

Introduzione

L'aria è ovunque anche se non la possiamo vedere, gustare o toccare. Non ha un suo odore, però è piena di odori e profumi che trasporta fino al nostro naso: è l'aria che ci permette di sentire la fragranza dei fiori o il cattivo odore dello scarico delle automobili! L'aria ha permesso lo sviluppo della vita sulla Terra. Contiene l'ossigeno necessario alla respirazione di uomini e animali e l'anidride carbonica indispensabile per le piante per svolgere la fotosintesi clorofilliana. L'aria, inoltre, consente alla Terra di trattenere parte del calore proveniente dal Sole e di respingere i raggi solari nocivi agli esseri viventi.

Che cosa è l'aria

L'aria intorno a noi

L'aria che respiriamo è costituita da un miscuglio di gas e di particelle solide e liquide. La sua composizione non è costante, infatti, può variare da luogo a luogo e nel corso del tempo. Se si prescinde dal vapore acqueo, dal pulviscolo atmosferico e da altri componenti variabili, si trova che la composizione dell'aria è praticamente costante. L'azoto e l'ossigeno, rispettivamente pari al 78% e al 20,95% in volume, sono i due componenti principali dell'atmosfera. L'azoto è un gas incolore, inodore e inerte, in quanto non partecipa ai processi vitali, a differenza dell'ossigeno, necessario per la respirazione degli esseri viventi. L'ossigeno presente nell'aria è quasi interamente di origine biologica, in quanto viene prodotto dagli organismi autotrofi grazie alla fotosintesi clorofilliana.

Il restante 1% è costituito da:

- argon, pari allo 0,93% in volume, gas inerte come l'azoto;
- anidride carbonica (CO₂), pari allo 0,03%, di origine naturale e antropogenica (ovvero generata dalle attività svolte dall'uomo, come ad esempio i processi di combustione), svolge un ruolo chiave nell'effetto serra;
- altri gas quali neon, kripton, xenon, idrogeno, ed altri ancora, che nell'insieme costituiscono solo lo 0,01% in volume dell'atmosfera.

Uno di componenti più importanti dell'atmosfera è il vapore acqueo, che deriva dall'evaporazione delle acque di laghi, mari e fiumi. Oltre a essere all'origine di nubi e precipitazioni, come l'anidride carbonica, il vapore acqueo ha la capacità di assorbire l'energia termica irradiata dalla Terra. Per saperne di più visita la sezione cambiamenti climatici. La quantità di vapore acqueo presente nell'aria può variare da quasi zero fino a un massimo di circa il 4% in volume.

Il pulviscolo atmosferico è costituito da particelle microscopiche solide e liquide presenti in quantità ridotte e caratterizzate da dimensioni, caratteristiche fisiche e chimiche variabili. Il pulviscolo può essere di origine biologica, come pollini e spore, generalmente frutto dei processi biologici; di origine geologica (ad esempio il particolato proveniente dalle eruzioni vulcaniche o dai fenomeni di erosione); di origine umana, come le polveri sottili prodotte dai gas di scarico delle automobili.

Il pulviscolo atmosferico svolge un ruolo importantissimo nel processo di formazione delle nubi e della nebbia in quanto la superficie di alcune particelle che lo costituiscono favorisce la condensazione del vapore acqueo. Il pulviscolo, inoltre, può riflettere la radiazione solare; infatti, quando l'atmosfera è particolarmente ricca di pulviscolo, ad esempio in seguito ad un'eruzione vulcanica, la radiazione solare che riesce a raggiungere la superficie terrestre si riduce sensibilmente. Infine, è grazie al pulviscolo della grande varietà di colori e sfumature che caratterizzano albe e tramonti.

Aria per la vita

L'aria è una componente essenziale per la vita sulla Terra, poiché contiene l'ossigeno necessario alla respirazione degli organismi viventi. Oltre ad essere indispensabile per la vita, l'atmosfera funziona da filtro delle radiazioni nocive provenienti dal Sole, riflettendole e impedendo loro di raggiungere il suolo, e consente alla superficie terrestre di

mantenere una temperatura adatta alla vita di piante ed animali. L'atmosfera è anche la sede dei principali fenomeni meteorologici (vento, pioggia, neve, ecc.), che nel loro insieme costituiscono il clima.

