

Processos a l'atmosfera

La Terra presenta un tret molt característic que la distingeix dels altres planetes. Es tracta d'una atmosfera amb una composició que ha permès el desenvolupament de la vida. Aquesta composició es deu, no només a les emissions volcàniques que es van donar des d'un principi, sinó també a les modificacions que han fet els mateixos éssers vius.

1. Concepte, estructura, composició i funcions de l'atmosfera

L'atmosfera és l'embolcall gasós del nostre planeta.

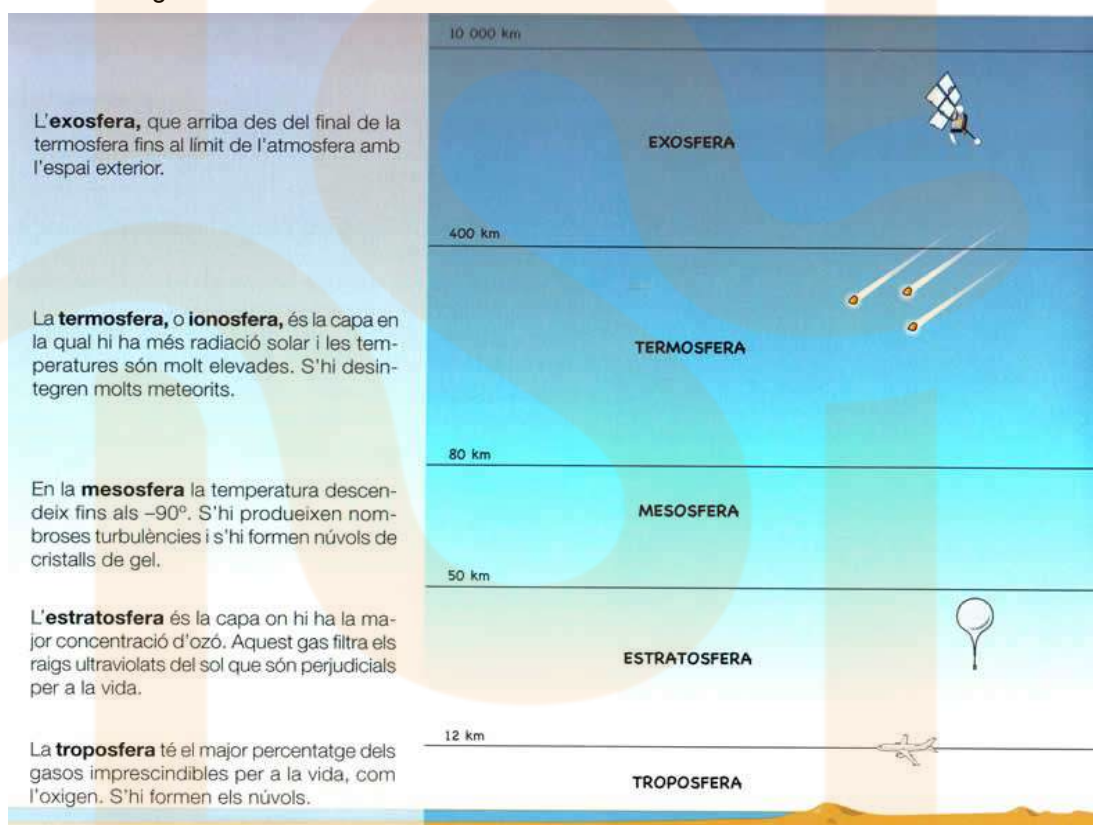
L'atmosfera està formada per aire. La seva densitat i composició varia segons l'altura.

La concentració de gasos és menor a mesura que s'ascendeix per l'atmosfera a causa del descens que experimenta la pressió atmosfèrica amb l'altura.

Composició de l'atmosfera actual

GAS	Percentatge (%)
Nitrogen (N ₂)	78.08
Oxigen (O ₂)	20.95
Argó (Ar)	0.93
Diòxid de carboni (CO ₂)	0.04
Altres	<0.001

Diverses característiques permeten diferenciar 5 capes diferents dins de l'estructura de l'atmosfera. La primera d'elles, anomenada troposfera, té un gruix de només 9 - 16 Km però és molt important doncs és on es produeixen gairebé la totalitat de fenòmens meteorològics.



