

Quincena 8

2ª Avaliación

UNIDADE 9: HISTORIA XEOLÓXICA DA TERRA.

1. O TEMPO XEOLÓXICO.

1.1. As divisións da historia da Terra.

2. ACONTECEMENTOS NO TEMPO PRECÁMBRICO.

2.1. Eón Hádico.

2.2. Eón Arcaico.

2.3. Eón Proterozoico.

3. ACONTECEMENTOS NO FANEROZOICO.

3.1. Era Paleozoica.

3.2. Era mesozoica.

3.3. Era Cenozoica.

4. CONCEPTO DE CLIMA.

4.1. Causas externas ou astronómicas.

4.2. Causas internas.

5. VARIACIÓNS DO CLIMA DEBIDO Á ACTIVIDADE HUMANA.

6. EVOLUCIÓN DO CLIMA DESDE A ORIXE DA TERRA.

7. CONSECUENCIAS DO CAMBIO CLIMÁTICO.

8. MEDIDAS NA LOITA CONTRA O CAMBIO CLIMÁTICO.

1. O TEMPO XEOLÓXICO.

O **tempo xeolóxico** son os 4.560 millóns de anos (Ma) de existencia do planeta Terra. Comeza tras un período duns 50 Ma no que se forma o planeta por acreción de planetesimais e se produce a súa diferenciación en capas. (Ver unidade 8).

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

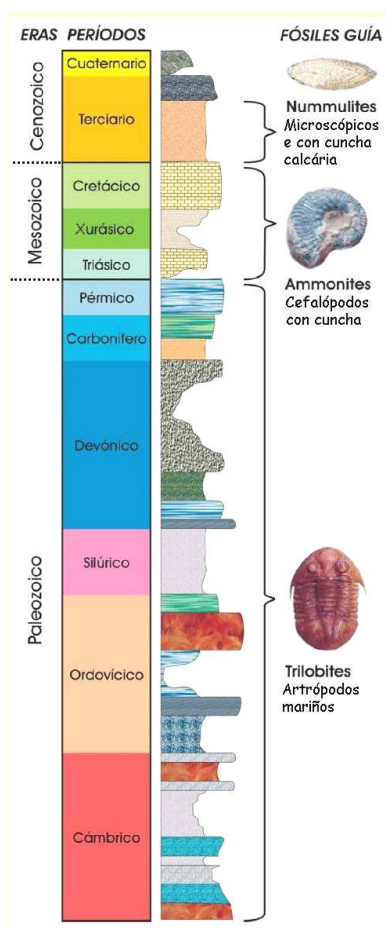
Tomando como base cronolóxica o **millón de anos** (ma), a divisións xeocronolóxicas nas que se divide a historia da Terra reciben o nome de:

EÓNS que á súa vez se dividen en

ERAS divididas en

PERÍODOS divididas en

ÉPOCAS



Divisións da Historia da Terra

Eón		Era	Período		Epoca
Fanerozoico (544 ma a hoy)		Cenozoica (65 ma a hoy)	Cuaternario (1.8 ma a hoy)		Holoceno (11,000 años a hoy)
					Pleistoceno (1.8 ma a 11,000 años)
			Terciario (65 a 1.8 ma)	Neógeno (23 a 1.8 ma)	Plioceno (5 a 1.8 ma)
					Mioceno (23 a 5 ma)
				Paleógeno (65 a 23 ma)	
					Oligoceno (38 a 23 ma)
					Paleoceno (65 a 54 ma)
			Mesozoica (245 a 65 ma)	Cretácico (146 a 65 ma)	
		Jurásico (208 a 146 ma)			
		Triásico (245 a 208 ma)			
		Paleozoica (544 a 245 ma)	Pérmico (286 a 245 ma)		
			Carbonífero (360 a 286 ma)		
			Devónico (410 a 360 ma)		
			Silúrico (440 a 410 ma)		
			Ordovícico (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)				

← Columna estratigráfica e fósiles guía

Ver FAQ 1

1.1. Divisións da historia da Terra.

A historia da Terra divídese en dúas partes ben diferenciadas polos feitos acaecidos e, sobre todo, polo coñecemento que temos destes feitos.

- **Tempo Precámbrico.** Abrangue desde a formación da Terra como planeta fai uns 4500 ma, ata fai uns 540 ma. Este período é o mais 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 de vida coa aparición, ademais, dos primeiros vertebrados.

Este Tempo divídese en tres eóns ou divisións temporais: o *Hádico*, o *Arcaico* e o *Proterozoico*.

- **Eón Fanerozoico.** Comeza fai 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 e como o coñecemos, cos continentes actuais e a gran variedade de vida existente, que nos inclúe a nós mesmos. Divídese en tres eras:
 - ✓ **Paleozoico:** Nela xurdirán case tódalas formas de vida animal e vexetal e producirase a conquista dos continentes por parte dos seres vivos.
 - ✓ **Mesozoico:** Os réptiles e as ximnospermas dominan a Terra e xorden as aves e os mamíferos nos actuais continentes.
 - ✓ **Cenozoico:** engloba ás antigas eras Terciaria e Cuaternaria. Nestas dúas eras os mamíferos e as plantas con froitos constitúense como grupos dominantes. Culmina coa aparición do home.

2. ACONTECEMENTOS NO TEMPO PRECÁMBRICO

Até o último terzo do s. XX a maior parte da historia da Terra designábase simplemente como "Precámbrico" (anterior ao Cámbrico, o período máis antigo do que había probada existencia animal), e non se sabía moito mais... Hoxe dividímolos en tres eóns:

2.1. Eón Hádico (4550 Ma a ~3900 Ma).



Formación da Terra

Neste período de tempo produciuse a formación da Terra no entorno do Sistema Solar (Ver Unidade 6). Segundo a teoría máis aceptada (teoría planetesimal), ao chocar os planetesimais formouse unha bóla incandescente que xiraba arredor do Sol, constituíndo a

proto-Terra. Cando os planetesimais se foron facendo escasos e deixaron de chocar coa primitiva Terra esta comezou a arrefriar. Nese intre os materiais que a formaban comezaron a redistribuírse segundo a súa densidade: os mais densos foron para o interior do planeta formando un *núcleo* metálico rodeado dun *manto* e unha *codia* de silicatos. Os mais lixeiros situáronse ó seu arredor orixinando unha capa de gases ou *atmosfera* que envolvería á parte sólida. E por último o vapor de auga comezou a condensar o que orixinou a chuva. Isto fixo mais rápido o arrefriado da superficie terrestre e a auga acumulouse formando a *hidrosfera*.

Sobre a *orixe de la Lúa* existen dúas teorías: que pouco despois da formación da Terra impactou un corpo rochoso do tamaño de Marte separándose a lúa; ou que era un planeta anano e foi capturado pola atracción gravitatoria.

