en sociedades agrícolas e gandeiras e, máis recentemente, en sociedades tecnolóxicas.

O presente reto da nosa evolución cultural e corrixir os desequilibrios ecolóxicos e as desigualdades sociais que está producindo o noso modelo de vida.

Observe:

Achan en Atapuerca a mandíbula do homínido europeo máis antigo

Segundo un estudo publicado na revista 'Nature', achan en Atapuerca a **mandíbula do homínido europeo máis antigo**. O descubrimento produciuse no xacemento burgalés da Sima do Elefante. Xunto ao fósil desenterráronse ferramentas de pedra e ósos de animais. De "O Mundo". Madrid.-27/03/2008

Os paleontólogos que traballan na Serra de Atapuerca acharon, na última campaña, unha mandíbula humana de hai 1,2 millóns de anos que confirma que na serra burgalesa habitaron os primeiros homínidos que pisaron Europa e alí experimentaron unha evolución propia.

Xunto a este fósil apareceron unhas ferramentas de pedra, utilizadas por este homínido burgalés para alimentarse, e restos óseos dos animais que lle serviron de comida.

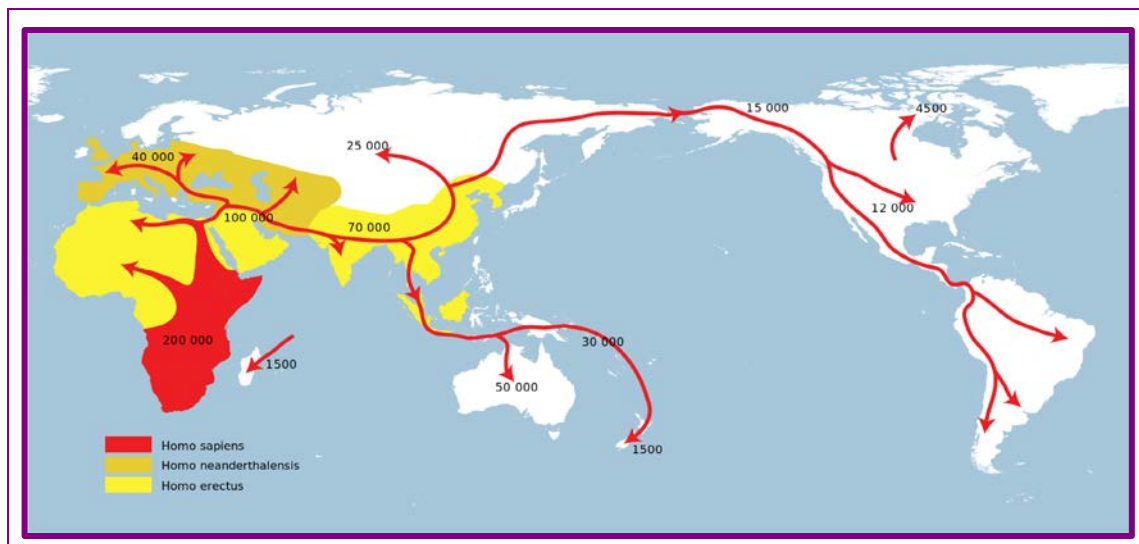
Ata agora, a evidencia fósil máis antiga de presenza humana en Atapuerca, e en Europa, era de hai uns 800.000 anos, no nivel TD6 do xacemento da Gran Dolina, a 200 metros da Sima. Os fósiles atribuíronse, en 1994, a unha nova especie denominada '**Homo antecessor**', cuxa existencia aínda xera polémica na comunidade científica.

Os investigadores, de forma provisional, atribúen o novo fósil tamén a esta especie, aínda que ten 400.000 anos máis. "A mandíbula confirma que xa a primeira saída de África tivo éxito e evolucionou dentro do propio continente. **É o fósil do primeiro europeo**", asegura o paleontólogo catalán. Parece que os homínidos que saíron de África cara ao Próximo Oriente evolucionaron logo cara ao '*Homo erectus*' en Asia e ao '*Homo antecessor*' en Europa.

Carbonell engade que, de momento, non se sabe se este probable '**Homo antecessor**' evolucionou máis adiante en Europa cara aos neandertales ou se desapareceu, aínda que se mostra convencido de que "en 30 ou 40 anos a árbore evolutiva europea estará completa".

Tarefa persoal: elabore un documento, utilizando o mapa adxunto, sobre o itinerario que realizaron os homínidos dende África para poboar Europa e Asia. Estableza tamén unha cronoloxía das diferentes especies de homínidos ata actualidade:

- Información en Internet (nalgunha das páxinas que se propoñen na bibliografía).



3. Actividades finais

S24. Sinale cal destes exemplos fai referencia á idade absoluta e cal á idade relativa.

Exemplos	Idade Absoluta/Idade relativa
Eu son máis vello ca ti.	
Teño 16 anos.	
Esta rocha ten 100 millóns de anos.	
Esta falla é posterior aos estratos que afecta.	