L'atmosfera té 6 importants funcions per al nostre planeta:

- Filtra, gràcies a l'ozó de l'estratosfera, les radiacions solars ultraviolades nocives.
- Evita grans contrastos tèrmics gràcies a l'efecte hivernacle natural.
- Impedeix la caiguda de meteorits sobre la superfície.
- Conté el diòxid de carboni necessari pels organismes fotosintètics.
- Conté l'oxigen necessari pels organismes respiradors.
- Permet que l'aigua segueixi un cicle a la Terra.

2. Història de l'atmosfera

L'embolcall gasós de la Terra ha experimentat diversos canvis al llarg de la seva història. Una breu sinopsi dels mateixos és:

Edat	Composició	Observacions i processos destacables
Procés de formació de la Terra (fa 4.600 milions d'anys)	Gasos lleugers (hidrogen, heli, etc.)	Els gasos es van anar perdent cap a l'espai.

Des de la formació de la Terra (fa 4.600 milions d'anys) fins fa 3.000 m.a.	Gasos reductors (vapor d'aigua, diòxid de carboni, amoniac, metà, nitrogen molecular, sulfur d'hidrogen, diòxid de sofre)	Tots aquests gasos eren alliberats a l'atmosfera per les erupcions volcàniques i poc van anar formant el primitiu embolcall gasós de la Terra.
Des de fa 3.000 m. a. fins fa 2.000 m. a.	Atmosfera reductora: 85% vapor d'aigua, 10% diòxid de carboni, 5% d'altres gasos: amoniac, metà, nitrogen molecular, sulfur d'hidrogen, diòxid de sofre, etc.	No existia oxigen ni capa d'ozó. Els éssers vius (microorganismes) tenien metabolisme anaeròbic i podien sobreviure a la manca d'oxigen. Només hi havia vida en el medi aquàtic.
Des de fa 2.000 m. a. fins fa 1.000 m. a.	L'atmosfera reductora va començar a ser substituïda per una atmosfera oxidant: 78% nitrogen, 21% oxigen, 1% d'altres gasos: argó, diòxid de carboni, etc.	L'aparició dels primers vegetals fotosintètics que generaven oxigen com a subproducte inicia una canvi radical a l'atmosfera
Fa uns 300 m.a.	Una part de l'oxigen es va transformar amb la capa d'ozó, a l'estratosfera.	Els éssers vius poden colonitzar les terres emergides, protegits per la capa d'ozó que filtra la radiació ultraviolada.

3. Balanç energètic

L'atmosfera es troba en equilibri tèrmic ja que rep tanta energia de Sol com energia emet cap a l'espai.

En termes globals el nostre planeta absorbeix el 72% de l'energia solar incident. El 28% restant és reflectida.

S'anomena **albedo** al tant per u d'energia reflectida per la superfície d'un objecte.

La Terra té un albedo promig de 0,28 però aquest valor pot ser superior o inferior a les diferents zones en funció del tipus de coberta del sòl.

L'aire capta molt poca energia directament de la radiació solar. El seu escalfament, procés clau en diversos fenòmens meteorològics es produeix bàsicament per 3 processos:

- Radiacions infraroges emeses per la superfície terrestre un cop s'ha escalfat.
- Convecció: elevació d'aire superficial que s'ha escalfat.
- Calor latent del vapor d'aigua: energia alliberada per aquest gas quan es transforma en gotes d'aigua o cristalls de gel.

4. Principals paràmetres i processos atmosfèrics

4.1 El vent

Podem definir al **vent** com aire que es mou horitzontalment.

El vent, a escala local o planetària, s'origina sempre com a conseqüència de diferències entre la temperatura de l'aire de dues zones.