Formación da Lúa



En rochas lunares, meteoritos e algún satélite do Sistema calculáronse idades case de 4.500 ma. Máis non existen rochas terrestres anteriores aos 3.800 ma xa que a tectónica de placas e a erosión borraron as pegadas mais antigas que puideron existir. Neste período de 700 m. foi arrefriando 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 (H_2), o metano (CH_4), amoníaco (NH_3), dióxido de carbono (CO_2), etc.

A *superficie terrestre* recibe continuos impactos de meteoritos que retrasan o arrefriamento da súa superficie, situación que se prolonga ata fai uns 3900 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.

2.2. Eón Arcaico (~3900 Ma a 2500 Ma).

Comeza fai uns 3.800 ma, idade das primeiras rochas sedimentarias máis antigas coñecidas e depositadas nun 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 Moneras) anaerobios. Da súa existencia chegaronnos microfósiles con idades máximas duns 3.600-3.500 ma: *Estromatolitos*

Estromatolitos.



Cara os 3.200-3.300 ma, arrefriou a Terra e apareceu a primeira *litosfera continental* (150-200 km. de espesor). A partir deste momento comezou a *Tectónica de Placas*: evidencias do primeiro rift continental fai 2.700 ma.; iníciase o desenvolvemento de plataformas continentais e a formación dos grandes cratóns. Durante este período ten lugar una gran actividade tectónico - magmática que remata fai 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 Bandeado*.

Formacións bandeadas de ferro



Principais eventos do Arcaico:

- ✓ Aparición das primeiras células anaerobias heterótrofas.
- ✓ Aparición de células anaerobias fotosintéticas = Cianobacterias.
- ✓ Primeiras estruturas de orixe biolóxico = *Estromatolitos*.
- ✓ Primeiros continentes.
- ✓ Inicio da Tectónica de Placas.
- ✓ Comeza a liberarse osíxeno cara a atmosfera.
- ✓ Remata a chuvia de meteoritos.

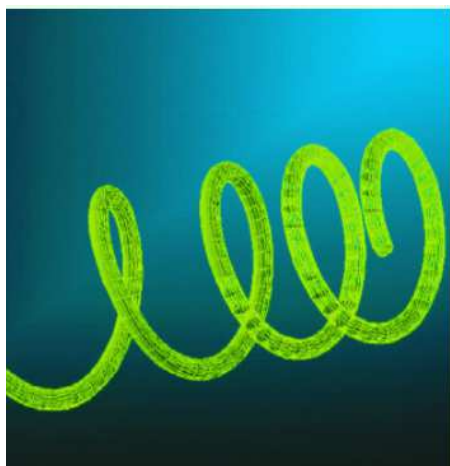
2.3. Proterozoico (2500 Ma a 540 Ma).

Neste amplo período vanse a 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*.

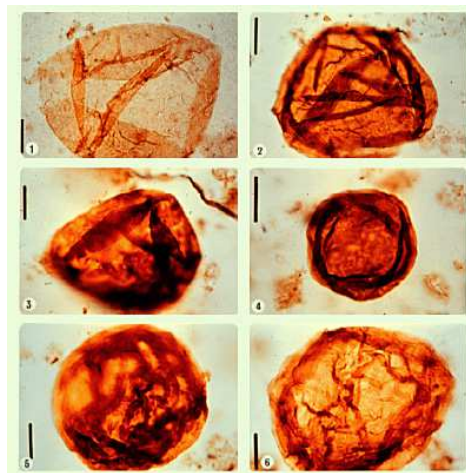
Fai 2.300 ma sucede a primeira glaciación confirmada.

Fai uns 2.100 ma aparecen as primeiras *células eucariotas* (Protoctistas). Serían parecidas a algas verdes fotosintéticas unicelulares.

Nos mares proterozoicos predominan unhas células eucariotas que se van estendendo por todas partes. Estas células están englobadas no grupo dos ACRITARCOS.



Primeiras células eucariotas



Microfósiles de Acritarcos

Nesa mesma época detéctase un significativo aumento dos niveis de O_2 na atmosfera, superior ao 1%. A atmosfera faise oxidante e aparece unha tenue capa de ozono (O_3). Fai 1.400 ma prodúcese outra das grandes adquisicións evolutivas, a *reproducción sexual*.

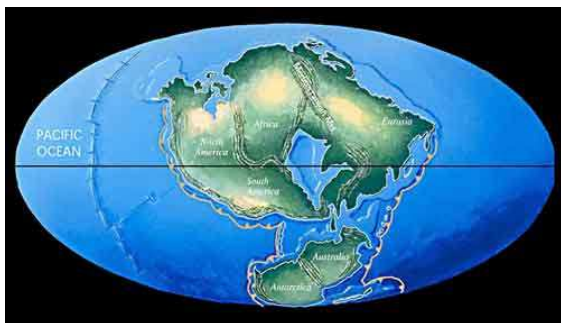
Fai 1.000 ma rexístranse as primeiras algas pluricelulares (Metafitas), vermellas e verdes. Entre 900-700 ma xorden os primeiros individuos dos reinos de seres vivos que faltaban, os fungos (Fungos) e animais (Metazoos)). É o *desenvolvemento explosivo da biosfera*.

Entre 1.000-540 ma danse as *intensas glaciacións precámbricas*. Seguramente sexan debidas ao efecto antiinvernadoiro provocado pola explosión demográfica do plancto calcáreo, que retira grandes cantidades de CO_2 da atmosfera. Estas glaciacións puideron orixinar a *primeira gran EXTINCIÓN* de seres vivos.

Fai uns 670 ma a atmosfera acada o 7% de O_2 . Desenvólvese a *Fauna de Edicara*, constituída por invertebrados mariños, que constitúe a primeira gran explosión de vida sobre a Terra.

Fauna de Edicara





Fai 650 ma fórmase o megacontinente *Panxea I*, que comezará a fragmentarse cara aos 600 ma.

Panxea I

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 Edicara*.
- ✓ Primeiros fungos.

3. ACONTECEMENTOS NO FANEROZOICO

Este eón divídese en tres eras, limitadas por dúas grandes extincións masivas: a *Pérmica* (acaba coa maioría da “fauna antiga” incluíndo aos trilobites) e a *Cretácica*, (famosa pola desaparición dos dinosauros).

Comprende un período relativamente corto da Historia da Terra. Desde o punto de vista da vida é o mais importante, posto que se estenderá por toda a Terra, diversificándose e aumentando o seu número nun proceso tal que aínda hoxe non rematou. Ao longo do Fanerozoico teñen lugar as sucesivas oroxenias que foron configurando os continentes tal como os coñecemos hoxe. A conquista dos ecosistemas terrestres e a gran diversidade de fauna foi posible grazas á aparición das plantas terrestres e a súa gran diversificación.



O Fanerozoico comeza coa aparición “repentina” dunha gran variedade de deseños de organismos animais.

Tódolos phyla do reino animal actuais xa estaban presentes no Cámbrico, máis outros moitos que non sobreviviron ás sucesivas extincións masivas e aos avatares da evolución biolóxica.