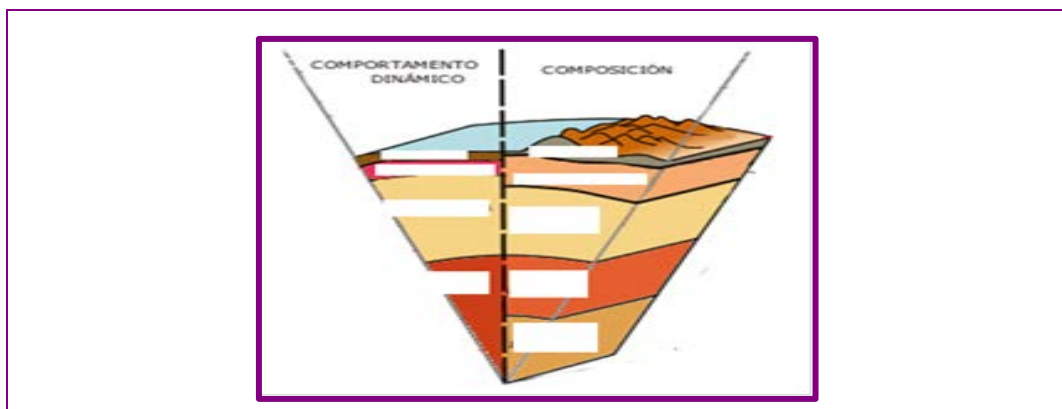
S25. Que é a litosfera?

S26. Cal é o principal problema para o estudo da xeosfera? Daquela, que métodos debemos usar para estudar o interior da Terra?

S27. A que se debe a estrutura da Terra en capas?

S28. Que é a astenosfera? Como inflúe sobre as placas litosféricas?

S29. Complete o seguinte debuxo sobre as capas da Terra segundo os dous modelos que existen para explicar a estrutura do interior terrestre.



S30. Que factor é o que produce que o núcleo interno, malia ter a mesma composición e maior temperatura que o externo, estea en estado sólido e non fundido?

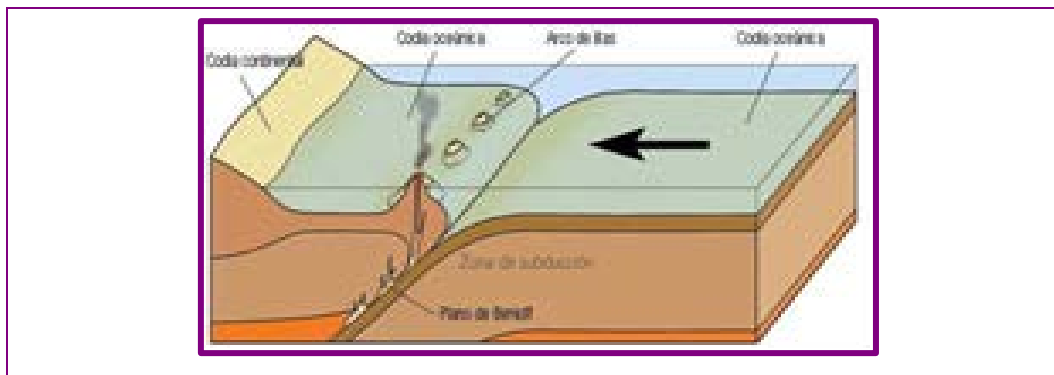
S31. Por que se expande continuamente o fondo oceánico que separa os continentes?

S32. Cal é a causa da formación das cordilleiras e os arcos de illas?

S33. Indique o choque de que placas orixinou a cordilleira do Himalaia. E os Andes?

S34. Observe a Península Ibérica nun mapa de placas litosféricas. Que zona está máis preto dun bordo de placa? Que zona, xa que logo, ten maior risco sísmico? Se continuara o choque entre a placa euroasiática e africana, que estrutura xeolóxica se formaría no estreito de Xibraltar?

- S35.** É certo que América está cada vez máis lonxe de Europa?
- S36.** A illa de Surtsey (Islandia) xurdiu do mar en novembro de 1963 por causa dunha erupción volcánica submarina que se prolongou durante cinco anos. Cal é a orixe desta illa?
- S37.** Explique o que ten lugar no seguinte esquema, e indique un exemplo.



- S38.** Por que hai fósiles mariños nalgúns cumios dos Pireneos?
- S39.** A porcentaxe de secuencias de aminoácidos (compoñentes das proteínas) de distintas especies idénticas á dunha das cadeas da hemoglobina humana é: lamprea 14 %, ra 54 %, galiña 69 %, rato 87 % e macaco 95 %. Que demostra isto? A que grupo pertence este tipo de probas?
- S40.** Entre as especies actuais hai algunhas, como o náutilo, que permanecen estables durante millóns de anos, polo que se consideran como fósiles viventes. Cal das anteriores teorías evolutivas explica mellor este feito?
- S41.** Na película *Waterworld*, Costner é un individuo que vive nunha futura Terra totalmente acuática e que posúe branquias. Como o explicaría un lamarckista?
- S42.** Desde un punto de vista evolutivo, as mutacións (cambios no ADN) son prexudiciais ou beneficiosas para os organismos? E para a especie?
- S43.** Que vantaxes e trastornos presenta a posición ergueita para os primeiros homínidos bípedes?
- S44.** Utilizando bibliografía e ligazóns de Internet, investigue cales son as principais diferenzas entre o *Homo erectus* e o *Homo sapiens*.

