

UNIDADE DIDÁCTICA 1: O aire

ÍNDICE DE CONTIDOS:

1. A atmosfera.....	2
Estrutura da atmosfera.....	2
Composición da atmosfera.....	3
2. Propiedades do aire.....	4
O aire ocupa un espazo.....	4
O aire dilátase e contráese.....	5
O aire pesa.....	5
3. O tempo atmosférico	6
Temperatura.....	6
Humidade atmosférica.....	7
Presión atmosférica.....	8
Vento.....	9
4. A predición do tempo.....	10
5. Acción xeolóxica do aire.....	11
Meteorización física.....	12
Meteorización química.....	12
Acción do vento.....	13
6. A contaminación atmosférica.....	14
Focos de contaminación.....	15
7. Consecuencias da contaminación atmosférica.....	16
A chuvia ácida.....	16
O efecto invernadoiro.....	17
A destrución da capa de ozono.....	18
8. O aire e os seres vivos.....	19
O aire e a saúde.....	20
Prevención da contaminación do aire.....	20

O aire é, xunto coa auga, un dos elementos básicos para os seres vivos.

A Terra está rodeada por unha capa gasosa chamada atmosfera que a protexe e fai posible a vida nela. Esta capa está formada por unha mestura homoxénea de gases e a súa composición, que foi evolucionando ao longo da historia da Terra, varía coa altura. Na zona máis baixa, próxima á superficie terrestre, estes gases forman o aire.

O aire subministra o osíxeno que necesitamos para realizar os procesos vitais, xa que é imprescindible para a respiración dos seres vivos. Tamén proporciona o dióxido de carbono que precisan as plantas para a realización da fotosíntese.

Mais a atmosfera tamén é importante por outras razóns:

- *Serve de filtro que impide o paso das radiacións solares prexudiciais para os seres vivos.*
- *Actúa como illante térmico que evita os cambios bruscos de temperatura entre o día e a noite.*
- *Nela teñen lugar os fenómenos meteorolóxicos que inflúen na formación da paisaxe terrestre*

1. A ATMOSFERA

A atmosfera terrestre **é a capa gasosa que envolve a Terra.** **Procede**, nunha primeira etapa, da nube primitiva que deu lugar ao sistema solar e da intensa actividade volcánica que se produciu nas primeiras épocas da formación do noso planeta. **A atmosfera primitiva estaría formada por** vapor de auga, dióxido de carbono, nitróxeno, pequenas cantidades de hidróxeno e monóxido de carbono, máis carecería de osíxeno.

A gran cantidade de vapor de auga da atmosfera primitiva condensouse ao descender a temperatura. Fortes precipitacións deron lugar aos océanos e apareceron os primeiros seres vivos, algas, plantas e outros organismos que realizaban a fotosíntese.

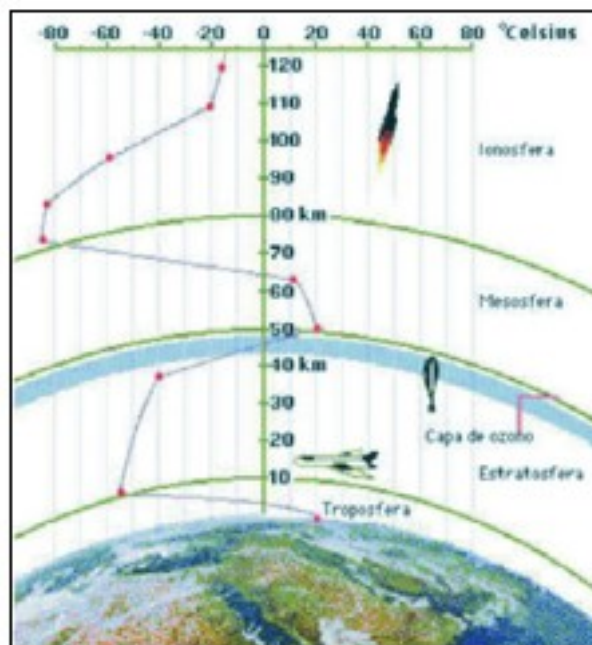
A aparición dos seres vivos provocou un cambio na composición da atmosfera porque estes organismos fotosintéticos consumiron gran parte do dióxido de carbono contido na mesma e liberaron osíxeno. Deste xeito, a atmosfera chegou a ter a composición actual.

Os seres vivos seguen a ter un papel decisivo na composición da atmosfera xa que as plantas toman dióxido de carbono do aire e expulsan osíxeno durante a fotosíntese e as plantas e os animais consumen osíxeno e expulsan dióxido de carbono durante a respiración.

Estrutura da atmosfera

Atendendo a diferentes características, composición e temperatura, pódense distinguir na atmosfera varias capas: a **troposfera**, a **estratosfera**, a **mesosfera**, a **ionosfera** e a **exosfera**.

- **Troposfera:** É a capa que está en contacto coa superficie terrestre. O seu grosor medio é duns 11 km, sendo menor nos polos que no ecuador. A proporción na que se atopan os gases é a adecuada para a respiración e a fotosíntese. Nela teñen lugar os fenómenos meteorolóxicos. A súa temperatura descende coa altura uns 6,5 °C por km ata acadar uns 60 °C baixo cero.



- **Estratosfera:** É a capa seguinte á troposfera e esténdese ata uns 50 km de altura. Ten unha zona chamada capa de ozono na que abunda este gas. Trátase dunha variedade do osíxeno que ten a propiedade de absorber as radiacións ultravioletas do Sol prexudiciais para os seres vivos, impedindo que cheguen á superficie terrestre. A absorción destas radiacións fai que nesta capa a temperatura ascenda ata uns 70 °C.
- **Mesosfera:** Chega ata uns 80 km de altura. A medida que se ascende a temperatura volve a descender, sendo a capa onde se dan as temperaturas máis baixas de toda a atmosfera. Nesta capa a densidade do aire é baixa e nela próximase as **estrelas fugaces** ao desintegrarse os meteoritos, pequenos corpos celestes que se volven incandescentes o entrar na atmosfera
- **Ionosfera:** Esténdese ata uns 600 km de altura. Na súa parte superior as temperaturas superan os 1 000 °C. Nela teñen lugar os fenómenos coñecidos como **auroras boreais**. Tamén é a capa onde rebotan as ondas de radio facendo posible a súa transmisión na Terra.
- **Exosfera:** É a capa máis externa. Nela case non hai gases, soamente trazas de nitróxeno e osíxeno. A súa temperatura é moi alta.

