

UD1

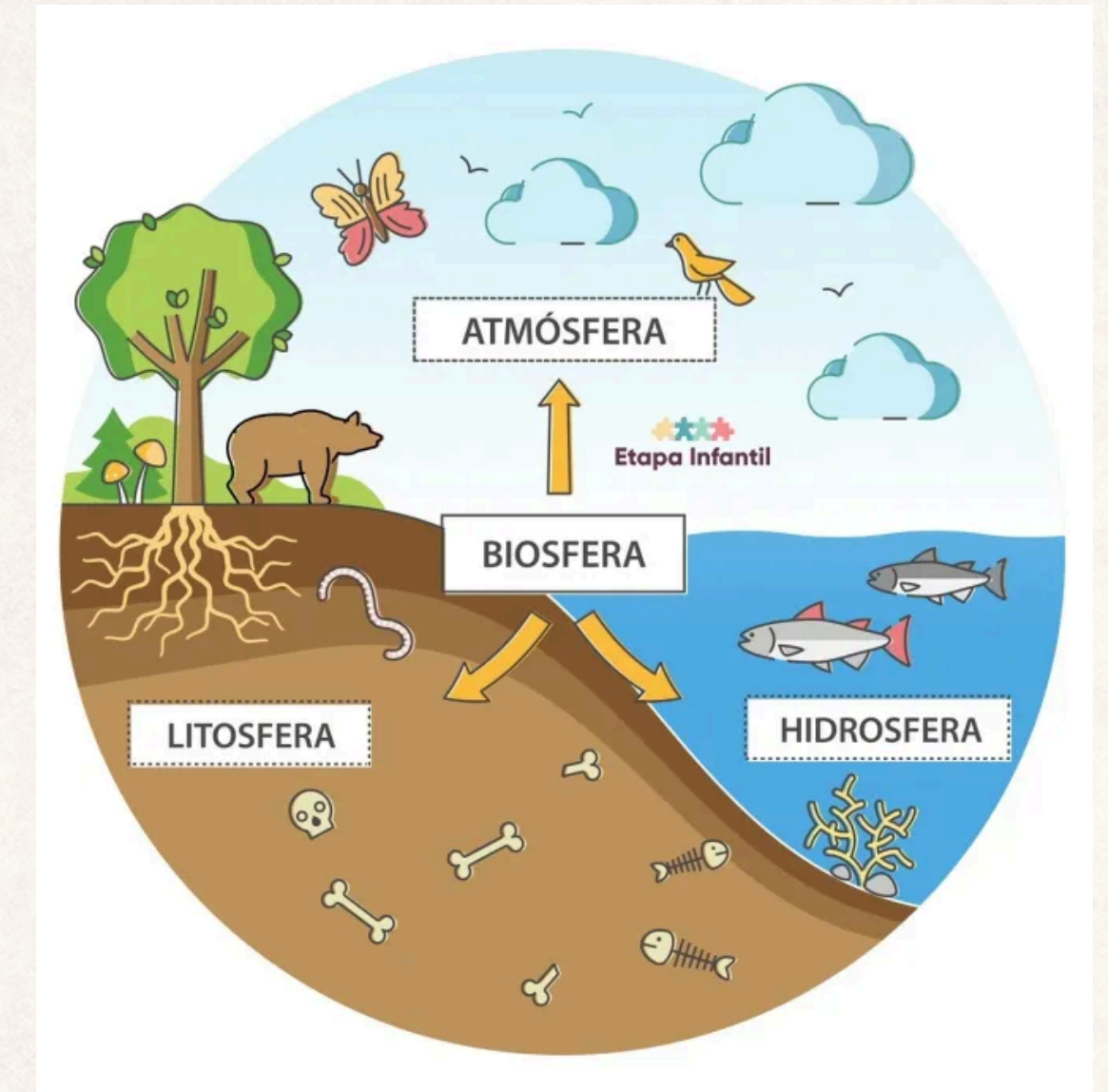
O estudo do
planeta Terra



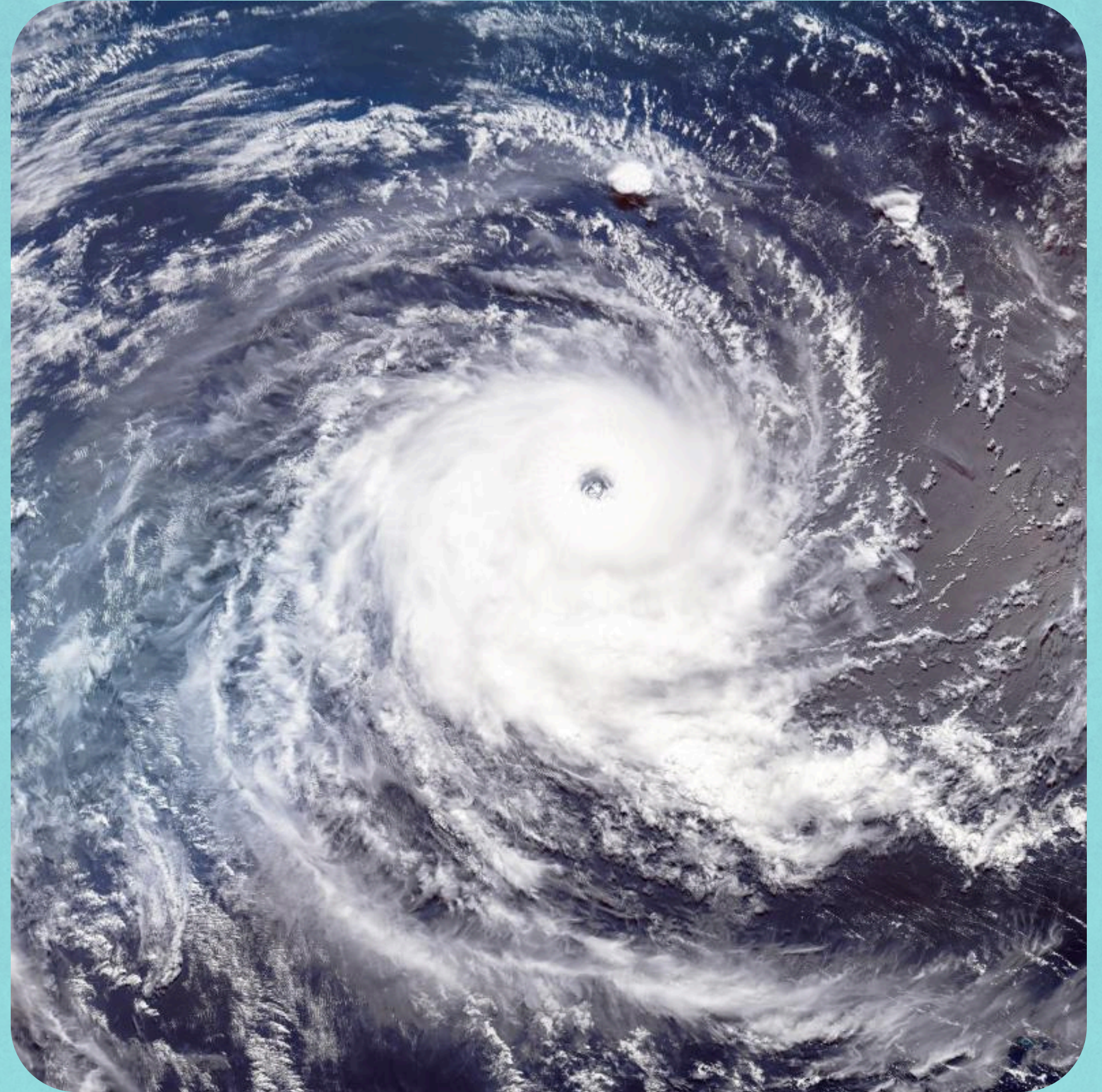
AS CAPAS DA TERRA

A Terra está formada por catro capas:

- **Biosfera:** é a capa da Terra formada por todos os seres vivos e os ecosistemas nos que habitan.
- **Hidrosfera:** é a capa composta por auga en todas as súas formas (océanos, ríos, lagos, xeo, vapor).
- **Atmósfera:** é a capa formada por gases que rodean o planeta, esencial para a vida e o clima.
- **Xeosfera:** é a capa composta por rochas e minerais, que constitúe o soporte sólido do planeta.

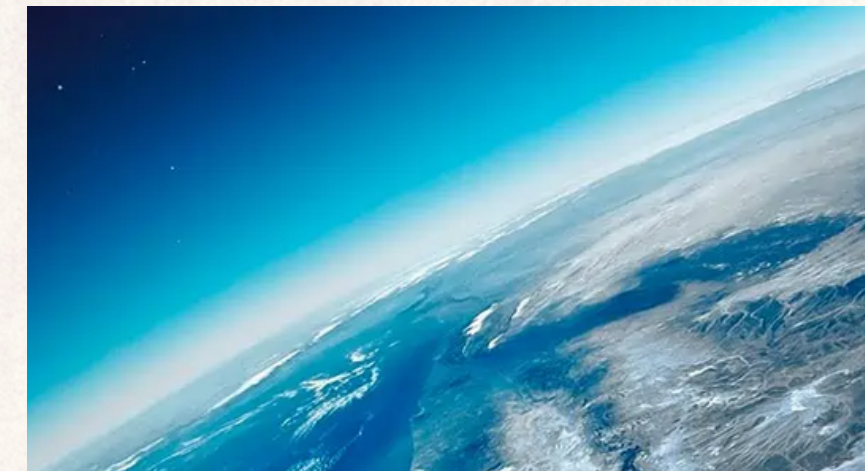
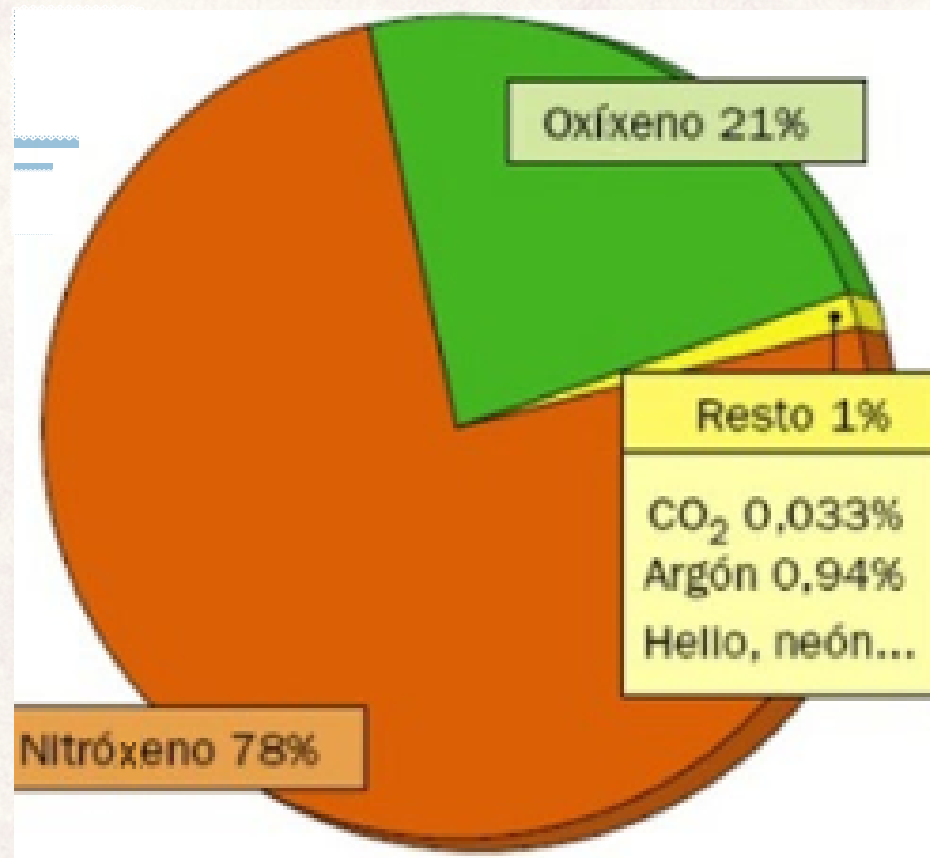


As capas fluidas e o clima



A ATMOSFERA

A **atmosfera** é a capa de gases que envolve a Terra, e está formada por un conxunto de gases que recibe o nome de **aire**. O aire está formado por nitróxeno (78%), osíxeno (21%), argón (0,9%) e outras substancias como dióxido de carbono (0,035%), vapor de auga e certos compoñentes minoritarios (CO, CH₄, etc.).



Ademais do aire, na atmosfera tamén se atopan **partículas en suspensión** como pole, esporas, cinzas...

A ATMOSFERA

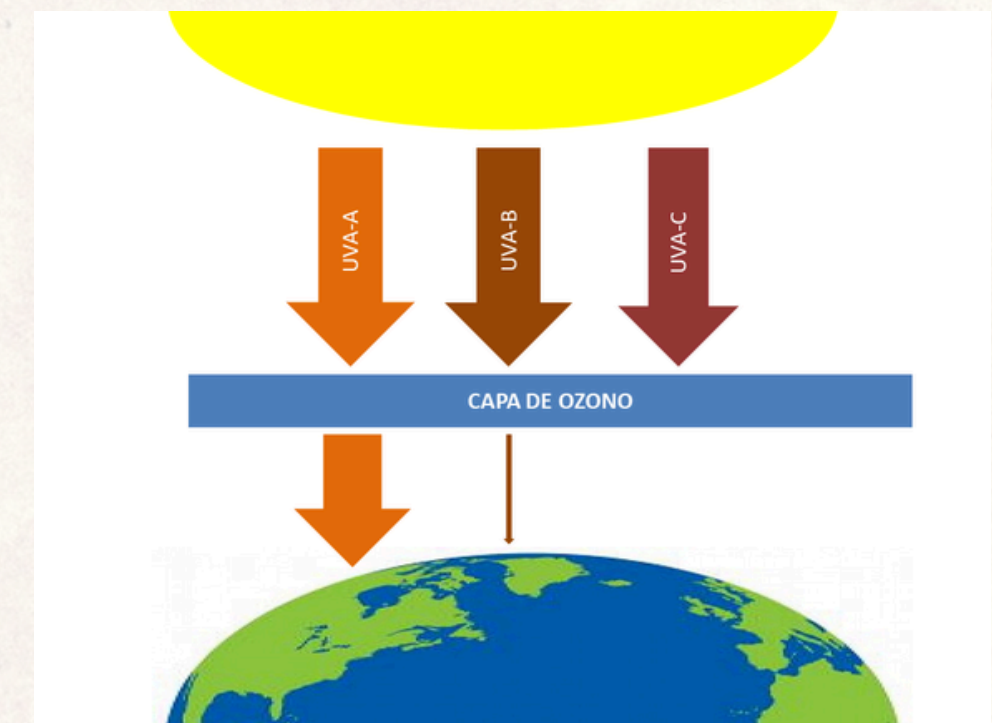
FUNCIÓN

Actúa como filtro protector

O Sol emite radiacións electromagnéticas que poden ser de **onda curta** (raios gamma, X e UV), **visibles** ou de **onda longa** (IR, ondas de radio). As máis perigosas son as de onda curta: se chegasen á superficie terrestre, romperían os enlaces das moléculas e imposibilitarían a vida.

Por sorte, a maioría das radiacións son desviadas polo campo magnético terrestre; só alcanzan a superficie a **luz visible**, unha parte da **radiación UV** e a **radiación IR**.

Gran parte das radiacións UV son retidas pola capa de ozono, e os raios X son retidos pola termosfera.



A ATMOSFERA

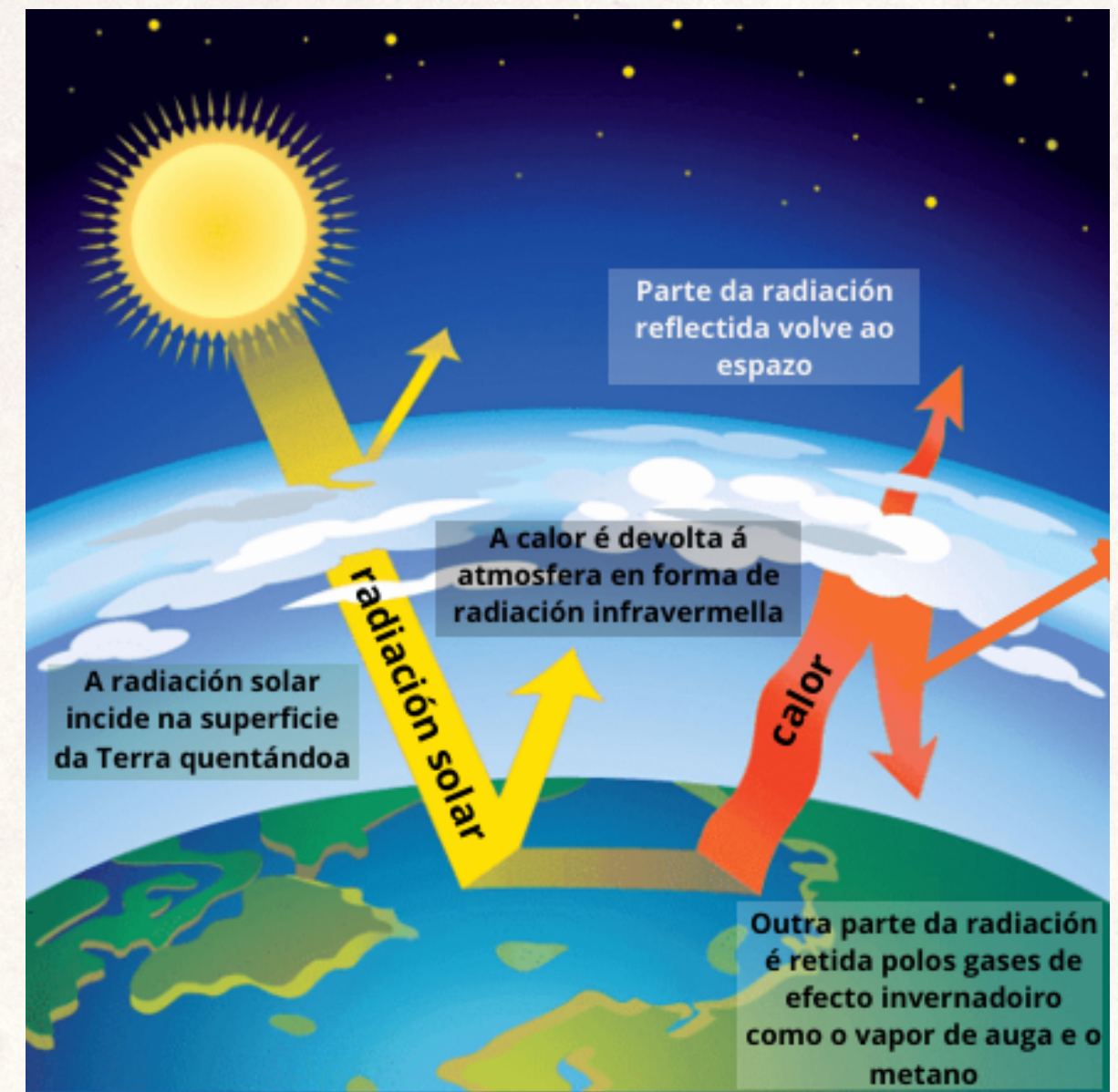
FUNCIÓNS

Regulación térmica: efecto invernadoiro

A atmosfera terrestre contribúe a manter unha temperatura adecuada no noso planeta, xa que a radiación solar que chega á superficie da Terra quéntaa. Esta enerxía é devolta pola superficie terrestre en forma de radiación infravermella.