4. Solucionario

4.1 Solucións das actividades propostas

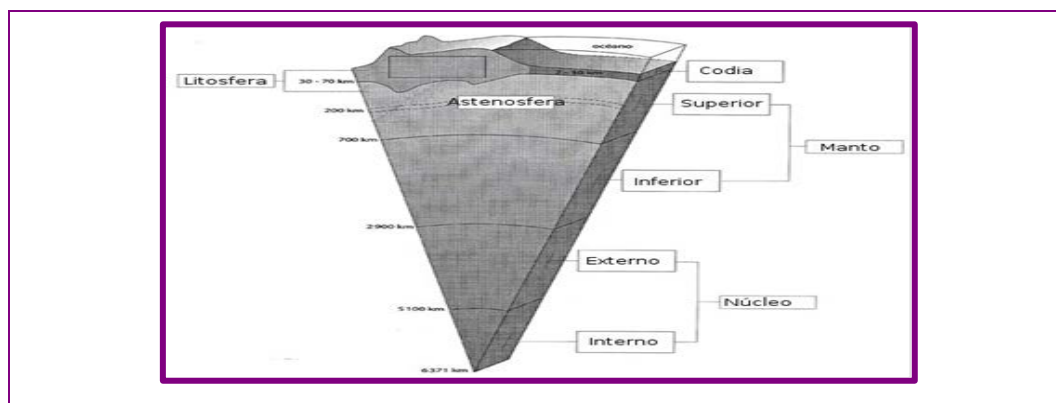
- S1. *As ondulacións (ripples) na area da praia actuais e os fósiles son similares, isto implica que os procesos xeolóxicos terrestres sempre foron os mesmos e sempre actuaron da mesma maneira, polo que, os procesos que podemos estudar hoxe en día (magmatismo, deriva continental, sedimentación etc.) sucederon igual noutros momentos da historia da Terra. Dito doutro xeito: o que estudamos hoxe achéganos información sobre o que sucedeu no pasado. Actualismo.*
- S2. *Uniformismo; os procesos xeolóxicos, como a erosión e o levantamento dos relevos, actúan gradualmente e durante longos períodos de tempo. Para explicar feitos como a formación de cordilleiras ou a escavación de profundos vales, o catastrofismo propoñía eventos extraordinarios e grandes convulsións.*
- S3. *Estes fósiles pertencen a seres vivos moi abundantes e cunha ampla distribución nun determinado tempo xeolóxico. Ademais, caracterízanse por teren unha evolución e extinción moi rápida, por iso se empregan para delimitar a idade dos sedimentos onde se atopan.*
- S4. *En xeral, só se fosilizan as partes duras dun organismo, aínda que se atoparon fósiles de partes brandas ou incluso de organismos conservados enteiros dentro de ámbar (insectos principalmente). Tamén son fósiles os restos da actividade biolóxica (como os estromatólitos ou os coprólitos) e os icnofósiles (marcas que denoten a presenza dun ser vivo, como pegadas, galerías escavadas na rocha etc.).*
- S5. *a) Era paleozoica. b) A secuencia é a seguinte: 8-7-6-5. c) Anmonites fósil mariño, era mesozoica. (Devónico ao Cretácico). d) Orde: 8-7-6-5-4-3 / falla-ciclo erosivo (descontinuidade)- 2 – 1 .*
- S6. *Por desaparicións bruscas no rexistro fósil dunha porcentaxe elevada dos grupos de seres vivos presentes nos estratos anteriores.*

S7.

MÉTODOS DIRECTOS	
Materiais de afloramentos do interior terrestre.	Análises dos materiais volcánicos e plutónicos da superficie que proceden de materiais orixinados a varios quilómetros, así como das súas inclusións (rochas arrastradas no ascenso do magma).
Sondaxes e prospeccións.	Perforacións da superficie terrestre. Dos pozos de investigación obtense unha columna de material, denominada testemuño , que permite coñecer, por análise directa, a composición das rochas.
Estudo de minas profundas.	Extracción e estudo de rochas e minerais dunha profundidade superior aos tres quilómetros.
Análises de meteoritos.	Os diferentes tipos de meteoritos posúen una composición similar ás capas terrestres.

MÉTODOS INDIRECTOS	
Método magnético.	Estudo das anomalías do campo magnético terrestre . O magnetismo mídese co magnetógrafo.
Método gravimétrico.	Estudo das flutuacións de campo gravitacional en diferentes rexións do planeta. A gravidade diminúe coa altura, pois a distancia ao centro da Terra aumenta. Tamén cambia segundo a composición das rochas.
Método xeotérmico.	Estudo do fluxo térmico, chamado gradiente xeotérmico , que vai do interior cara á superficie terrestre.
Método sísmico.	Estudo das diferenzas de velocidade e dirección das ondas sísmicas ao atravesaren capas terrestres con diferentes propiedades.
Método eléctrico.	Estudo da condutividade eléctrica das rochas. Este método utilízase ademais para atopar augas subterráneas e para situar xacementos de metais.

S8.



S9. *A orixe desta calor débese a dúas posibles causas:*

Calor remanente: a calor residual do proceso de formación da Terra. O Núcleo garda calor desde o momento da formación da Terra. A súa composición fai que sexa moi condutivo e, ademais, estea en convección. Esta calor vaise liberando de forma progresiva ao manto.

A desintegración de elementos radioactivos no manto (uranio e torio), produce calor que se libera de forma gradual.