*Estrelas fugaces.**Aurora boreal.*

Composición da atmosfera

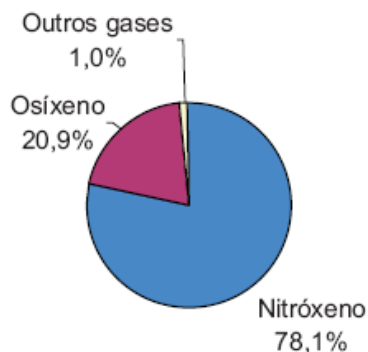
A atmosfera está formada por unha **mestura homoxénea de gases** que recibe o nome de **aire**.

A composición química da atmosfera varía coa altura.

Nas capas máis próximas a superficie terrestre, onde se concentran a maior parte destes gases, os **compoñentes do aire** son:

- **Nitróxeno** (N_2), é importante porque **intervén na nutrición dos vexetais**, que o empregan para elaborar moléculas orgánicas, como proteínas e vitaminas.
- **Osíxeno** (O_2), **imprescindible para a combustión e a respiración de animais e plantas**.
- **Dióxido de carbono** (CO_2), empregado polas plantas para fabricar o seu alimento durante a **fotosíntese**. Neste proceso prodúcese osíxeno, que vai á atmosfera.
- **Vapor de auga**, que **orixina as nubes**. A súa proporción varía moito xa que depende da rexión e da climatoloxía.
- **Gases nobres:** argon, neon e helio. Teñen menos importancia. O máis abundante é o argon.
- **Outros:** O aire contén ademais outros gases procedentes da actividade industrial, dos volcáns, da descomposición da materia orgánica, así como sólidos en suspensión: o **po atmosférico**, formado por pole, bacterias e partículas sólidas.

Composición da atmosfera



Compoñentes	% (en volume)
Nitróxeno	78,1
Osíxeno	20,9
Argon	0,90
Dióxido de carbono	0,03
Vapor de auga e outros gases	0,07

Composición do aire na capa inferior da atmosfera.

2. PROPIEDADES DO AIRE

O aire é unha mestura de gases que ten as propiedades xerais da materia, é dicir, masa e volume. Ademais, debido á estrutura da atmosfera, posúe outras características importantes para a existencia e o desenvolvemento dos seres vivos.

O aire ocupa un espazo

Xa sabes que o aire está constituído por materia porque é unha mestura de gases. Polo tanto, como toda a materia, **o aire ten volume** e ocupa un lugar no espazo.

Esta propiedade do aire é moi doada de comprobar. Se colles un vaso baleiro de cristal transparente e o introduces boca abaixo nunha tina de auga, podes comprobar que a auga non entra no vaso. Se tes algunha dúbida, mete un papel engurrado dentro do vaso e verás que non se molla. A explicación é que a auga non entra no vaso porque, aínda que non o podemos ver, o interior do vaso está ocupado polo aire.

Se agora inclinas lixeiramente o vaso permitindo que unha parte do aire contido no interior do vaso poida saír, comprobarás que o seu lugar é ocupado pola auga. Se inclinas o vaso totalmente, sairá todo o aire e o vaso encherase completamente de auga.



Non obstante o aire non ocupa sempre o mesmo volume xa que, como todos os gases, tende a ocupar a totalidade do volume do recipiente que o contén. É dicir, **o seu volume é variable**.

Se queres comprobar esta propiedade e dispós dunha xiringa, podes realizar a seguinte experiencia. Tamén a podes realizar cunha bomba de inflar pneumáticos.

Move o émbolo da xiringa cara adiante e cara atrás para comprobar que o aire entra e sae libremente polo burato do final. Seguidamente tira do émbolo para encher de novo a xiringa de aire e tapa co dedo o burato de saída. Como ves, neste caso o émbolo é difícil de desprazar debido a que a xiringa está chea de aire.

Con todo, aínda que sexa con dificultade, o émbolo pode realizar un certo percorrido. Isto é debido a que, como todos os gases, o aire contido no interior da xiringa pódese comprimir ou expandir en función do tamaño do recipiente que o contén. Se realizas esta experiencia enchendo a xiringa cun líquido calquera comprobarás que é imposible mover o émbolo xa que os líquidos non se poden comprimir nin expandir.



O aire dilátase e contráese

Igual que o resto das substancias, **cando o aire se quenta aumenta de volume**. Ao tratarse dunha mestura de gases este fenómeno é moito máis visible, xa que os gases se dilatan moito máis que os sólidos e que os líquidos cando aumentan de temperatura. De igual modo, **cando a temperatura do aire diminúe, o seu volume é menor**, e dicir, o aire contráese.

Como consecuencia desta propiedade a **densidade do aire varía coa temperatura**. O aire quente aumenta de volume e é menos denso, mentres que o aire frío diminúe de volume e é máis denso. Debido a esta diferenza de densidades o aire frío tende a baixar, mentres que o aire quente tende a elevarse.

Podes comprobar facilmente esta propiedade colocando unhas tiras de papel de celofán enriba dun radiador da calefacción. Comprobarás que as tiras de papel se levantan xa que o aire que está en contacto co radiador ascende porque está máis quente có resto do aire da habitación. Tamén podes comprobar este fenómeno soprando un pouco de po de xiz ou de fariña no aire quente que ascende.

Esta propiedade ten importantes **consecuencias** xa que o aire da atmosfera non se encontra en todos os lugares á mesma temperatura, senón que esta varía moito dunhas zonas a outras. Esta diferenza ocasiona **movementos de masas de aire** a diferentes temperaturas que producen importantes modificacións das condicións meteorolóxicas da atmosfera e determinan o clima de grandes rexións do globo terráqueo.

O aire pesa

Outra propiedade da materia é que ten masa e, polo tanto, pesa. Aínda que non nos decatemos porque estamos adaptados a ela, a atmosfera ten un peso considerable e exerce unha gran presión sobre os corpos que están en contacto con ela. Esta presión recibe o nome de **presión atmosférica**¹ e exerceuse por igual en todas direccións, cara arriba, cara abaixo e cara aos lados.

A existencia da presión atmosférica é doada de comprobar se realizas a experiencia representada seguidamente. Verte unha pouca auga nun vaso e tápao cun papel de xeito que quede ben axustado á boca do vaso. Suxeita o papel cunha man e dálle a volta ao vaso coa outra man, retirando a man que suxeita o papel tal e como se indica na fotografía. Comprobarás que a auga do vaso non cae.