← *Reconstrución das comunidades biolóxicas dos océanos a mediados do Cámbrico, tal como quedaron rexistradas no excepcional xacemento fosilífero de Burgess Shale (Canadá). Destaca no debuxo un gran depredador: Anomalocaris, do grupo dos trilobites.*

3.1. Era Paleozoica (544 a 245 ma):



- **Período Cámbrico (544 a 505 ma):** Comeza coa espectacular “*explosión Cámbrica*” de diversidade animal. Prodúcese a diversificación dos invertebrados: aparecen os primeiros animais con cuncha, e os primeiros crustáceos e corais. Segue a fragmentación de Panxea I e a atmosfera acada o 10% de O₂.

- **Período Ordovícico (505 a 440 ma):** Continúa a diversificación da fauna mariña: Aparecen os *primeiros vertebrados*, os peixes acorazados. As prantos e os animais comezan a conquistar as terras emerxidas: coas Briofitas e os Artrópodos terrestres *a vida sae dos mares*.

Glaciación Ordovício-Silúrica que dará a extinción ordovícico-silúrica (438 m.a.)

- **Período Silúrico (440 a 410 ma):** Debido á explosión da vexetal e á conquista da terra, a atmosfera acada un 21% de O₂, como na actualidade.

Aparecen as primeiras *plantas terrestres vasculares* (con tecidos condutores para transportar nutrientes ás partes aéreas) = Pteridófitas primitivas e os primeiros insectos terrestres.

Cara os 400-380 ma ten lugar a *oroxenia Caledoniana*, formación de cordilleiras a ambos lados do Atlántico actual, hoxe case erosionadas.

- **Período Devónico (410 a 360 ma):** Aparecen os primeiros peixes de auga doce. Xorden os primeiros vertebrados terrestres (protoanfios), que evolucionaron a partir dos peixes e que resisten fóra da auga.

Hai 360 ma xorden os primeiros anfios e, pouco despois, as primeiras árbores.

Extinción Devónica cara aos 367 ma.

Comeza a *Oroxenia Hercínica*.

- **Período Carbonífero (360 a 286 ma):** Os primeiros réptiles teñen unha idade duns 340 ma. Fai 325 ma desenvólvese a primeira *membrana amniótica*, que permite a vida independente da auga aos animais.

Os réptiles colonizan os continentes.



No Carbonífero fórmanse os grandes depósitos de carbón.

Duns 300 ma atrás son as primeiras Espermatofitas, as *Ximnospermas*. Isto implica a existencia de estruturas reprodutoras e especializadas, como o polen e as sementes.

Ao longo do Carbonífero inferior, e como consecuencia da oroxenia Hercínica que comezou no período anterior, prodúcese o peche de tódolos océanos intermedios e colisión para formar o supercontinente *Panxea II*.

Glaciación permo-carbonífera.

- **Período Pérmico (286 a 245 ma):** Entre 260 y 250 ma prodúcese a *gran extinción Pérmica*: unha extraordinaria actividade volcánica que envelena aire e augas, xunto a perda ambientes litorais por regresión mariña e diminución da costa (agrupamento continental) explica que se extingan en pouco tempo o 95% das especies mariñas e o 70% dos vertebrados terrestres. Hai un clima cálido, gran aridez, enormes depósitos de sales a nivel mundial e gran oscilación térmica (coincidindo co fin da glaciación Permo-Carbonífera).

Ao final do período, fai uns 245 ma, aparecen os *primeiros dinosauros*.

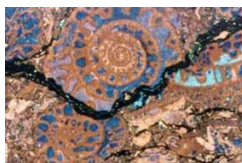
Principais eventos do Paleozoico:

- ✓ Diversifícanse os invertebrados.
- ✓ As plantas (Briófitas) e os animais (Artrópodos) saen da auga e colonizan a Terra.
- ✓ A atmosfera acada os niveis actuais de osíxeno.
- ✓ Aparecen os vertebrados = peixes acorazados.
- ✓ Os vertebrados conquistan a Terra: peixes - anfibios - réptiles.
- ✓ Xorden as Espermatófitas, plantas con sementes.
- ✓ Panxea I reúnese, formando Panxea II.
- ✓ Gran extinción Pérmica.

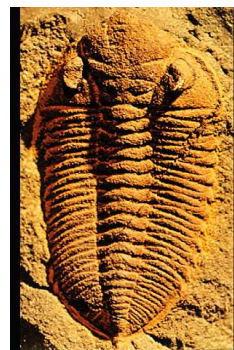
Principais fósiles do Paleozoico:



Annularia, feito



Fusulina foraminífero



Trilobites, Artrópodo mariño



Lepidodendro, tronco de feito arborescente



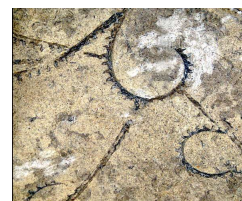
Paraspirifer, braquiópodo



Goniatites, Cefalópodo



Calceola, celentéreo



Cyrtograptus, Graptolitos

3.2. Era Mesozoica (245 ma – 208ma):

Dúas liñas de réptiles, pouco importantes no Pérmico, van sobrevivir e comezan a diversificación no Triásico para orixinar dinosauros e mamíferos.

Os *dinosauros*, dominaran os ecosistemas terrestres no Xurásico e Cretácico; os mamíferos ocuparán un lugar principal na seguinte era.

No Cretácico, unha liña de dinosauros orixina as aves, pouco despois aparecen as plantas con flores (*fanerógamas*).

Nos océanos diversifícanse grupos planctónicos existentes (como os *ammonites* entre moluscos, os *nummulites* entre foraminíferos), ou ben aparecen outros novos (como a clase das *diatomeas*).

Ammonites e nummulites



- **Período Triásico (245 a 208 ma):** Fai 230 ma a coxa dos réptiles adáptase para a carreira veloz. Os primeiros ammonoideos teñen uns 225 ma, e os primeiros Pterosauros, uns 205 ma. Extinción finitriásica.
- **Período Xurásico (208 a 146 ma):** Comeza a *fragmentación e expansión de Panxea II*: apertura do Océano Atlántico. Fai 150 ma, a Antártida e Australia sepáranse de África.

Aparecen os primeiros: peixes teleósteos, mamíferos, aves e animais con placenta.

- **Período Cretácico (146 a 65 ma):** Fai 130 ma rexístranse as *primeiras Anxiospermas*. Uns 110-80 ma atrás xérase o 60% de todo o petróleo coñecido. 100 ma, Sudamérica sepárase de África. Aos 100-75 ma prodúcese a maior transgresión mariña rexistrada (extensión dos mares). Ao final do período, aos 65 ma, aparecen os *Primates*.

Extinción finicretácica: O impacto dun gran meteorito no actual golfo de México produce un evento de extinción masiva no que se extinguen dinosauros (tamén outros grupos tipicamente mesozoicos como ammonites e belemnites). Este impacto deixa unha marca estratigráfica característica (unha capa escura de cinza en un típico enriquecemento en iridio de orixe extraterrestre).

