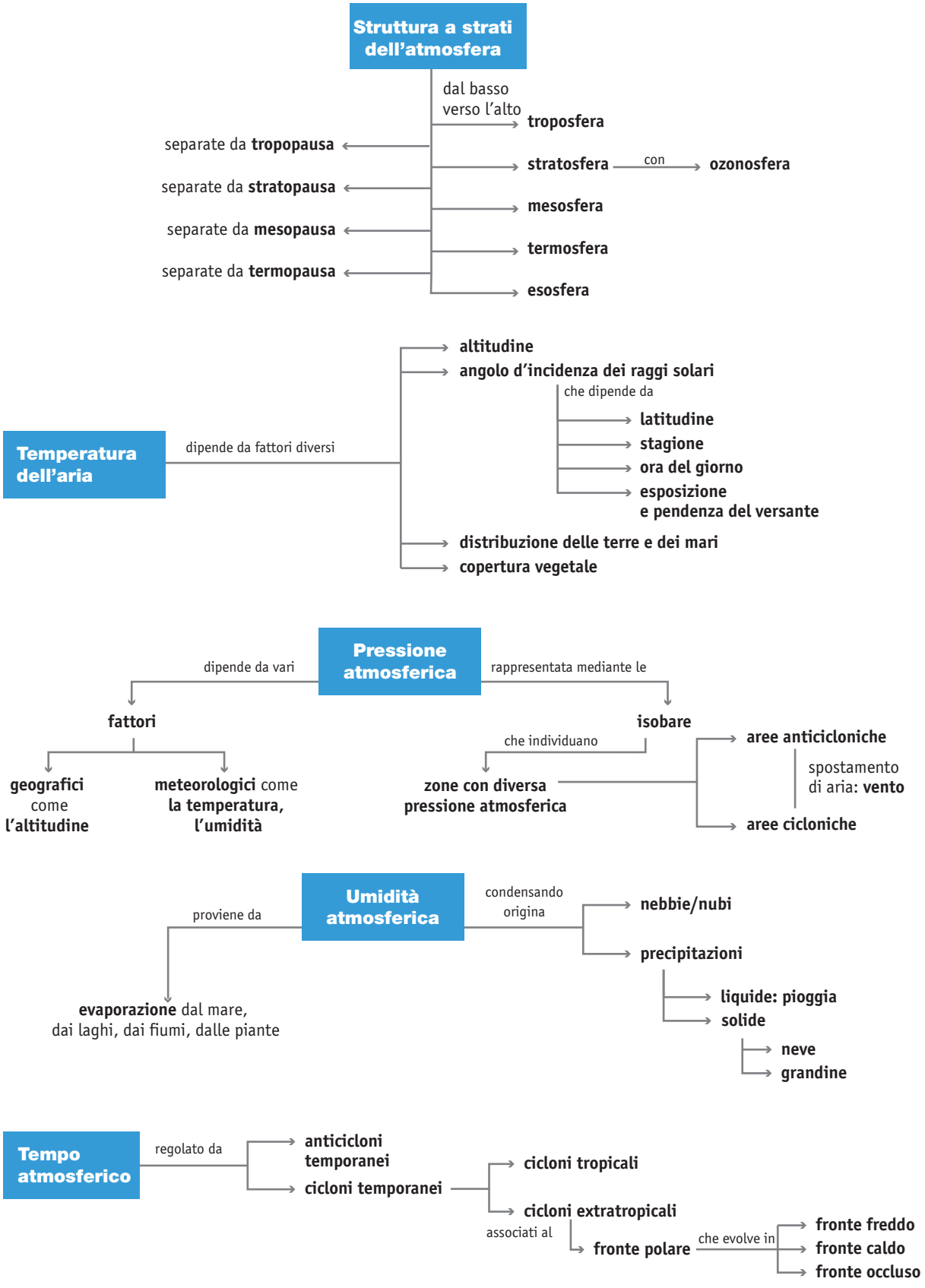
L'ATMOSFERA TERRESTRE



Copyright © 2010 Zanichelli SpA, Bologna [6203] Idee per insegnare le Scienze integrate
con *Lupia Palmieri, Parotto, Saraceni, Strumia* **SCIENZE INTEGRATE** © Zanichelli 2010

Caratteristiche dell'atmosfera

L'atmosfera è un involucro aeriforme che circonda la Terra, costituito da un **miscuglio di gas**: prevalentemente *azoto*, per un quinto *ossigeno* e piccole quantità di altri gas. L'atmosfera è trattenuta dalla forza di gravità e si estende per centinaia di kilometri, diventando sempre più rarefatta verso l'alto. In essa sono riconoscibili diversi **strati** sovrapposti, dalle caratteristiche diverse.