¹ O científico italiano E. Torricelli (1608-1647) foi quen primeiro determinou o valor da presión atmosférica en 1643. Encheu con mercurio un tubo de vidro de máis dun metro de longo pechado por un extremo e introduciu o outro extremo nunha cubeta con mercurio. Comprobou que ao nivel do mar a altura do mercurio no interior do tubo baixaba ata quedar estabilizada a unha altura de 76 cm (760 mm) e que na parte superior do tubo só existía o baleiro. Torricelli supuxo que a presión atmosférica sobre o mercurio da cubeta equilibraba a presión da columna de mercurio do interior do tubo.

A presión atmosférica diminúe coa altitude en zonas próximas á superficie terrestre a razón duns 100 milibares por quilómetro de altura.



A explicación deste feito consiste en que existe unha presión sobre a cara interior do papel debida ao peso da auga e outra presión sobre a cara exterior debida á presión atmosférica. Como o vaso contén unha pequena cantidade de auga, a presión que exerce sobre o papel é menor cá presión atmosférica e a auga non pode caer.

Non obstante a presión atmosférica non é a mesma en calquera lugar. A medida que aumenta a altitude a cantidade de aire que hai por riba é menor, polo que a presión atmosférica diminúe coa altitude.

Ó nivel do mar a presión atmosférica definida como presión normal é de 760 mm de mercurio (mm Hg), tamén denominada 1 atmosfera (atm). En meteoroloxía utilízase outra unidade chamada milibar (mb). A equivalencia entre atmosferas, milibares e milímetros de mercurio é a seguinte:

$$1 \text{ atm} = 1.013 \text{ mb} = 760 \text{ mm Hg}$$

3. O TEMPO ATMOSFÉRICO

O tempo atmosférico é un indicador do estado da atmosfera nun lugar determinado e nun momento concreto. Para coñecer o estado do tempo é preciso observar e medir diariamente os factores que o determinan: humidade atmosférica, temperatura, presión atmosférica, ventos, precipitacións, etc.

Temperatura

O Sol é a principal fonte da enerxía que chega á Terra. Da radiación solar que alcanza o límite externo da atmosfera, ao redor dunha terceira parte é reflectida ao espazo. Das radiacións non reflectidas, unha parte é retida polas capas atmosféricas, de xeito que á superficie terrestre soamente chega ao redor dun 45 % da radiación solar non reflectida.

A enerxía que chega á superficie é devolta á atmosfera e absorbida polo dióxido de carbono, o vapor de auga e as nubes. Isto explica que a temperatura da troposfera diminúa coa altitude, pois nesta zona a atmosfera quéntase de abaixo a arriba.

A temperatura da Terra depende da cantidade de calor que recibe do Sol e varía en función da latitude², da altitude, da humidade, da proximidade ao mar, da vexetación, dos ventos dominantes, etc.

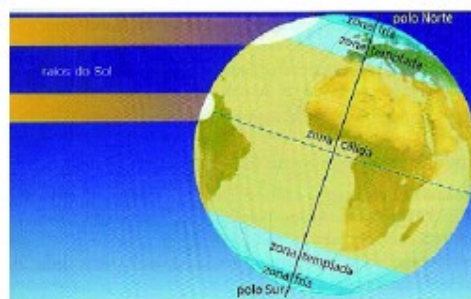


En xeral, canto maior é a distancia dun punto ao Ecuador, é dicir, a latitude, menor é a temperatura media nese punto. Isto acontece así porque nas proximidades do Ecuador os raios solares inciden case perpendicularmente sobre a superficie, quentándoa máis intensamente. Non obstante, a medida que nos afastamos do Ecuador cara aos polos, os raios solares inciden con maior inclinación e transmiten menos enerxía polo que as temperaturas son menores.

² A latitude dun punto calquera da superficie terrestre é a distancia que existe, medida en arco de meridiano, desde ese punto ao Ecuador.

Ao longo do ano a temperatura varía dependendo da posición da Terra co relación ao Sol, debido á inclinación do eixe da Terra e ao movemento de translación. En xeral, nunha mesma zona, a temperatura media no verán é máis alta que no inverno.

Durante o día a temperatura varía debido ao movemento de rotación, e adoita ser máxima ao mediodía. En xeral as temperaturas son máis suaves nas zonas costeiras que no interior. Isto é así porque a auga do mar quéntase e arrefriase máis a modo cá terra, moderando a temperatura da atmosfera nas zonas costeiras.



A temperatura depende tamén da nubosidade, da vexetación, dos ventos dominantes, etc.

Os aparellos utilizados para medir a temperatura atmosférica son os **termómetros**. En Meteoroloxía, emprégase o termómetro de máxima e mínima, no que quedan rexistradas as temperaturas máxima e mínima acadadas durante un día. Ás veces utilízase a temperatura media, que é a media aritmética da temperatura máxima e mínima do día.



Termómetro.

Humidade atmosférica

A **cantidade de vapor de auga que contén o aire** é a humidade atmosférica. Este vapor incorpórase ao aire pola evaporación das augas que forman a hidrosfera, e sepárase del por condensación e posterior precipitación en calquera das súas formas.

A cantidade de vapor que pode conter o aire é variable e depende, entre outros factores, da época do ano, do tipo de solo e da temperatura ambiente.

Chámase **humidade de saturación** á cantidade máxima de vapor de auga que pode conter o aire a unha determinada temperatura, sen que chegue a producirse a súa condensación.

Existen varios **métodos para medir a humidade atmosférica e de expresala**. Unha maneira fácil de facelo é en gramos de vapor de auga por metro cúbico de aire, o que se chama humidade absoluta. Non obstante na práctica esta medida non é útil, polo que se recorre a un concepto máis complexo pero máis significativo, que é o de humidade relativa. O seu valor obtense dividindo a cantidade de vapor de auga que contén un metro cúbico de aire entre a cantidade máxima que podería conter se estivese saturado.

Exprésase en tanto por cen, de xeito que a un aire saturado correspóndelle un 100 % de humidade relativa, e a un aire completamente seco, sen vapor de auga, un 0 %. Se a humidade relativa é de 70 % quere dicir que o aire contén o 70 por cen do vapor de auga que podería conter a esa temperatura.

A humidade **pódese medir co higrómetro ou co psicrómetro** que é máis preciso.