La respirazione

Attraverso la respirazione gli esseri viventi si procurano l'energia necessaria per vivere e per crescere. La respirazione, che può essere considerata una **combustione a bassa temperatura**, libera l'energia accumulata nei composti organici, assunti dall'organismo mediante l'alimentazione, bruciando ossigeno e rilasciando anidride carbonica ed acqua. In pratica, ogni volta che inspiriamo, l'ossigeno presente nell'aria arriva ai polmoni, entra nel sangue, viene portato a tutte le cellule del corpo e lì utilizzato nei processi di combustione che producono l'energia necessaria a mantenerci in vita. Le cellule, a loro volta, restituiscono al sangue i prodotti residui della combustione: anidride carbonica e acqua. Queste sostanze sono portate dal sangue nei polmoni, da dove fuoriescono nel momento in cui espiriamo.

L'atmosfera

Gli strati dell'atmosfera

L'atmosfera (dal greco *atmòs* = vapore e *sphaira* = sfera) è un involucro di gas che circonda ogni corpo celeste dotato di un campo gravitazionale abbastanza intenso. L'atmosfera terrestre, sotto l'azione della gravità e della forza centrifuga dovuta alla rotazione terrestre, assume una forma sferoidale (pensate alla sagoma di un uovo), schiacciata ai poli e rigonfia all'Equatore.

In essa è possibile distinguere 5 strati (o sfere), concentrici con la Terra, caratterizzati da temperatura, proprietà chimiche e spessori diversi, e separati fra loro da fasce di passaggio chiamate pause. Partendo dalla superficie terrestre e andando verso l'alto si distinguono: la troposfera, la stratosfera, la mesosfera, la termosfera e l'esosfera.

La troposfera

È il primo strato dell'atmosfera, quello in cui siamo immersi. La troposfera viene riscaldata dal calore proveniente dalla superficie della Terra e la sua temperatura diminuisce procedendo verso l'alto. Nella troposfera, l'aria è in continuo movimento ed è qui che avvengono i fenomeni atmosferici come il vento, la formazione delle nuvole, le precipitazioni, ecc. Subito sopra, ad un'altezza che varia tra gli 8 Km sopra i poli e i 18 Km sopra l'equatore, si trova la tropopausa, che segna il passaggio alla stratosfera.

La stratosfera

In questo strato il vapore acqueo è praticamente assente e i gas sono molto più rarefatti rispetto a quelli della troposfera. Qui la temperatura aumenta con il crescere dell'altezza, per la presenza intorno ai 20-25 km dello strato di ozono. Qui l'ozono assorbe la radiazione ultravioletta, producendo calore, e svolge la funzione di filtro trattenendo le radiazioni nocive per la vita sulla Terra. La stratopausa rappresenta il confine con la mesosfera e si trova intorno ai 50 Km di altezza.

La mesosfera

In questo strato, che arriva fino agli 80 Km di quota, la temperatura ritorna a diminuire con l'aumentare dell'altezza. Il calore, infatti, arriva dalla superficie della Terra, che è piuttosto distante. A circa 100 Km di altezza, si ha il minimo termico (-80°C), dove si trova la mesopausa, che rappresenta il passaggio con la termosfera.

La termosfera

La temperatura in questo strato, che si stende fino a 690 Km, cresce con l'aumentare dell'altezza. La densità dei gas presenti diminuisce andando verso l'alto.

L'esosfera

Rappresenta lo strato più esterno dell'atmosfera e anche quello meno conosciuto. I ricercatori hanno calcolato che la temperatura superi addirittura i 2000 °C.