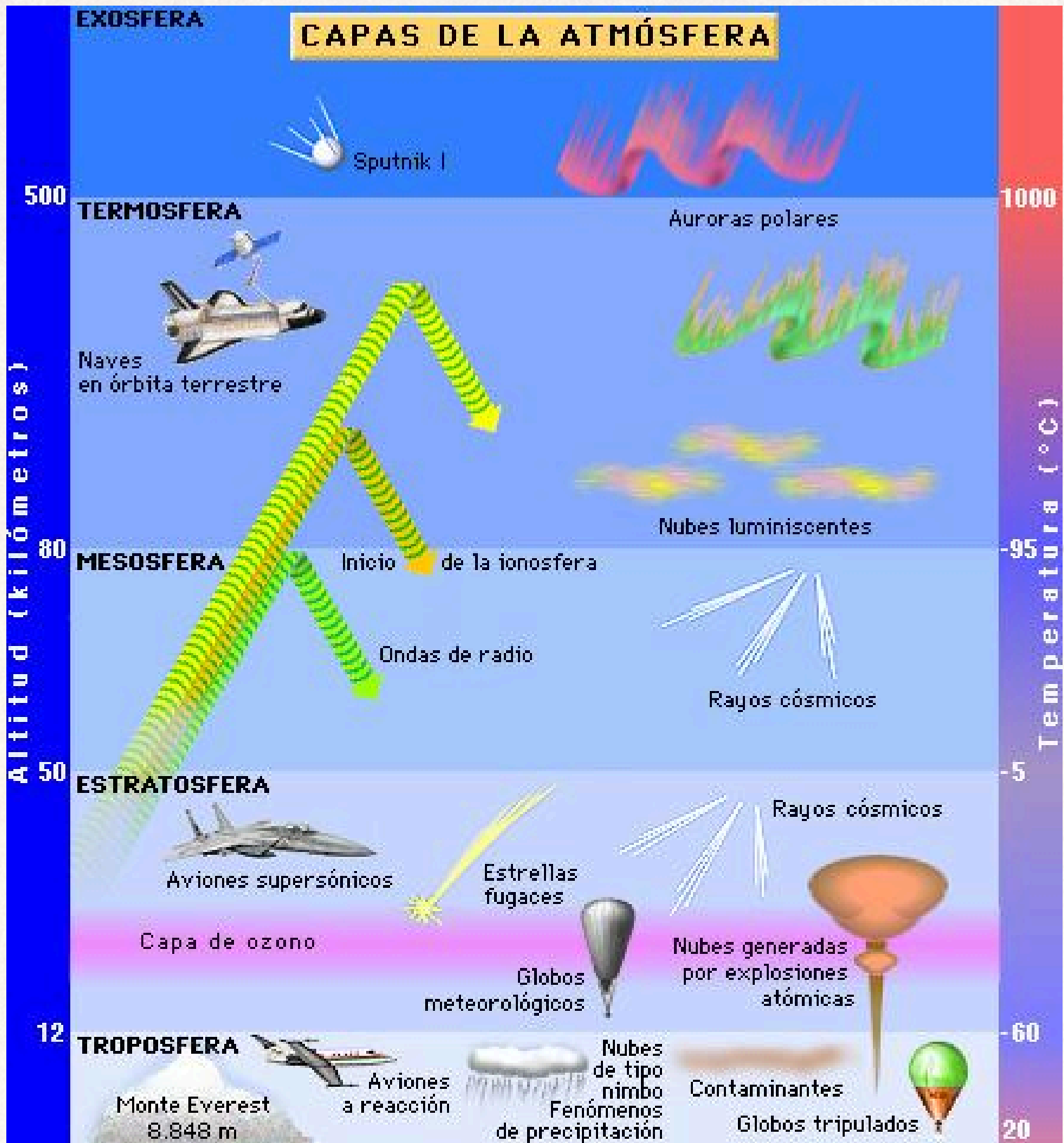
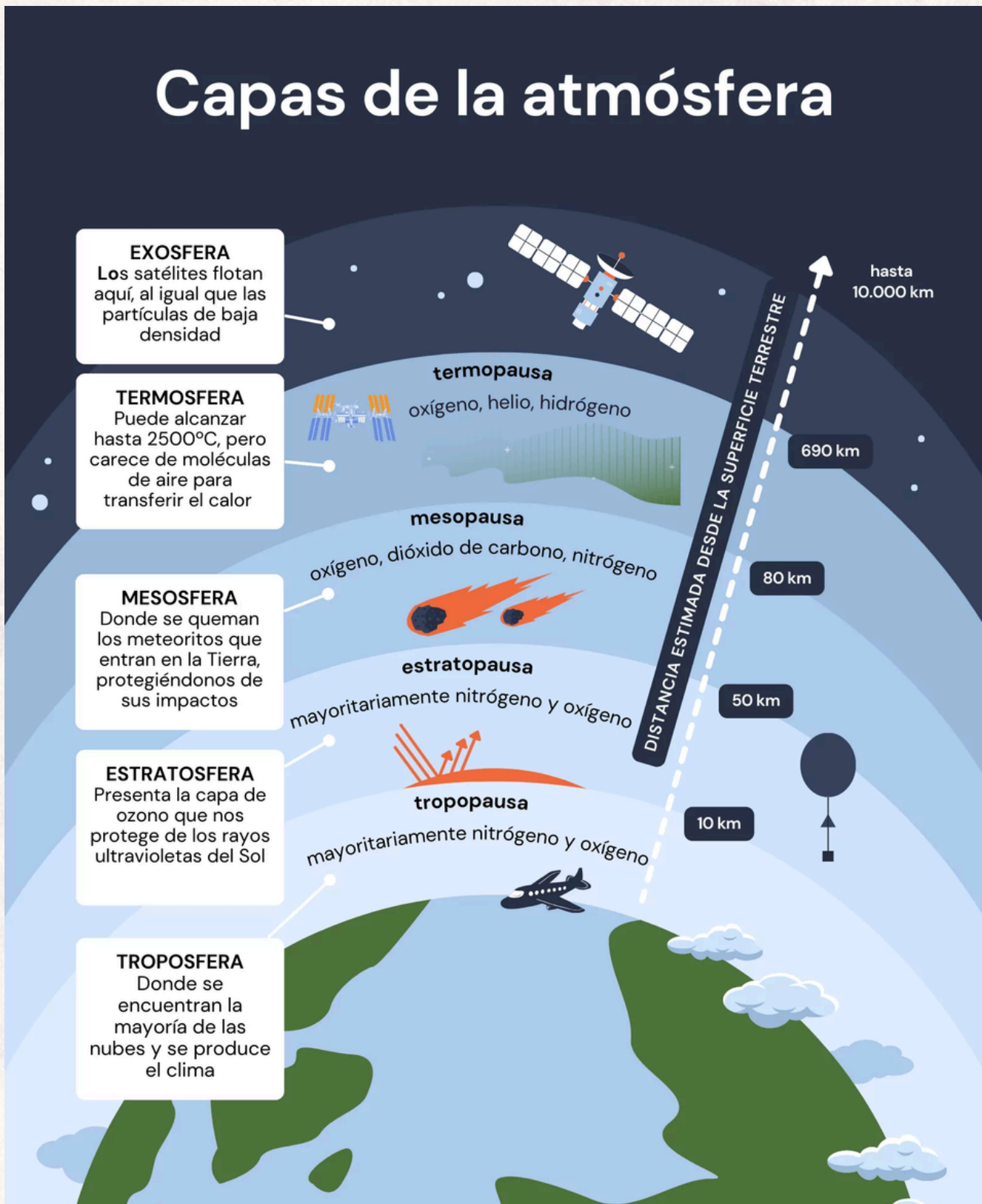
Os **gases de efecto invernadoiro** (CO_2 , CH_4 , N_2O e vapor de auga) absorben parte desta radiación infravermella e emítена de novo en diferentes direccións, tanto cara ao espazo como cara á superficie terrestre. Deste xeito, unha parte da enerxía queda retida no sistema Terra-atmosfera, contribuindo a manter unha temperatura adecuada na superficie. Este fenómeno denomínase **efecto invernadoiro natural**.

Grazas a el, a temperatura media da superficie terrestre é duns **15 °C**, o que permite, entre outras condicións, a presenza de auga en estado líquido e, polo tanto, a existencia de vida. Sen o efecto invernadoiro natural, a temperatura media da superficie terrestre sería duns -18 °C.



A ATMOSFERA

ESTRUTURA



A ATMOSFERA

ESTRUTURA

TROPOSFERA

É a capa máis próxima á superficie e remata na **tropopausa**, a uns 12 km de altitude. Porén, cabe mencionar que a súa altitude pode varias coa latitude e coas estacións. Entre as súas características, destacan:

- É a capa onde se produce o efecto invernadoiro, que permite a vida.
- Nela concéntrase o 80% dos gases atmosféricos (N_2 , CO_2 , O_2), sobre todo preto da superficie terrestre (debido á acción da gravidade). O peso destes gases na superficie terrestre é o que se denomina **presión atmosférica**. O seu valor diminúe coa altura dende os 1013 mb ata uns 200.



A ATMOSFERA

ESTRUTURA

TROPOSFERA

- A temperatura diminúe coa altura. A parte inferior é duns 15 °C, e a súa temperatura comeza a baixar progresivamente uns 0,65 °C/100 m segundo o **gradiente vertical de temperatura**.
- É a capa do **clima**. Nela prodúcese a maioría dos **fenómenos meteorolóxicos**, como a formación de **nubes e ventos**. Ademais, na capa de contaminación (primeiros 500 m), acumúlanse contaminantes e po en suspensión.
- É a capa pola que voan os avións.



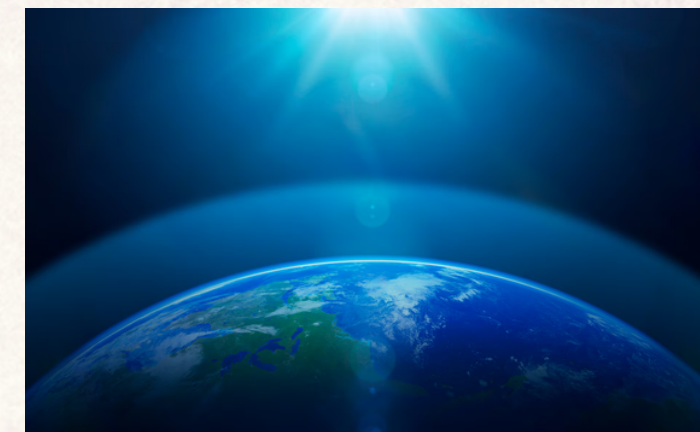
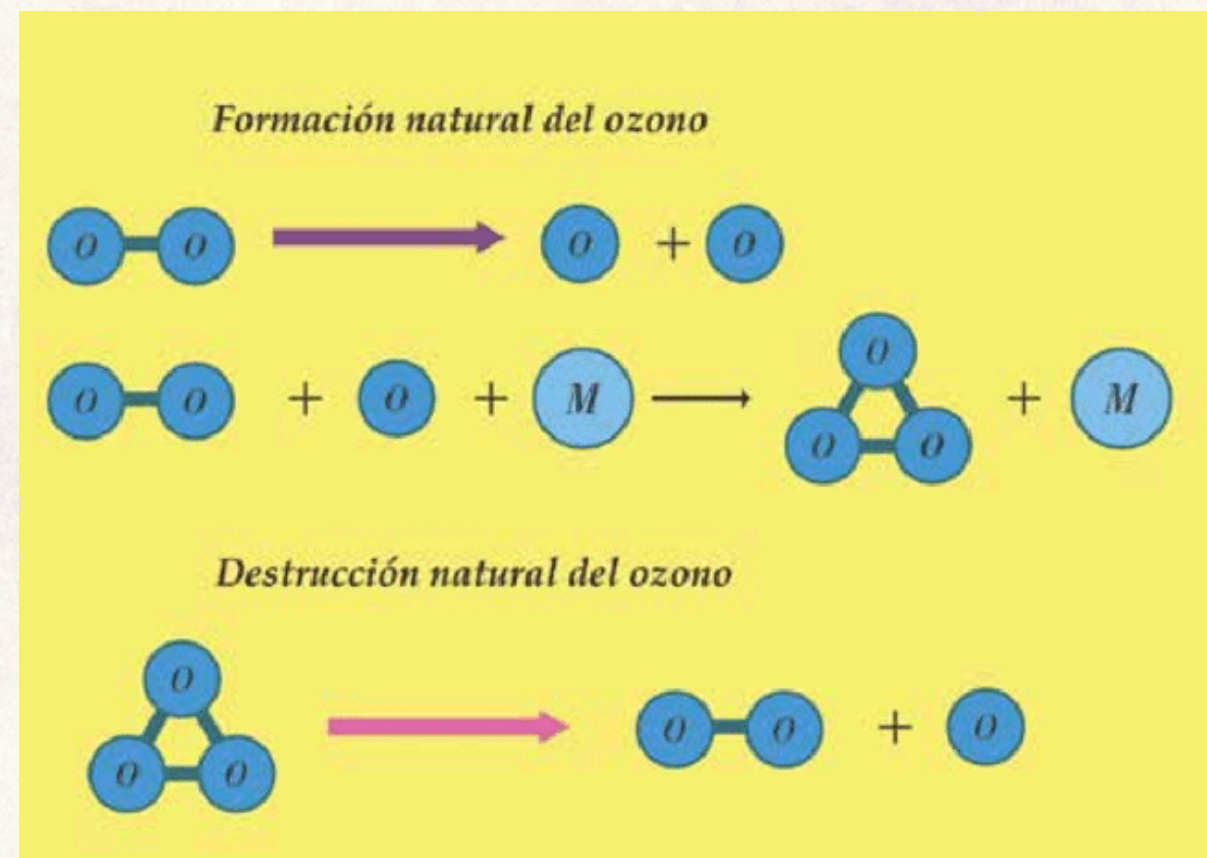
A ATMOSFERA

ESTRUTURA

ESTRATOSFERA

A estratosfera esténdese dende a tropopausa (12 km) ata a **estratopausa** (50-60 km de altitude). Como se dispón en estratos, nela só existen movementos horizontais do aire. Ademais, nesta capa, a temperatura aumenta coa altitude.

A estratosfera contén unha **capa de ozono** (O_3) que filtra os raios UV. Se ditos raios chegaran aos seres vivos, producirían danos oculares e cancro de pel.



En condicións normais, estas reaccións atópanse en equilibrio dinámico. O ozono retén o 90% dos raios UV e libera calor durante a súa formación, elevando a temperatura da estratosfera.

A ATMOSFERA

ESTRUTURA

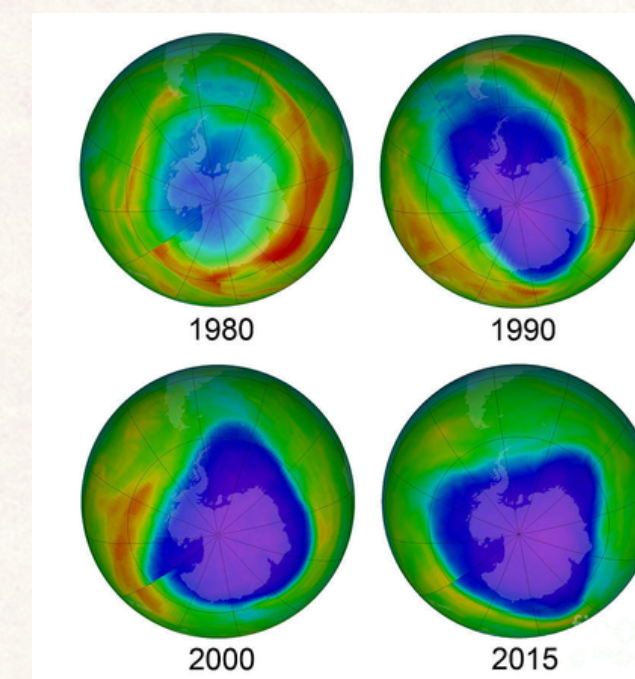
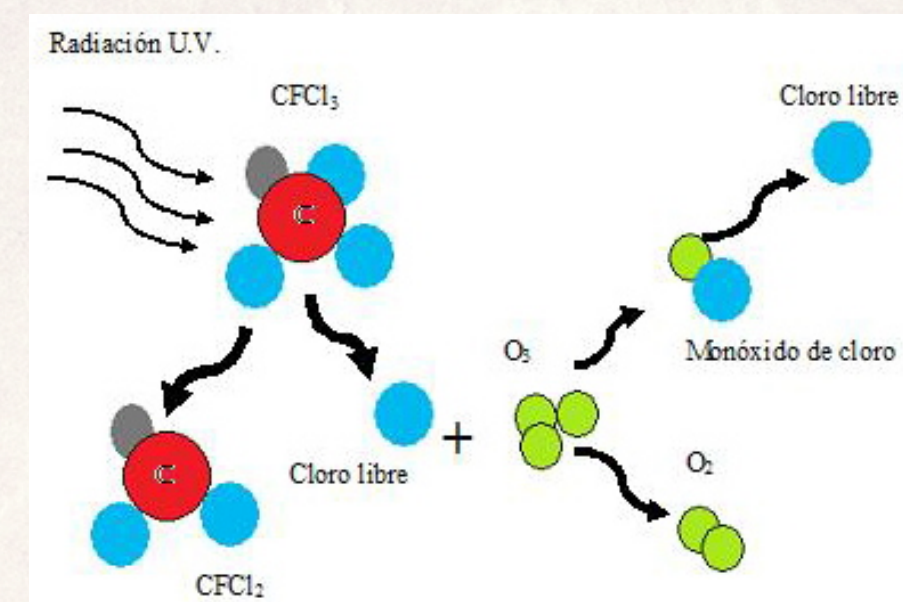
ESTRATOSFERA

No ano 1979, detectouse que a cantidade de ozono presente sobre a Antártida durante a primavera diminuíra nun 40%, fenómeno que foi chamado o **burato de ozono**.

Os **clorofluorocarbonos (CFCs)** usáronse durante moito tempo como aerosois, disolventes e refrixerantes, xa que se consideraban inofensivos. Porén, reaccionan co ozono como na imaxe dereita.

O novo cloro liberado pode romper outro O_3 , repetíndose o proceso indefinidamente. Así, unha molécula de cloro pode destruír ata 100.000 moléculas de O_3 , e permanecen na estratosfera ata 100 anos.

O **Protocolo de Montreal** (1987) implantou a redución, e logo a prohibición dos CFCs e outras substancias dañinas. Porén, a recuperación do burato de ozono está sendo moi lenta. Estímase que se recuperará por completo en 2060.



A ATMOSFERA

ESTRUTURA

MESOSFERA

Esta capa esténdese dende a estratopausa (50-60 km) ata a **mesopausa** (80 km). Nela, o rozamento das partículas provoca a inflamación dos meteoritos, o que causa a formación de **estrelas fugaces**. Na estratosfera, a temperatura baixa coa altura ata uns - 80 °C.



A ATMOSFERA

ESTRUTURA

IONOSFERA OU TERMOSFERA

A termosfera esténdese dende a mesopausa (80 km) ata a **termopausa** (600 km). Nela, a temperatura sobe ata uns 1000 °C. Isto débese ás moléculas de nitróxeno e osíxeno presentes, que absorben a radiación solar de onda curta (raios X e gamma) e se transforman en catións, liberando electróns.

Ás veces, en zonas polares, o rozamento dos electróns procedentes do Sol coas moléculas desta capa forman as auroras, enormes manifestacións de luz e cor. Se se dan no hemisferio norte, falamos de **auroras boreales**. Se ocorren no sur, de **auroras austrais**.



A ATMOSFERA

ESTRUTURA

EXOSFERA

Esta capa vai dende a termopausa ata os 800 km de altitude, sendo a última capa. Nela, o aire é tan tenue que non pode captar luz solar, polo que o ceo é case tan escuro como o do espazo exterior. A exosfera apenas contén gases, e a súa composición é moi semellante á do espazo exterior, abundando o hidróxeno (H) e o helio (He). Ademais, é onde se sitúan os satélites artificiais que permiten as telecomunicacións.



A ATMOSFERA

MOVEMENTOS VERTICAIS DO AIRE

Os movementos verticais que ocorren na troposfera dependen da **densidade** do aire: o aire menos denso tende a ascender, e o aire máis denso descende. A densidade depende de 3 factores.

Convección térmica

Estes movementos débense ao contraste da temperatura do aire. O aire conduce mal o calor: non se quenta pola radiación solar directa, senón pola calor irradiada dende a superficie terrestre.

O aire quente en contacto co chan (máis cálido e menos denso) tende a elevarse e a formar correntes térmicas, mentres que o superior (máis frío e denso) tende a baixar.



A ATMOSFERA

MOVEMENTOS VERTICAIS DO AIRE

Convección por humidade

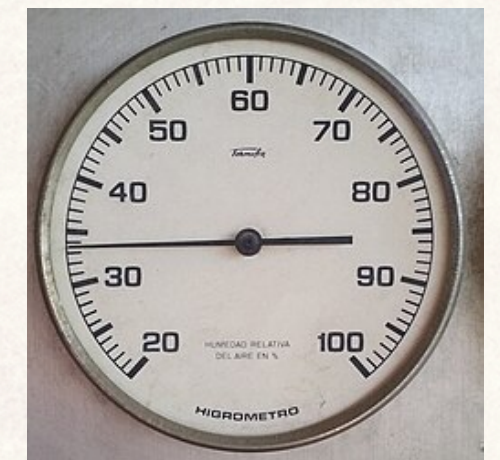
A presenza de vapor de auga no aire faíno menos denso, xa que a auga ten menor peso molecular que outros compoñentes. O vapor de auga da atmosfera mídese de dúas formas distintas:

Humidade absoluta

É a cantidade de vapor de auga nun determinado volume de aire. Exprésase en g/m^3 . Esta cantidade non é significativa, xa que a cantidade de vapor de auga que contén o aire depende da temperatura.