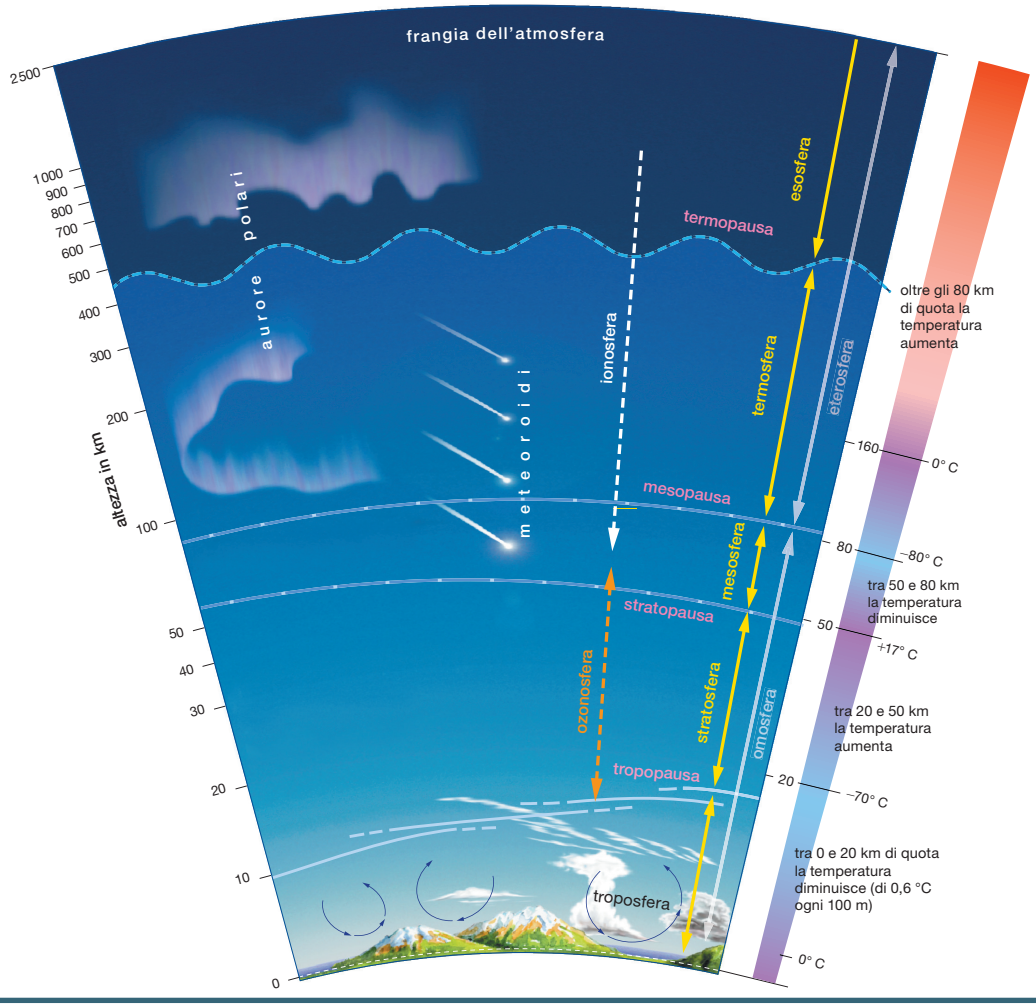
La **troposfera** è la parte più bassa dell'atmosfera: ha un'altezza media di circa 12 km (8 sui poli, 17 sull'Equatore). Comprende il 75% della massa di tutta l'atmosfera e quasi tutto il vapore acqueo presente nell'aria. Qui avvengono i principali fenomeni atmosferici: venti, nubi, precipitazioni ecc.

Nella **stratosfera** l'aria è sempre più rarefatta. Il vapore acqueo e il pulviscolo diminuiscono; perciò qui non si formano nuvole che diano precipitazioni. La temperatura della stratosfera aumenta verso l'alto a causa di uno *strato di ozono* che, assorbendo buona parte dell'energia proveniente dal Sole, si riscalda.

Nella **mesosfera** i gas diventano molto rarefatti e c'è un aumento percentuale di quelli più leggeri (idrogeno, elio). La mesosfera contiene un gran numero di ioni.