Els dos paràmetres més importants que s'enregistren del vent són:

- **La direcció:** indica la seva procedència; s'enregistra amb el penell.
- **La velocitat o força:** indica la seva intensitat; s'enregistra amb l'anemòmetre o a partir dels seus efectes utilitzant l'escala Beaufort.

Depenent de la seva procedència els vents poden originar situacions i fenòmens meteorològics molt diferents. En el cas de Catalunya:

Nom del vent	Procedència	Característiques	Tipus de temps associat
Tramuntana	N	Fred, fort i eixut	Precipitacions al Pirineu (vessant nord). Descens tèrmic.
Gregal	NE	Molt fred i eixut	Baixada acusada de temperatures. Onades de fred a l'hivern.
Llevant	E	Temperat i humit	Precipitacions i nuvolositat especialment al Litoral i Prelitoral.
Xaloc	SE	Càlid.	Ascens tèrmic. Precipitacions i nuvolositat especialment al Litoral i Prelitoral si té origen mediterrani. Onada de calor si té origen africà.
Migjorn	S	Càlid.	Ascens tèrmic. Precipitacions i nuvolositat especialment al Litoral i Prelitoral si té origen mediterrani. Onada de calor si té origen africà.
Garbí o llebeig	SO	Càlid i eixut	Ascens tèrmic. Nuvolositat alta o mitja però sense precipitacions.
Ponent	O	Temperat i eixut	Ascens tèrmic especialment a la costa. Nuvolositat alta o mitja però sense precipitacions.
Mestral	NO	Fred, fort i eixut	Precipitacions al Pirineu (vessant nord). Descens tèrmic.

4.2 La pressió atmosfèrica

La **pressió atmosfèrica** és la força que el pes de l'aire exerceix sobre els objectes.

S'enregistra mitjançant els baròmetres i és un paràmetre de gran importància per a la predicció meteorològica. Experimenta dos tipus de variacions importants:

- **Verticals:** A més altitud menor és la pressió. A la part inferior de la troposfera aquest descens és relativament lineal i de l'ordre de -1 mm de Hg cada 10 m d'ascens.
- **Horizontals:** Existeixen àrees d'alta pressió o anticiclons (valors superiors a 760 mm o 1.013 hPa) i zones de baixa pressió o depressions (inferior a aquests valors).

A les zones on l'aire s'escalfa i ascendeix es forma una zona de pressió baixa mentre que a les zones on l'aire es refreda i té moviments descendents (subsidiència) es generen altes pressions. D'aquesta manera l'aire té tendència a circular sempre de les altes cap a les baixes pressions. La força de Coriolis, un efecte de la rotació terrestre, desvia aquesta trajectòria generant el característic gir dels vents al voltant dels centres de pressió.

4.3 Humitat, nuvolositat i precipitacions

La **humitat absoluta** és la massa d'aigua en forma de vapor que conté un determinat volum d'aire. La **humitat relativa** és el % de vapor d'aigua que conté l'aire en relació a la màxima quantitat que pot contenir en funció de la temperatura a la qual es troba.

Aquest segon paràmetre s'enregistra mitjançant els higròmetres i els psicròmetres. L'aire i el vapor d'aire es comporten com el dissolvent i el solut d'una dissolució. Per això, la quantitat de vapor d'aigua que pot contenir l'aire augmenta amb la temperatura.

Quan una massa d'aire assoleix la saturació d'humitat (100% d'humitat relativa) s'inicia el procés de **condensació**, que és l'origen de diversos fenòmens meteorològics. Aquest procés requereix la presència de **nuclis de condensació** (petites partícules sòlides d'origens diversos) en suspensió a l'atmosfera.