Tras a gran extinción veñen as oportunidades de diversificación e colonización dos grupos que sobreviven.

Principais eventos do Mesozoico:

- ✓ Aparecen os dinosauros e outros grandes réptiles, que se estenderán por todos os mares e continentes e dominarán a Terra.
- ✓ Fragmentarase *Panxea II*.
- ✓ Xorden os Mamíferos e as Aves.
- ✓ Aparecen as Anxiospermas.
- ✓ Gran extinción Cretácica polo impacto dun gran meteorito.

Principais fósiles do Mesozoico:



Ammonites, Cefalópodo



Ceratites, Cefalópodo



Archeopteryx, Réptil voador



Encrinus, Crinoideo



Terebratula, Braquiópodo



*Tyrannosaurus rex, dinosauro
(Réptil)*

3.3. Era Cenozoica:

- **Período Terciario (65 a 1.8 ma):** Fai 60 ma sucedeu a radiación dos mamíferos: cabalos, baleas e elefantes.

Entre 40-35 ma atrás a India chocou con Eurasia. Entre os 35 y os 3 ma produciuse a glaciación neoxeno, que orixinou a formación do casquete glacial antártico e dos casquetes glaciares no Hemisferio Norte. 20 ma atrás aconteceu a *oroxenia Alpina*: formáronse os Perineos, os Alpes, o Himalaia...

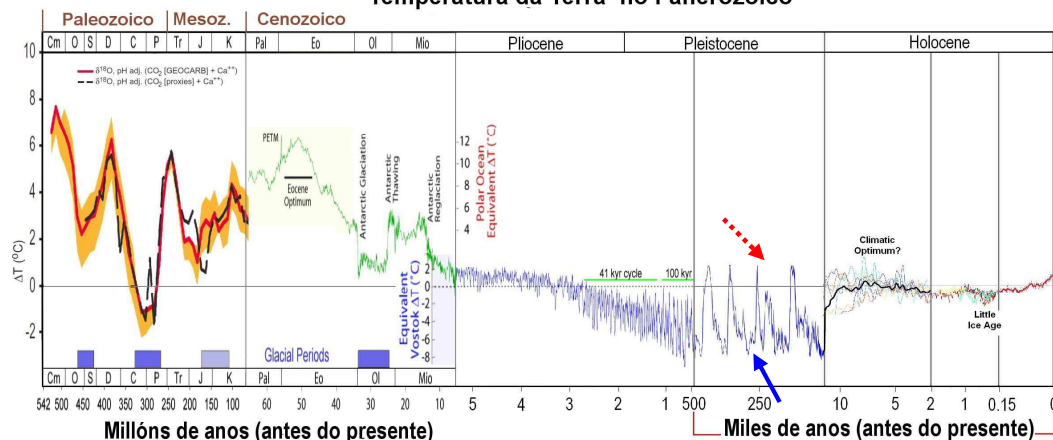
Hai 30 Ma, na época Oligocena, aparecen as gramíneas (*monocotiledóneas*) que están asociadas a aparición de praderías (os grandes mamíferos pacendo manteñen estes ecosistemas). Pola mesma época aparecen os *primates*, onde comeza a liña que leva nos últimos millóns de anos á familia dos homínidos e a nosa especie: primeiros Homínidos (*Proconsul*), *primates bípedos*: (*Australopithecus*), e fai 2 ma apareceu o xénero *Homo*.

- **Período Cuaternario (1.8 ma a hoxe):** Diversificación do xénero *Homo*: *H. erectus*, *H. antecessor*, *H. neanderthalensis*, *H. sapiens*. o home conquista tódolos continentes.

Ver FAQ 2

As últimas etapas de evolución humana son contemporáneas á existencia dunha *glaciación*, na que alternan fases frías (glacial) con fases quentes (interglacial).

Temperatura da Terra no Fanerozoico



Variacións de temperatura na Terra nos últimos 540 Ma. Os cadrados azuis indican os períodos glaciais máis importantes. Os catro ciclos do pleistoceno indican as alternancias de fase glacial (frecha azul sólida) con interglacial (frecha vermella). O momento actual chamado Holoceno corresponde cunha fase interglacial.

Principais eventos do Cenozoico:

- ✓ Os mamíferos diversifícanse 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.

Principais fósiles do Cenozoico:



Equis (cabalo), mamífero



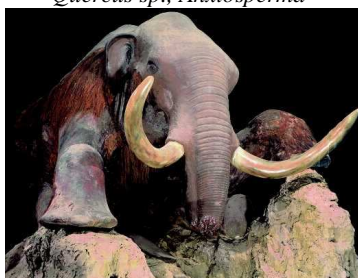
Quercus sp., Anxiosperma



Carcharodon, quenlla



Rana pueyoi, Anfíbio



Mamut, mamífero Proboscídeo



Homo heidelbergensis, Primate

4. CONCEPTO DE CLIMA.

O [IPCC](#) (panel intergubernamental sobre cambio climático) define clima como:

O tempo meteorolóxico medio, ou máis precisamente, como a descrición estatística de cantidades relevantes e mudanzas do tempo meteorolóxico nun período de tempo, que vai de meses a millóns de anos. O período clásico é de 30 anos, definido pola Organización Mundial de Meteoroloxía (OMM). Esas cantidades son xeralmente variacións de superficie como temperatura, precipitación e vento.

Por contra o tempo atmosférico sería a situación das variables meteorolóxicas (temperatura, precipitación e vento) nun lugar e momento concreto.

A temperatura media no planeta autorregúlase no seu conxunto coma un sistema homeostático, debido a unha serie de interaccións entre os diferentes subsistemas que o compoñen. O clima é moi importante para a vida no planeta, e en concreto para a humanidade, un cambio climático podería ter repercusión importantes para o home.

A maior parte dos científicos están de acordo en que nos últimos tempos a temperatura global do noso planeta estase a elevar. Deste xeito teremos que cambiar moitas das actuacións que dende lonxe veñen sendo daniñas e buscar novas vías de desenvolvemento sostible para a vida no planeta.



5. CAMBIO NORMAL DO CLIMA.

Os cambios no clima provocados por causas naturais desenvóléronse de xeito constante na historia da Terra, pasando de climas cálidos a fríos, e viceversa, en períodos de tempo grandes ou ás veces de xeito brusco. Nestes cambios, a temperatura superou entre 8 e 15° C a temperatura media actual (15° C) facendo inviable, por exemplo, a existencia de xeo nos polos.

Os científicos separan en dúas as causas naturais principais para a orixe dos cambios climáticos naturais: externas e internas.

5.1. Causas externas ou astronómicas:

Son causas alleas ao sistema climático interno da Terra. En xeral modifican a radiación solar recibida afectando así ao clima do planeta.