Origine dell'atmosfera

L'atmosfera che circonda la Terra è ben diversa da quella presente sul nostro pianeta al momento della sua formazione, avvenuta 4 miliardi e mezzo di anni fa. L'atmosfera attuale, infatti, è il risultato di una lunga evoluzione, durata 4,5 miliardi di anni. L'origine dell'attuale atmosfera, così come quella dell'atmosfera di altri pianeti, non è ancora ben nota. Potrebbe essersi formata durante l'aggregazione del pianeta oppure nel corso di eventi catastrofici o, magari, lentamente e in modo continuo nel volgere dei tempi geologici. Secondo le ipotesi più recenti, l'azoto, l'anidride carbonica e il vapore acqueo presenti attualmente dell'atmosfera sono attribuibili ad attività vulcaniche e a reazioni chimiche avvenute attorno a 3,8 miliardi di anni fa, quando la Terra aveva già una crosta superficiale e la sua temperatura era sufficientemente bassa da impedire che i gas, provenienti dall'interno del pianeta, si disperdessero nello spazio. Si ritiene che l'ossigeno si sia formato in un secondo momento, sia per decomposizione del vapore acqueo sotto l'azione di scariche elettriche e della radiazione solare nell'alta atmosfera, sia come prodotto della fotosintesi clorofilliana, divenuta attiva dopo la comparsa sulla Terra dei primi organismi autotrofi (i vegetali).

A cosa serve l'atmosfera

L'atmosfera protegge la Terra dalle radiazioni solari nocive e ne regola il riscaldamento da parte del Sole.

La prima funzione è resa possibile dall'ozono presente nella stratosfera, la seconda funzione è opera di una miscela di gas, presenti in tutta l'atmosfera, detti "gas serra". L'ozono che si accumula nella stratosfera (detto "**ozono stratosferico**") è essenziale per la sopravvivenza della vita sulla Terra, poiché costituisce una sorta di schermo naturale per una parte delle radiazioni solari, invisibili all'uomo e collocate nella regione dell'ultravioletto (frequenza da 100 a 400 nm). Queste radiazioni, se raggiungessero il suolo, sarebbero causa di mutazioni genetiche, di tumori alla pelle e di molti altri danni alla flora e alla fauna. Inoltre, l'ozono stratosferico, riscaldandosi e bloccando il vapore acqueo negli strati più bassi dell'atmosfera, gioca un ruolo essenziale nei fenomeni di costituzione delle nuvole e della pioggia.

I gas serra sono invece responsabili del riscaldamento della bassa atmosfera e della superficie terrestre. Essi hanno, infatti, la proprietà di essere trasparenti alle radiazioni luminose (ad onda corta) provenienti dal Sole e di assorbire le radiazioni termiche (ad onda lunga) emesse e diffuse dalla superficie terrestre. Come i vetri di una serra, essi consentono l'entrata delle radiazioni luminose solari, ma intercettano le radiazioni termiche restituite dalla superficie terrestre, mantenendo così elevata la temperatura della bassa atmosfera.

Il più importante gas serra è il vapore acqueo, che da solo riesce ad aumentare la temperatura dell'atmosfera di circa 30°C. In ordine di importanza seguono l'anidride carbonica (CO₂), il metano (CH₄), gli ossidi di azoto (NO_x) e l'ozono (O₃).

Lo studio dell'atmosfera – Un po' di storia

I primi studi scientifici sulla composizione atmosferica iniziarono nel XVIII secolo. La natura dell'aria, infatti, è rimasta un mistero per molto tempo e solo dopo il 1770 Joseph Priestley (1733-1804), noto per i suoi studi pionieristici sull'atmosfera, dimostrò che l'aria contiene qualcosa di indispensabile per la vita degli animali, l'ossigeno, che verrà chiamato così da Lavoisier qualche anno dopo la sua scoperta. Priestley scoprì anche che gli animali e gli uomini "consumano aria" e che le piante riescono a rinnovarla e purificarla. Priestley riuscì a dimostrare ciò attraverso un singolare esperimento. Raccolse aria espirata (quindi ricca di CO₂) e la chiuse ermeticamente in due contenitori, uno vuoto, l'altro contenente una pianta. Dopo sette giorni, introdusse un topolino in ogni contenitore e osservò che il topolino posto all'interno del contenitore senza pianta moriva prima di quello posto nel contenitore con la pianta. Il processo responsabile di questi fenomeni, la fotosintesi, fu scoperto solo cento anni più tardi, nel 1862. Vivendo vicino a una fabbrica di birra, inoltre, si interessò ai processi di fermentazione. Studiò le proprietà del gas rilasciato durante questi processi (oggi noto come anidride carbonica) e, aggiungendolo all'acqua, inventò l'acqua frizzante.