Nella **termosfera** l'aria è molto diversa da quella degli strati più bassi. La ionizzazione dell'aria è ancora più intensa, tanto che la termosfera viene detta anche *ionosfera*.

L'**esosfera** è la parte più esterna dell'atmosfera: le particelle gassose non sono più attratte dalla gravità terrestre e non partecipano più alla rotazione del pianeta.



Copyright © 2010 Zanichelli SpA, Bologna [6203] Idee per insegnare le Scienze integrate
con *Lupia Palmieri, Parotto, Saraceni, Strumia* **SCIENZE INTEGRATE** © Zanichelli 2010

L'aria contiene anche **vapore acqueo**, che si trova concentrato negli strati più bassi dell'atmosfera; esso proviene quasi interamente dall'evaporazione dell'acqua degli oceani.

L'atmosfera contiene anche delle polveri finissime, che provengono sia dalla superficie terrestre (come le ceneri degli incendi e delle eruzioni vulcaniche, le sabbie sottilissime, i fumi industriali ecc.), sia dallo spazio. Queste polveri costituiscono il cosiddetto **pulviscolo atmosferico**.

L'atmosfera non ha sempre avuto le sue caratteristiche attuali. Quando la Terra era formata di materiale fuso, a temperatura altissima, l'atmosfera primordiale (4,6 miliardi di anni fa) doveva essere ricca di idrogeno, metano, ammoniaca ed elio, e priva di azoto e ossigeno.

Il riscaldamento terrestre

Il Sole produce senza sosta una notevole quantità di **energia** e la emette sotto forma di *onde elettromagnetiche*. Di tutta questa energia, alla Terra perviene soltanto una porzione molto piccola, pari a circa mezzo miliardesimo del totale.

La Terra assorbe le radiazioni che hanno attraversato l'atmosfera e si riscalda. Come conseguenza, emette anch'essa energia, sotto forma di calore.

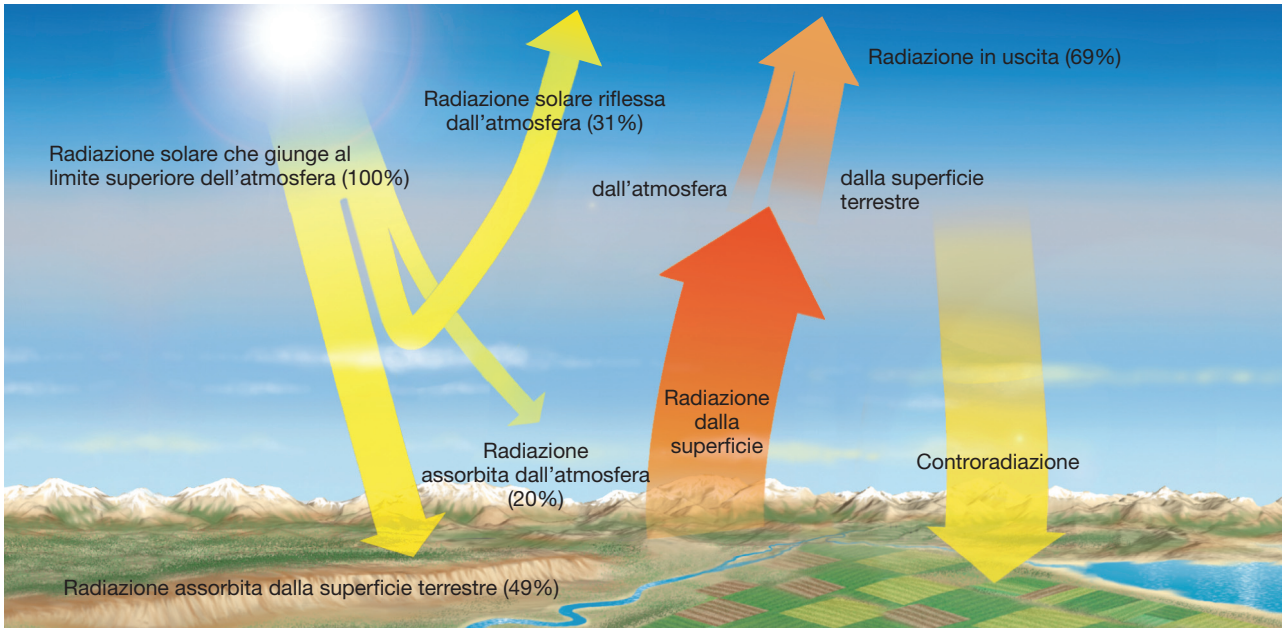
Le radiazioni riemesse dalla Terra (verso l'alto) hanno una lunghezza d'onda maggiore di quelle che provengono direttamente dal Sole. La maggiore lunghezza d'onda fa sì che esse non riescano a riattraversare l'atmosfera, che le rimanda indietro, verso la superficie terrestre.