Cando o aire acada a saturación xa non ten capacidade para conter máis vapor de auga. Nestas condicións, se por ascenso do aire este se arrefría, o vapor de auga condénsase sobre pequenas partículas de po ou outras substancias que flotan no aire, formando pequenas pingas de auga ou de xeo. Debido a esta condensación fórmanse as nubes que, en determinadas circunstancias, producen as **precipitacións**³ en forma de chuvia, neve ou sarabia.



Higrómetro.

³ Precipitacións

Cando as pingas de auga que forman as nubes aumentan de tamaño debido á condensación, vólvense máis pesadas e caen á superficie en forma de **chuva**.

Para medir as precipitacións rexistradas nun lugar determinado utilízase o **pluviómetro**.

Este aparello consiste nun depósito provisto dunha escala no que se recollen e se miden as precipitacións. A medida pode expresarse en mm de altura ou en litros por metro cadrado.



Pluviómetro.

Presión atmosférica

No apartado *Propiedades do aire* comprobamos que o aire pesa. Recibe o nome de presión atmosférica o **peso que exerce a atmosfera sobre a superficie terrestre**.

O valor da presión atmosférica non é constante senón que **pode variar por diferentes causas**:

- **A altitude.** A presión atmosférica diminúe coa altitude debido a que, conforme subimos, a cantidade de aire que temos por riba é menor que en altitudes máis baixas, polo que exercerá menor presión. Esta diminución é máis rápida nas capas próximas ao solo, nas que se concentra máis da metade do aire existente en toda a atmosfera.
- **A temperatura e a humidade do aire.** Nestas condicións o aire é menos denso, pesa menos, e ascende, polo que a presión que exerce sobre o solo é menor.

A presión atmosférica **mídese co barómetro** e pódese expresar en mm. de mercurio (mm Hg) ou en milibares (mb).

A presión atmosférica normal ao nivel do mar é de 760 mm Hg, equivalentes a 1.013 mb. As presións superiores á presión normal reciben o nome de altas presións, e as inferiores baixas presións.

Tendo en conta o valor da presión atmosférica, poden existir na atmosfera dúas áreas características:

- **Anticiclón:** É unha masa de aire seco, xeralmente frío, na que predominan as altas presións. Adoita traer tempo seco.
- **Borrasca:** É unha masa de aire húmido, xeralmente cálido, no que predominan as baixas presións. Adoita traer precipitacións.



Barómetro.

As liñas que unen puntos nos que se rexistra a mesma presión atmosférica reciben o nome de **isóbaras**.



Se a temperatura do aire é moi baixa as pingas de auga conxélanse nas nubes e caen á terra en forma de **neve**. A **sarabia** orixínase cando as pingas de auga que caen se conxelan ao atravesar capas de aire máis frío antes de chegar ao solo.

Vento

O vento é aire en movemento que se despraza debido aos cambios de temperatura e de presión que se producen na atmosfera.

Cando existen diferenzas de presión entre dúas zonas da atmosfera, o aire desprázase desde as zonas de alta presión ou anticiclónicas ás de baixa presión ou borrascas, orixinando os ventos. Polo tanto, poderíamos dicir que os ventos orixínanse ao se desprazar o aire para compensar as diferenzas de presión.

Na troposfera, debido ás diferenzas de temperatura, presión e humidade que existen nas distintas zonas da Terra, fórmanse grandes masas de aire que presentan as características do lugar onde se orixinan, formándose así masas de aire quente, frío, húmido ou seco. Estas masas de aire tenden a desprazarse dando lugar á formación de fronte. As **frontes** son as zonas de contacto entre as masas de aire frío e as masas de aire quente.

Cando unha masa de aire frío se move cara a unha masa de aire quente, o límite entre as dúas chámase **fronte fría**.

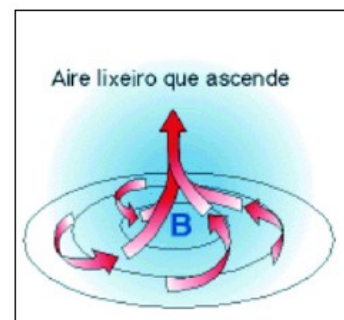
Cando a masa de aire quente é a que se move cara á de aire frío, o límite chámase **fronte cálida**.

Nos ventos hai que ter en conta dúas características: a súa dirección e a súa velocidade.

Para determinar a dirección, que indica de onde ven, emprégase o **catavento**.

A medida da velocidade realízase co **anemómetro** e exprésase en km/h.

Nos mapas do tempo estas características do vento represéntanse por medio dunha frecha que indica a súa dirección e uns pequenos segmentos perpendiculares a ela que indican a velocidade. Un segmento curto equivale a un grado e un longo a dous grados, na escala **Beaufort**.



Formación dos ventos.



Anemómetro.

Graos Beaufort	Vento	Velocidade (km/h)
0	Calma	--
1	Aire lixeiro	1-5
2	Brisa lixeira	6-11
3	Brisa suave	12-19
4	Brisa moderada	20-28
5	Brisa fresca	29-38
6	Brisa forte	39-49
7	Vento moderado	50-61
8	Vento fresco	62-74
9	Vento forte	75-88
10	Vento fortísimo	89-102
11	Tempestade	103-117
12	Furacán	118-133



A escala Beaufort é unha escala numérica que se emprega en meteoroloxía para describir a velocidade do vento, asignándolle números desde 0 (calma) a 12 (furacán).

4. A PREDICIÓN DO TEMPO³

A previsión do tempo que vai facer nun lugar determinado ten moita importancia porque nos permite tomar medidas ante posibles inclemencias meteorolóxicas.

Non é posible controlar os fenómenos atmosféricos, pero si poñer en práctica algunhas medidas de seguridade para evitar perdas de vidas humanas cando ocorren grandes catástrofes, ciclóns e inundacións, así como os graves custos económicos, sobre todo na agricultura, ocasionados polas xeadas, o pedrizo, as secas, etc.



Fotografía tomada por satélite.

Na actualidade a rede de observación e recollida de datos fai que o prognóstico do tempo a curto, medio e longo prazo sexa bastante acertado e completo.

A rede de recollida de datos emprega estacións meteorolóxicas repartidas por todo o mundo, que envían os seus datos a unha estación central, barcos meteorolóxicos, globos sonda situados a diferentes alturas na atmosfera, satélites artificiais que envían fotografías e datos, etc. Toda a información recibida é tratada por ordenador e con ela elabóranse os mapas de predición do tempo para as próximas horas ou días.