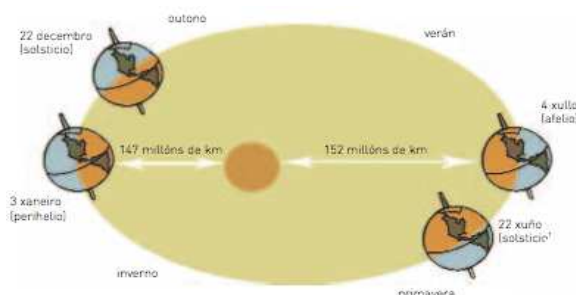
- **Cambios na actividade solar.** O sol a medida que se vai degradando emite máis calor. A longo prazo as variacións de emisión de enerxía do Sol son apreciables, a súa luminosidade aumenta a razón dun 10% cada mil millóns de anos, fai uns 3.800 millóns de anos (momento no que apareceu a vida no planeta) a enerxía emitida polo Sol era un 70% menor que na actualidade.



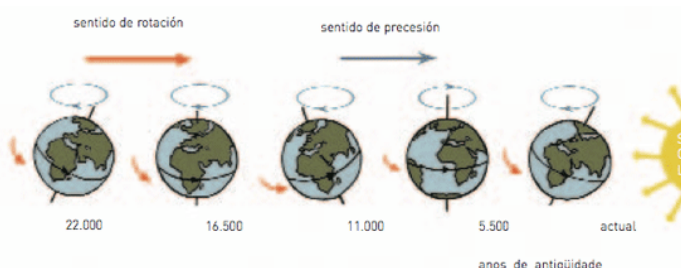
- **Variacións na órbita terrestre** (o movemento de translación da Terra arredor do Sol varia de máis circular a máis elíptica), canto máis elíptica sexa a órbita máis curta é a estación cálida.

Perihelio: punto da órbita terrestre máis próxima ao Sol.

Afelio: punto da órbita terrestre máis lonxe do Sol.



- **Inclinación do eixe da Terra** respecto á perpendicular do plano da órbita, o que determina as diferenzas entre o día e a noite e tamén a existencia de estacións.



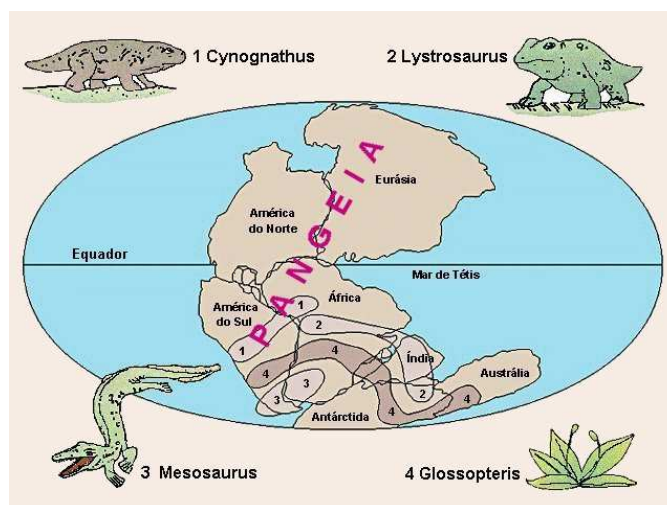
Destas variacións e doutras máis dedúcense os ciclos de Milankovitch, que reflicten variacións periódicas da incidencia de radiación sobre a Terra. Crese que estes ciclos son os desencadeantes das glaciacións. A escalas de tempo pequenas o fluxo de radiación solar que se recibe apenas varía, polo que non se considera que sexa esta a causa da variabilidade climática actual.

5.2. Causas internas:

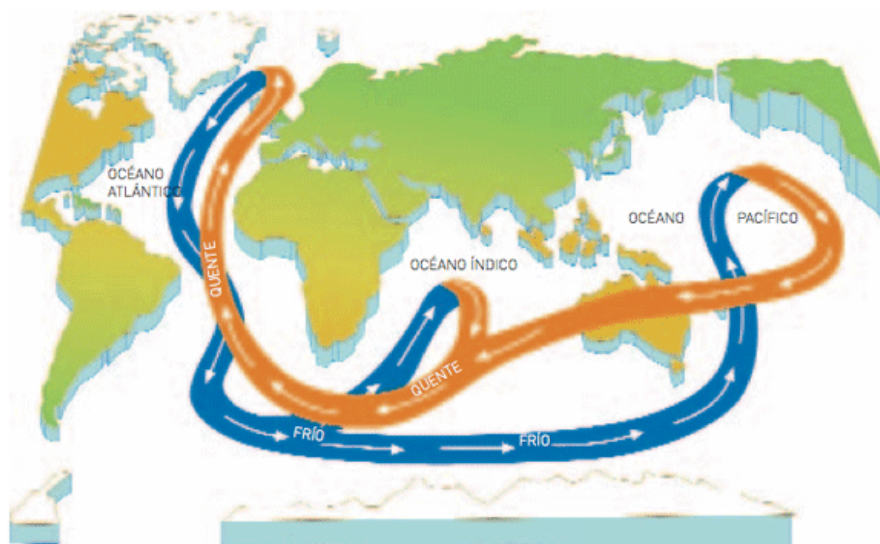
Entre as causas internas que inciden na variabilidade climática están a distribución dos continentes e mares, as correntes oceánicas e a composición da atmosfera.

- ✓ **As masas continentais** que forman a Terra non se mantiveron inmóbiles no tempo, senón que dende hai uns 2500 millóns de anos, as placas tectónicas están envoltas nun baile global no que as terras se xuntan e se separan elevando cordilleiras, abrindo e pechando océanos. Os continentes inflúen nas correntes oceánicas que transportan calor dende o ecuador cara aos polos, e isto tradúcese en efectos sobre o clima.

No Período Triásico, as terras emerxidas atopábanse reunidas nun gran supercontinente, *Panxea II*, situado de maneira simétrica respecto ao ecuador. Este feito favoreceu o aumento das correntes oceánicas transportando calor cara aos polos, provocando climas cálidos e ausencia de xeos nas latitudes altas.



- ✓ **As correntes oceánicas**, ou mariñas, son un factor regulador do clima que actúa como moderador, suavizando as temperaturas de rexións como Europa (debido a Corrente do Golfo). A tectónica de placas separou as masas continentais ata a situación actual (o océano Atlántico comezou a formarse hai uns 200 millóns de anos), proceso moi lento (a razón de non máis de 12 cm ao ano) pero que si inflúe no clima ao influir nas correntes oceánicas que distribúen a enerxía a nivel do planeta.



- ✓ A **composición atmosférica**. A Terra presenta unha atmosfera cunha composición de gases que desempeña un papel importantísimo para a vida. Da composición da atmosfera depende o efecto invernadoiro, e este condiciona a vida no planeta.



Os gases máis abundantes son o nitróxeno, o osíxeno e o argón. Estes son bastantes transparentes tanto para a luz visible como para a radiación infravermella ou calorífica que emite a Terra cando está quente.