Humidade relativa

É a cantidade, en porcentaxe de vapor de auga, que hai nun m^3 de aire en relación co máximo que podería conter á temperatura na que se atopa. Mídese co **higrómetro**.



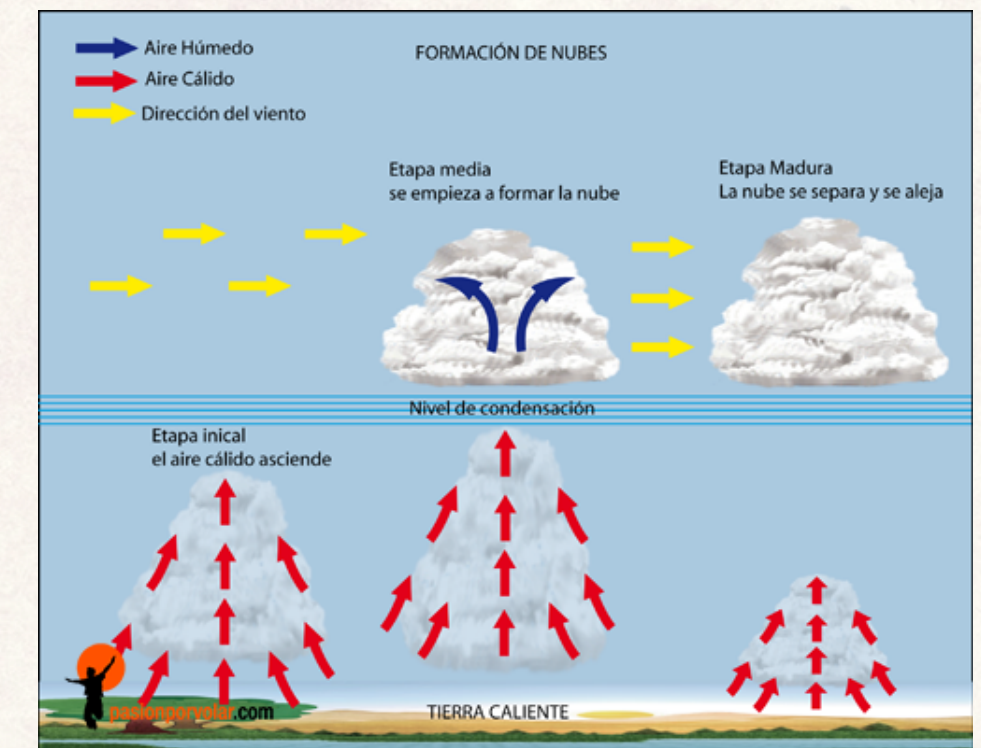
A ATMOSFERA

MOVEMENTOS VERTICAIS DO AIRE

Convección por humidade

Se a humidade relativa é do 100%, dise que o aire está saturado en humidade. Cando unha masa de aire cálido e/ou húmido se eleva, vai arrefriando co seu ascenso, ata que chega a alcanzar a temperatura do **punto de orballo**. Entón, o vapor de auga comeza a condensarse, facéndose visible en forma de **nubes**. A altura onde se inicia a condensación chámase **nivel de condensación**.

As nubes están formadas por millóns de pingas de auga ou por pequenos cristais de xeo que, polo seu lixeiro peso, están suspendidas no aire.



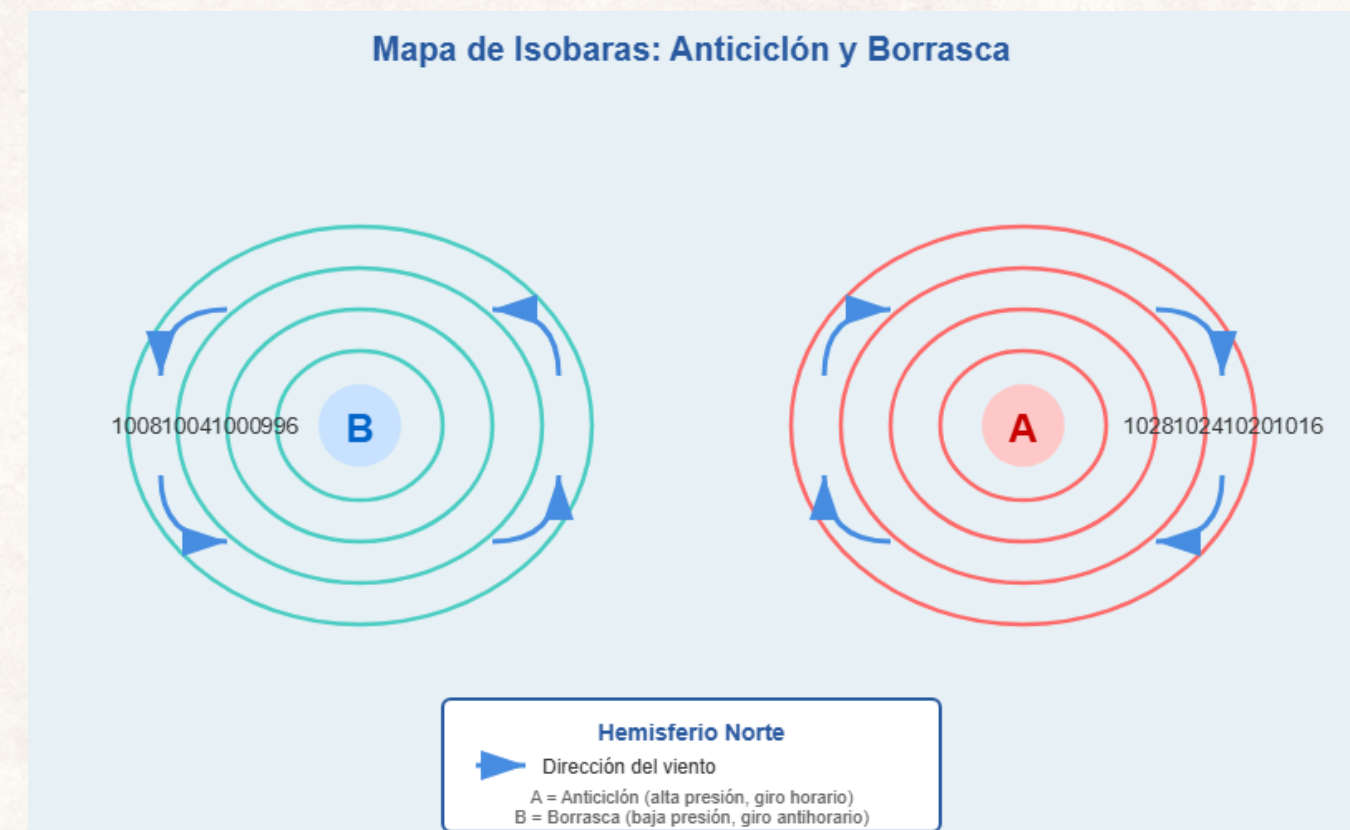
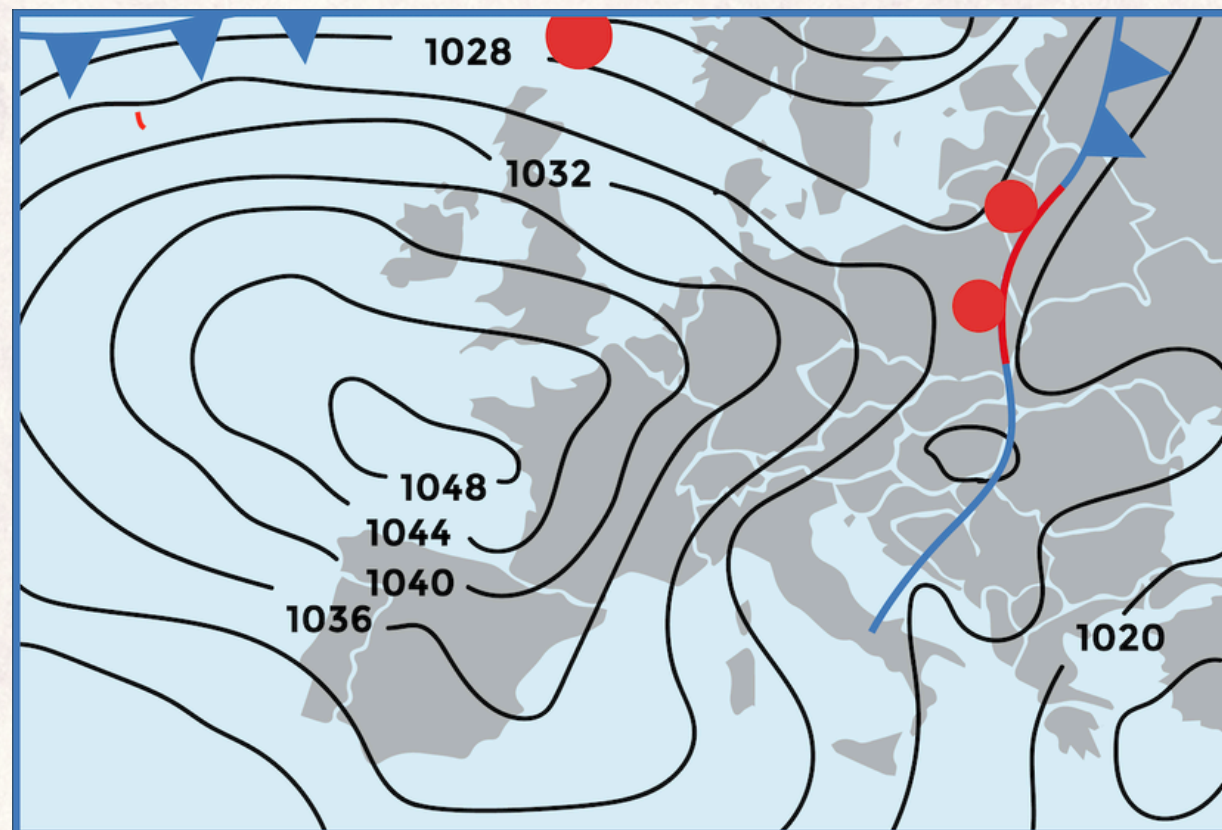
A ATMOSFERA

MOVEMENTOS VERTICAIS DO AIRE

Convección por cambios na presión atmosférica

A presión exercida por unha columna de aire sobre a superficie terrestre mídese co barómetro. O seu valor estándar, a nivel do mar e en condicións normais, é de 1 atm ou 760 mmHg.

Nos mapas do tempo, trázanse **isóbaras**: liñas que unen os puntos xeográficos de igual presión nun momento dado, o que dará lugar á aparición de **borrascas** e **anticiclóns**.

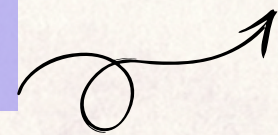


A ATMOSFERA

MOVEMENTOS VERTICAIS DO AIRE

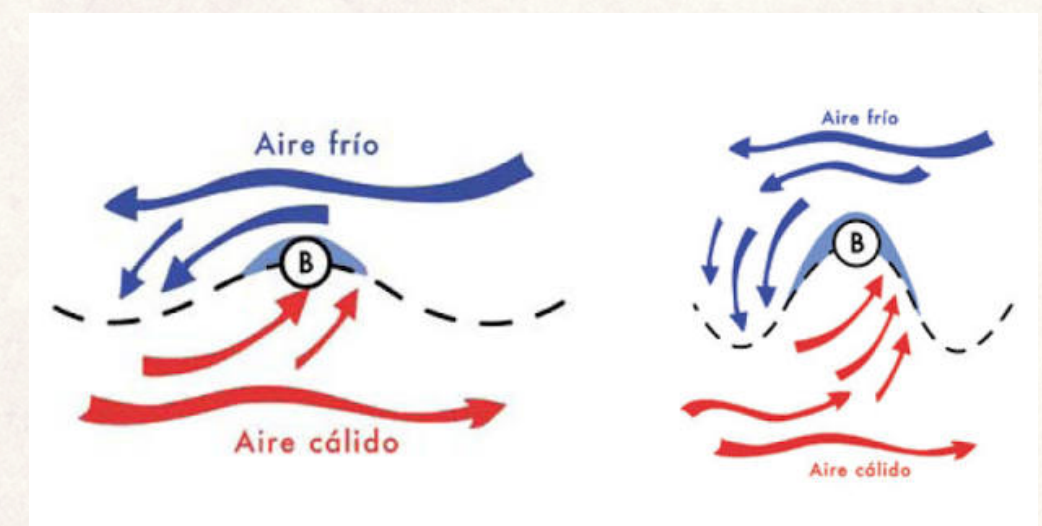
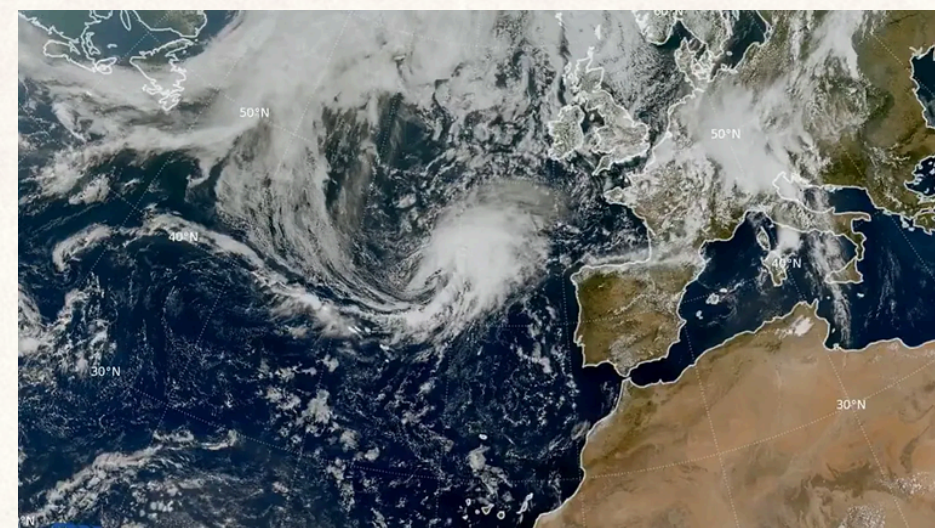
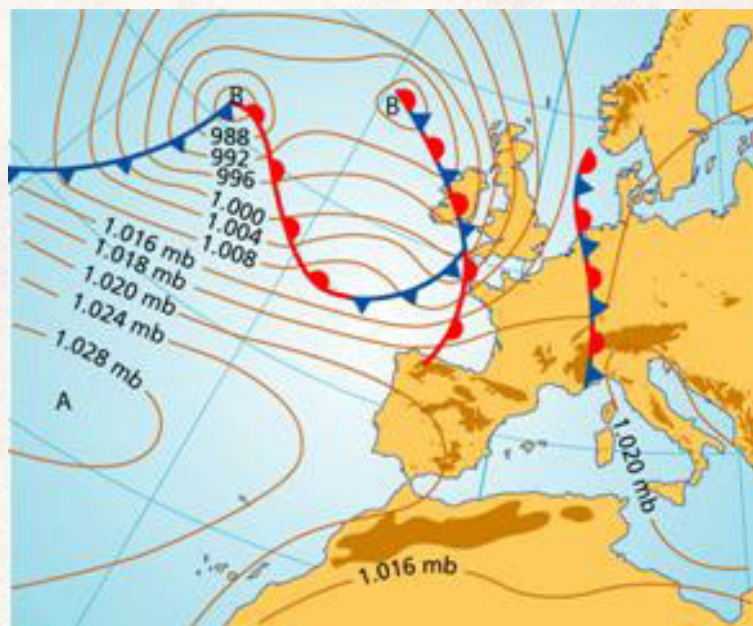
Convección por cambios na presión atmosférica

Borrasca



Condición ciclónica ou inestabilidade atmosférica. É unha **zona de baixa presión** (B) rodeada de isóbaras cuxos valores aumentan dende o centro cara ao exterior. Nela, o valor das isóbaras é inferior a 1013 mb.

Ocorre cando unha masa de aire pouco densa ascende. O aire das zonas próximas desprázase cara a esta zona de baixa presión, polo que se orixina un **vento converxente** que xira cara ao centro en **sentido antihorario** no hemisferio norte. O ascenso do aire favorece o seu arrefriamento, a condensación do vapor de auga e a formación de nubes e precipitacións.

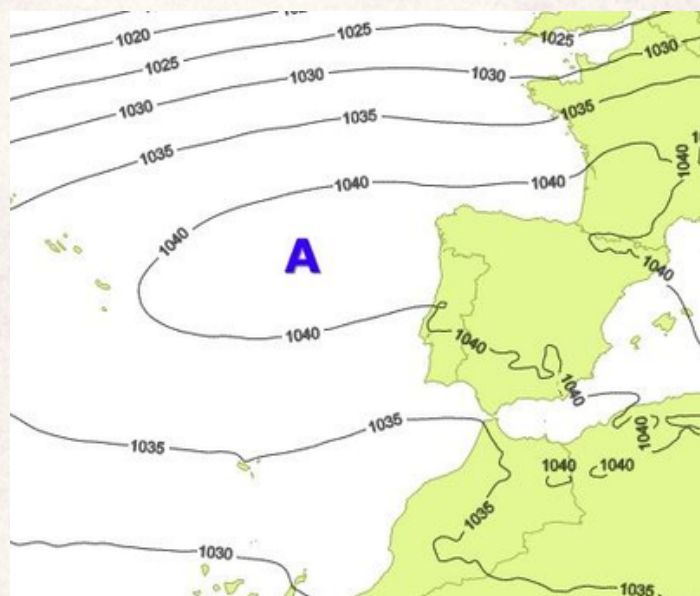


A ATMOSFERA

MOVEMENTOS VERTICAIS DO AIRE

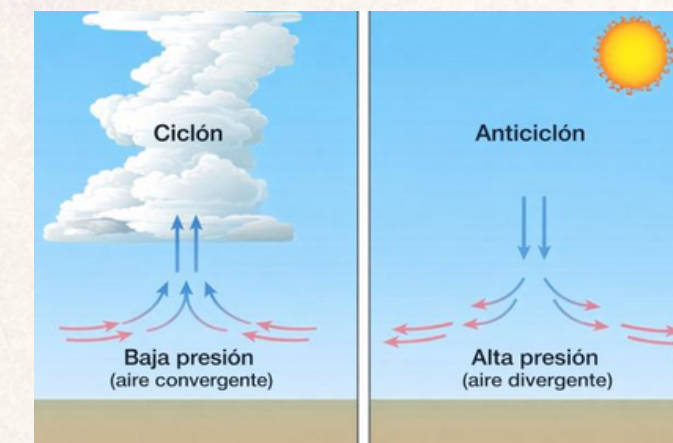
Convección por cambios na presión atmosférica

Anticiclón



Condición de estabilidade atmosférica. É unha **zona de alta presión (A)** rodeada de isóbaras cuxa presión diminúe dende o centro cara ao exterior. Nela, o valor das isóbaras é superior a 1013 mb.

Ocorre cando unha masa de aire frío e denso descende ata o chan. Isto provoca un aumento da presión atmosférica e fai que o aire se desprace desde o centro cara ao exterior, polo que se orixina un **vento diverxente** que xira en **sentido horario** no hemisferio norte. Os anticiclóns adoitan asociarse á **ausencia de precipitacións** e a situacións de **bo tempo**, aínda que no inverno poden favorecer a formación de néboas e inversións térmicas.