Os **mapas do tempo** son as representacións do estado do tempo para unha zona xeográfica determinada.

³ Tempo e clima

A miúdo podemos comprobar que na linguaxe cotiá se confunden os conceptos de tempo e clima. **O tempo** é o estado da atmosfera nun lugar en un momento determinado. Non obstante **o clima** refírese ás condicións atmosféricas nunha rexión, nun país, etc., durante un longo período de tempo.

Nun momento determinado pódese dicir que Lugo e Murcia teñen o mesmo tempo meteorolóxico, por exemplo, altas temperaturas. Non obstante, é claro que estas dúas cidades non teñen o mesmo clima, como o indican o seu réxime de temperaturas, precipitacións, etc., ao longo do ano.

Para estudar o clima é preciso analizar, ademais dos elementos do tempo, outros factores como a latitude, a altitude, a proximidade ao mar, etc.

Neles representasen, entre outros datos:

- A posición das diferentes masas de aire, borrascas e anticiclóns.
- Os puntos nos que se rexistra a mesma presión atmosférica unidos por liñas isóbaras, que delimitan as zonas de altas presións e de baixas presións.
- A dirección e a velocidade dos ventos.
- A posición das fronteiras en forma de liñas que definen as fronteiras cálidas (en vermello e con semicírculos) e as fronteiras frías (en azul e con triángulos).

Todos estes datos permiten facerse unha idea bastante clara do estado do tempo no momento en que se elabora o mapa:



- Unha zona de baixa presión fai supoñer que haberá nubes e precipitacións. Pola contra, nunha zona de altas presións as masas de aire están ascendendo e impedirán a formación de nubes.
- Os ventos soprarán máis fortes nas zonas nas que as isóbaras estean máis xuntas.
- O paso dun fronte, cálido ou frío, supón sempre un empeoramento do tempo.

5. ACCIÓN XEOLÓXICA DO AIRE

A superficie da Terra non permanece invariable ao longo do tempo xa que a forma das montañas, dos vales, das chairas, das costas, etc., experimenta cambios que van modificando pouco a pouco a forma do relevo, mais estes cambios son tan lentos que case non nos decatamos de que existen.

Os elementos que modifican o relevo actuando desde o exterior da codia terrestre recibe o nome de axentes xeolóxicos externos. Os principais axentes xeolóxicos externos son a atmosfera, o vento, a auga e os seres vivos.

Como consecuencia da actuación dos axentes xeolóxicos a forma do relevo terrestre e a paisaxe van cambiando lentamente ao longo do tempo.

As modificacións producidas polos axentes xeolóxicos externos poden ser de varios tipos:

- **Erosión:** Consiste na disgregación do solo ao arrastrar os materiais que o forman.
- **Transporte:** Como indica o seu nome, consiste en carrexar os materiais arrastrados durante a erosión e pode ser realizado pola auga e polo vento.
- **Sedimentación:** Consiste no depósito dos materiais transportados formando novas capas ou estratos no solo.

Por outra parte e debido á súa composición e aos cambios de temperatura, a atmosfera actúa sobre as rochas transformándoas e crebándolas, sen que exista transporte. Este tipo de acción recibe o nome de meteorización e pode ser de dous tipos: meteorización física e meteorización química.

Meteorización física

Algunha vez terás comprobado que ao encher un vaso de vidro cun líquido moi quente, o vidro pode chegar a crebar ou estalar. Tamén adoitan crebar as pedras das lareiras e das chemineas. Isto é debido á **dilatación e contracción** que experimentan polas variacións de temperatura ás que están sometidas, xa que moitas rochas están compostas por distintos minerais que se dilatan e contraen de forma desigual.

Nas zonas desérticas ou de alta montaña existen grandes variacións de temperatura entre o día e a noite. Durante o día as rochas quéntanse e dilátanse. Pola contra, de noite contrañense debido ao descenso da temperatura. A repetición deste fenómeno produce a aparición de gretas nas rochas e provoca a súa rotura.

Doutra parte, nos climas fríos a auga que penetra polas gretas das rochas conxélase debido ao descenso da temperatura durante a noite e nas épocas de frío. A auga, ao conxelarse, aumenta de volume facendo que o xeo producido actúe como unha **cuña** sobre as gretas que rompe as rochas. Se se trata dunha montaña, os fragmentos de rocha arrolan polas ladeiras e acumúlanse na base da montaña.



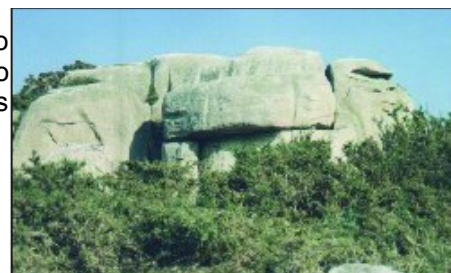
Polo tanto, a meteorización física é debida ás variacións de temperatura que actúan sobre as rochas de dous xeitos distintos: provocando dilatacións e contraccións nas rochas e conxelando a auga que penetra polas gretas e que actúan como cuñas que creban as rochas.

Meteorización química

A meteorización química é debida á acción conxunta do vapor de auga, o osíxeno e o dióxido de carbono contidos no aire, que provocan a transformación ou descomposición dalgúns tipos de rocha.

A meteorización química pode producir distintos **efectos** segundo o tipo de rocha de que se trate:

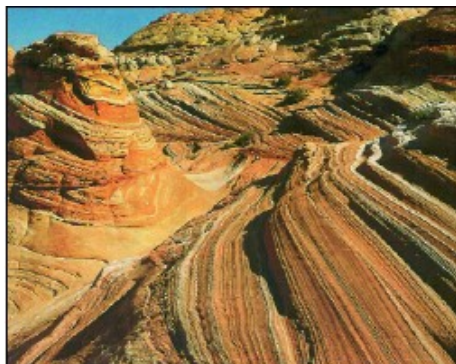
- Algunhas rochas como o xeso e a rocha calcaria son atacadas polo dióxido de carbono disolto na auga das precipitacións, o que provoca nos solos deste tipo de rochas que se formen simas e covas subterráneas.
- As rochas que conteñen minerais dalgúns metais como, por exemplo, o ferro, son atacadas polo osíxeno do aire, orixinando óxidos que cambian a cor das rochas e que son arrastrados pola auga.
- O granito descomponse pola acción da auga con dióxido de carbono que ataca o feldespato, converténdoo en arxila e facendo que o granito se descompoña. Esta é unha causa do deterioro de moitos monumentos que están realizados con este tipo de material.