Outros, que representan menos dunha centésima parte, son gases que actúan de xeito similar ao vidro do invernadoiro. Entre eles destacan o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄), óxido nítrico (N₂O). Dentro dos gases invernadoiro sobresaí, neste papel termorregulador, o dióxido de carbono.

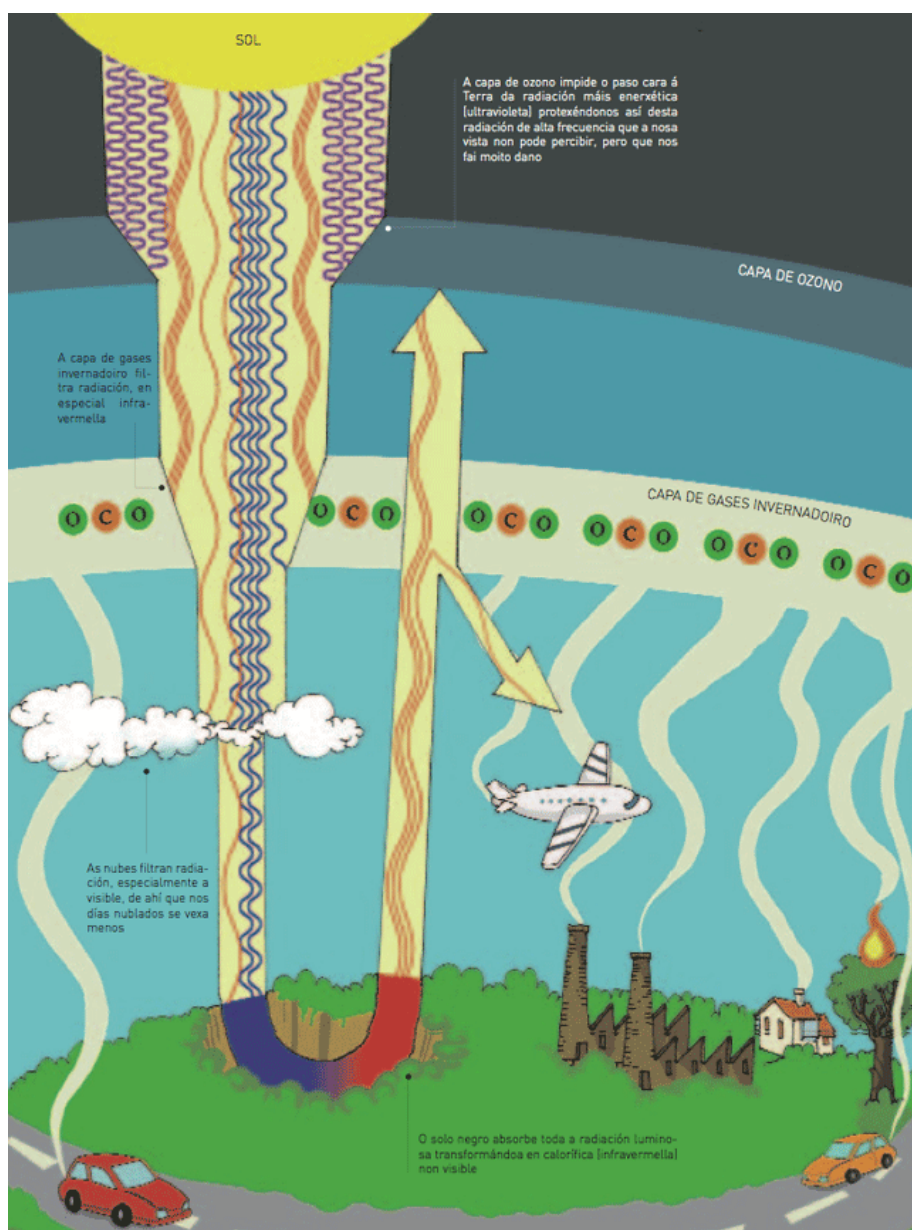
Cando a luz solar chega á atmosfera, parte desta enerxía fíltrase en distintos puntos por absorcións e por reflexións. A radiación máis enerxética é a ultravioleta que se filtra nunha capa moi alta con un gas chamado ozono que a absorbe.

Outra capa filtro diferente é a de gases invernadoiro, na que destaca o dióxido de carbono. Esta diferénciase da anterior pola posición, polo tipo de

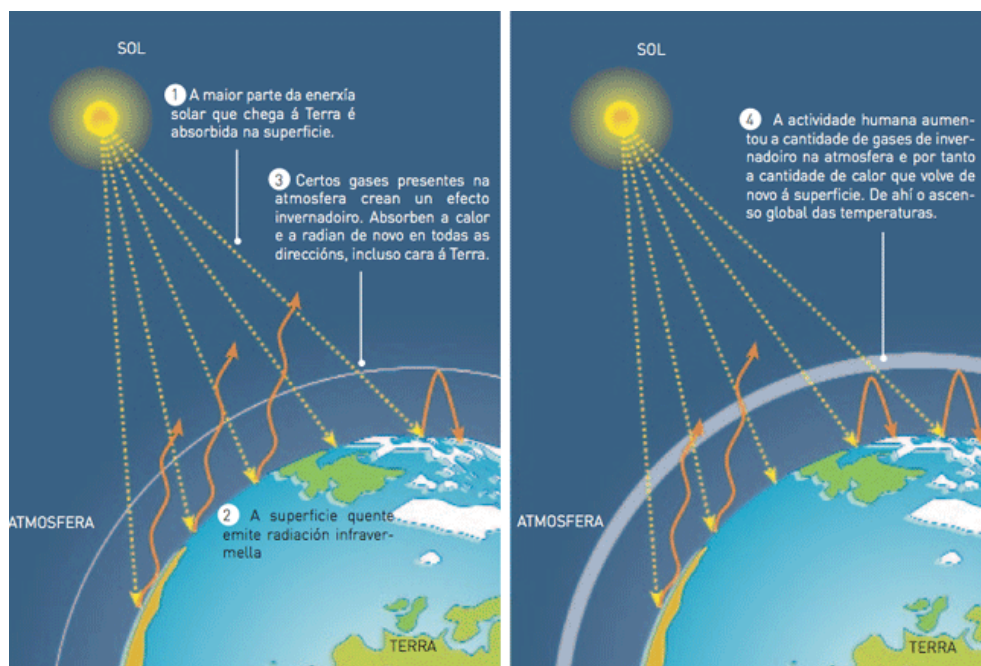
gases, e polo tipo de radiación que filtran, sendo neste caso a menos enerxética: infravermella ou calorífica.

Como esta capa non deixa pasar unha parte da radiación infravermella, a calor emitida pola Terra, como resultado da transformación da radiación luminosa absorbida, é enviada de novo cara á superficie terrestre, dun xeito que presenta certa semellanza co vidro do invernadoiro, aínda que actúa máis ben como o fai unha esponxa coa auga.