Questo comportamento dell'atmosfera viene solitamente chiamato **effetto serra**.

I responsabili dell'assorbimento del calore emesso dalla Terra – i cosiddetti **gas serra** – sono principalmente il vapore acqueo, l'anidride carbonica, gli ossidi di azoto e il metano. La presenza di questi gas nell'atmosfera fa sì che la temperatura superficiale della Terra sia attualmente circa 35 °C più alta di quella che si avrebbe in loro assenza.

L'atmosfera si riscalda più «dal basso» che direttamente ad opera dei raggi solari. Per questo motivo salendo in quota la temperatura dell'aria diminuisce.

La differenza tra la radiazione solare in entrata e quella terrestre in uscita costituisce il **bilancio termico** del pianeta.



Copyright © 2010 Zanichelli SpA, Bologna [6203] Idee per insegnare le Scienze integrate con *Lupia Palmieri, Parotto, Saraceni, Strumia* **SCIENZE INTEGRATE** © Zanichelli 2010

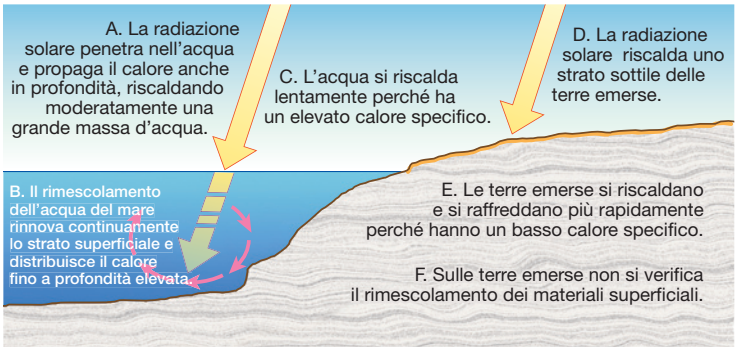
La temperatura dell'aria dipende, oltre che dall'*altitudine*, da altri **fattori geografici**:
1. dall'*inclinazione dei raggi solari* che giungono alla superficie terrestre.

I fattori che determinano l'inclinazione dei raggi solari sono vari: astronomici (latitudine, stagione e ora del giorno) e topografici (pendenza del versante e sua esposizione).

2. dalla *distribuzione delle terre emerse e dei mari*.

Il fenomeno dipende dal fatto che terre e acque hanno un diverso *comportamento termico*: in genere, cioè, le rocce si riscaldano e si raffreddano più rapidamente di quanto faccia l'acqua.

3. dalla *copertura vegetale* (la vegetazione assorbe l'energia solare utilizzandola per le proprie funzioni vitali).



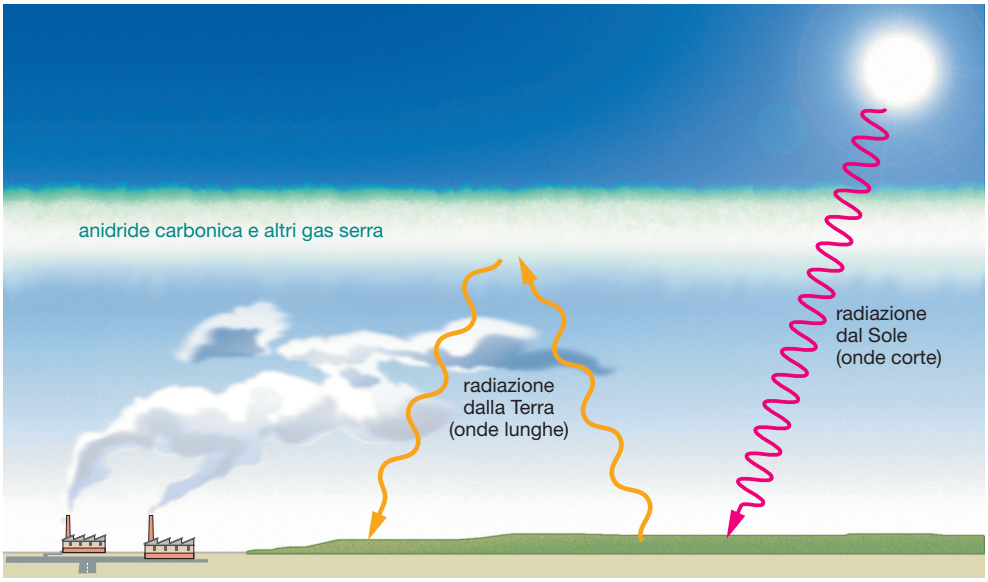
Inquinamento atmosferico e buco nell'ozonosfera