- S10.** Os materiais do manto próximos ao núcleo están a maior temperatura que os próximos á codia. Isto fai que teñan unha menor densidade e ascendan cara ao exterior. Ao chegaren á zona superior máis fría diminúe a súa temperatura, aumenta a súa densidade e descenden. Así fórmanse unhas correntes circulares chamadas correntes de convección do manto.
- S11.** Porque ao derreter o xeo que cubría a península, redúcese a carga da placa litosférica, o que supón un movemento vertical ascendente para recobrar o equilibrio isostático sobre o manto máis denso.
- S12.** Wegener achegou cinco tipos de probas para apoiar a súa teoría da deriva continental. Xeográficas: as liñas de costa dalgúns continentes encaixan perfectamente, como as costas atlánticas de América do Sur e África. Climáticas: existen rexións da Terra con indicios de teren no pasado unha localización distinta á actual (restos glaciares no Brasil, fósiles de plantas tropicais na Antártida). Biolóxicas: existencia de animais terrestres idénticos en rexións moi distantes, como ocorre a un e outro lado do Atlántico. Paleontolóxicas: existen fósiles idénticos en zonas distantes e incomunicadas como son América do Sur, Suráfrica, Antártida, India e Australia. Isto fai pensar que no pasado estas rexións puideran estar unidas. Probas xeomagnéticas: minerais magnéticos en rochas de igual idade en distinto continente indican dous polos norte; trasladando os continentes, apuntan a un único polo.
- S13.** Acertos: existía un único supercontinente chamado Panxea. Co tempo, partírase en dous: Laurasia ao norte e Gondwana ao sur. Do continente Laurasia procederían, por fragmentación, a actual América do Norte, Groenlandia e Eurasia; e o continente Gondwana daría lugar a América do Sur, a Antártida, Australia e África. Erros: os continentes non ían á deriva, senón que a litosfera esvaraba sobre a astenosfera empurrada polas correntes de convección e non por forzas gravitacionais.
- S14.** A placa pacífica e a de Nazca ocupan unicamente superficie oceánica. A placa de Arabia, superficie continental. Pero a maioría son capas mixtas, é dicir, ocupan simultaneamente superficie oceánica e continental; é o caso da placa norteamericana, a suramericana e a africana.
- S15.** Si, a maior parte dos volcáns sitúanse nos límites das placas.

- S16.** *A evolución dos bordos construtivos vai desde a ruptura da litosfera ata a formación dun gran océano. O primeiro estadio está representado pola ruptura da litosfera continental, formando un sistema de fosas tectónicas que constitúen o «rift-valley» da zona oriental de África. Se segue evolucionando, podería dar lugar a un mar incipiente, como é a fase seguinte representada polo Mar Vermello, o que se pode considerar como un océano incipiente, que está separando actualmente Arabia de África. A derradeira fase é á que pode chegar o Mar Vermello se a súa evolución continúa; é a etapa representada polo Océano Atlántico, en continuo crecemento arredor de 2 cm por ano.*

S17.

Tipo de bordo	Movemento de placas	Estruturas formadas	Exemplos
Diverxente	Separación	Dorsal oceánica	Dorsal Atlántica
Converxente	Choque	Cordilleiras, arcos de illas	Cordilleira do Himalaia, Arquipélago do Xapón
Transformante	Desprazamento lateral	Falla	Falla de San Andrés, California

- S18.** *Segundo os materiais se comporten de forma plástica (sufrirán pregamentos ou dobras) ou ríxida (sufrirán fracturas).*

S19. *Tarefa persoal.*

- S20.** *Lamarckista: explicaríaos dicindo que as especies agrícolas se van afacendo a unha cantidade cada vez maior de funxicida e cada vez fanlle menor efecto.*

Darwinista: explicaríaos dicindo que hai variedade natural de organismos agrícolas, xa antes de engadir o funxicida, sendo unhas resistentes aos funxicidas e outras non. Ao empregar o pesticida as variedades que non teñen resistencia aos funxicidas morren, e as que teñen esta resistencia sobreviven e poden reproducirse, transmitindo esta característica á seguinte xeración. Daquela, as novas plantas tamén son resistentes aos funxicidas.

- S21.** *A teoría neodarwinista ou sintética parte da idea do darwinismo ou selección natural, pero engádenselle os coñecementos posteriores de xenética. Os neodarwinistas parten de que a orixe da variabilidade dentro dunha especie se debe ás constantes mutacións que teñen lugar na súas poboacións; os individuos que portan mutacións beneficiosas nun determinado medio van ser seleccionados; é dicir, a selección natural actúa favorecendo os individuos mellor adaptados a ese medio e elimina os que non o están, ao non portaren as devanditas mutacións beneficiosas.*

- S22. *Denomínanse órganos homólogos aqueles que teñan unha orixe común, malia poderen ter na actualidade unha función distinta. É o caso das ás das aves, as patas anteriores dos mamíferos e as aletas dos golfinhos: todos eles evolucionaron a partir dun antepasado común, por iso manteñen unha estrutura anatómica similar. É unha proba do grupo da anatomía comparada.*
- S23. *Este fósil con características propias das aves (plumas, pico...) e dos réptiles (escamas, dentes...) demostra que as aves evolucionaron a partir dos réptiles, que son máis primitivos. Trátase dunha proba paleontolóxica.*

4.2 Solucións das actividades finais

S24.

Exemplos	Idade absoluta/Idade relativa
Eu son máis vello ca ti.	Idade relativa
Teño 16 anos.	Idade absoluta
Esta rocha ten 100 millóns de anos.	Idade absoluta
Esta falla é posterior ós estratos que afecta.	Idade relativa