Por último as capas de nubes tamén reflicten e absorben radiación. Por iso os días con nubes hai menos luminosidade. Pola acción termorreguladora da auga, esta capa de gas vapor de auga tamén ten importancia na regulación térmica facendo posible a vida na Terra, aínda que actúa de xeito diferente ao dióxido de carbono.



A enerxía calorífica retida polos gases de invernadoiro emítese de novo cara á superficie terrestre. Este efecto, coñecido como **efecto invernadoiro**, quenta o aire que rodea á Terra, mantendo así unha temperatura media de 15°C, o que permite a existencia de auga líquida e da vida tal como a coñecemos. Se non existisen os gases de invernadoiro, o planeta sería cerca de 30 graos máis frío que agora.



6. VARIACIÓNS DO CLIMA DEBIDO Á ACTIVIDADE HUMANA.

A partir de 1750, co inicio da Revolución Industrial a concentración dos gases invernadoiro, sobre todo CO₂ non deixou de medrar. As actividades que xeran un maior incremento do efecto invernadoiro son:

- A **queima de combustibles fósiles** (petróleo, gas e carbón). Isto realízase para a obtención de enerxía eléctrica, nos procesos industriais, no transporte, agricultura e nas vivendas.
- A **deforestación**. Toda actividade que supoña unha redución na superficie arborada terá como consecuencia un incremento no CO₂ na atmosfera (xa que os vexetais grazas á fotosíntese retiran este gas da atmosfera).
- Certas **actividades agrícolas e gandeiras**. O gando doméstico, vacún, bovino e porcino, emite á atmosfera gran cantidade de metano xerado na fermentación intestinal. Tamén certos cultivos como o arroz producen este gas.



7. EVOLUCIÓN DO CLIMA DESDE A ORIXE DA TERRA.

O coñecemento xeolóxico explica que a evolución climática da Terra é complexa, e está directamente relacionada con aspectos moi diversos das interaccións terra-océano-atmosfera e tamén pola posición que ocupamos no Sistema Solar.

Tamén se poden sacar conclusións sobre a evolución do clima en relación á evolución da atmosfera e a aparición da vida. Os científicos aceptan que houbo unha atmosfera primitiva que desapareceu para dar paso a unha atmosfera secundaria composta principalmente por vapor de auga e CO₂. A temperatura da superficie terrestre nestes primeiros momentos manteríase elevada debido ao efecto invernadoiro provocado polo CO₂ e o vapor de auga.

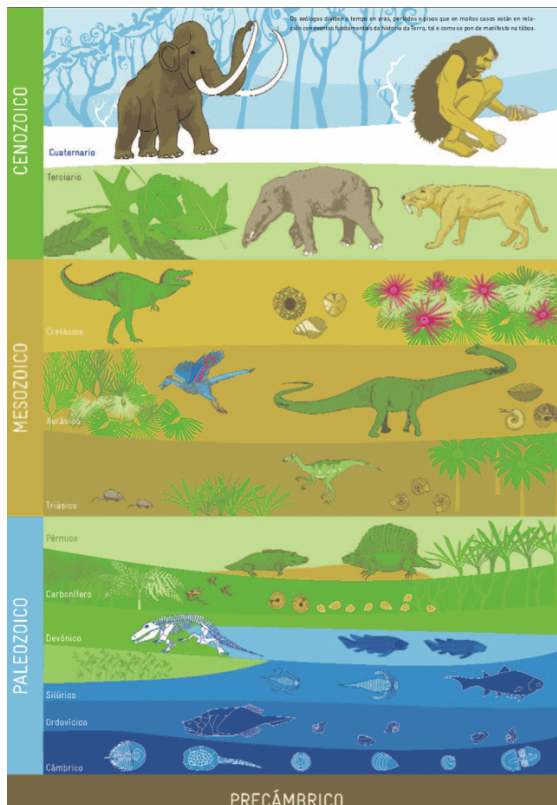
As condicións da atmosfera variaron notablemente cando aparecen as primeiras formas de vida sobre a Terra. Os primeiros organismos, as cianobacterias, son consumidores de CO₂ que atrapan nunhas estrutura sedimentarias denominadas estromatolitos, liberando á atmosfera O₂.

[Ver FAQ 3](#)

Ao longo da historia da Terra pódense correlacionar as variacións do dióxido de carbono coa actividade de organismos vivos. Os períodos glaciares que se sucederon entre os 1000 e 570 m.a coinciden con unha grande diversidade biolóxica que favoreceu en gran medida á eliminación do CO₂ da atmosfera co consecuente descenso da temperatura.

Durante a Era Mesozoica, a Terra atravesou por un período de clima cálido que aproveitaron especies de animais e plantas para diversificarse e chegar a acadar latitudes altas, como a “árbore do pan”, típica dos Trópicos e da que se atoparon restos fósiles en Groenlandia. Os datos aportados polo rexistro sedimentario do Cretácico, indican unha concentración de CO₂ da orde de entre dúas e doce veces os niveis actuais.

A Terra conquistada polos mamíferos, logo da extinción da maior parte dos grupos de dinosauros (lembremos que as aves sobreviviron á extinción de finais do Cretácico), comezou a arrefriarse ata que hai entre 38 e 36 m.a. aparecen os primeiros glaciares no Polo Sur que provocarán un descenso das temperaturas globais cun “efecto dominó”, xa que o branco da neve reflicte moita máis radiación solar. O resultado foi que os xeos chegaron ao Hemisferio Norte cubrindo a metade de Norteamérica e Europa durante o último millón de anos.



No cuaternario a Terra tivo varios períodos glaciares duns 100.000 anos de duración, separados por períodos interglaciares duns 10.000 anos. Esta alternancia de períodos fríos e quentes crese que son debidos a cambios na cantidade de enerxía solar que chega ao planeta, debido a variacións nas características da órbita da Terra (*ciclos astronómicos ou ciclos de Milankovitch*) producidas por tres factores:

- **a excentricidade da órbita terrestre.** A traxectoria da Terra en torno ao Sol varía desde máis circular a máis elíptica ao longo de 100.000 anos (canto mais longa sexa a elipse mais curta será a estación cálida).

- **a inclinación do eixe de Terra.** Ao longo duns 40.000 anos varía o ángulo de inclinación do eixe de rotación terrestre respecto á perpendicular ao plano de translación, que actualmente forma un ángulo de precesión de $23^{\circ}27'$. Este ángulo determinará as diferenzas de duración do día e a noite e a existencia das estacións.
- **a posición no perihelio.** Esta varía ao longo de 23.000 anos. Na actualidade, a Terra está no perihelio durante o inverno do hemisferio norte (verán do sur), e durante o verán do hemisferio norte atópase no afelio. Así, irá mais calor nos veráns no perihelio que nos do afelio e os invernos do afelio serán moito máis fríos.