Acción do vento

O vento realiza as tres accións xeolóxicas fundamentais: *erosión*, *transporte* e *sedimentación*.

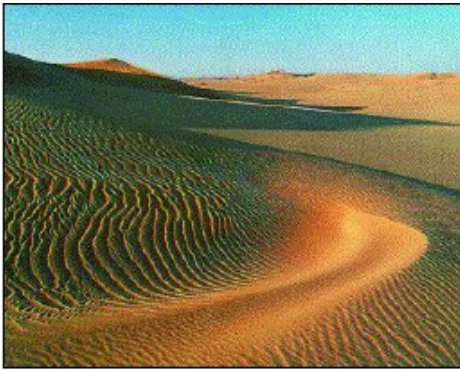
A **acción erosiva** prodúcese cando o vento proxecta sobre as rochas as partículas de area que arrinca do solo. Este fenómeno recibe o nome de **corrosión** e é máis intensa nos solos secos e carentes de vexetación.



O **transporte** dos materiais arrastrados polo vento pódese producir a distancias máis ou menos longas segundo o tamaño das partículas. As primeiras en depositarse son as partículas de area por seren as máis pesadas. As partículas máis finas, como os limos e as arxilas, poden ser arrastradas a grandes distancias e depositarse a centos de quilómetros do lugar de orixe.

As **dunas** son formacións típicas producidas pola acción do vento nas zonas desérticas e, en xeral, nos lugares areosos. Fórmanse cando o vento sopra preferentemente nunha dirección arrastrando a area e depositándoa ao chocar contra un obstáculo.

Vistas de perfil as dunas teñen pouca pendente do lado do vento e moita no lado oposto e avanza seguindo a dirección do vento. Ás veces ameazan con invadir estradas ou terreos de cultivo, e é preciso inmobilizalas impedindo o seu avance coa semente de plantas capaces de reter a area coas súas raíces, por medio de cercas de madeira, etc.



Dunas no deserto do Sahara.



Duna de Corrubedo



6. A CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

A atmosfera é fundamental para a vida, polo que as súas alteracións teñen unha gran repercusión no ser humano e no resto dos seres vivos.

Unha atmosfera contaminada pode deteriorar a saúde das persoas e danar a vida das plantas e dos animais. Ademais, os cambios que se producen na composición química da atmosfera poden intensificar o efecto invernadoiro, producir chuvia ácida e destruír a capa de ozono.

Podemos definir a contaminación atmosférica como a **presenza no aire de substancias e formas de enerxía que alteran a súa calidade, de xeito que implique risco, dano ou molestia grave para as persoas e bens de calquera natureza.**

Focos de contaminación

A actividade humana, mesmo a máis normal e cotiá, pode producir contaminación. Cando utilizamos electricidade, medios de transporte, metais, plásticos ou pinturas; cando consumimos alimentos, medicinas ou produtos de limpeza; cando prendemos a calefacción, quentamos a comida ou a auga, etc., prodúcese, directa ou indirectamente, substancias contaminantes do aire.

Podemos definir os **contaminantes** como as substancias e formas de enerxía que potencialmente poden producir riscos, danos ou molestias graves ás persoas, ecosistemas ou bens en determinadas circunstancias.

Nos países industrializados a contaminación do aire procede, máis ou menos a partes iguais, dos medios de transporte, dos grandes focos de emisións industriais e dos pequenos focos de emisións das zonas urbanas ou rurais.

Sen ter en conta a contaminación procedente de fontes naturais tales como volcáns, incendios non provocados, descomposición da materia orgánica, etc., os principais focos de contaminación do aire son os seguintes:

a) Transporte. Produce gases contaminantes procedentes da combustión dos motores dos vehículos de transporte: automóviles, avións e barcos que emiten óxidos de carbono, de xofre, de nitróxeno, hidrocarburos, chumbo, etc.



b) Industria. As distintas clases de industrias producen diferentes tipos de contaminantes:

- **Centrais térmicas.** Emiten residuos procedentes da combustión dos chamados combustibles fósiles tales como óxidos de xofre, óxidos de nitróxeno, partículas de po, metais, hidrocarburos, óxidos de carbono e derivados de cloro, fluor, etc.

- **Industrias siderúrxicas.** Os principais contaminantes que emiten son partículas sólidas, óxidos de xofre, monóxido de carbono, sulfuro de hidróxeno, fluor, ácidos clorhídrico e sulfúrico, vapores de zinc, fumes, cheirume, etc.

- **Industrias metalúrxicas:**

- **De aluminio:** emiten monóxido de carbono, sulfuro de hidróxeno, gas fluoruro e partículas sólidas non fluoradas.
- **De cobre:** desprenden dióxido de xofre, fumes e partículas.
- **De chumbo e zinc:** emanen fumes, po e dióxido de xofre.

- **Industrias nucleares** tales como centrais eléctricas, armas nucleares e prácticas médicas ou de investigación. Empregan ou producen isótopos radioactivos como radon, iodo, cesio, plutonio, estroncio, etc., que supoñen un risco de emisión de radiación e un problema de almacenamento de residuos radioactivos cunha vida media moi longa.

- **Industrias cimenteiras.** Emiten unha gran cantidade de po e fumes, sobre todo as que empregan o sistema seco.
- **Outras industrias:** químicas, papelerías, etc. Emiten fumes ácidos, óxidos de xofre e de nitróxeno, sulfuro de hidróxeno (cheiro propio das papelerías), partículas sólidas, etc.
- c) **Residuos urbanos.** As actividades domésticas poden ser fonte de distintos tipos de contaminación:
 - **Residuos sólidos urbanos.** Dos vertedoiros controlados e das incineradoras emanan principalmente dióxido de carbono, metano, gases tóxicos e malos olores.
 - **Calefaccións domésticas.** Segundo o combustible empregado emiten diferentes contaminantes, sendo os gasosos moito máis limpos cós sólidos e os líquidos. Desprenden óxidos de carbono, de nitróxeno, de xofre, hidrocarburos, cinzas e metais pesados.
- d) **Outros.** Son moi variados e cando a súa intensidade é grande poden alcanzar unha gran importancia no ámbito ao que afectan:
 - **Ruídos** procedentes do transporte terrestre ou aéreo, dalgunhas industrias, de actividades urbanas ruidosas, etc.
 - **Calor** producido polas combustións domésticas e industriais e polo transporte, que afecta sobre todo ás áreas urbanas moi pavimentadas e carentes de vexetación.
 - **Contaminación electromagnética** producida polas liñas de alta tensión e certos aparellos electrodomésticos, fume do tabaco en ambientes interiores, etc.