Le impurezze dell'aria (naturali o prodotte dalle attività umane) vengono trasportate dai venti. Perciò, gli effetti prodotti dalle sostanze inquinanti si fanno sentire anche a grande distanza dal luogo di immissione nell'atmosfera.

Una delle più preoccupanti forme di inquinamento atmosferico che interessa la Terra è l'aumento della percentuale di *anidride carbonica* (in formula CO_2) contenuta nell'aria. Questo aumento è in parte dovuto alla combustione del carbone fossile e del petrolio, che aumenta sempre più, e in parte ai diboscamenti in varie zone del pianeta; la minore copertura vegetale riesce infatti ad assorbire (mediante la fotosintesi clorofilliana) meno anidride carbonica.

Come altri *gas serra*, l'anidride carbonica impedisce che le radiazioni infrarosse emesse dalla Terra si disperdano nello spazio. La Terra irradia quindi verso lo spazio meno energia di quanta ne assorba dal Sole.

Questo squilibrio energetico causa – gradualmente – il **riscaldamento della Terra**.



Copyright © 2010 Zanichelli SpA, Bologna [6203] Idee per insegnare le Scienze integrate
con *Lupia Palmieri, Parotto, Saraceni, Strumia* **SCIENZE INTEGRATE** © Zanichelli 2010

I **clorofluorocarburi** (o *Cfc*) sono, invece, i principali responsabili della riduzione della quantità di ozono nella stratosfera.

I clorofluorocarburi sono gas composti di cloro, fluoro e carbonio, usati – soprattutto in passato – nei sistemi refrigeranti, come i frigoriferi. Questi gas, una volta giunti nella stratosfera, assorbono i raggi ultravioletti e liberano gli atomi di cloro che contengono. Il cloro «attacca» le molecole di ozono, combinandosi con esse e liberando molecole di ossigeno.

Al contrario della molecola di ozono (formata da 3 atomi di ossigeno), la molecola di ossigeno (formata da 2 atomi di ossigeno) non è in grado di assorbire le radiazioni ultraviolette provenienti dal Sole. Un aumento delle radiazioni ultraviolette in arrivo sulla superficie terrestre potrebbe causare gravi danni all'uomo e soprattutto agli invertebrati e alle piante.

La pressione atmosferica e i venti

Anche l'aria ha un peso che grava sulla superficie terrestre, per via dell'attrazione gravitazionale che la «attira» verso il centro della Terra. Il rapporto tra il peso dell'aria e la superficie su cui essa grava si chiama **pressione atmosferica**.

La pressione atmosferica è espressa spesso in **millimetri di mercurio** (*mmHg*, dove Hg è il simbolo chimico del mercurio). In meteorologia si usa il **millibar** (*mb*). Nel Sistema Internazionale l'unità di pressione è il **pascal** (*Pa*).

La pressione atmosferica non è costante: in una stessa località varia da momento a momento; e, spostandosi sulla superficie terrestre, varia da luogo a luogo.

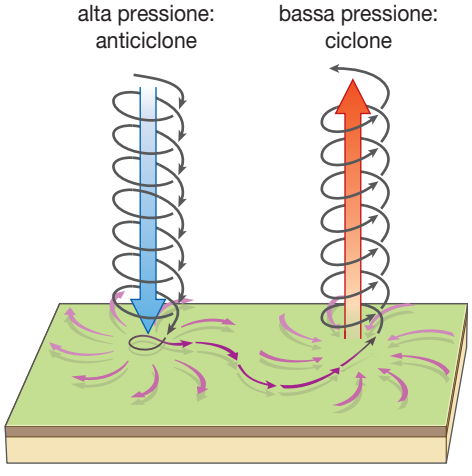
I **fattori** che determinano questi cambiamenti della pressione atmosferica sono tre.

1. La pressione diminuisce con l'*altitudine*.

2. La pressione diminuisce al crescere della *temperatura dell'aria*.

3. La pressione esercitata su una superficie da una massa di *aria umida* (cioè che contiene vapore acqueo) è minore di quella esercitata sulla stessa superficie da una massa di *aria secca* di pari volume.