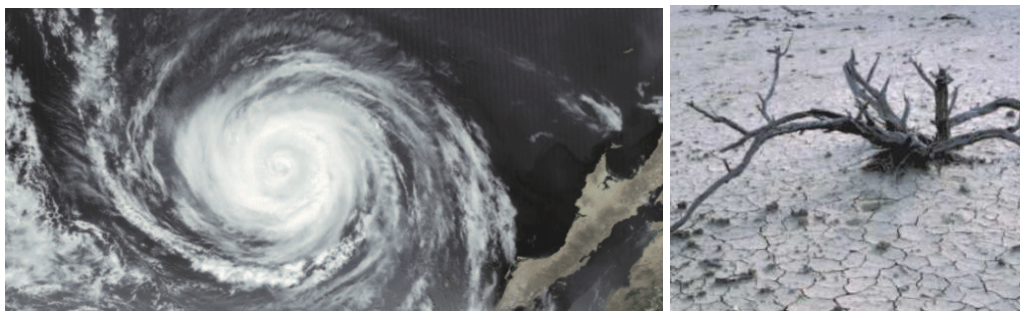
8. CONSECUENCIAS DO CAMBIO CLIMÁTICO.

O sistema climático é complexo e depende de moitas variables. Para facer pronósticos os científicos utilizan **modelos** (programas informáticos nos que se introducen as principais variables que inflúen no clima). Introducen variables do pasado e comprobán se reproduce con suficiente acerto a situación actual. Así os modelos pronostican:

- Un **incremento da temperatura media** da Terra a finais de século entre $1,4$ e 6°C .
- **Aumento do nivel do mar** entre uns 20 e 80 cm por enriba do actual, quedando anegadas moitas zonas costeiras.



- Os **fenómenos meteorolóxicos extremos** acentuaranse, sendo mais habituais e intensos os furacáns, secas, inundacións e ondas de calor.



- **Efectos ambientais:** perda de biodiversidade, alteración de ritmos estacionais das especies, desaparición de humidais e outros ecosistemas potencialmente vulnerables.



- **Efectos para a saúde**, especialmente nos países non desenvolvidos: enfermidades tropicais coo o paludismo poderían estenderse a zoas que agora teñen climas temperados.

Non tódolos lugares notarán o cambio do mesmo xeito. En Europa considéranse especialmente vulnerables a área mediterránea (na que diminuirán as choivas), as zoas costeiras en xeral, os humidais e as zoas montañosas.

9. MEDIDAS NA LOITA CONTRA O CAMBIO CLIMÁTICO.

En 1997 os países industrializados reuníronse na cidade xaponesa de Kyoto e asinaron un acordo, o **Protocolo de Kyoto**. O obxectivo deste protocolo é reducir nos países desenvolvidos as súas emisións de gases de efecto invernadoiro:

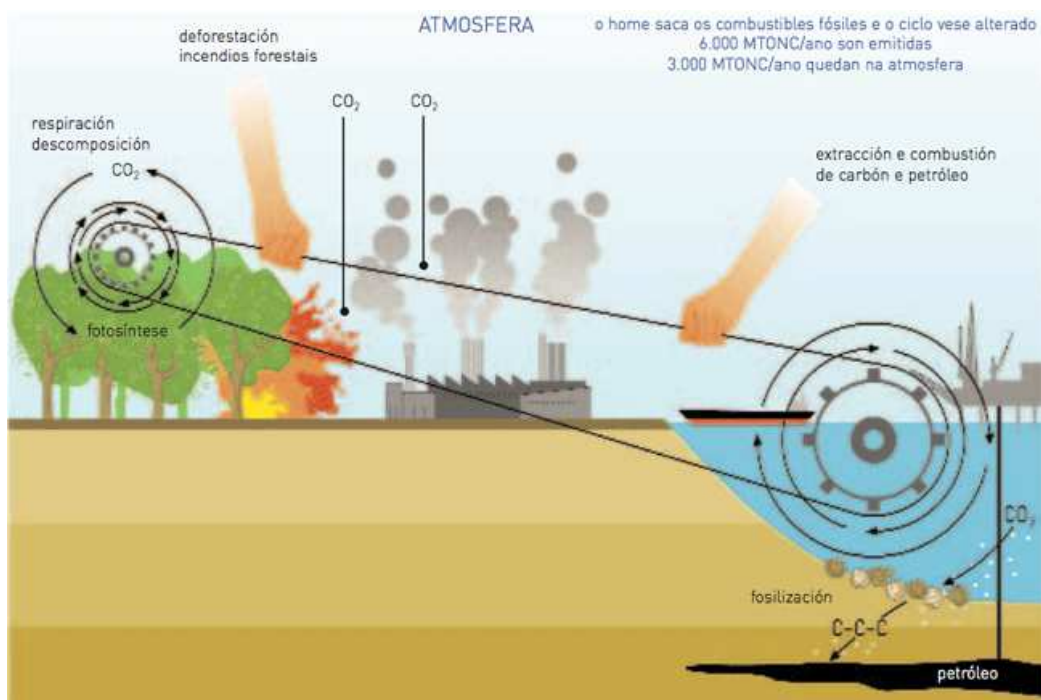
- Reducir para 2008-2012 as emisións dos países, respecto ao ano 1990, nun 5,2% de media (7% para USA, 6% para Xapón, 8% para o conxunto da UE).
España: limita o incremento de emisións nun 15% respecto ao 1990.
- Reducir para 2020 as emisións da UE nun 20% de media (inicio da redución de petróleo).
- Reducir para 2050 as emisións da UE entre un 50 e un 80% (case non se usará petróleo).



Para compensar as consecuencias destes obxectivos propuxéronse os denominados mecanismos de flexibilidade coa finalidade de que as reducións non fosen tan drásticas:

- *compravenda de emisións* (un país pode compralle a outro os dereitos das emisións, de forma que poida acadar os seus obxectivos);
- *mecanismos baseados en proxectos*: convidar aos países desenvolvidos a investir en proxectos de desenvolvemento do Sur; inclusión de sumidoiros de carbono (aumentar as emisións a cambio de plantar árbores e outros vexetais).

O CICLO DO CARBONO



En aplicación deste acordo, a Unión Europea puxo en marcha unha serie de medidas que implican:

- Aumentar o **uso de enerxías renovables** (eólica, solar, biomasa, xeotérmica e maremotriz) fronte á queima de combustibles fósiles.
- Mellorar a **eficiencia dos automóbiles**.
- Mellorar a **eficiencia enerxética dos electrodomésticos**.
- Fomentar a **eficiencia enerxética nos edificios e vivendas** (mellor illamento reduce calefacción).
- Impulsar a **investigación e o desenvolvemento** tecnolóxico en obxectivos de eficiencia enerxética, uso de enerxías renovables e retención de CO₂.
- Protexer e mellorar os **sumidoiros naturais de gases con efecto invernadoiro** (que retiran da atmosfera gases invernadoiro); a vexetación e os océanos son os principais sumidoiros naturais de CO₂.
- Investigar e experimentar novas tecnoloxías que actúen como sumidoiros artificiais de CO₂.