7. CONSECUENCIAS DA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Entre as principais consecuencias da contaminación atmosférica que poden afectar a todo o planeta están a *chuvia ácida*, o *incremento do efecto invernadoiro* e a *destrución da capa de ozono*.

A *chuvia ácida*

Orixínase principalmente debido á emisión á atmosfera de óxidos de xofre e de nitróxeno en forma de gases producidos pola combustión de combustibles fósiles nas centrais térmicas e noutras industrias. Estes óxidos combínanse na atmosfera co vapor de auga formando ácidos moi corrosivos que caen á terra disoltos na auga da *chuvia* producindo a chamada *chuvia ácida*.

Efectos: a *chuvia ácida* afecta ás plantas provocando a caída das follas, fíltrase ao solo danando as raíces e provocando a morte das plantas ou freando o seu crecemento. Tamén se mestura coa auga dos ríos e dos lagos matando todo tipo de vida existente neles. Mesmo causa danos en edificios e monumentos situados ao aire libre xa que ataca á rocha coa que están construídos.



*Efectos da **chuvia ácida**.*

A **loita** contra este tipo de contaminación precisa da colaboración internacional xa que as emisións producidas nun país poden chegar a afectar a lugares situados a miles de quilómetros de distancia.

O efecto invernadoiro

A Terra quéntase grazas á enerxía procedente do Sol. A atmosfera actúa como un illante térmico que retén unha parte desta enerxía que é reflectida polo solo, comportándose como un invernadoiro: deixa pasar a enerxía solar, pero impídelle que escape.

Os gases responsables da retención das radiacións reflectidas pola superficie terrestre son principalmente o vapor de auga e o dióxido de carbono.

Ao longo do século XX a cantidade de dióxido de carbono sufriu un espectacular aumento debido fundamentalmente ás seguintes causas:

- O emprego de combustibles fósiles, carbón e derivados do petróleo, na industria, nos medios de transporte e nas calefaccións, que provoca a liberación de grandes cantidades de dióxido de carbono á atmosfera durante a súa combustión.
- A destrución de grandes extensións de superficie forestal en todo o mundo que, por medio da fotosíntese, poderían absorber o dióxido de carbono producido en exceso.

O aumento da proporción de dióxido de carbono na atmosfera incrementou o efecto invernadoiro e, como consecuencia, a temperatura global da atmosfera estase a elevar. Este aumento de temperatura podería chegar a provocar a fusión dos xeos polares, producindo un ascenso do nivel do mar que asolagaría zonas costeiras, cidades, e terreos agrícolas e poñería en perigo a supervivencia de moitas especies adaptadas a condicións máis frías.

Este quentamento tamén ocasionaría alteracións no réxime de chuvias e ventos e, polo tanto, un cambio climático. Algúns científicos manteñen a hipótese de que o aumento do número de catástrofes naturais producidas nos últimos anos: inundacións, tormentas, secas, furacáns, etc., é debida a este fenómeno.

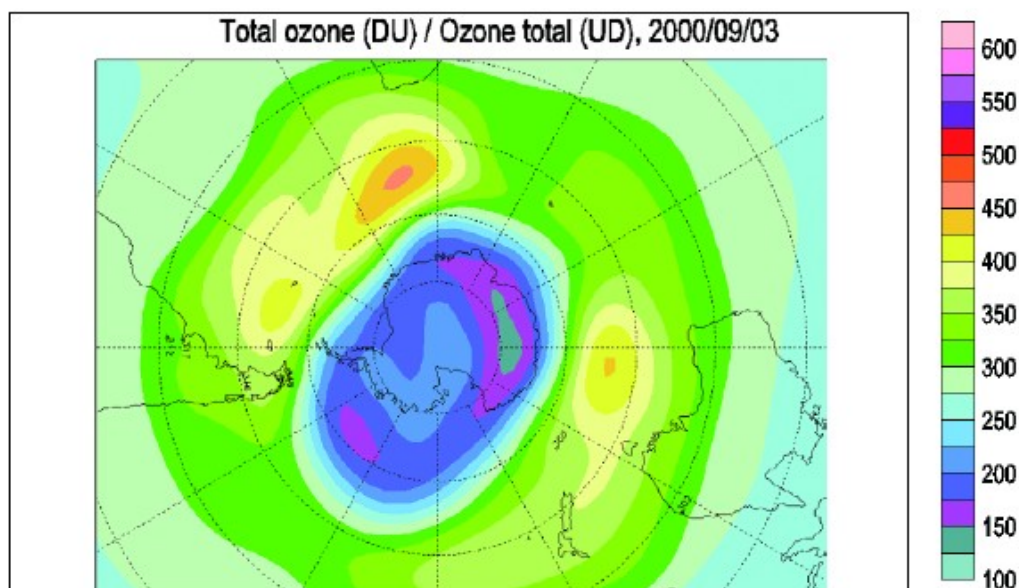


A atmosfera quentase coa radiación solar que os gases "invernadoiro" non deixan escapar. Unha proba da eficacia deste efecto é que a temperatura media da Terra é de 15 °C, mentres que a temperatura media da Lúa, que non ten atmosfera e está á mesma distancia do Sol, é duns -30 °C.



Fusión do manto de xeo na Antártida.

A



Enténdese por burato de ozono a zona da atmosfera onde a columna vertical do ozono total é inferior ás 220 unidades Dobson (uns 2 mm.).

destrución da capa de ozono

O ozono (O_3) é unha forma especial de molécula de osíxeno que se encontra na estratosfera a unha altura duns 30 km, e que forma unha capa ao redor da superficie terrestre que é esencial para a vida na Terra. Esta capa absorbe as nocivas radiacións ultravioleta⁴ do Sol, impedindo que cheguen á superficie terrestre e que causen graves danos aos seres vivos. Nos anos setenta os científicos descubriron que se ía reducindo o grosor desta capa e nos oitenta xa confirmaron a presenza dun burato sobre a Antártida.

Os principais **axentes causantes** da destrución da capa de ozono son os gases chamados **CFC**⁵ (clorofluorocarbonos) que se empregan como refrixerantes nos frigoríficos e instalacións de aire acondicionado, como impulsores nos envases con aerosois, como axentes escumantes, como disolventes en produtos de limpeza e como envoltorios dalgúns alimentos preparados.