Le differenze di pressione atmosferica danno origine ai movimenti di masse d'aria che chiamiamo *venti*. L'aria si muove sempre da un'area di alta pressione (o **anticiclone**, dove è più densa e quindi più pesante) a un'area di bassa pressione (o **ciclone**, dove è meno densa e meno pesante).

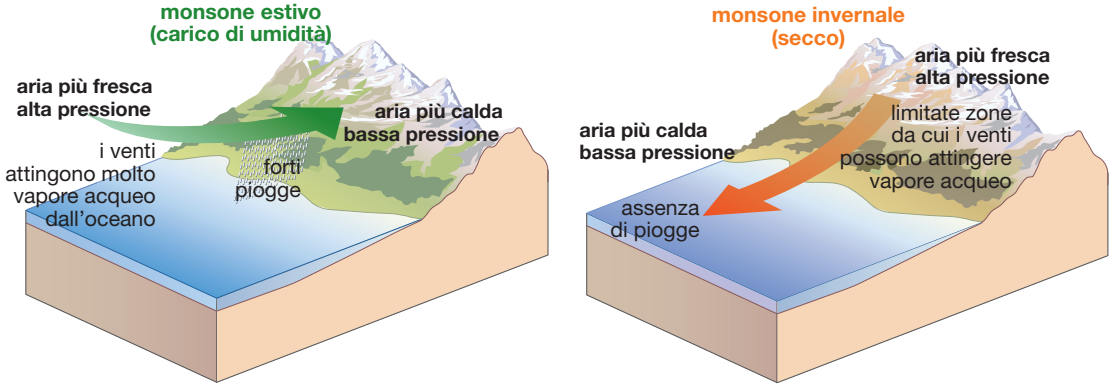


Ne sono esempi sia i movimenti d'aria su grande scala, i **monsoni**, sia quelli su piccola scala, le **brezze**.

Una causa dei sistemi di venti che coinvolgono regioni molto ampie è il diverso riscaldamento delle terre e dei mari. Ad esempio, nell'Oceano Indiano e nella fascia con-

Copyright © 2010 Zanichelli SpA, Bologna [6203] Idee per insegnare le Scienze integrate
con *Lupia Palmieri, Parotto, Saraceni, Strumia* **SCIENZE INTEGRATE** © Zanichelli 2010

tinentale che va dalle coste della Somalia a quelle della Cina orientale si hanno dei venti periodici chiamati **monsoni**.



I venti possono manifestarsi anche su scala ridotta, e il meccanismo è lo stesso: l'aria si muove da zone dove la pressione è più alta a zone dove è più bassa.

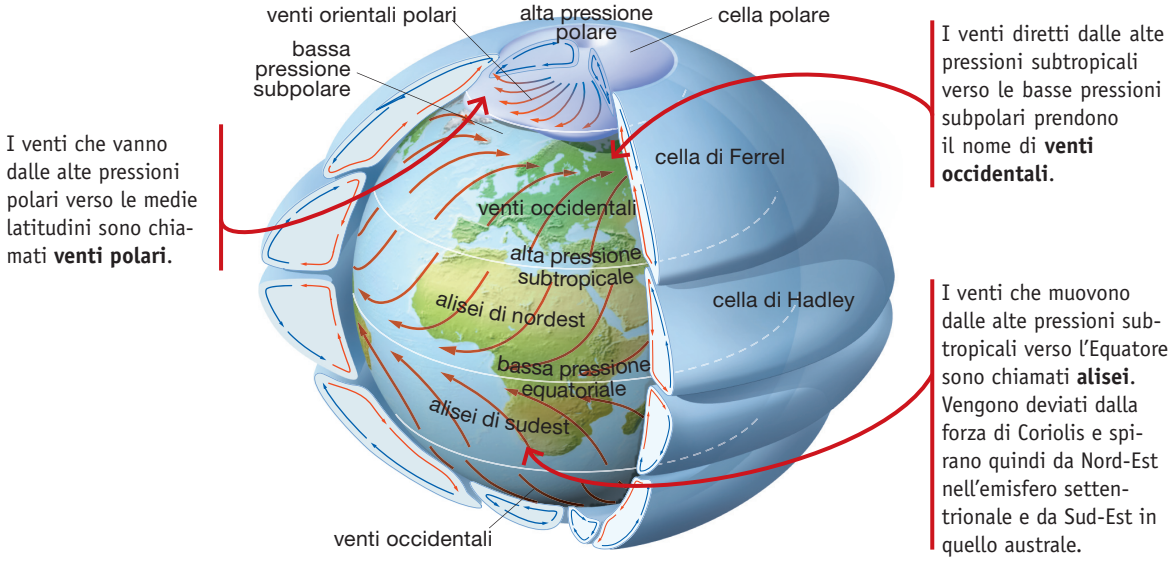
In riva al mare, per esempio, durante il giorno le rocce si riscaldano più rapidamente dell'acqua e riscaldano maggiormente gli strati d'aria sovrastanti. Sulla terraferma si stabilisce, perciò, una condizione di bassa pressione, mentre sul mare la pressione è più alta. Ciò mette in movimento l'aria dal mare verso la terra (**brezza di mare**).