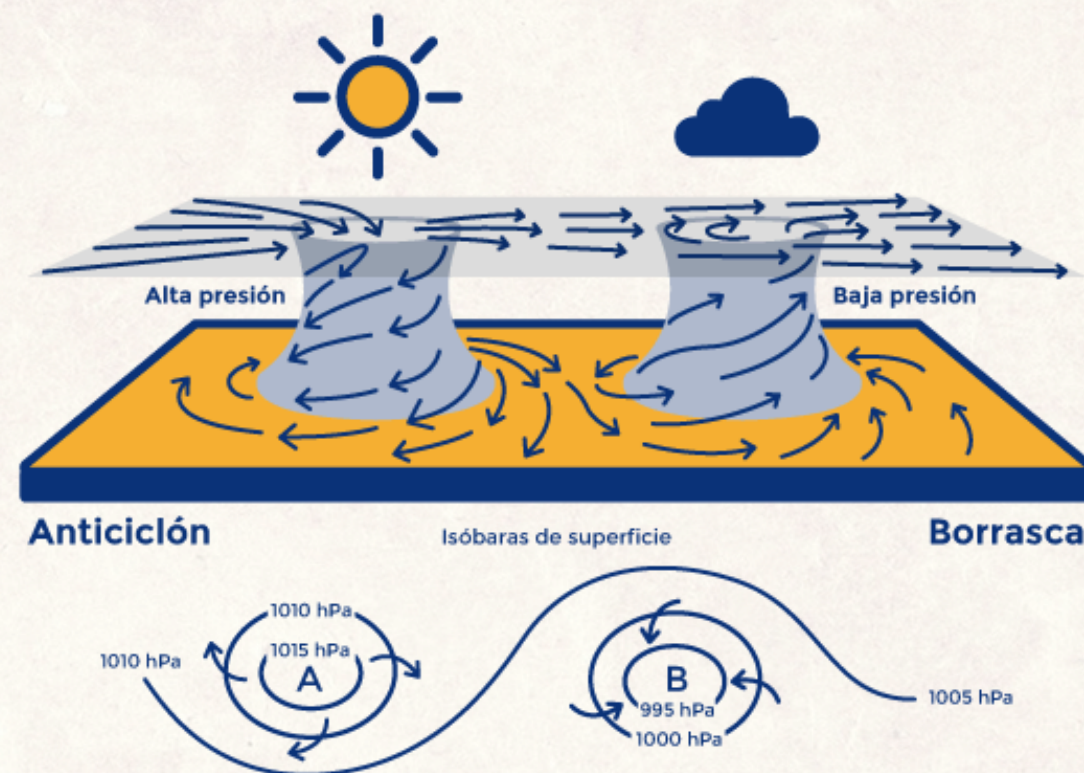


A ATMOSFERA

DINÁMICA

A irradiación solar é moito maior no ecuador que nos polos, o que causaría grandes diferenzas de temperatura entre ambas zonas. Porén, os ventos e as correntes oceánicas posibilitan o transporte do calor necesario para absorber esas diferenzas.

A circulación atmosférica horizontal é promovida polo vento, que é diverxente nos anticiclóns e converxente nas borrascas. Así, se un anticiclón e unha borrasca están próximos, o vento superficial sopra **desde os anticiclóns ata as borrascas**; e pola parte superior, faino en sentido oposto. Non obstante, a traxectoria do vento non adoita ser rectilínea por varias causas.



A ATMOSFERA

DINÁMICA

A rotación da Terra provoca que os ventos experimenten unha desviación da súa traxectoria. Este efecto, denominado **efecto Coriolis**, é máximo nos polos e diminúe ata ser nulo no ecuador.

- No hemisferio norte, os ventos desvíanse cara á **dereita** respecto á súa dirección de movemento.
- No hemisferio sur, desvíanse cara á **esquerda**.

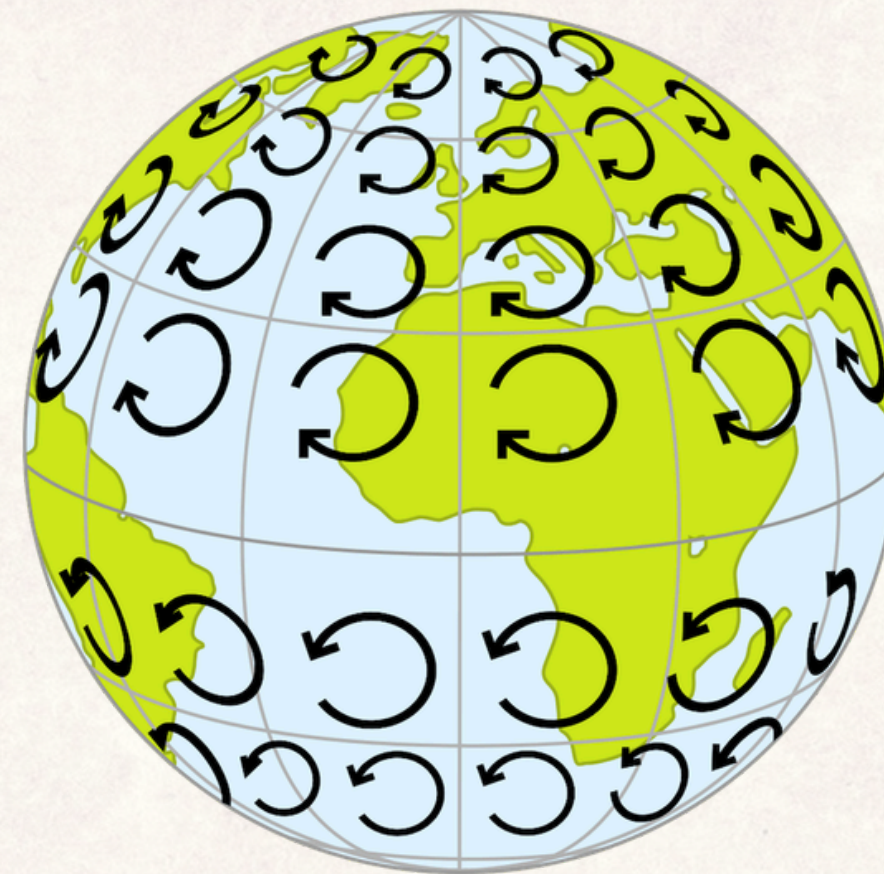
Por este motivo, os ventos non se desprazan directamente desde os anticiclóns ás borrascas, senón que desvían a súa traxectoria e adquiren un movemento xiratorio arredor dos centros de presión.

Así, no hemisferio norte:

- Anticiclóns: xiro horario.
- Borrascas: xiro antihorario.

No hemisferio sur, ocorre o contrario.

Os **ventos alisios** son ventos persistentes que sopran desde as zonas subtropicais cara ao ecuador. Debido ao efecto Coriolis, desvíanse cara ao oeste, polo que sopran de leste a oeste.

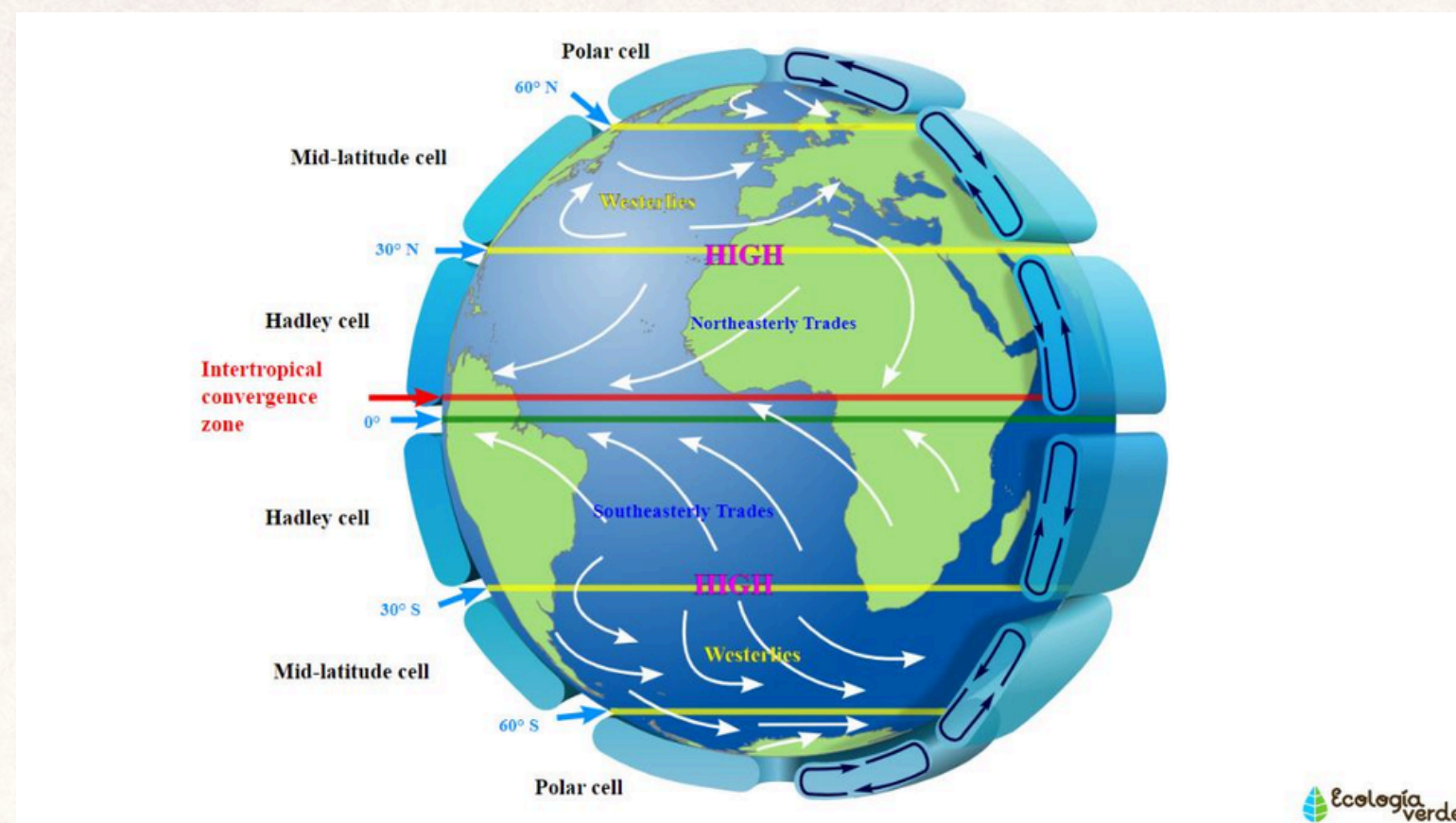


A ATMOSFERA

DINÁMICA

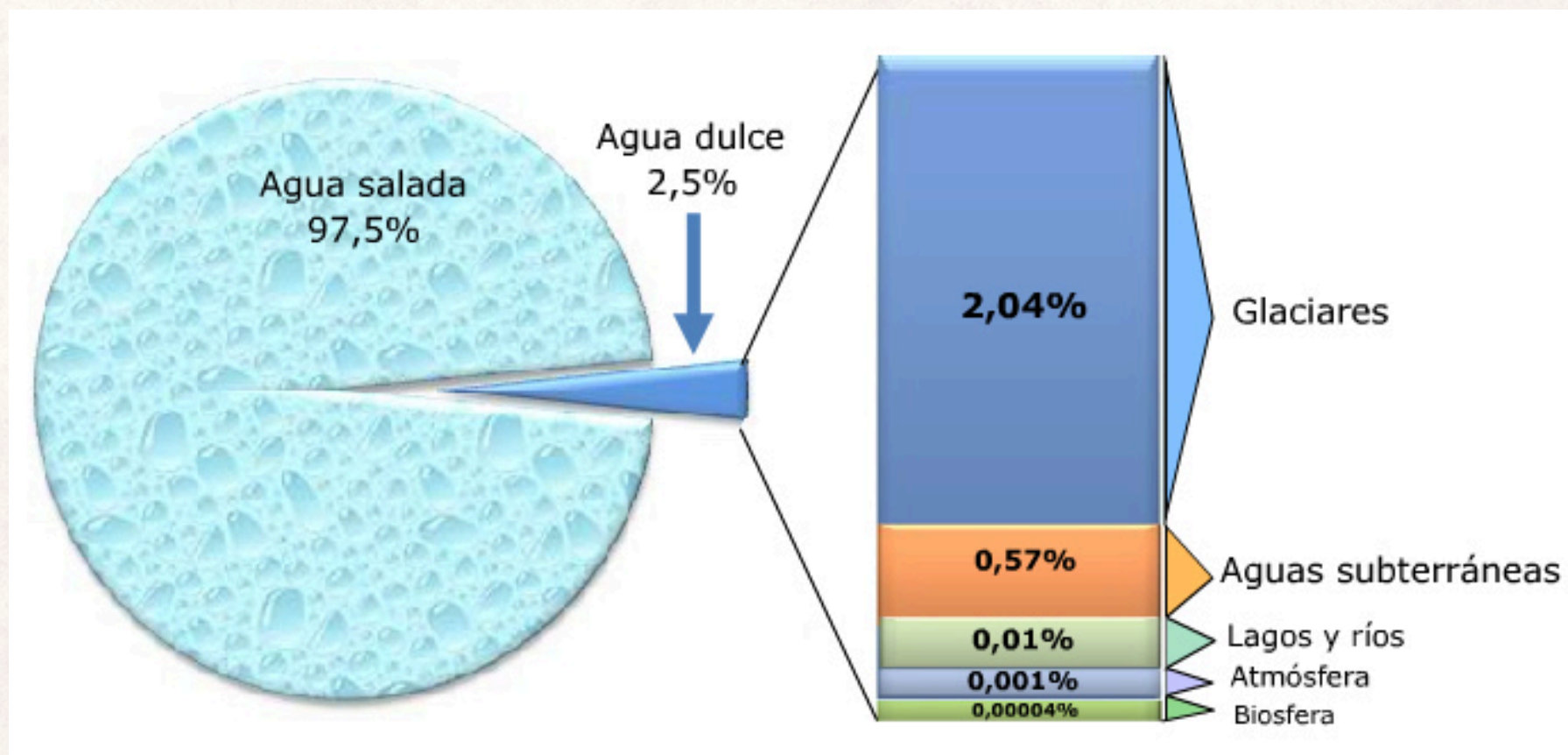
En canto á **circulación xeral da atmosfera**, esta é impulsada pola radiación solar e pola rotación terrestre.

- Nas zonas ecuatoriais, os raios inciden de forma vertical, polo que o quencemento é intenso. Así, o aire quentárase e ascenderá, formándo **borrascas ecuatoriais**.
- Nas zonas polares, as baixas temperaturas esmagan o aire frío contra o chan, formando un **anticiclón polar permanente** sobre elas.



A HIDROSFERA

A **hidrosfera** é a capa da Terra formada por auga. O 97,3% desta está representado por todos os mares e océanos do planeta. Fálase dun océano global debido á comunicación entre os diferentes océanos. A hidrosfera é un importante almacén de CO₂ e un medio eficaz de transporte de calor, tendo un papel relevante no clima terrestre.



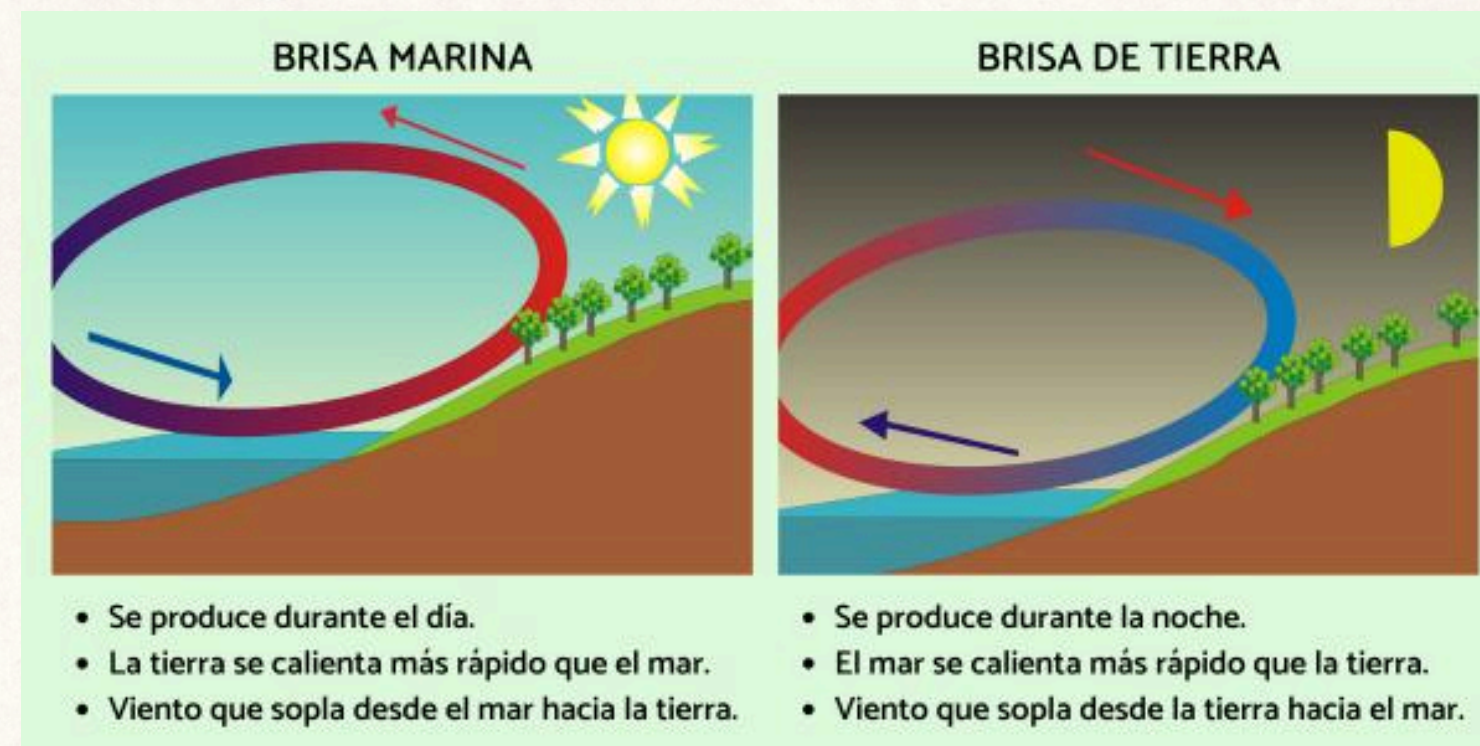
A HIDROSFERA

REGULACIÓN TÉRMICA

Grazas á súa elevada calor específica, a hidrosfera é capaz de absorber e almacenar moita enerxía calorífica durante moito tempo. Así, os océanos, que posúen un gran poder calorífico e correntes oceánicas, representan un **medio de transporte de calor** moi eficaz.

Os océanos quéntanse e arrefríanse máis lentamente que os continentes. Polo tanto, os lugares situados á beira do mar terán unha **menor amplitude térmica** (diferenza entre as temperaturas máximas e mínimas diarias).

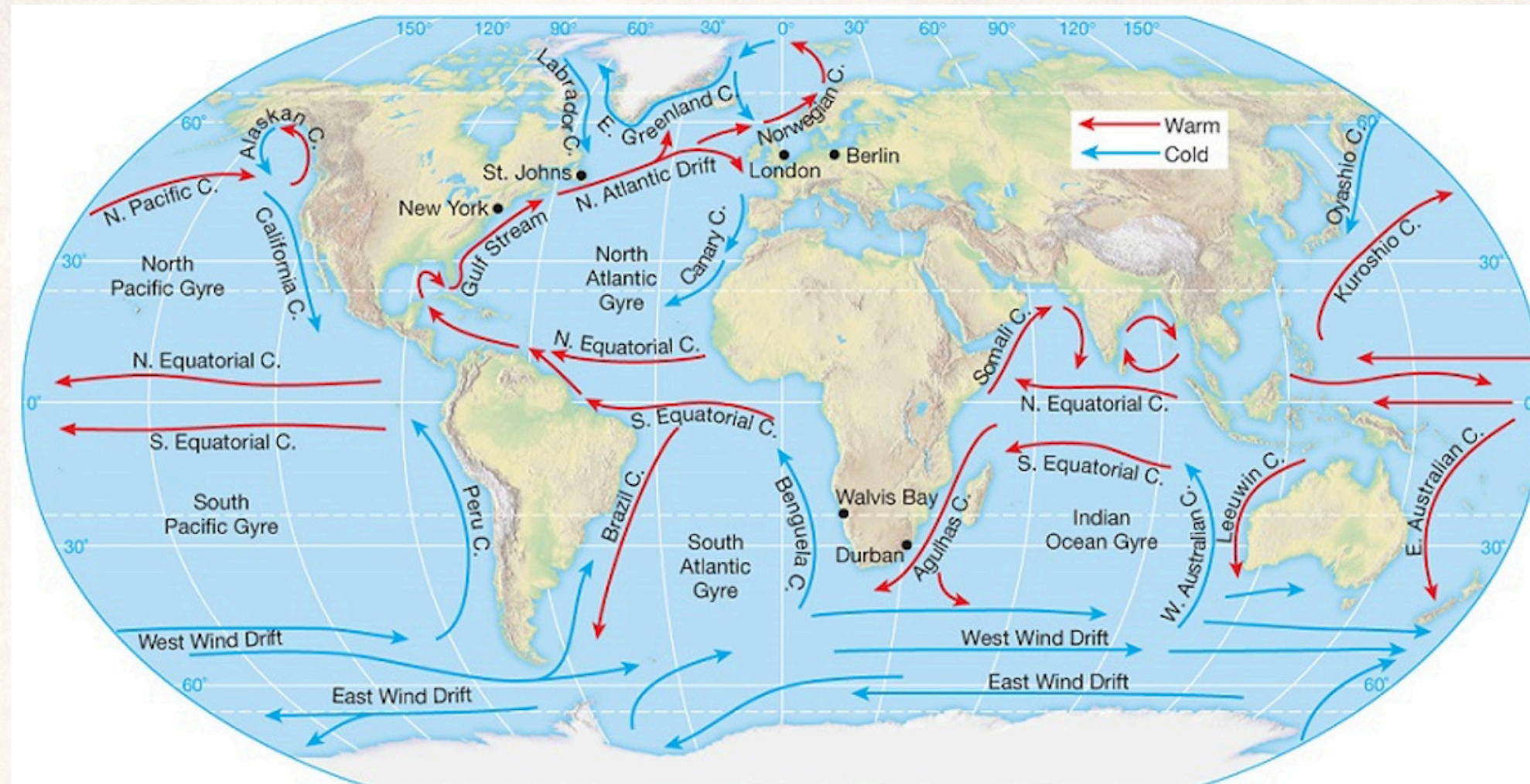
Esta diferenza no quencemento orixina as **brisas mariñas**. Durante o día, o vento sopra do mar á terra e, durante a noite, invértese o seu sentido. O mecanismo consiste en que o aire quente se eleve e pase a ser substituído polo aire frío.