Els processos de condensació i creixement de les gotes d'aigua explicats a l'esquema superior són l'origen de diversos fenòmens meteorològics:

- **Formació de núvols:** els processos naturals que originen la seva formació són:
 - * **Ascensió orogràfica:** l'aire troba un relleu i ha d'ascendir, procés que el fa refredant-se.
 - * **Convecció:** augment de la temperatura i ascensió de l'aire més proper al terra després de que aquesta s'escalfi per la radiació solar.
 - * **Convergència:** l'aire es dirigeix cap a les zones de baixa pressió i ascendeix.
 - * **Superfícies frontals:** a les àrees de separació (fronts) entre dues masses d'aire a temperatura diferent l'aire més calent es veu forçat a ascendir.
- **Boires i boirines:** Núvols que es formen a ran del terra i redueixen la visibilitat a menys de 10 Km (boirina) o a menys d'1Km (boira).
- **Rosada:** condensació de gotes sobre els objectes freds.
- **Gebrada:** formació de cristalls de gel per sublimació sobre els objectes freds.
- **Pluja:** precipitació de gotes d'aigua líquida des d'un núvol.
- **Pluja engelant:** precipitació en forma de gotes congelades o bé que es congelen en el moment de tocar els terra o els objectes.
- **Neu:** precipitació en forma de flocs integrats per cristalls de gel.
- **Granís o calamarsa:** precipitació de fragments de gel arrodonits de diàmetre inferior a 1 cm que cau d'un núvol de tempesta.
- **Pedra:** precipitació de fragments de gel arrodonits de diàmetre superior a 1 cm que cau d'un núvol de tempesta.

4.4 Les tempestes

Les tempestes són fenòmens meteorològics generats per un gènere de núvols anomenats **cumulonimbus** i es caracteritzen per produir llamps, llampecs i trons, habitualment acompanyats de precipitacions en forma de pluja, calamarsa, pedra o neu.

Les tempestes es formen en situacions d'inestabilitat atmosfèrica i es desenvolupen a partir del creixement de núvols del gènere cúmulus, els quals es transformen en cumulonimbus.

Associats a les tempestes es poden generar, a part de les precipitacions, diversos fenòmens meteorològics alguns dels quals provoquen riscos:

- **Llampecs:** descàrregues entre núvols o dins d'un núvol.
- **Llamps:** descàrregues entre un núvol i el terra.
- **Esclafits:** ventades sobtades causades per l'aire descendent.
- **Tornado:** són grans remolins que es formen en el si de núvols de tempesta que afecten a una zona emergida.
- **Mànega marina:** són fenòmens semblants als tornados però que es produeixen sobre el mar i habitualment són menys intensos que els anteriors.

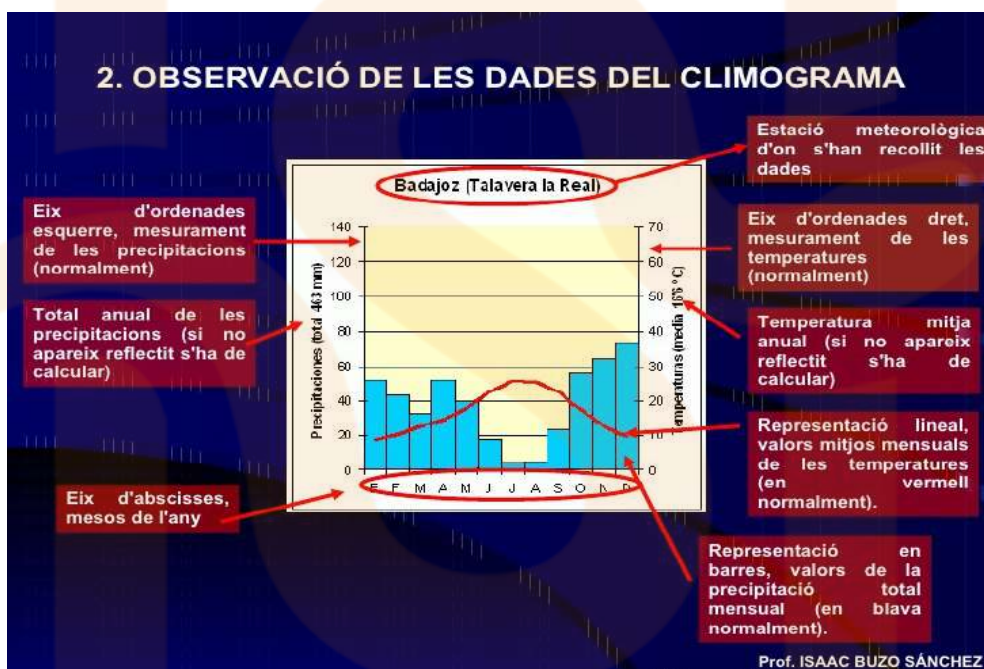
5 Temps atmosfèric i clima

Convé no confondre aquests dos termes ja que el seu significat és ben diferent:

Es denomina **clima** a l'estat mitjà de l'atmosfera en una determinada zona i en períodes de temps llargs.

El clima d'un indret es defineix a partir dels valors promig dels diferents paràmetres meteorològics de períodes de temps el més llargs possible. Segons l'Organització Meteorològica Mundial cal un mínim de 30 anys perquè un valor promig sigui significatiu des del punt de vista climàtic. Els paràmetres climàtics més importants són les temperatures i les precipitacions mitjanes mensuals.

La forma més ràpida de visualitzar el clima d'un indret és un tipus de representació gràfica anomenada **climograma** i que inclou les següents dades:



El **temps atmosfèric** fa referència als valors dels paràmetres atmosfèrics així com als fenòmens atmosfèrics que s'enregistren en un indret i moment determinats.

Els temps atmosfèric es defineix a partir dels valors dels diferents paràmetres meteorològics i dels diferents fenòmens (pluja, neu, llampecs, etc.) i de les característiques observables de l'atmosfera (visibilitat, color del cel, etc.).

6 Factors que controlen el clima

Factors	Efectes sobre el clima
Distància al mar	- Com més gran és majors són les oscil·lacions tèrmiques i menor la humitat relativa mitjana.
Altitud	- Al augmentar l'altitud: disminueixen les temperatures, les precipitacions són més abundants, els vents i la radiació solar més intensos.
Orientació	- Els vessants nord, al nostre hemisferi, són més freds i humits.
Latitud	- Les temperatures són progressivament menors en avançar de l'equador cap als Pols. - Les precipitacions presenten dos màxims (0° i 60°) i dos mínims (30° i 90°) amb gradacions progressives entre ells.
Humanització	- A les zones urbanes les temperatures són més elevades, la humitat relativa més baixa, una mica més abundants les precipitacions, la radiació solar menor i els vents més variables.

7 Circulació general a l'atmosfera i zonació climàtica

L'escalfament diferencial entre les diferents latituds i l'efecte de la rotació terrestre generen la formació de diferents franges d'altres i baixes pressions entre les que circulen els grans vents terrestres a nivell superficial i per les parts altes de la troposfera.

La posició d'aquestes franges de pressió i els vents que generen, així com les seves oscil·lacions latitudinals al llarg de l'any, són els principals factors responsables de la distribució dels grans climes de la Terra. Les seves principals característiques són:

CLIMA	RÈGIM TÈRMIC	DISTRIBUCIÓ GEOGRÀFICA	RÈGIM PLUVIOMÈTRIC
Equatorial.	Altes tot l'any.	10° N - 10° S	Abundants i regulars sota la influència de les baixes pressions equatorials.
Tropical estacional.	Altes amb poques variacions al llarg de l'any.	10° - 25° d'ambdós hemisferis	Estació de les pluges causada per l'apropament de les baixes pressions equatorials. Estació seca sota el domini dels anticiclons dels 30°.
Desèrtic.	Grans oscil·lacions diàries i estacionals. Estiu molt calorós.	25° - 35° d'ambdós hemisferis	Molt escasses per la constant influència dels anticiclons subtropicals.
Semiàrid.	Variacions estacionals més o menys importants segons la latitud.	Franges al voltant dels deserts. Zones interiors dels continents.	Escasses, també influïdes pels anticiclons subtropicals.
Temperat humit.	Suaus però amb variacions estacionals.	45° - 60° d'ambdós hemisferis (façanes marítimes)	Abundants i molt regulars al llarg de l'any pel pas constant de depressions subpolars.
Temperat d'hivern sec.	Estius calorosos. Hiverns suaus.	45° - 60° d'ambdós hemisferis (zones continentals)	Plujós a l'estiu. Sec a l'hivern pel domini de d'anticiclons continentals.
Temperat d'estiu sec.	Estius calorosos, hiverns suaus.	Conca mediterrània, Costes de Califòrnia, centre de Xile, Sudàfrica i sud d'Àustràlia.	Estiu sec. Precipitacions no gaire important i irregulars que depenen directa o indirectament de les depressions subpolars.
Continental sense estació seca.	Variacions estacionals i forts contrastos tèrmics.	Zones més interiors de latituds mitjanes-altes de l'hemisferi nord.	Precipitacions abundants i regulars causades per les depressions subpolars.
Continental amb hivern sec.	Hivern molt fred. Variacions estacionals amb forts contrastos.	Zones més interiors de latituds mitjanes de l'hemisferi nord.	Hivern sec pel domini de l'anticicló siberià. Precipitacions moderades la resta de l'any causades per les depressions subpolars.
Tundra.	Estiu curt i fresc. Hivern llarg i fred.	60° - 70° N	Precipitacions moderades sota la influència de les depressions subpolars i l'anticicló polar.
Polar	Temperatures amb variacions estacionals però baixes tot l'any.	60° - 90° S 70° - 90° N	Escasses pel domini de l'anticicló polar.

8 Característiques climàtiques de Catalunya

A grans trets les característiques climàtiques de Catalunya són:

- Es troba dins de la franja de climes temperats (latituds mitjanes).
- A excepció de la Val d'Aran, on el clima és temperat humit (atlàntic), l'àmbit climàtic on ens trobem és el mediterrani (temperat d'estiu sec).
- Hi ha una notable varietat microclimàtica a causa de l'orografia.
- Les temperatures mitjanes anuals també són força variables en funció, principalment, de l'altitud i poden presentar valors de 14 a 17 ° C a les terres baixes i de 2 a 5° C a l'alta muntanya.
- La majoria de precipitacions són d'origen mediterrani i presenten una variabilitat considerable. A excepció de les zones de muntanya durant els mesos freds, habitualment són en forma de pluja.
- Els valors mitjans de precipitació anual per zones són:

Zona	Precipitacions mitjanes
Litoral	400 - 500 mm al sud, 600 - 700 mm a la Costa Brava
Serralades Litoral i Prelitoral, depressió Prelitoral	500 - 600 mm a les zones baixes, 600 - 1.000 mm a les zones altes i

	ben orientades
Depressió Central	400 - 500 mm
Pirineu i Prepirineu	Molta variabilitat, de 500 - 600 mm a les valls i ombres pluviomètriques, 1.000 - 1.500 mm a les zones més humides.

9 Els canvis climàtics

Diversos factors poden provocar alteracions en el clima terrestre:

Grup de factors	Factor	Característiques
Astronòmics	Activitat solar	Els episodis en els que el Sol mostra més taques, emet més energia i escalfa el clima.
	Posició de la Terra	Diversos factors alteren la quantitat d'energia que arriba al nostre planeta: canvis en l'excentricitat de l'òrbita al voltant del Sol, canvis en la inclinació de l'eix de rotació i moviments de nutació sobre aquest eix.
	Altres factors astronòmics	Núvols de pols estel·lar poden reduir la radiació incident, l'alineament de planetes també pot generar canvis en la posició de la Terra.
Geològics	Erupcions volcàniques	Primer provoquen un refredament doncs les partícules en suspensió redueixen la radiació solar, més tard l'efecte hivernacle d'alguns gasos provoca escalfament global.
	Posició de les terres emergides	Quan els continents estan junts el clima es fa més extrem, quan estan separats es suavitza.
	Magnetisme terrestre	Quan es debilita el clima es refreda.
Antropogènics	Consum de combustibles fòssils, deforestació.	Escalfament global per increment d'efecte hivernacle, alteració dels patrons pluviomètrics, increment de fenòmens severos.