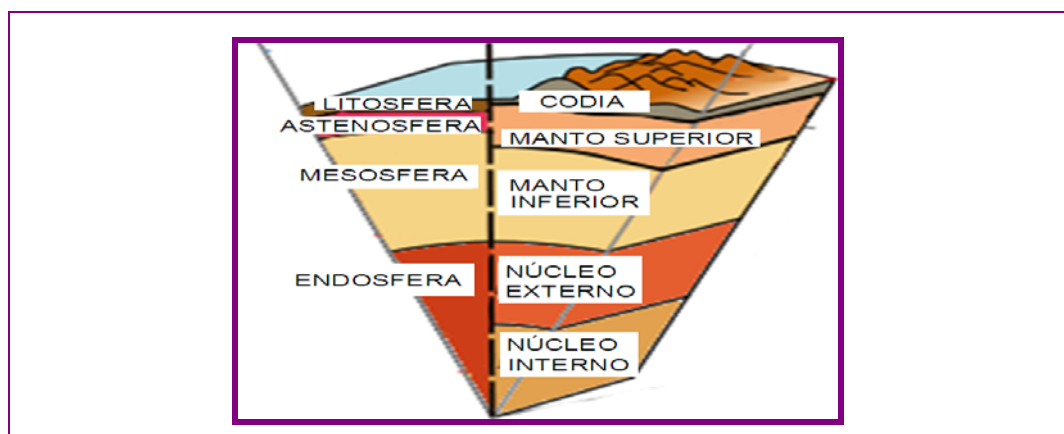
S25. *É a codia mais manto superior ríxido.*

S26. *O principal problema é que non podemos estudar directamente as zonas máis pro-fundas da Terra, xa que mediante perforacións da codia terrestre non se pode superar os 13 quilómetros de profundidade dos mais de 6.000 que ten o raio terrestre. Por isto, para coñecer o interior terrestre, temos que recorrer a métodos indirectos como o estudo dos materiais expulsados polos volcáns e a análise das ondas sísmicas producidas polos terremotos.*

S27. *A explicación da estrutura da xeosfera en capas distintas débese ao proceso de formación da Terra. Nas primeiras fases todos os materiais estaban fundidos debido ás altas temperaturas. Os materiais máis densos ocuparon os lugares máis fondos e os menos densos as zonas máis externas, igual que cando metemos nun recipiente líquidos con densidades diferentes. Daquela, o núcleo ten a densidade máis alta e a codia a máis baixa.*

S28. *A astenosfera é unha capa situada por debaixo da litosfera. Debido ás condicións de temperatura e presións ten un comportamento de material viscoso sobre o que flotan e se moven as placas litosféricas.*

S29.



- S30. *O núcleo interno está sometido a altas presións que fan que os seus materiais, malia as altas temperaturas, estean en estado sólido.*
- S31. *Os materiais fundidos procedentes do manto que saen polas dorsais oceánicas so-lidifican, ao contacto coa auga mariña fría, e únense á codia oceánica existente, así, xérase nestes lugares nova codia oceánica a ambos os lados da dorsal ao tempo que separan as dúas placas en contacto, favorecendo polo tanto a expansión do fondo oceánico e a separación dos continentes a ambos os lados do océano.*
- S32. *A orixe da formación das cordilleiras e os arcos de illas é o choque das placas litosféricas. A diferenza entre ambas é o tipo de litosfera implicada no choque, xa que, se chocan dúas zonas de litosfera oceánica, orixinarase unha cadea de illas, e se unha ou as dúas placas que chocan son de litosfera continental, orixinarase unha cordilleira.*
- S33. *A cordilleira do Himalaia é orixinada polo choque das placas indoaustrialiana e euroasiática. Os Andes polo choque das placas suramericana e de Nazca.*
- S34. *A zona da Península Ibérica máis preto dun bordo de placa é o sur, e é, polo tanto, a que ten maior risco sísmico. Se continuase o choque entre a placa euroasiática e a africana, no estreito de Xibraltar formaríase unha cordilleira intracontinental similar ao Himalaia.*
- S35. *É certo, xa que o límite entre as placas norteamericana e euroasiática está no fondo do océano Atlántico, onde existe unha dorsal oceánica que percorre todo o fondo do océano de Norte a Sur. Na dorsal hai moita actividade volcánica, e continuamente están saíndo materiais fundidos que van arrefriando e convértense en codia oceánica. Esta produción continua de codia oceánica fai que o terreo se desprace a ambos os lados da dorsal. Así, prodúcese a separación de América do Norte e Europa a unha velocidade media de 2,3 cm ao ano.*
- S36. *Islandia atópase nun límite de placas, concretamente nun bordo construtivo. A súa orixe é a actividade volcánica dunha dorsal por riba do nivel do mar.*
- S37. *Corresponde á converxencia de dous bordos de placa oceánicos. A placa que está máis arredada do continente subduce baixo a outra placa, orixinando unha fosa oceánica no bordo de placa e arquipélagos volcánicos en forma de arco, polo ascenso de magmas, e un plano inclinado de focos sísmicos, plano de Benioff. Ocorre ao confluír a placa pacífica baixo a filipina.*

S38. *Hai uns 80 Ma, as placas ibérica e europea comezaron a chocar. Como consecuencia diso, o fondo mariño elevouse e deu lugar á cordilleira dos Pireneos. Por esta razón, é posible encontrar nas súas rochas restos de cunchas e coirazas de animais mariños a máis de 3.000 metros de altura.*

S39. *Demostra o grao de parentesco evolutivo entre estas especies, sendo o macaco máis próximo evolutivamente ao rato que á galiña, pero máis afastado da ra e moito máis afastado evolutivamente da lamprea. Situariámolos na seguinte orde evolutiva: lamprea, ra, galiña, rato e macaco. Trátase dunha proba evolutiva procedente da bioloxía molecular.*

S40. *A teoría saltacionista.*

S41. *Un lamarkista explicaría dicindo que, nunha Terra acuática, a necesidade de respirar baixo a auga fixo que aparecesen as branquias.*

S42. *A maioría das mutacións son prexudiciais para os organismos, pero desde un punto de vista evolutivo van ser beneficiosas para a especie. Ao ser unha fonte de variabilidade, aqueles individuos con mutacións que achegan un beneficio nun determinado medio terán máis posibilidades de sobrevivir. Daquela, dise que están máis adaptados a ese medio. Os organismos que as portan, ao reproducírense, vanlle transmitir estes caracteres herdables á súa descendencia, o que permite a evolución da especie.*

S43.