A HIDROSFERA

CORRENTES OCEÁNICAS SUPERFICIAIS

As **correntes oceánicas superficiais** son grandes movementos de auga que se producen principalmente pola acción dos ventos dominantes e pola rotación terrestre. Contribúen á redistribución da calor polo planeta, transportando auga cálida desde as zonas ecuatoriais cara a latitudes máis altas e auga fría en sentido contrario. Algúns exemplos son: Corrente do Golfo, Corrente de Canarias, Corrente de Benguela e Corrente Circumpolar Antártica.



A HIDROSFERA

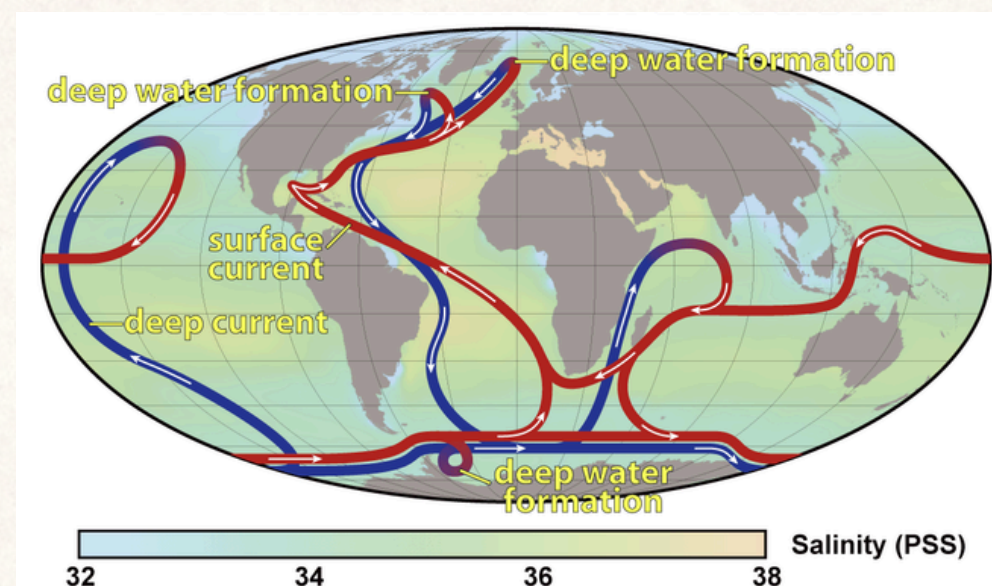
CIRCULACIÓN OCEÁNICA PROFUNDA

A **circulación termohalina** é un movemento global das masas de auga oceánica provocado polas diferenzas de temperatura e salinidade, que determinan a súa densidade.

As augas frías e salgadas son máis densas e afunden en **zonas de afundimento**, mentres que as augas máis cálidas e menos densas ascenden en **zonas de afloramento**. Así, establécese unha circulación profunda que conecta os diferentes océanos e constitúe a chamada **cinta transportadora oceánica**.

Esta circulación ten diversas funcións:

- Compensa o desequilibrio de salinidade e temperaturas entre o Atlántico e o Pacífico, xa que o último é menos salgado e máis cálido.
- Regula a cantidade de CO₂ atmosférico, xa que este se dissolve mellor en auga fría.
- Regula o clima terrestre, pois transporta calor aos lugares polos que pasa.



A HIDROSFERA

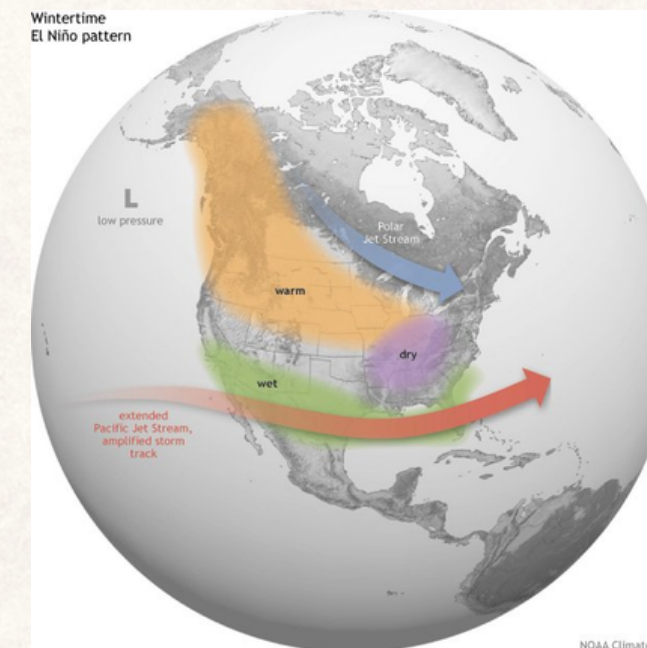
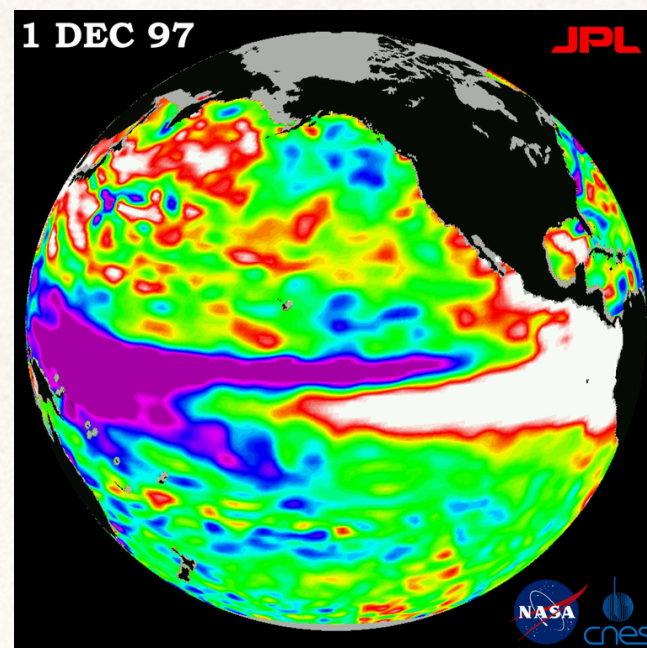
“EL NIÑO” E “LA NIÑA”

O **ENSO** (El Niño-Southern Oscillation) é un fenómeno climático periódico que afecta principalmente ao océano Pacífico tropical e que provoca cambios nas temperaturas do océano e na circulación atmosférica. Consta de dúas fases:

- El Niño: fase cálida.
- La Niña: fase fría.

Estes fenómenos producen cambios no clima de diferentes rexións do planeta, especialmente nas precipitacións e temperaturas.

Cando o ENSO é neutral, os alisios sopran de leste a oeste, empuxando as augas superficiais do Pacífico cara ao oeste.



A HIDROSFERA

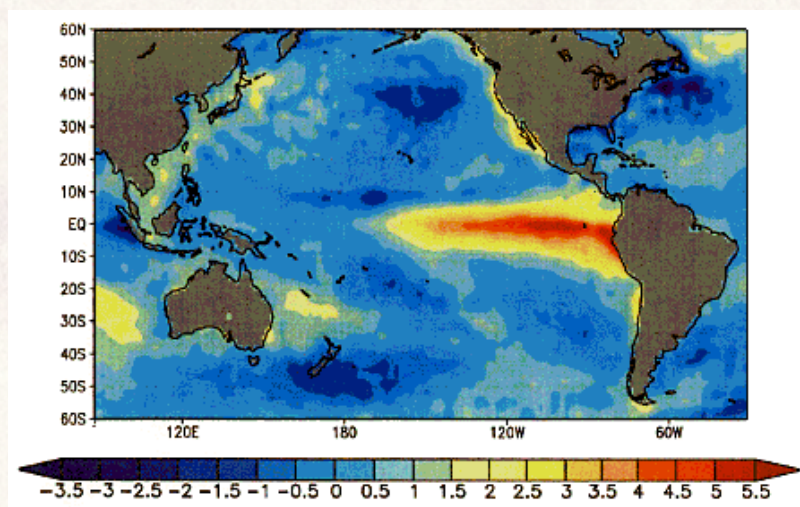
“EL NIÑO” E “LA NIÑA”

EL NIÑO

É un fenómeno caracterizado polo quencemento anómalo das augas superficiais do Pacífico tropical, especialmente na súa zona central e oriental. Ocorre de forma irregular cada 3-5 anos e adoita alcanzar a súa máxima intensidade arredor de Nadal.

Sucede cando os ventos alisios se debilitan, polo que a auga non se despraza cara ao oeste. Así, as augas cálidas que normalmente se acumulan no oeste do Pacífico desprázanse cara ao leste,, quentando as augas superficiais fronte ás costas de Perú e Ecuador.

Este quencemento aumenta a temperatura do aire situado sobre o océano, favorecendo o ascenso do aire, a formación de **borrascas** e o aumento das **precipitacións** nesta zona.

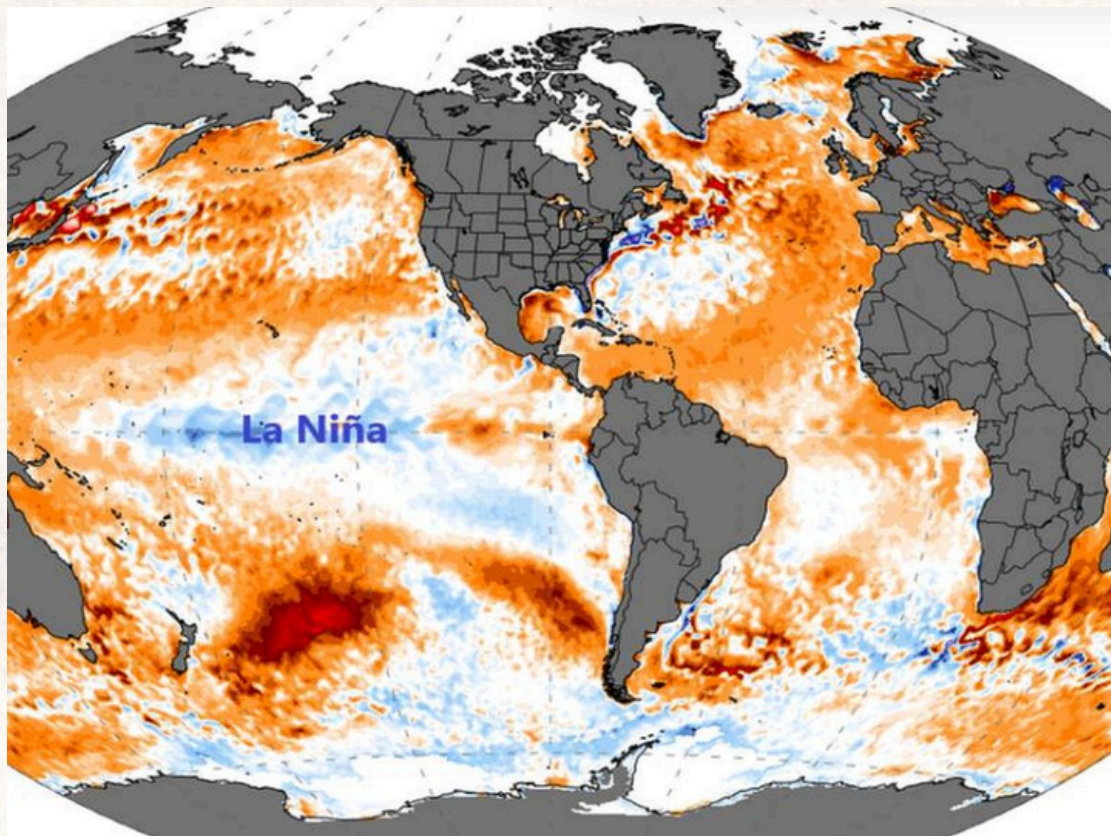


A HIDROSFERA

“EL NIÑO” E “LA NIÑA”

LA NIÑA

É unha esaxeración da situación normal, que ocorre cando os ventos alisios sopran con máis intensidade da habitual. Isto provoca que as augas cálidas se acumulen no oeste do Pacífico, mentres que na zona central e oriental do océano, fronte ás costas de Perú e Ecuador, **diminúe a temperatura** das augas superficiais. Prodúcese cada 3-5 anos, e adoita durar 1-3 anos.



A HIDROSFERA

“EL NIÑO” E “LA NIÑA”

EL NIÑO

Asóciase habitualmente con:

- Escaseza de chuvas no sueste asiático e aumento de incendios.
- Seca en Australia e debilitamento dos monzóns na India e África.
- Redución do número e intensidade dos furacáns no golfo de México e aumento de chuvas en Perú e Ecuador.

LA NIÑA

Causa os efectos contrarios a El Niño:

- Chuvas intensa no sueste asiático.
- Monzóns máis intensos no sueste asiático, na India e en África.
- Aumento dos furacáns no golfo de México e seca nas costas de Perú e Ecuador.



TEMPO E CLIMA

O **clima** é o conxunto de condicións atmosféricas dun lugar determinado, medidas ao longo duns 30 anos, que xorde das interaccións entre altitude, latitude, distancia ao mar e orientación con respecto á acción dos ventos.

Mentres, o **tempo atmosférico** fai referencia ás condicións atmosféricas (temperatura, humidade, precipitacións, etc.) nun momento dado.



TEMPO E CLIMA

PRECIPITACIÓN

A **precipitación** é a caída de auga líquida ou sólida sobre a superficie terrestre. Para que ocorra, antes hai que xerar nubes, o que ocorre de varias formas:

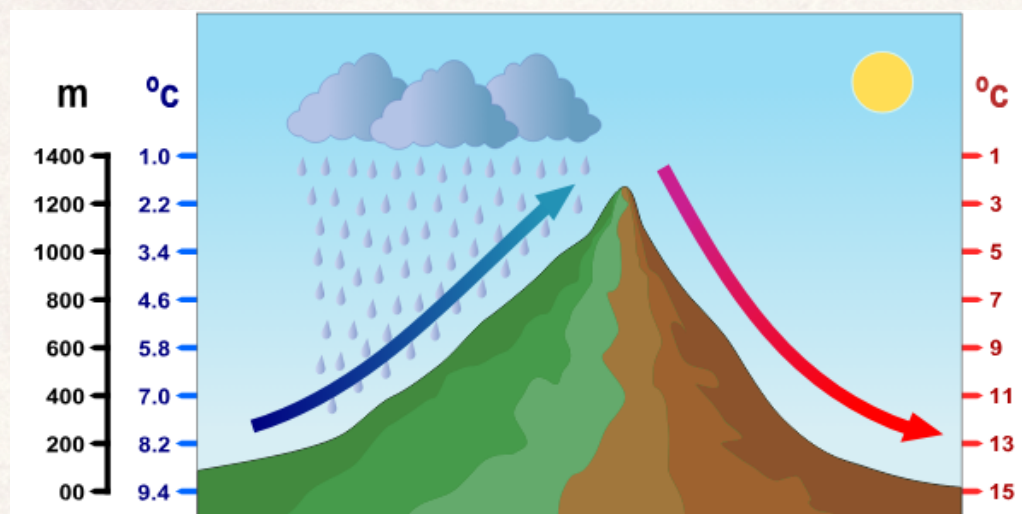
Nubes de convección térmica

Prodúcense en casos de inestabilidade atmosférica, debido ao ascenso convectivo de aire cálido e húmido ata alcanzar o nivel de condensación, onde se forman as nubes.



Nubes por ascenso orográfico

Se unha masa de aire húmido choca contra unha montaña, esta ascende pola ladeira de barlovento (por onde sopra o vento) ata alcanzar o nivel de condensación, onde orixina unha nube e chove. Tras chegar ao cumio e ao descender pola ladeira de sotavento, o aire quéntase e seca, dando lugar a un vento cálido e seco, coñecido como **efecto Foehn**.



TEMPO E CLIMA

PRECIPITACIÓN

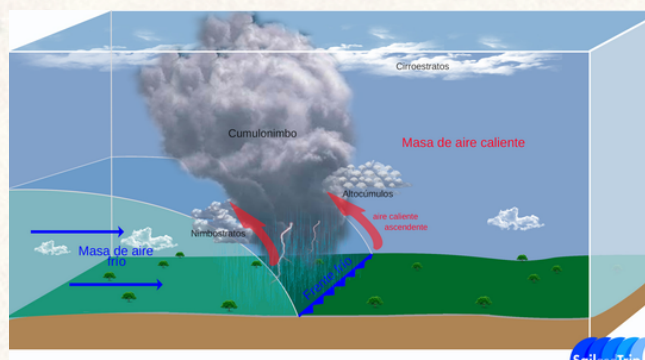
A **precipitación** é a caída de auga líquida ou sólida sobre a superficie terrestre. Para que ocorra, antes hai que xerar nubes, o que ocorre de varias formas:

Nubes de convección nunha fronte

Unha fronte é unha zona de contacto entre dúas masas de aire de distinta temperatura e humidade. Cando chocan, a masa fría métese baixo a cálida, obrigándoa a ascender pola fronte. As fronteas orixinan un tipo de borrascas frontais xeradoras de chuvia. Hai varios tipos de fronteas:

Frontes frías

Ocorren cando unha masa de aire frío é movida polo vento ata contactar con outra de aire cálido. A masa fría métese baixo a cálida, e faina subir vertixinosamente. Isto causa intensas precipitacións.



Frontes cálidas

A masa de aire cálido desprázase ata atoparse coa fría. O ascenso do aire cálido non é tan forte como no caso anterior. Causa precipitacións débiles pero persistentes.



TEMPO E CLIMA

PRECIPITACIÓN

As precipitacións máis frecuentes son:

Chuvias

Precipitacións en forma líquida. Se a chuvia é suave, chámase **chuvisca**; se é forte e de curta duración, chámase **chuvasco**. Fálase de **chuvias torrenciais** cando as precipitacións superan os 200 l/m³ durante 24h. Son perigosas, pois poden causar inundacións.

Tormenta

Fenómeno atmosférico caracterizado por chuvias intensas, acompañadas habitualmente de actividade eléctrica (**raios e tronos**).

Neve

Precipitación en forma de cristais de xeo que se forman na atmosfera cando a temperatura é suficientemente baixa. Os cristais de xeo únense entre si, formando **flocos**. Chegan á superficie terrestre sen fundirse.