Il chimico francese Antoine Lavoisier (1743-1794), padre della chimica moderna, svolse importanti ricerche per comprendere la natura della combustione. Attraverso i suoi esperimenti dimostrò che la combustione è un processo che utilizza ossigeno. La spiegazione data da Lavoisier alla combustione rimpiazzò la teoria del flogisto, secondo cui i

materiali che bruciano rilasciavano una sostanza chiamata flogisto. Continuando gli studi iniziati da Priestley, dimostrò anche il ruolo dell'ossigeno nella respirazione di animali e piante, così come nell'arrugginimento dei metalli. Scopri, inoltre, che l'idrogeno si combina con l'ossigeno per produrre una rugiada che sembrava acqua. L'idrogeno era stato scoperto nel 1766 da Henry Cavendish, che lo ottenne dalla reazione fra metalli e acido solforico e lo descrisse come "aria infiammabile proveniente dai metalli". Antoine Lavoisier lo nominò "hydrogenium", ovvero "sostanza da cui si ottiene l'acqua", proprio in seguito alla sua scoperta. Nel 1781 scopri la reazione di formazione dell'anidride carbonica a partire da carbonio e ossigeno.

Daniel Rutherford è considerato lo scopritore dell'azoto, anche se questo elemento era già stato individuato da Priestley, Scheele e Cavendish. Black, scopritore dell'aria fissa (anidride carbonica), aveva osservato che, bruciando una sostanza "carboniosa" in un recipiente chiuso e assorbendo con potassa caustica (KOH) l'anidride carbonica che si sviluppava, permaneva un residuo gassoso (l'azoto). Rutherford, che studiò questo gas nel 1772, notò che non alimentava la combustione e la respirazione, ma non lo riconobbe come un distinto elemento chimico e lo considerò come aria saturata con flogisto. Fu Lavoisier a riconoscere che l'aria è una miscela di un gas attivo, l'ossigeno, che alimenta la combustione e la respirazione, e un gas inattivo, l'azoto. Il termine "azoto" deriva dal francese *azoté* (voce formulata dallo stesso Lavoisier) che significa "privo di vita", poiché questo gas non è necessario alla respirazione.

James Glaisher e Henry Tracey Coxwell nel XIX secolo rischiarono la vita avventurandosi in cielo con un pallone aerostatico per esplorare l'atmosfera. Scoprirono così che all'aumentare della quota la temperatura dell'aria diminuisce e fecero numerose misure sull'umidità dell'aria. Si pensa che nei loro voli superarono l'altezza di 9500 metri sopra il livello del mare.

Alla fine del XIX e all'inizio del XX secolo l'interesse si spostò verso la ricerca dei costituenti minori dell'atmosfera, presenti in piccole concentrazioni. Una scoperta particolarmente importante per la chimica atmosferica fu la scoperta dell'ozono da parte del chimico Christian Friedrich Schönbein nel 1840. Mentre svolgeva esperimenti riguardanti l'ossidazione lenta del fosforo bianco e l'elettrolisi dell'acqua, Schönbein notò per primo il caratteristico odore dell'ozono che associò all'odore che è possibile percepire durante le scariche atmosferiche di fulmini nel corso di un temporale. Coniò così il termine "ozono", dal greco *ozein*, odorare.

Nel XX secolo la scienza dell'atmosfera procedette dallo studio della composizione dell'aria alla considerazione di come le concentrazioni di gas presenti in tracce nell'atmosfera si erano modificate nel tempo ed i processi chimici che creano e distruggono i composti nell'aria. Due esempi particolarmente importanti di ciò furono la spiegazione di come l'ozonosfera si forma e si mantiene ad opera di Sydney Chapman e Gordon Dobson, e la spiegazione dello smog di Haagen-Smit.