Vantaxes	Trastornos
▪ O corpo queda menos exposto a radiación solar. ▪ Maior superficie do corpo recibe brisa , está máis fresco. ▪ Permite ver o horizonte por riba da vexetación en busca de árbores ou depredadores. ▪ Deixa libre as mans, o que permite manipular e transportar obxectos. ▪ A marcha é máis lenta que a dos cuadrúpedes, pero consome menos enerxía, o que permite percorrer grandes distancias.	▪ O bipedismo xera moitas tensións na columna vertebral, articulacións e extremidades inferiores. A dor de lombo é parte do prezo por ter postura ergueita. ▪ Os cambios que se producen na pelve afectan especialmente as mulleres, sobre todo polo estreitamento do canal pelviano. Como consecuencia deste cambio, o parto humano é un proceso máis complexo e doloroso ca o do resto dos primates.

S44. *Traballo persoal*

5. Glosario

A	▪ Acreción gravitacional	Proceso de crecemento dun corpo por adición de materia debido á forza gravitacional.
B	▪ Bioestratigrafía	Parte da estratigrafía que estuda a disposición e idade das rochas estratificadas a partir dos fósiles que conteñen.
	▪ Biofacies	Conxunto de caracteres paleontolóxicos que definen a facies estratigráfica.
C	▪ Ciclo de Wilson	Modelo de evolución xeodinámica dos océanos e as cordilleiras que comeza cun proceso de fragmentación dun continente, creando un sistema de rifts continentais, continúa cunha prolongada fase de creación e expansión dun océano, acompañado por deriva continental, e termina cunha fase de creación de zonas de subducción que culmina co peche final do océano e sutura nun proceso de colisión continental.
	▪ Continente	Área de grandes dimensións, constituída por codia continental e, en parte emerxida, actual ou antiga, incluíndo as súas marxes.
	▪ Codia continental	Capa rochosa máis externa debaixo dos continentes e na plataforma continental, cun grosor entre 25 km y 70 km.
	▪ Codia oceánica	Capa rochosa máis externa debaixo dos océanos, máis delgada que a continental. Pode chegar aos 10 km.
	▪ Correntes convectivas	Movimentos de fluídos por diferenzas de temperatura.
D	▪ Descontinuidade sísmica	Zona do interior da Terra na que hai unha variación brusca da velocidade das ondas sísmicas.
	▪ Dorsais oceánicas	Elevacións volcánicas submarinas.
E	▪ Estrato	Nivel de rocha ou sedimento que se depositou nun intervalo de tempo concreto e que queda delimitado por superficies (denominadas superficies de estratificación), orixinadas por cambios na sedimentación, por interrupcións sedimentarias ou por ambos os factores á vez.
G	▪ Guyot	Relevo submarino de forma troncocónica co cumo aplanado, de orixe volcánica, situado a máis de 200 m de profundidade.
	▪ Grandes cordilleiras	Formacións montañosas máis importantes da Terra: Himalaia, Andes, Alpes...
H	▪ Himalaia	Unha das grandes cordilleiras. Está en Asia, entre a China, a India e Paquistán.
I	▪ Isostase	Equilibrio que se establece entre a litosfera e a astenosfera, xerando movementos verticais na superficie ata alcanzalo.
M	▪ Magnetismo remanente	Propiedade de certas rochas de adquirir e reter unha orientación selectiva dos seus minerais magnéticos pola acción do campo magnético terrestre do momento no que se formaron, sen que cambie dita magnetización aínda que posteriormente cambie o campo magnético.
	▪ Mutación	Alteración ou cambio na información xenética (ADN) dun ser vivo. Prodúcese de xeito súbito e ao chou, e pódese transmitir á descendencia.
O	▪ Ondas sísmicas	Propagación de perturbacións producidas nos terremotos. Transmítense como as ondas que se producen na auga cando deixamos caer unha pedra na súa superficie.
	▪ Oroxénese	Formación de montañas e cordilleiras.
P	▪ Paleomagnetismo	Estudo do magnetismo remanente de rochas (volcánicas e sedimentarias) de tempos anteriores, que permite coñecer a posición relativa dos polos en tempos pretéritos e establecer unha escala de intervalos de tempo sucesivos e alternantes, uns de polaridade normal e outros de polaridade inversa.

	▪ Placa	Cada unha das láminas rixidas nas que se divide a litosfera e que, en superficie, se presentan como fragmentos de casquetes esféricos de contorno moi irregular. O seu movemento está rexido pola dinámica que establece a tectónica de placas. Sinón.: placa litosférica.
	▪ Período glaciár	Intervalo de tempo dun ciclo climático, caracterizado polo avance dos glaciares, polo desenvolvemento dos casquetes e por un nivel do mar baixo. Ao longo do Cuaternario sucedéronse numerosos períodos glaciares dando orixe a glaciacións. Os máis importantes son os desenvolvidos nos últimos 900.000 anos seguindo o ciclo orbital da excentricidade de 100.000 anos. V. glaciación.
R	▪ Rift-valley	Val da litosfera que se forma polo pulo de material fluído procedente do manto. Atópase no medio das dorsais.
S	▪ Serie estratigráfica	Ordenamento dos estratos, e conxuntos de estratos, presente nun sector, desde os máis antigos aos máis modernos.
	▪ Subsidencia	Afundimento total dun punto calquera dunha conca sedimentaria durante un determinado intervalo de tempo.
Z	▪ Zona de subducción	Zona de choque entre dúas placas onde a máis densa (oceánica) se introduce por debaixo doutra (xeralmente continental) menos densa.