Di notte, invece, la terra si raffredda più rapidamente; gli strati d'aria presenti sulla terra diventano più freddi di quelli sull'acqua e quindi la pressione più alta si stabilisce sulla terraferma. L'aria si muove dalla terra verso il mare (**brezza di terra**).

La circolazione generale dell'aria

Mentre su scala locale i venti soffiano in modo irregolare e discontinuo, su scala globale si possono individuare alcune fasce ben delimitate, in cui essi spirano secondo direzioni prevalenti. Ad esempio, nell'emisfero boreale gli **alisei** sono venti che soffiano costantemente da Nord-Est verso Sud-Ovest, mentre i **venti occidentali** spirano alle medie latitudini da Sud-Ovest verso Nord-Est.

Analoghi sistemi di **venti costanti** esistono anche nell'emisfero australe della Terra.



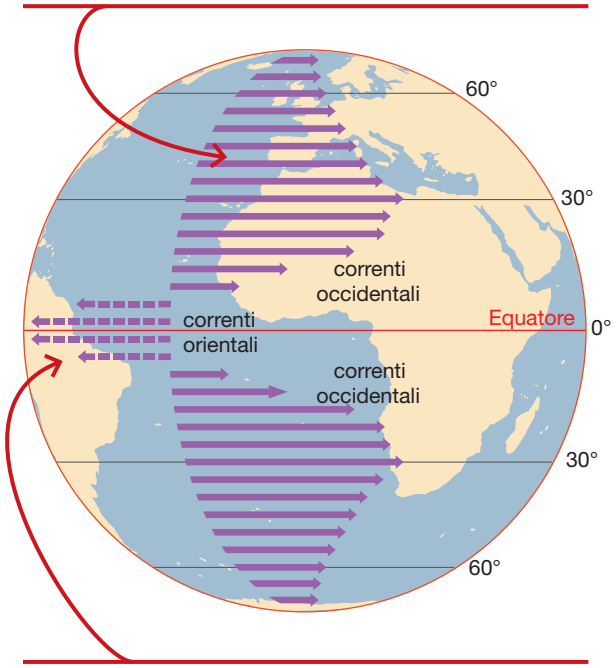
Copyright © 2010 Zanichelli SpA, Bologna [6203] Idee per insegnare le Scienze integrate
con *Lupia Palmieri, Parotto, Saraceni, Strumia* **SCIENZE INTEGRATE** © Zanichelli 2010

Mentre le traiettorie dei venti che spirano alle basse quote sono notevolmente influenzate dall'attrito con la superficie terrestre, mano a mano che si sale in quota gli effetti dell'attrito si fanno sentire sempre meno e – sopra ai 3000-5000 metri di altitudine – i venti spirano con grande regolarità e costanza.

Un sistema di **correnti occidentali** è presente in entrambi gli emisferi; è maggiormente intenso sopra le zone temperate della Terra. Qui si hanno rapidissimi flussi d'aria spessi alcuni kilometri e larghi oltre 500 km: a questi venti, che raggiungono velocità di 500 km/h, è stato dato il nome di **correnti a getto**.