Sarabia

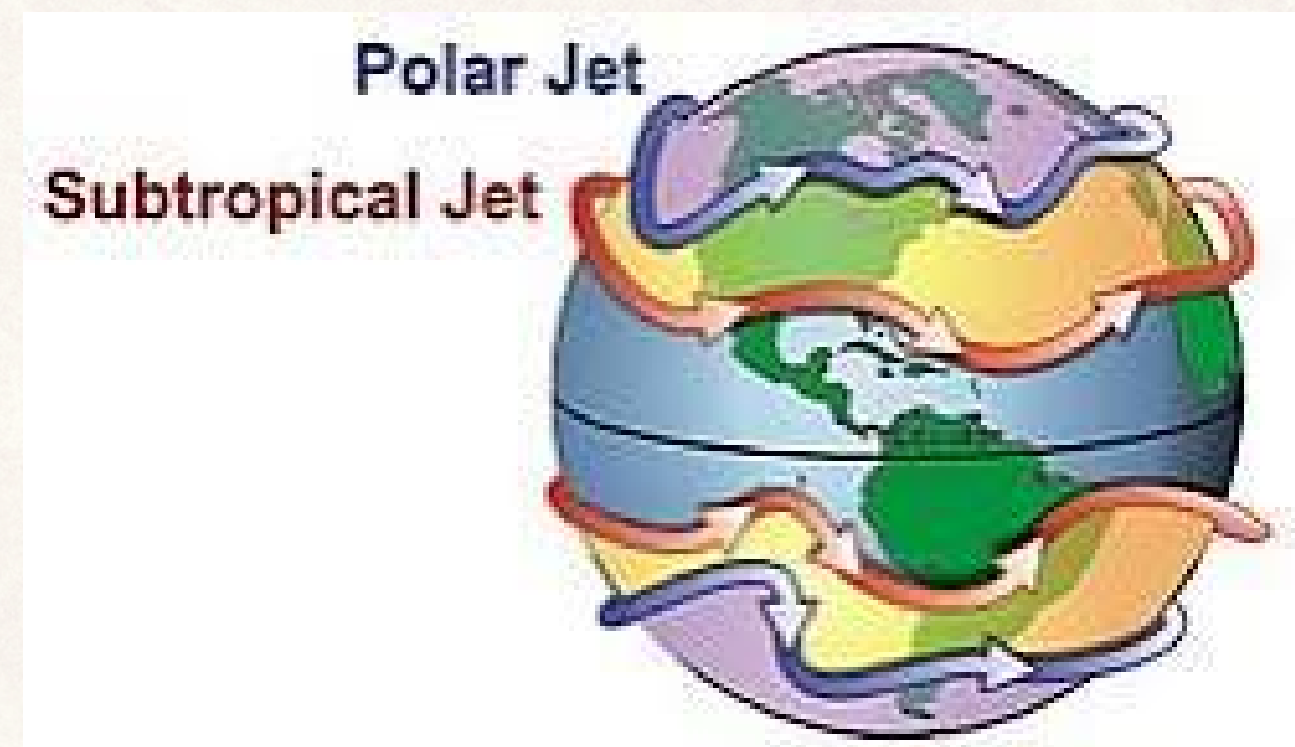
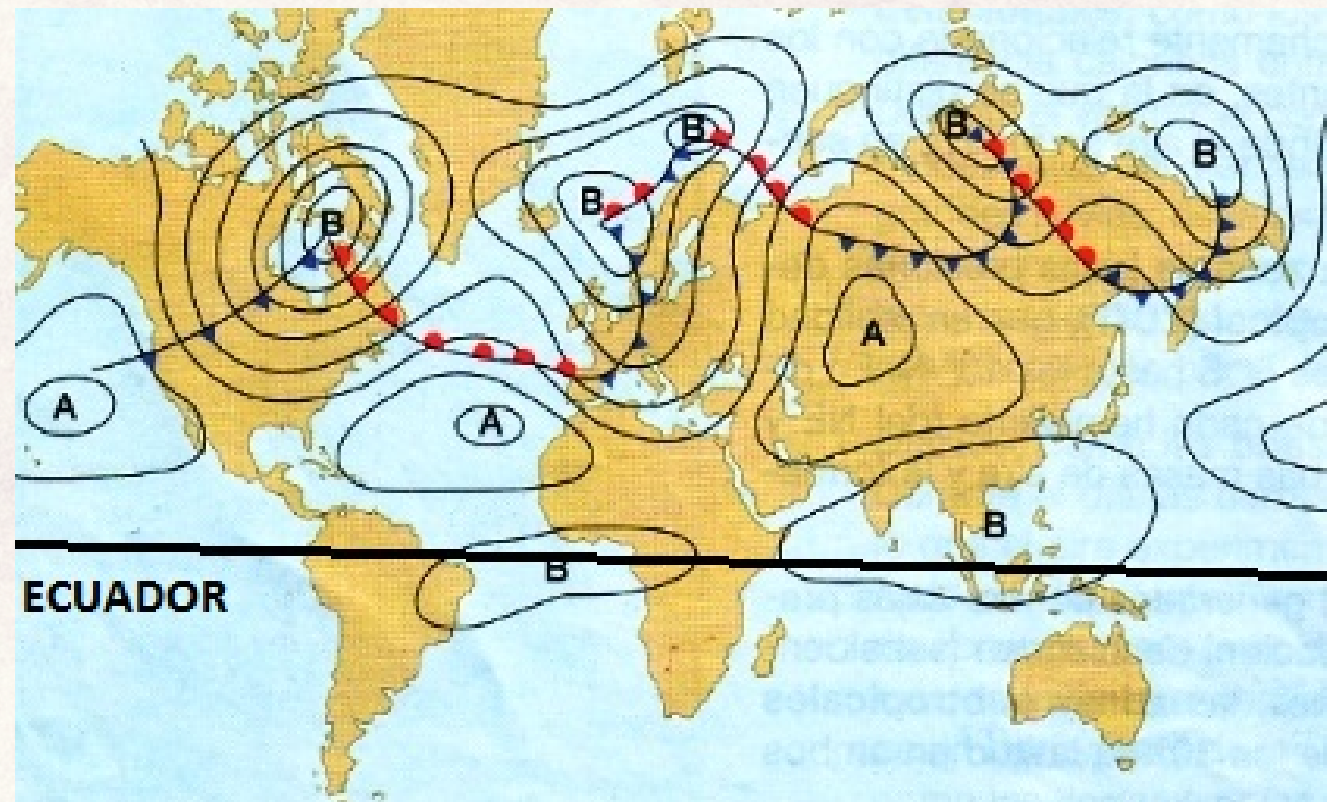
Precipitación en forma de bolas ou anacos de xeo que se forman no interior de nubes de tormenta e que caen á superficie terrestre. A sarabia de gran tamaño chámase **pedrazo**, e pode chegar a ter varias capas de xeo.

CLIMAS TERRESTRES

CLIMA NAS ALTAS LATITUDES

O clima das zonas temperadas do hemisferio norte vén determinado pola posición da fronte polar e a corrente do chorro polar, que forman a fronteira entre o aire polar frío e o aire subtropical cálido.

- **Fronte polar.** Está formada por fronteas cálidas, frías e ocluídas que rodean a Terra, comportándose coma unha única fronte. É unha liña imaxinaria que separa dúas masas de aire: a fría ao norte e a cálida ao sur. Ao longo dela, son frecuentes as **borrascas**.
- **Chorros.** Son intensas correntes de aire que circulan a gran altitude de oeste a leste. O que máis afecta ao noso país é o **chorro polar**.

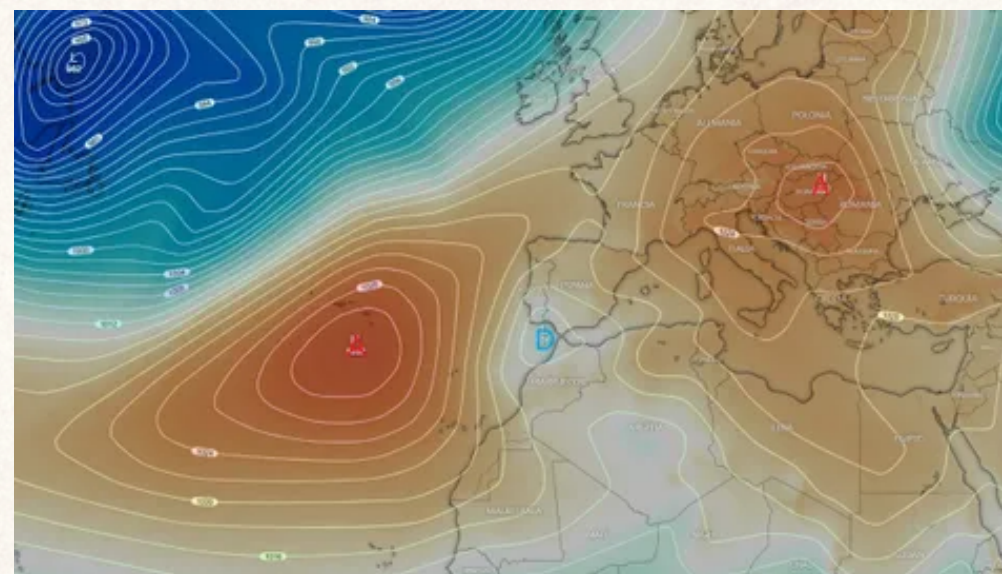


CLIMAS TERRESTRES

CLIMA NAS ALTAS LATITUDES

Centrándonos no **clima de España**, este está supeditado á posición do **anticiclón das Azores**, que pode bloquear a entrada de chuvias e provocar intensas secas.

- No verán, o anticiclón desprázase cara ao norte e dificulta a entrada de borrascas procedentes do Atlántico. As precipitacións son escasas e, cando se producen, adoitan ser **tormentosas**.
- No inverno, o anticiclón desprázase cara ao sur, permitindo a entrada de borrascas atlánticas. Porén, en determinadas situacións pode formarse un **anticiclón continental** debido ao intenso arrefriamento da superficie terrestre, que favorece o descenso de aire frío e seco e dificulta a formación de precipitacións.
- En primavera e outono, o anticiclón continental desaparece, polo que entran **borrascas frontais** e as precipitacións son máis frecuentes.



CLIMAS TERRESTRES

CLIMA NAS ALTAS LATITUDES

Na Península Ibérica, danse dúas situacións especiais:

A gota fría (DANA)



É unha depresión illada en niveis altos da atmosfera, formada cando unha masa de aire frío queda illada da circulación xeral. Ao entrar en contacto con aire cálido e húmido próximo á superficie, pode provocar fortes movementos ascendentes do aire, chuvias moi intensas e tormentas, especialmente no litoral mediterráneo.

Un exemplo recente foi a DANA que afectou á Comunidade Valenciana, provocando precipitacións moi intensas e graves inundacións.

Os tornados



Son unha especie de columna xiratoria de vento e po duns 50 m de anchura, que se estende dende o solo ata a base dun cumulonimbo. Fórmanse por un remuíño que resulta dun quencemento excesivo da superficie terrestre. Son moi perigosos, rápidos e desvadores, podendo facer estalar casas.

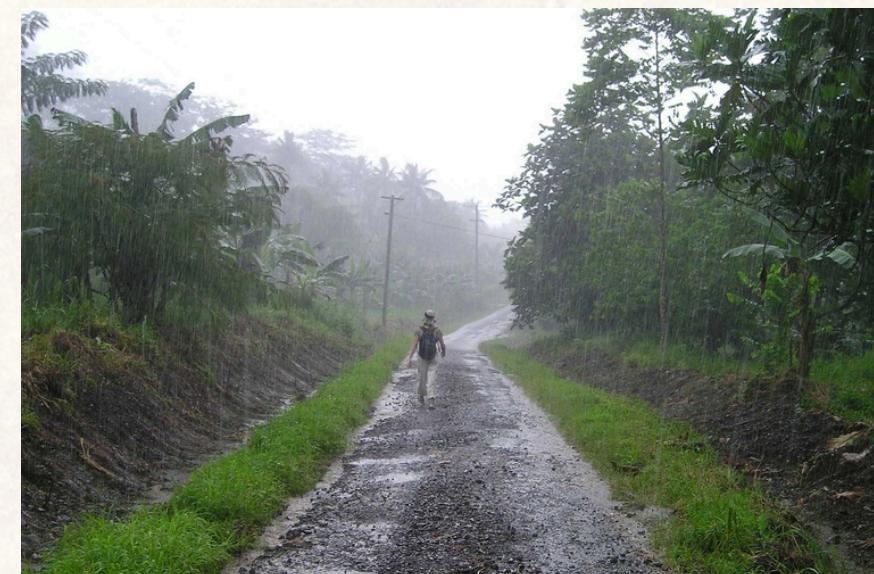
CLIMAS TERRESTRES

CLIMA NAS BAIXAS LATITUDES

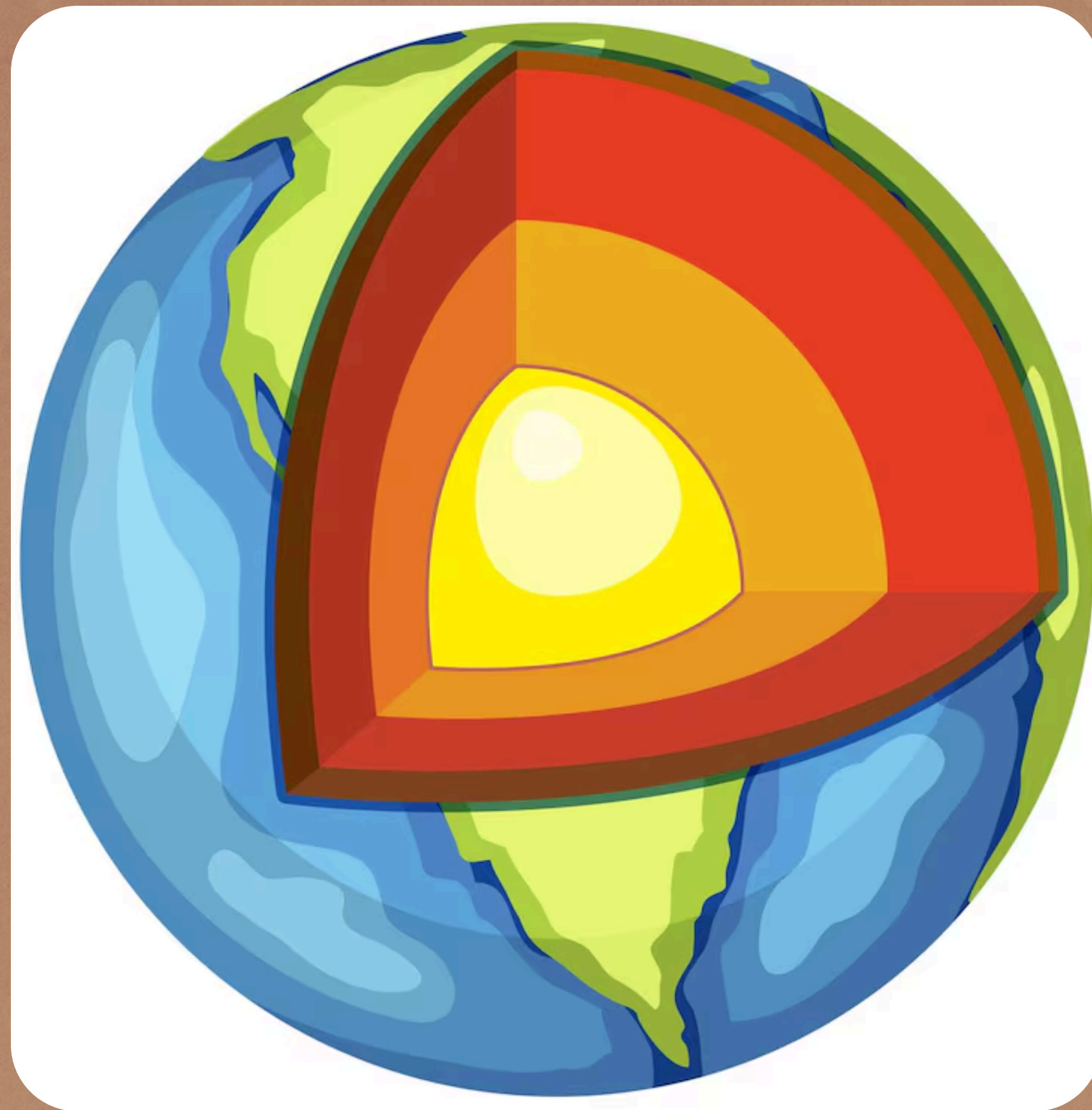
Monzóns

Son ventos estacionais que cambian de dirección ao longo do ano debido ao diferente quentamento da terra e do océano.

- No verán do hemisferio norte, a terra quéntase máis que o océano, polo que se produce un movemento de aire húmido do océano cara á terra, dando lugar a abundantes precipitacións. É o **monzón húmido**.
- No inverno do hemisferio norte, a terra arrefríase máis que o océano, polo que os ventos sopran da terra cara ao océano, dando lugar a un período máis seco. É o **monzón seco**.



O estudo da xeosfera

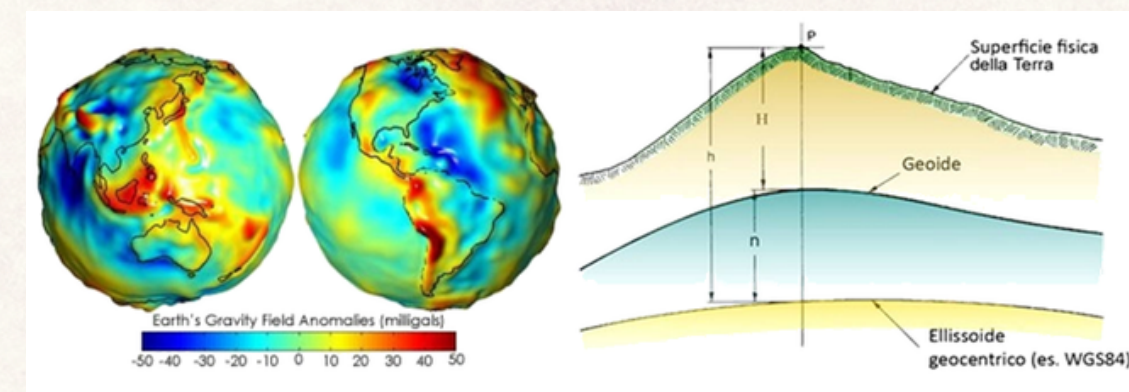


ESTUDO DO INTERIOR TERRESTRE

Métodos de estudo

Directos: baséanse na observación directa dos materiais do planeta. A súa principal limitación é que só informan dunha parte moi superficial do planeta.

Indirectos: baséanse nas medicións e nos cálculos de propiedades do planeta que se poden facer a partir da súa superficie, e dannos información sobre a súa composición e estrutura.



ESTUDO DO INTERIOR TERRESTRE

MÉTODOS DE ESTUDIO DIRECTOS

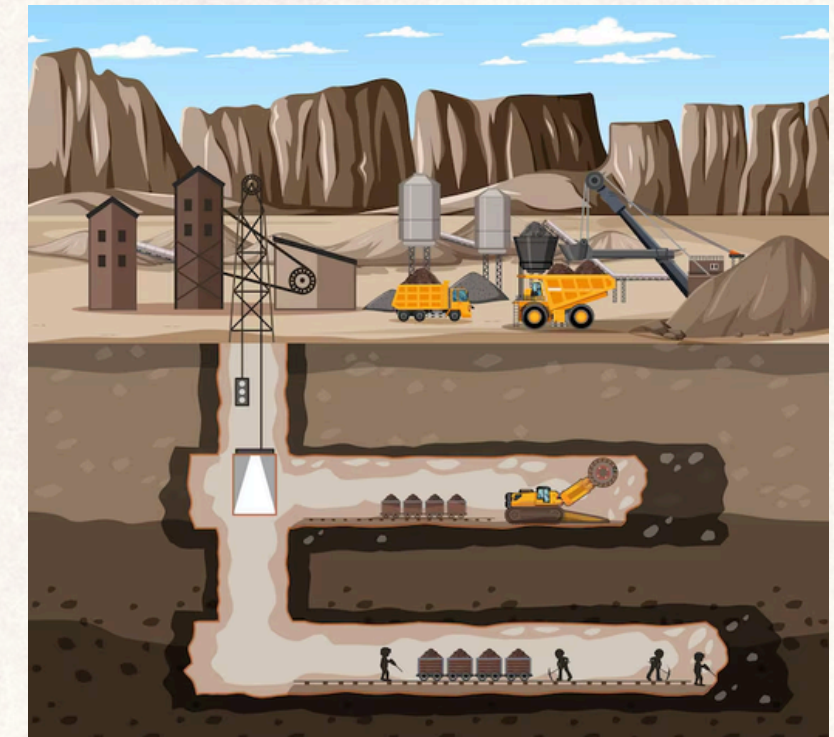
Sondaxes

Empréganse cilindros ocos, dentro dos cales se atopan mostras das rochas que atravesan, chamadas **testemuñas**. Grazas ás sondaxes, sabemos que as rochas da parte superficial están formadas principalmente por silicatos.



Minas subterráneas

As minas subterráneas escavan pozos e galerías, o que permite extraer materiais. As minas permitiron coñecer a composición das rochas que atravesan e a existencia dun **gradiente xeotérmico** (aumento progresivo da temperatura conforme afondamos na parte máis superficial do planeta, aproximadamente de **30 °C/km**).



ESTUDO DO INTERIOR TERRESTRE

MÉTODOS DE ESTUDIO DIRECTOS

Volcáns

O **magma**, no seu ascenso, arrastra rochas de zonas profundas. A análise dos produtos expulsados polos volcáns proporciona información valiosa sobre o interior terrestre. Hoxe en día, sabemos que expulsan materiais de composicións próximas ao granito en zonas continentais, e ao basalto en rexións oceánicas.