Tamén son culpables da destrución da capa de ozono o **emprego de fertilizantes agrícolas** e as **emisións de gases procedentes dos avións a reacción**.

A diminución da concentración de ozono afecta a toda a atmosfera pero é especialmente acusada na Antártida e nas zonas próximas a ela onde todos os anos, entre os meses de setembro a novembro, se produce unha importante diminución da concentración de ozono orixinando o chamado burato de ozono.

⁴ Tipos de radiación ultravioleta (UV)

UV-A: Non é absorbida polo ozono. Non é prexudicial para os seres vivos.

UV-B: É absorbida case totalmente pola capa de ozono. É nociva para os seres vivos.

UV-C: É absorbida completamente polo ozono e o osíxeno.

⁵ Clorofluorocarbonos (CFC)

Os CFC son compostos moi estables, é dicir, apenas reaccionan. Non obstante, pola acción da radiación dos raios ultravioleta na estratosfera liberan cloro, que reacciona co ozono destruíndoo e converténdoo en osíxeno. Calcúlase que un só átomo de cloro pode chegar a destruír ata un millón de moléculas de ozono.

As radiacións solares que pasan a través deste burato conteñen unha proporción de raios ultravioleta prexudiciais maior que as radiacións normais. Estas radiacións están a ocasionar un incremento dos casos de cancro, especialmente de pel, danos nos ollos tales como irritacións, cataratas e mesmo cegueira temporais. Tamén se presume que poden estar relacionadas con danos nas formas de vida mariña.

Conforme aumentaban os coñecementos científicos sobre a destrución da capa de ozono e seguía a aumentar a produción de substancias perniciosas para ela, foi crecendo a preocupación dos cidadáns e das institucións sobre os efectos nocivos que este fenómeno podería provocar.

- En 1985 celebrouse a Convención de Viena para tratar de protexer a capa de ozono.
- En 1987 asinou o Protocolo de Montreal no que se tomaron as primeiras medidas para tratar de reducir e eliminar os produtos químicos, principalmente CFCs, que danan a capa de ozono.

Na actualidade estase a actualizar este protocolo engadindo novas substancias a controlar e acordando nova datas de redución e eliminación das diferentes substancias.

8. O AIRE E OS SERES VIVOS

Os seres vivos necesitamos da atmosfera xa que sen ela a vida na Terra non sería posible. A atmosfera contén os gases necesarios para os seres vivos, protéxeos dos raios ultravioleta do Sol e regula a temperatura da superficie terrestre.

Ademais, para a supervivencia dos seres vivos é fundamental non modificar a composición do aire con substancias que os poidan prexudicar.

O gases que compoñen a atmosfera teñen varias utilidades para as distintas clases de seres vivos:

- O **nitróxeno** necesario para a alimentación das plantas.
- O **dióxido de carbono** imprescindible para que os vexetais realicen a fotosíntese. Este proceso é importante para todos os seres vivos, xa que no mesmo as plantas elaboran a materia orgánica que servirá de alimento para todos eles.
- O **osíxeno** que é indispensable para a respiración dos seres vivos. Moitos deles, neste proceso, obteñen enerxía. Este gas é necesario, ademais, para os procesos de combustión, oxidación e descomposición da materia orgánica do solo.
- O **vapor de auga**, que ao condensarse e formar as nubes, proporciona auga por medio das precipitacións.

Ademais, a atmosfera protexe os seres vivos debido a que:

- **Actúa como filtro**, xa que a capa de ozono impide que as radiacións solares prexudiciais para os seres vivos cheguen ata a superficie terrestre.
- **Conserva a calor procedente do Sol**, impedindo a existencia de grandes diferenzas de temperatura entre o día e a noite. Poderíamos dicir que a atmosfera se comportase como un enorme invernadoiro que proporciona as condicións ideais de temperatura e humidade para a vida na Terra.
- Serve de **medio para o transporte e a transmisión do son**, que non se podería propagar no baleiro.
- Actúa como **escudo protector** fronte á maioría dos meteoritos, impedindo o seu impacto sobre a cortiza terrestre.
- **Intervén como axente xeolóxico** na formación e modelaxe da paisaxe e nela danse os fenómenos meteorolóxicos que condicionan a vida no noso planeta.

O aire e a saúde

Aínda que a composición e a calidade do aire son factores de gran importancia para a nosa saúde, non sempre se encontra en condicións óptimas.

O aire incorpórase ao noso organismo polas vías respiratorias. É beneficioso para a saúde respirar polo nariz xa que, deste xeito, no seu interior poden quedar retidas as partículas sólidas que contén, ao tempo que o aire se humedece e se quenta antes de entrar nos pulmóns.

O sangue, ao recoller o osíxeno do aire para transportalo ao resto do corpo, tamén recolle os gases tóxicos presentes no aire que poden danar o noso organismo. Por este motivo, o incremento de gases nocivos no aire como consecuencia da contaminación pode ocasionar un maior número de enfermidades relacionadas cos órganos respiratorios.

O aire tamén transporta pole das plantas, po e outras substancias que son as causantes dun gran número de alerxias nas persoas.

Así mesmo, existen algunhas enfermidades que se contaxian empregando o aire como medio de transporte. A ventilación regular dos lugares pechados pode evitar a transmisión deste tipo de enfermidades.

Prevención da contaminación do aire

A atmosfera é un espazo pechado no que todo o que chega a ela se acumula alcanzando concentracións cada vez maiores mentres non é eliminado. Polo tanto, é preciso evitar no posible a contaminación do aire e, cando se produce, paliar os efectos que a contaminación poida ocasionar.

En maior ou menor medida, todos podemos contribuír á redución da contaminación do aire adoptando medidas que deben ser aplicadas por todos de xeito permanente para que sexan efectivas. Algunhas destas **medidas** son as seguintes:

- Manter ben regrados os motores dos automóviles.
- Evitar a queima de todo tipo de residuos sólidos urbanos ou industriais ao aire libre: lixo, pneumáticos, aceite dos motores, etc.
- Usar racionalmente os pesticidas na agricultura.
- Coidar o estado dos bosques e dos montes, evitando os incendios e a destrución das zonas verdes, tanto no campo como na cidade.
- Procurar a reciclaxe do lixo e non vertelo de xeito incontrolado.
- Non utilizar produtos desbotables e non biodegradables.
- Evitar o consumo de tabaco, sobre todo en ambientes pechados e en presenza doutras persoas.