6. Bibliografía

Bibliografía

- Pode utilizar como complemento libros de texto actualizados de 4º de ESO das editoriais, sempre que estean actualizados, é dicir, que sigan a lexislación actual.
- *Natureza 3 e 4*. Educación secundaria para persoas adultas a distancia. Ed. CNICE. Safel.

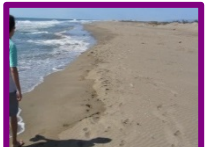
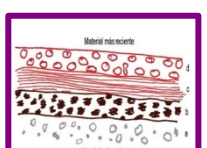
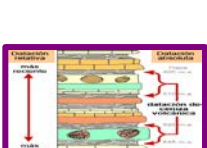
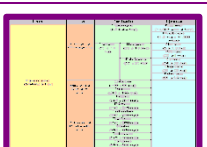
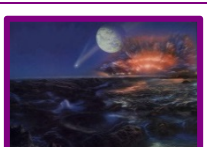
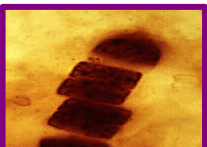
Ligazóns de Internet

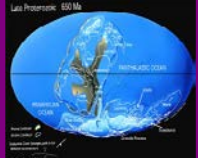
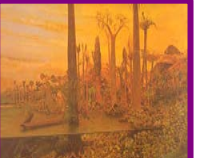
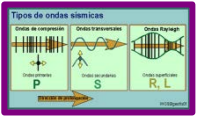
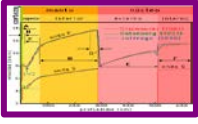
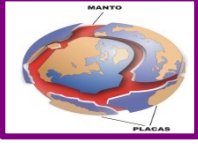
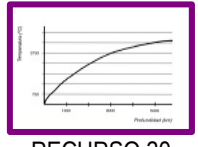
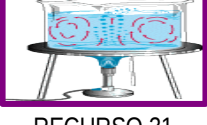
Nestas ligazóns pode atopar trucos e información que pode consultar para mellorar a súa práctica.

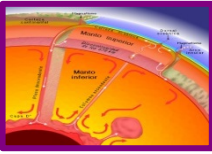
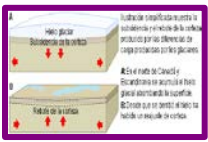
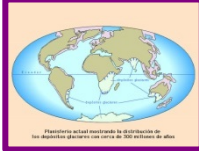
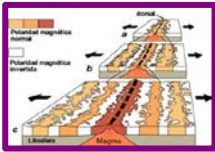
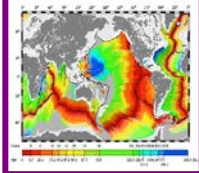
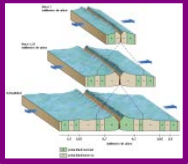
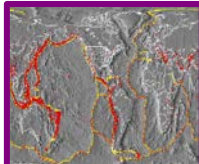
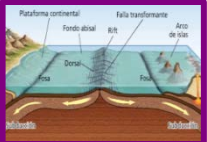
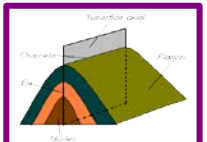
- <http://www.recursos.cnice.mec.es/biosfera>
<http://www.cnice.mecd.es/eos/MaterialesEducativos>: Recursos de Ciencias Naturais do Ministerio de Educación.
- <http://www.mineraltown.com/index.php?idioma=1>. Coleccionismo de minerais e fósiles con artigos sobre a formación de rochas e minerais, escala de Mohs da dureza mineral, identificación, fotos, vídeos e directorio web.
- www.geoenciclopedia.com
- <https://www.edumedia-sciences.com/es/media/345-sistema-solar>
- <https://www.edumedia-sciences.com/es/media/674-dorsal-oceanica>.
- <https://www.edumedia-sciences.com/es/media/686-seleccion-natural>
- <https://www.edumedia-sciences.com/es/media/693-wegener>
- <https://www.edumedia-sciences.com/es/media/585-placas-litosfericas-tectonicas>
- <https://www.edumedia-sciences.com/es/node/59-geodinamica-interna>.
- <http://www.biogeociencias.com>: Paxina moi completa de temas xerais de bioloxía e xeoloxía.
- <http://www.juntadeandalucia.es/averroes/> Recursos de Ciencias Naturais Xunta de Andalucía.
- <https://www.edumedia-sciences.com/es/media/565-formacion-del-himalaya>
- <https://youtu.be/n9HnFwChrZo>. Video. “La odisea de la especie”.
- <https://youtu.be/IDRwsP6hhVY>. Vídeo. “La evolución del ser humano”.