Afloramento de rochas profundas

Son lugares onde podemos observar as rochas directamente, pois a erosión deixounas ao descuberto. A análise de mostras de rochas permite coñecer a composición dos materiais que as orixinaron, lonxe da superficie.

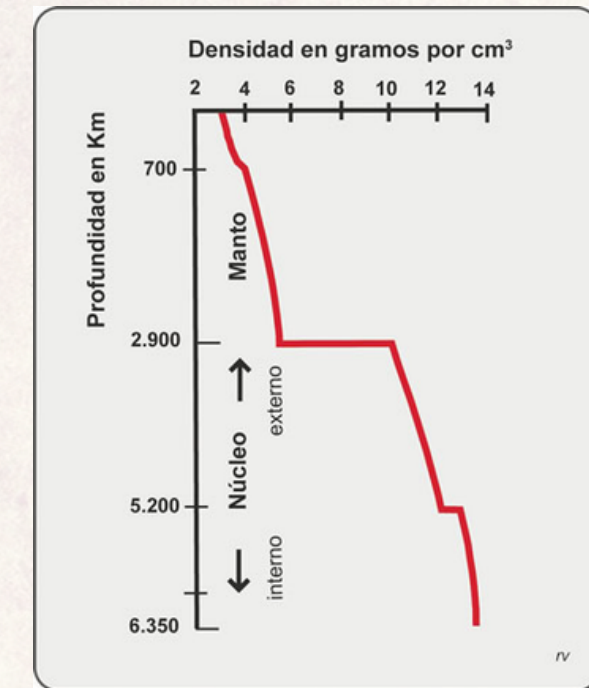


ESTUDO DO INTERIOR TERRESTRE

MÉTODOS DE ESTUDIO INDIRECTOS

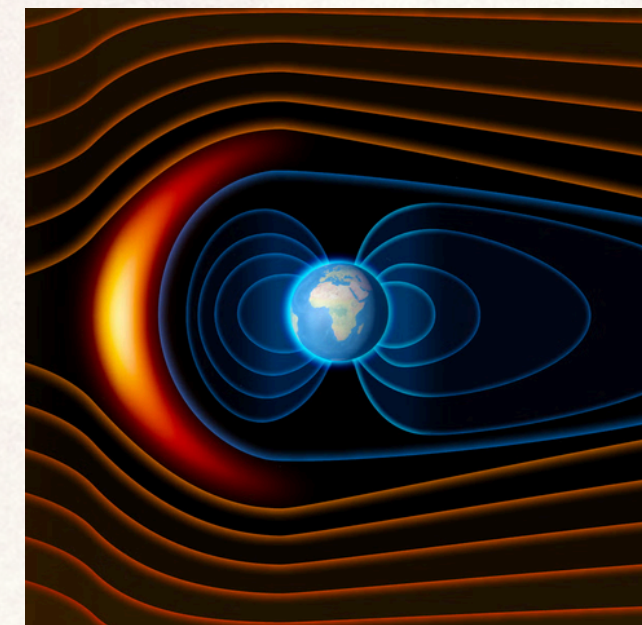
Cálculo da densidade da Terra

Coñecendo a masa e o volume da Terra, calcúlase que a súa densidade é de **5,52 g/cm³**. Este valor é moito maior que a densidade media das rochas da codia (2,8 g/cm³), o que indica que no interior do planeta hai materiais moito máis densos que na superficie.



Estudo do magnetismo terrestre

A Terra posúe un campo magnético cos polos magnéticos norte e sur próximos aos polos xeográficos. Este magnetismo débese á existencia dun núcleo interno metálico sólido, inmerso nun núcleo externo fundido, en movemento. Ambos actuarían coma un dínamo que xera o campo magnético.



ESTUDO DO INTERIOR TERRESTRE

MÉTODOS DE ESTUDIO INDIRECTOS

Meteoritos

Aproximadamente 80.000 toneladas de partículas extraterrestres poden chegar á atmosfera terrestre nun ano. Estes corpos sólidos chámanse **meteoroides**. Ao impactar coa atmosfera a velocidades moi altas, a fricción co aire sobe moito a temperatura. A emisión de dita enerxía xera un rastro luminoso ou **meteoro**. Só os meteoroides suficientemente grandes sobreviven ao impacto coa atmosfera e acaban chegando á superficie terrestre, converténdose en **meteoritos**.

Cando dous asteroides (corpos rochosos) colisionan, liberan millóns de fragmentos de rocha, moitos dos cales atravesan a órbita terrestre e acaban orixinando meteoritos.



ESTUDO DO INTERIOR TERRESTRE

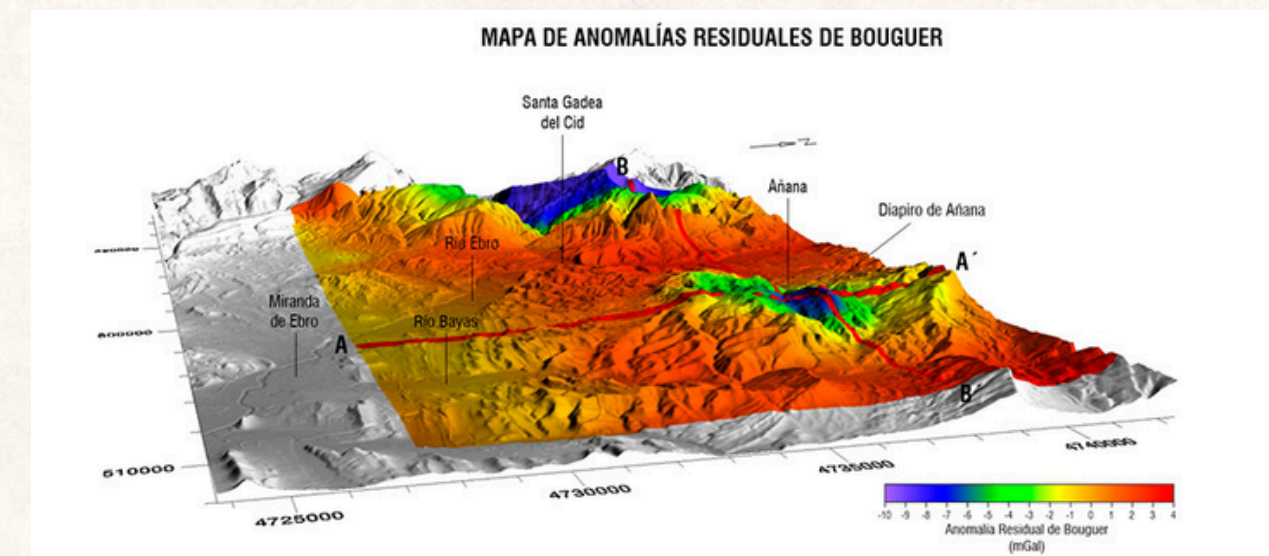
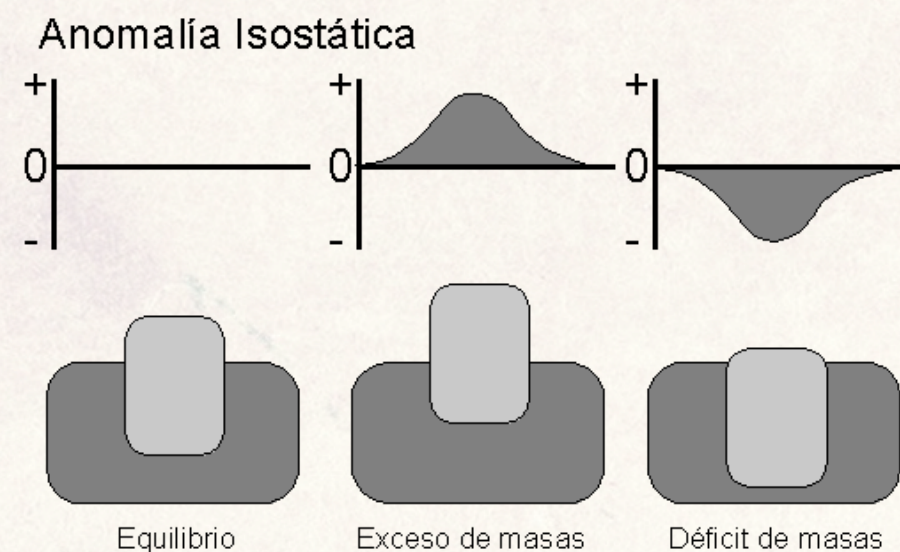
MÉTODOS DE ESTUDIO INDIRECTOS

Método gravimétrico

Cando se mide a gravidade cun gravímetro, o valor presenta variacións denominadas anomalías gravitatorias, que están relacionadas coas variacións da densidade dos materiais terrestres.

Unha **anomalía positiva**, na que a gravidade é maior da agardada, indica a presenza de materiais máis densos. Mentres, unha **anomalía negativa**, na que a gravidade é menor, indica a presenza de materiais pouco densos.

Este método axuda a determinar onde a codia terrestre é máis ou menos grossa.



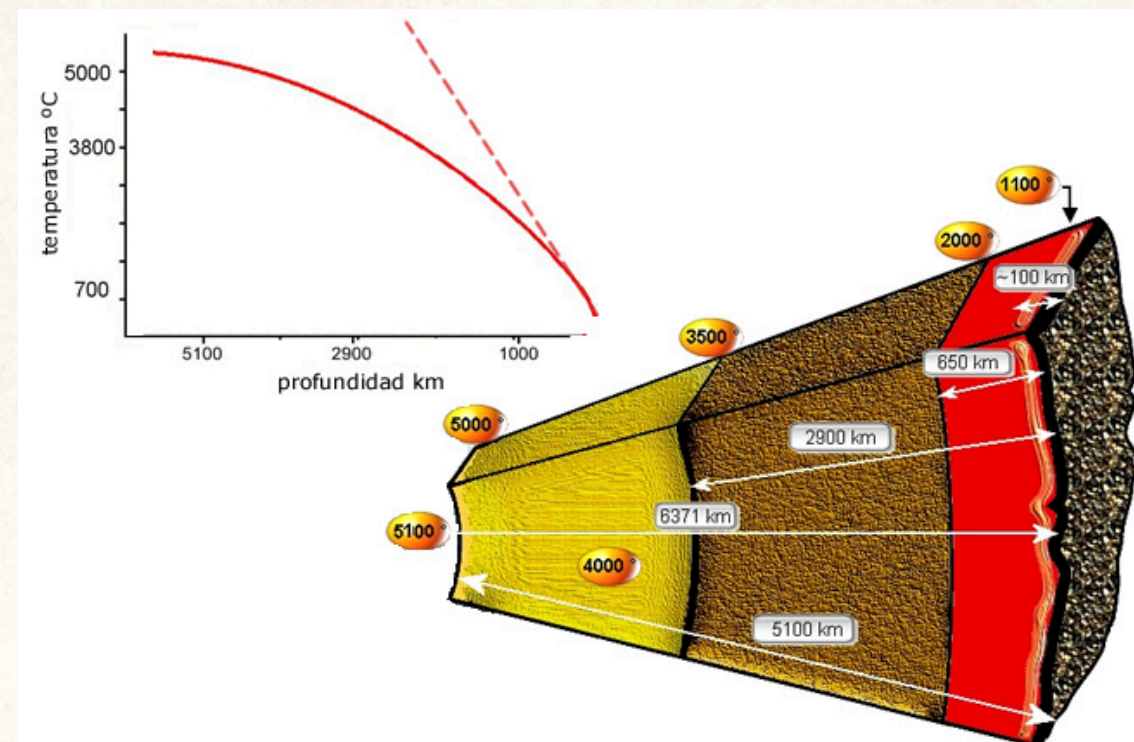
ESTUDO DO INTERIOR TERRESTRE

MÉTODOS DE ESTUDIO INDIRECTOS

Método xeotérmico

O método xeotérmico baséase no estudo da variación da temperatura co aumento da profundidade. A partir do gradiente xeotérmico, podemos estimar as temperaturas existentes no interior da Terra e, relacionándoas co comportamento dos materiais, obter información sobre a súa estrutura interna.

Na codia, a temperatura aumenta aproximadamente 25-30 °C por cada quilómetro de profundidade, aínda que este incremento non se mantén constante a grandes profundidades.



ESTUDO DO INTERIOR TERRESTRE

MÉTODOS DE ESTUDIO INDIRECTOS

Método sísmico

Os **terremotos** son sacudidas do terreo producidas de forma natural ou artificial, debido a unha rápida liberación de enerxía que se estende en forma de ondas sísmicas. A maioría asóciase aos límites das placas tectónicas, cuxo movemento acumula tensións que se liberan de súpeto.

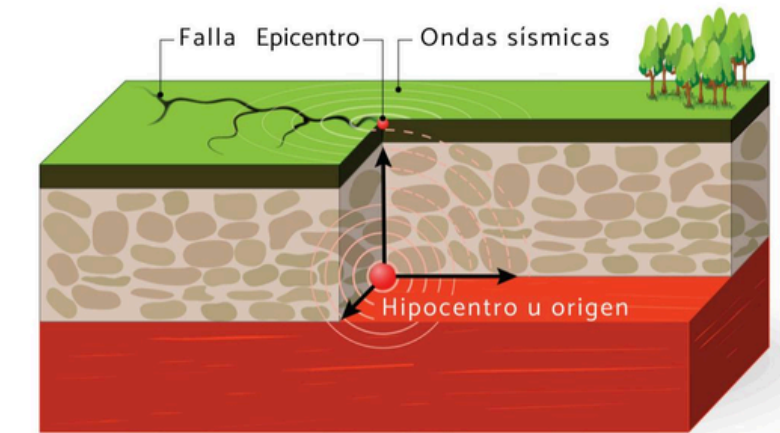
O **método sísmico** consiste na análise da propagación das ondas sísmicas polo planeta, o que ten proporcionado moitísima información sobre a súa estrutura e composición.



ESTUDO DO INTERIOR TERRESTRE

MÉTODOS DE ESTUDIO INDIRECTOS

Método sísmico



Unha **onda** é unha propagación de enerxía sen desprazamento da materia. O punto no que se produce a perturbación inicial é o **foco**. Nos terremotos, a enerxía transmítese en todas as direccións dende o **foco sísmico ou hipocentro**. Segundo a súa profundidade, hai dous tipos de ondas:

Ondas

Profundas: Parten do hipocentro e atravesan o planeta en todas as direccións. Poden ser ondas P ou S.

Superficiais: Fórmanse cando as ondas S e P chegan á superficie, onde causan tremores superficiais con efectos devastadores. Son as ondas R e L.

ESTUDO DO INTERIOR TERRESTRE

MÉTODOS DE ESTUDIO INDIRECTOS

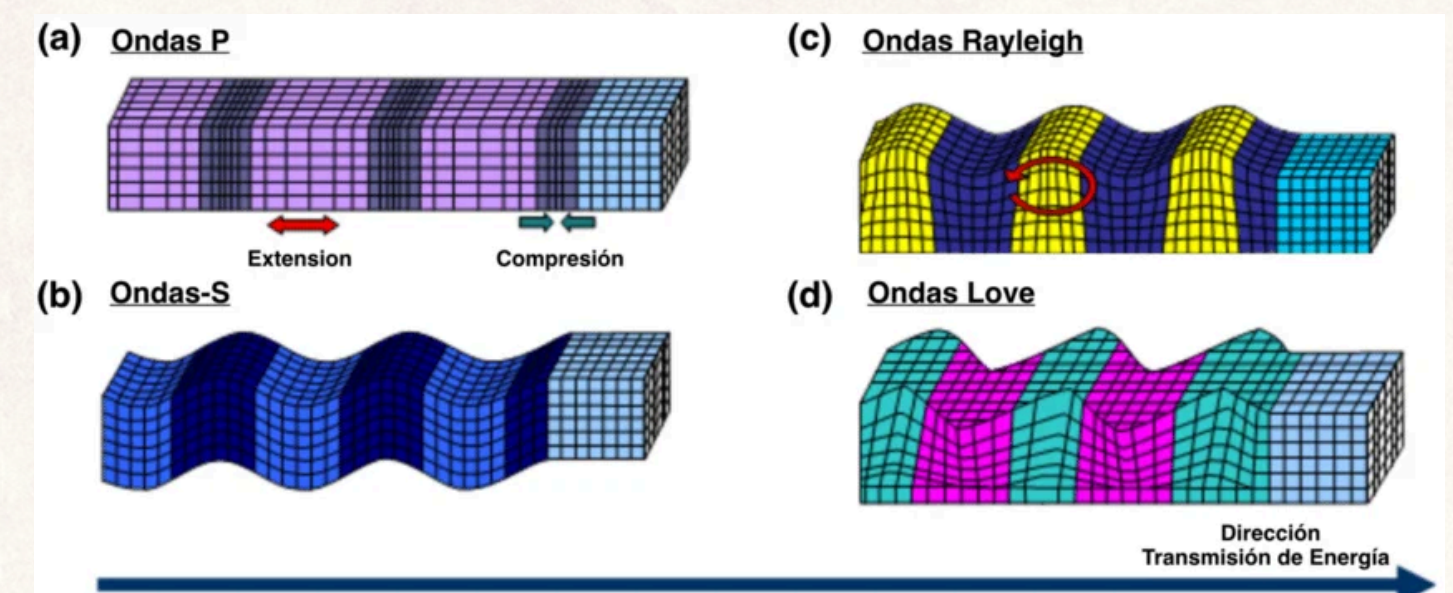
Método sísmico

Dentro das ondas sísmicas profundas, distinguimos:

- **Ondas P, primarias ou lonxitudinais.** Son as máis rápidas, as primeiras en chegar á superficie. As vibracións prodúcense na dirección de propagación da onda. A súa velocidade é maior canto máis ríxido é o medio. Pódense transmitir en fluidos.
- **Ondas S, secundarias ou transversais.** Son máis lentas. Producen vibracións en sentido perpendicular á dirección de propagación da onda. A súa velocidade tamén aumenta coa rixidez do medio, pero non atravesan fluídos.

Cando estas ondas chegan á superficie, xeran ondas superficiais de dous tipos: **L** (aquelas que provocan movementos horizontais) e **R** (semellantes ás ondas da superficie da auga).

Un cambio repentino de velocidade e dirección indica que as ondas sísmicas pasan dun material a outro. As **discontinuidades** son superficies que separan as capas da Terra, onde as propiedades dos materiais son detectadas por un cambio brusco no comportamento das ondas sísmicas, tanto na dirección como na velocidade.



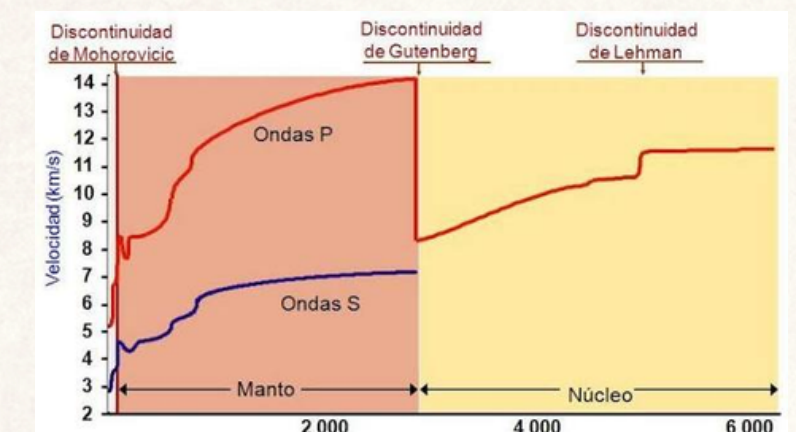
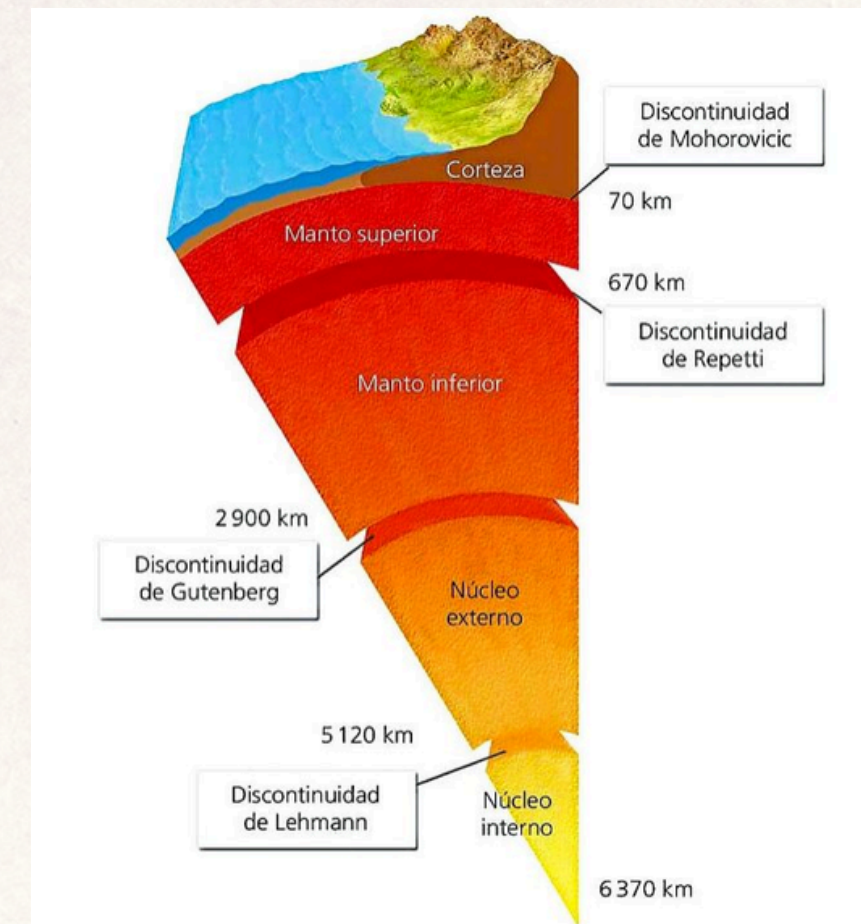
ESTUDO DO INTERIOR TERRESTRE

MÉTODOS DE ESTUDIO INDIRECTOS

Método sísmico

No caso da Terra, distinguimos 4 discontinuidades principais:

- **Discontinuidade de Mohorovicic.** Sitúase a uns 30 km por debaixo dos continentes e a 10 km por debaixo dos océanos. Separa a codia e o manto. Nela, prodúcese un aumento repentino da velocidade das ondas P e S.
- **Discontinuidade de Repetti.** Sitúase a uns 660 km, sinalada por un aumento da velocidade. Separa o manto superior do inferior.
- **Discontinuidade de Gutenberg.** Sitúase a uns 2.900 km de profundidade e separa o manto e o núcleo. As ondas P sofren unha notable diminución da velocidade e desvían a súa traxectoria, mentres que as S deixan de propagarse.
- **Discontinuidade de Lehmann.** Sitúase a uns 5150 km. Nela, a velocidade das ondas P aumenta. Separa o núcleo externo (fundido) e o interno (sólido).



ESTRUTURA INTERNA DA TERRA

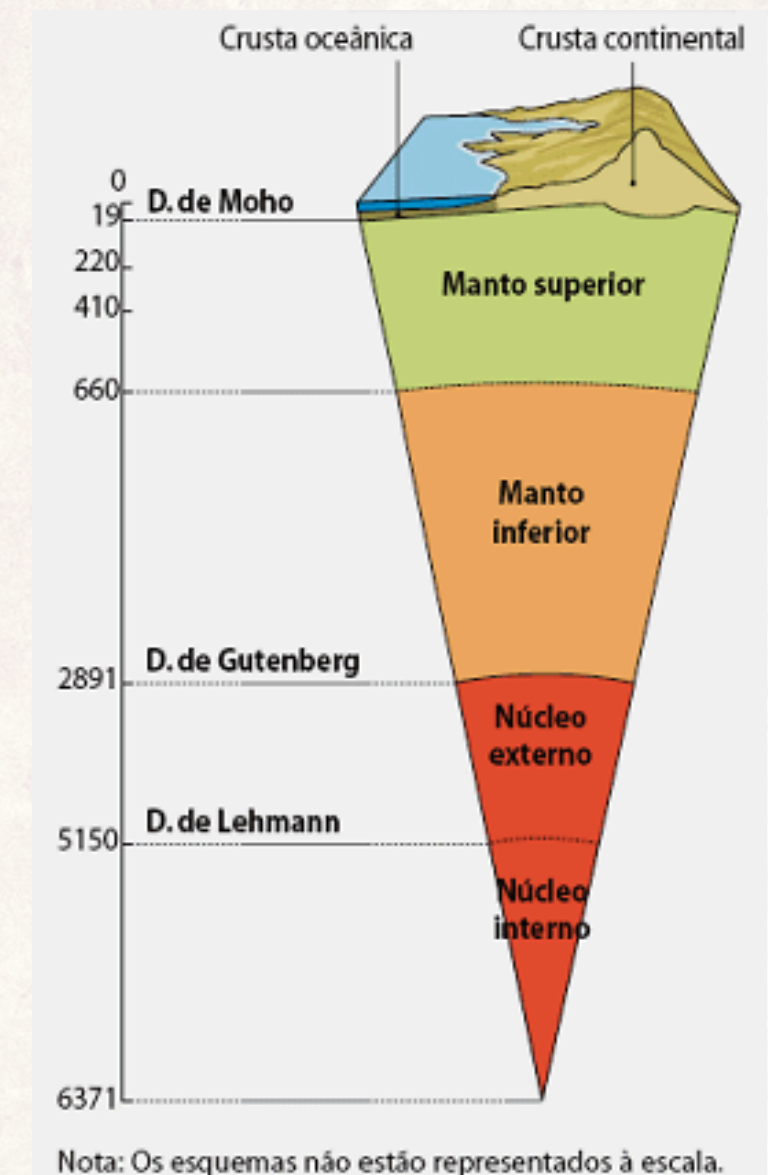
MODELO XEOQUÍMICO

A codia, o manto e o núcleo presentan composicións diferentes, e constitúen as tres unidades xeoquímicas nas que se divide o interior terrestre:

Codia

É a capa máis fina e superficial: o seu grosor varía dende os 3 ata os 70 km. Dentro dela, diferéncianse:

- **Codia oceánica.** É máis delgada e mide entre 3 e 15 km. Está formada por tres tipos de materiais: sedimentos, basaltos (rochas volcánicas) e gabros (rochas plutónicas).
- **Codia continental.** É máis grossa, poidendo alcanzar os 70 km de espesor. Tamén é máis antiga e complexa que a oceánica, estando formada por rochas plutónicas, volcánicas e sedimentarias que sufriron metamorfismo. Entre as súas rochas, destaca o granito.



ESTRUTURA INTERNA DA TERRA

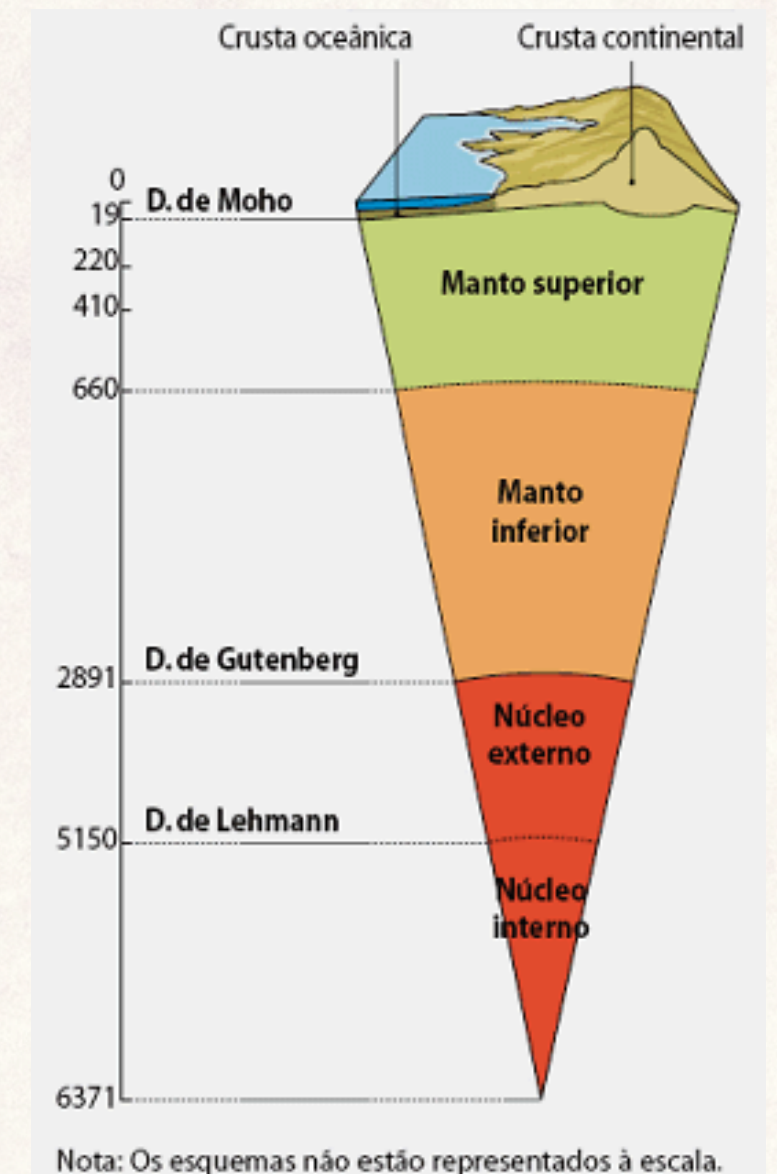
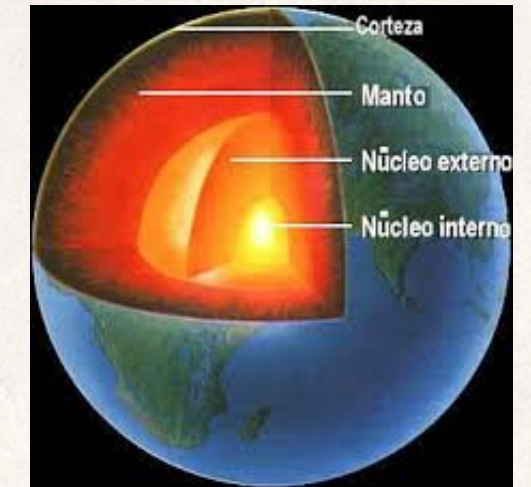
MODELO XEOQUÍMICO

Manto

É a capa intermedia e a máis grosa (82% do volume da Terra). En canto á composición, é sólido e homoxéneo, estando formado por **peridotitas**. Está formado por dúas capas de diferente densidade: **manto superior** (3,3 g/cm³) e **manto inferior** (5,5 g/cm³). Esta diferenza débese ás elevadas presións das profundidades.

Núcleo

Sitúase no centro do planeta e posúe unha elevada densidade (11 g/cm³). Está formado por ferro, níquel e algúns elementos máis lixeiros. Nel, alcánzanse presións e temperaturas altísimas (6.700 °C). O núcleo externo é unha capa **fundida**, mentres que o interno é **sólido**.



ESTRUTURA INTERNA DA TERRA

MODELO XEODINÁMICO

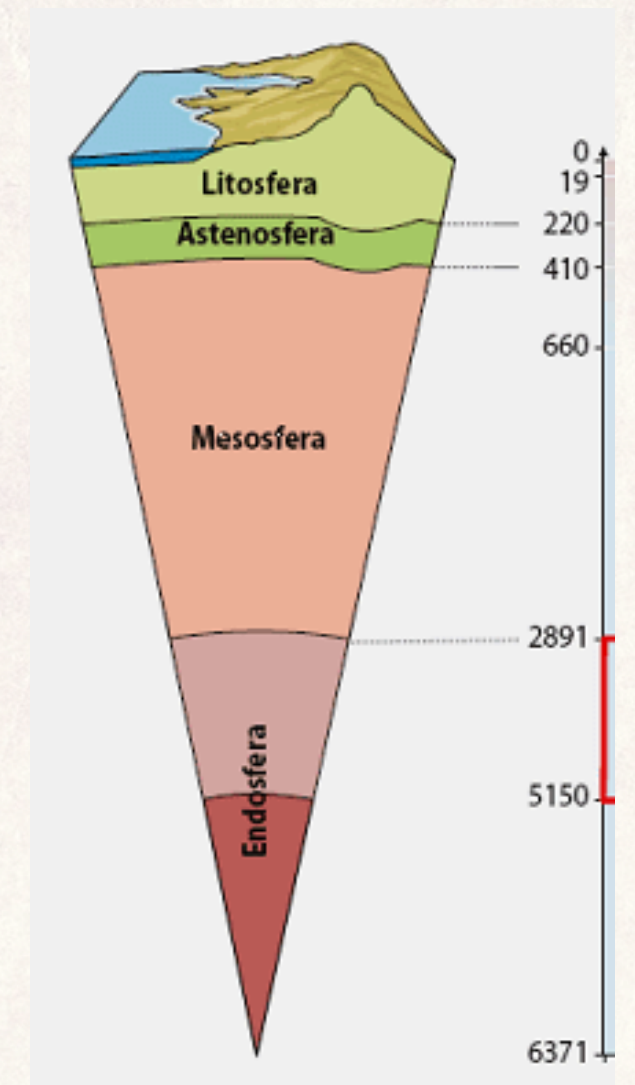
Este modelo usa o comportamento dos materiais como criterio para establecer as unidades xeodinámicas da estrutura terrestre. Nel, falaremos de 4 capas:

Litosfera

É a capa máis externa, formada pola codia e parte do manto superior, que actúan como unha capa ríxida e fría. O seu espesor varía entre os 100 e os 250 km.

Mesosfera

Está composta polo manto sublitosférico. Nesta zona, o aumento da temperatura e da presión inducen un cambio no comportamento dos materiais do manto, que presentan unha maior capacidade de deformación.



ESTRUTURA INTERNA DA TERRA

MODELO XEODINÁMICO

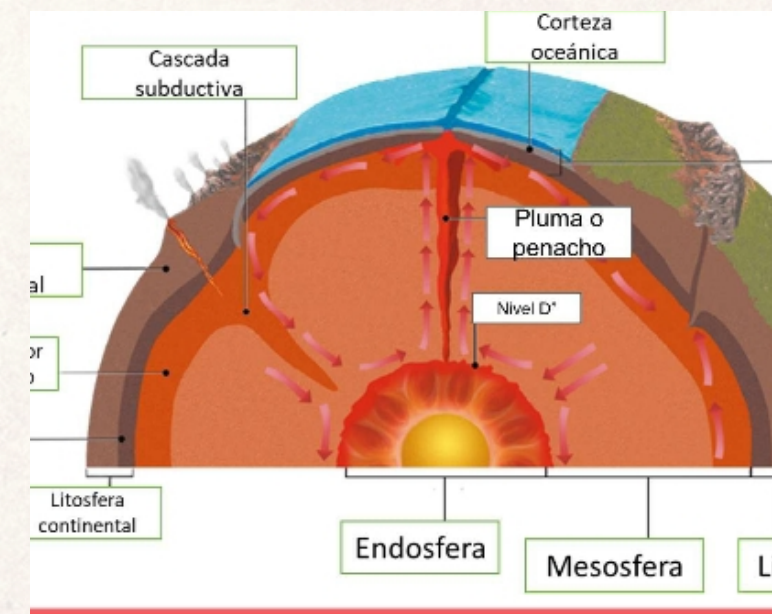
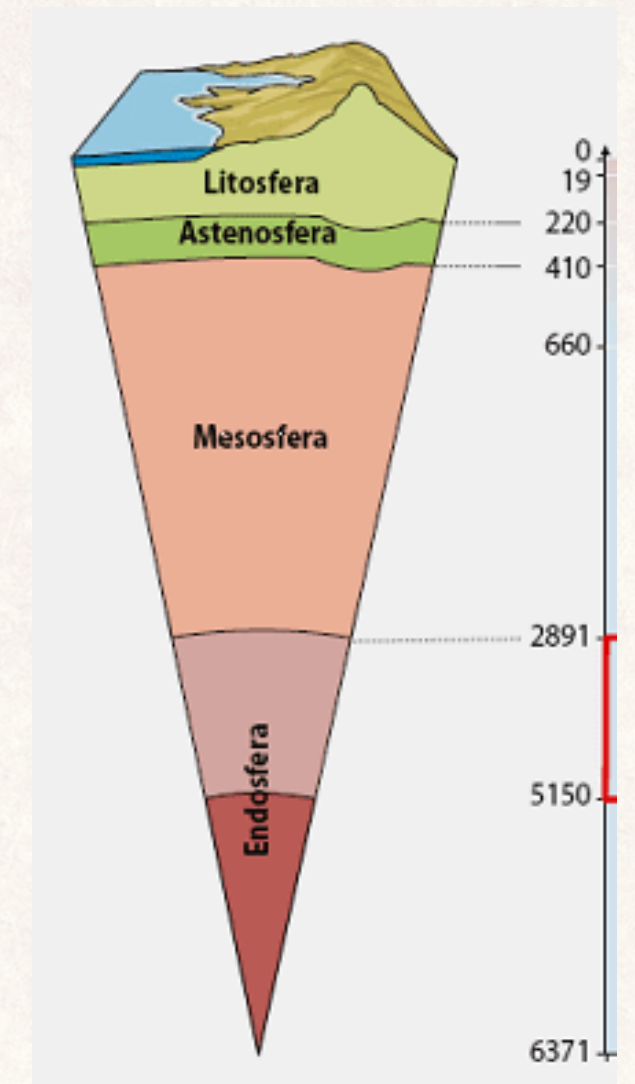
Este modelo usa o comportamento dos materiais como criterio para establecer as unidades xeodinámicas da estrutura terrestre. Nel, falaremos de 4 capas:

Nivel D

É un nivel discontinuo que abrangue os 200 km máis internos do manto. Está sometido a un intenso fluxo de calor procedente do núcleo. Nel orixínanse penachos ascendentes de material de alta temperatura, relacionados con procesos volcánicos.

Endosfera ou núcleo

Está constituída por un núcleo externo fluído, con correntes de convección, e un núcleo interno sólido. É a responsable do campo magnético terrestre.



ORIXE E ESTRUCTURA ACTUAL DA TERRA

A orixe do Sistema Solar: a teoría nebular

Segundo a hipótese nebular, proposta inicialmente por Kant, o Sistema Solar orixinouse a partir dunha nebulosa, unha enorme nube de gas e po cósmico en rotación. A acción da gravidade provocou a contracción da nebulosa, que ao xirar foi aplanándose e formando un disco. No centro acumulouse materia, dando lugar ao Sol, mentres que no disco se foron formando os planetas.



Acreción planetesimal

O colapso da nebulosa provocou un aumento da temperatura no seu interior. O período de contracción rematou co nacemento do Sol.

Posteriormente, ao diminuír a temperatura, condensáronse partículas sólidas de materiais rochosos e metálicos, que comezaron a chocar e a unirse entre si. Este proceso, favorecido pola gravidade, denomínase **acreción**. Grazas á acreción, formáronse corpos cada vez maiores chamados **planetesimais**.



Os planetesimais máis grandes orixinaron os **protoplanetas**: corpos de dimensións similares á Lúa. Entre eles producíronse máis colisións, ata que os máis grandes orixinaron **planetas**. Entre estes, estaba a Terra.



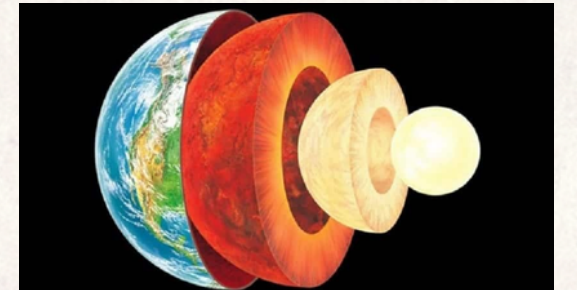
ORIXE E ESTRUCTURA ACTUAL DA TERRA

A diferenciación en capas

Na Terra recentemente formada, a temperatura era moi elevada debido aos impactos de meteoritos e á desintegración de materiais radioactivos. Así, alcanzáronse temperaturas suficientes para provocar a fusión parcial de ferro e níquel.

Esta fusión permitiu a diferenciación en capas de distinta composición, ao segregarse os materiais segundo a súa densidade (unidades xeoquímicas). Os materiais máis densos, como o ferro e o níquel, migraron cara ao centro e formaron o **núcleo**, mentres que os menos densos quedaron nas zonas máis superficiais, formando o manto e a codia.

Ao diminuír a temperatura, a codia terrestre solidificouse e estabilizouse.



Dende a súa formación, a Terra sufriu un arrefriamento progresivo. Porén, conservou unha importante cantidade de calor interno, que provoca movementos de convección no seu interior e explica a existencia das unidades xeodinámicas.

Co tempo, moitos compostos do interior da Terra foron liberados e atrapados pola gravidade terrestre, o que orixinaría a **atmosfera**. En canto á orixe da hidrosfera, hai diversas hipóteses, pero é probable que non haxa unha solución única.