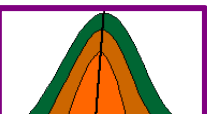
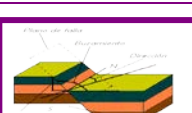
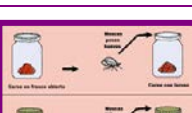
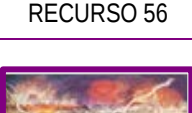
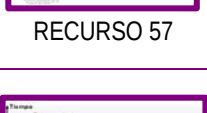
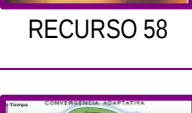
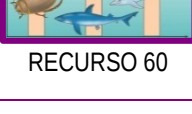
7. Anexo. Licenza de recursos

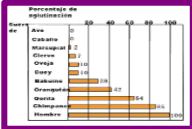
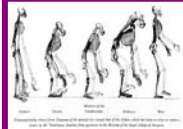
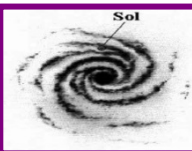
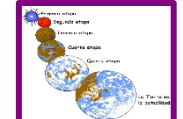
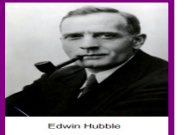
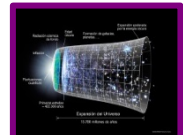
Licenzas de recursos utilizadas nesta unidade didáctica

RECURSO (1)	DATOS DO RECURSO (1)	RECURSO (2)	DATOS DO RECURSO (2)
 RECURSO 1	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: https://es.wikipedia.org/wiki/Archi vo:Siloli_Laguna_colorada.jpg	 RECURSO 2	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: https://nn.wikipedia.org/wiki/Fil:Lehigh_conglom.jpg
 RECURSO 3	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/	 RECURSO 4	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Puu_oo.jpg
 RECURSO 5	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: https://pixabay.com/p-81244/?no_redirect	 RECURSO 6	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/
 RECURSO 7	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/	 RECURSO 8	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/
 RECURSO 9	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/750/990/html/estratos2.jpg	 RECURSO 10	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://www.educa.jcyl.es/adultos/es/materiales-recursos/ensenanza-secundaria-personas-adultas/ambito-cientifico-tecnologico/modulo-iii-optativo-ampliacion-biologia-geologia/
 RECURSO 11	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia/	 RECURSO 12	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia
 RECURSO 13	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia	 RECURSO 14	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia

RECURSO (1)	DATOS DO RECURSO (1)	RECURSO (2)	DATOS DO RECURSO (2)
 RECURSO 15	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia	 RECURSO 16	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia
 RECURSO 17	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia	 RECURSO 18	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia
 RECURSO 19	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia	 RECURSO 20	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia
 RECURSO 21	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia	 RECURSO 22	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia
 RECURSO 23	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia	 RECURSO 24	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia
 RECURSO 25	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia	 RECURSO 26	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia
 RECURSO 27	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia	 RECURSO 28	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia
 RECURSO 29	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/500/564/html/Unidad02/imagenes/4.jpg	 RECURSO 30	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1a/Gradiente_geotermico.jpg
 RECURSO 31	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia	 RECURSO 32	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia

RECURSO (1)	DATOS DO RECURSO (1)	RECURSO (2)	DATOS DO RECURSO (2)
 RECURSO 33	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia	 RECURSO 34	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9d/Glacier_weight_effects_Lmb.png
 RECURSO 35	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia	 RECURSO 36	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia
 RECURSO 37	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia	 RECURSO 38	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia
 RECURSO 39	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia	 RECURSO 40	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia
 RECURSO 41	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/39/Paleomagnetisme-es.png	 RECURSO 42	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia
 RECURSO 43	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Grandes_unidades_del_relieve.png	 RECURSO 44	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/39/Iceland_Rift.JPG
 RECURSO 45	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia	 RECURSO 46	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f4/Studio_portrait_photograph_of_Edwin
 RECURSO 47	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia	 RECURSO 48	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia

RECURSO (1)	DATOS DO RECURSO (1)	RECURSO (2)	DATOS DO RECURSO (2)
 RECURSO 49	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia	 RECURSO 50	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia
 RECURSO 51	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia	 RECURSO 52	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia
 RECURSO 53	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia	 RECURSO 54	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia
 RECURSO 55	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/91/Tipos_de_fallas.png	 RECURSO 56	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia
 RECURSO 57	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ea/Matracas-Pasteur.png	 RECURSO 58	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia
 RECURSO 59	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia	 RECURSO 60	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia
 RECURSO 61	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia	 RECURSO 62	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia
 RECURSO 63	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia	 RECURSO 64	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia
 RECURSO 65	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia	 RECURSO 66	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia

RECURSO (1)	DATOS DO RECURSO (1)	RECURSO (2)	DATOS DO RECURSO (2)
 RECURSO 67	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia	 RECURSO 68	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/91/Huxley_-_Mans_Place_in_Nature.jpg
 RECURSO 69	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia	 RECURSO 70	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia
 RECURSO 71	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons	 RECURSO 72	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia
 RECURSO 73	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia	 RECURSO 74	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia
 RECURSO 75	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/47/HomoAntecessor.jpg	 RECURSO 76	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/55/095_homo_neanderthalensis.jpg
 RECURSO 77	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b7/Homo_sapiens_-_Paleolithic_-_reconstruction_-_MUSE.jpg	 RECURSO 78	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia
 RECURSO 79	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia	 RECURSO 80	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia
 RECURSO 81	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia	 RECURSO 82	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: http://recursostic.educacion.es/cia
 RECURSO 83	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f4/Studio_portrait_photograph_of_Edwin_Powell_Hubble.JPG/	 RECURSO 84	- Autoría: CC - Licenza: Uso comercial Procedencia: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/50/Evolucion_Universo_CMB_Timeline300_no_WMAP.jpg