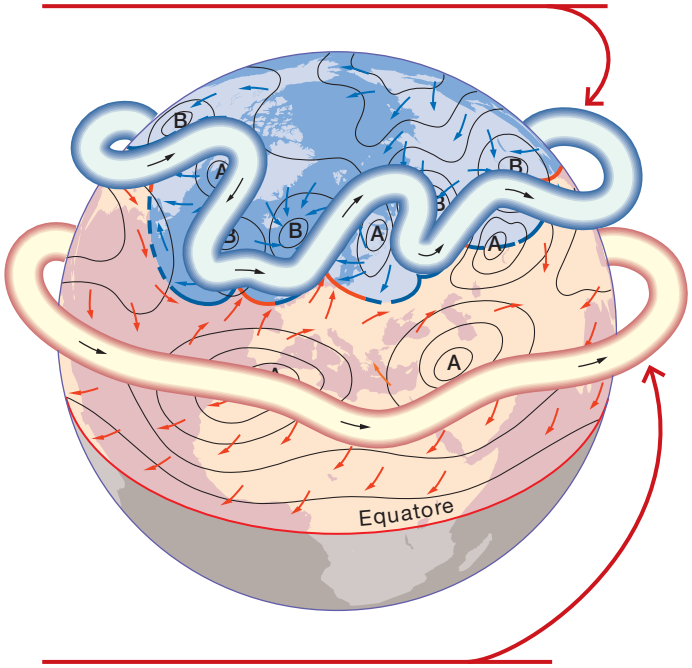
In ogni emisfero esistono: la **corrente a getto subtropicale**, localizzata in una fascia compresa tra i 25 e i 35° di latitudine, e la **corrente a getto del fronte polare**, che si trova invece a una latitudine di circa 60°.

Nell'alta troposfera la circolazione dell'aria è costante e regolare. A quasi tutte le latitudini (ma con differenti velocità) si originano correnti occidentali.



Soltanto in una stretta fascia a cavallo dell'Equatore spirano correnti orientali (sono i riflessi, ad alta quota, degli alisei).

La corrente a getto del fronte polare ha un andamento assai irregolare e forma delle profonde saccature.



La corrente a getto subtropicale è pressoché rettilinea.

L'umidità dell'aria e le nuvole

Il **vapore acqueo** è uno dei componenti più importanti dell'atmosfera. È presente in quantità molto variabili, a seconda dei periodi dell'anno e delle diverse regioni della Terra.

L'**umidità assoluta** è la quantità di vapore acqueo (in grammi) che si trova in 1 m^3 d'aria. Essa aumenta con l'aumentare della temperatura.

L'aria non può contenere una quantità illimitata di vapore acqueo: giunta alla quantità massima possibile, si dice che è **satura**.

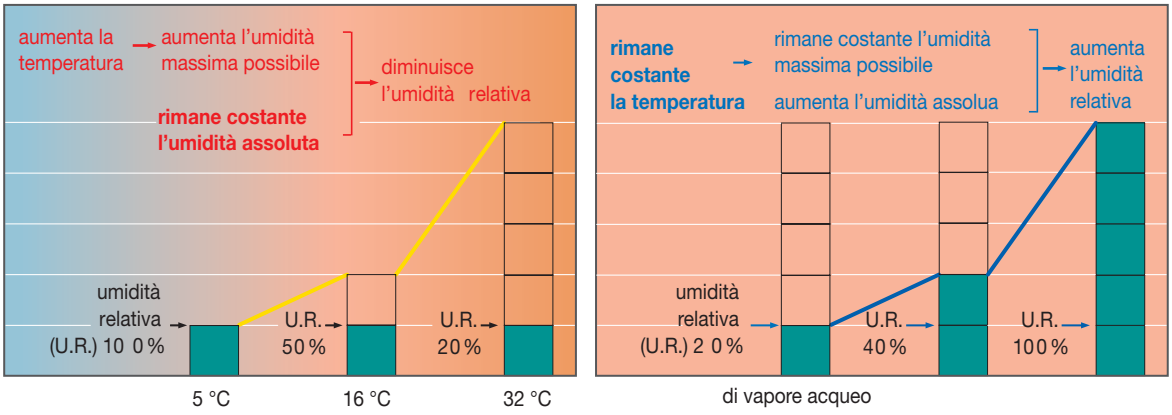
Come l'umidità assoluta, anche il quantitativo di saturazione di vapore acqueo dipende dalla temperatura: più essa è alta, più vapore può essere contenuto in un volume d'aria.

Copyright © 2010 Zanichelli SpA, Bologna [6203] Idee per insegnare le Scienze integrate
con *Lupia Palmieri, Parotto, Saraceni, Strumia* **SCIENZE INTEGRATE** © Zanichelli 2010

L'**umidità relativa** è il rapporto tra l'umidità assoluta e il limite di saturazione (cioè l'umidità «massima» a una certa temperatura). L'umidità relativa si esprime in percentuale, secondo la formula:

umidità relativa = umidità assoluta / umidità massima × 100.

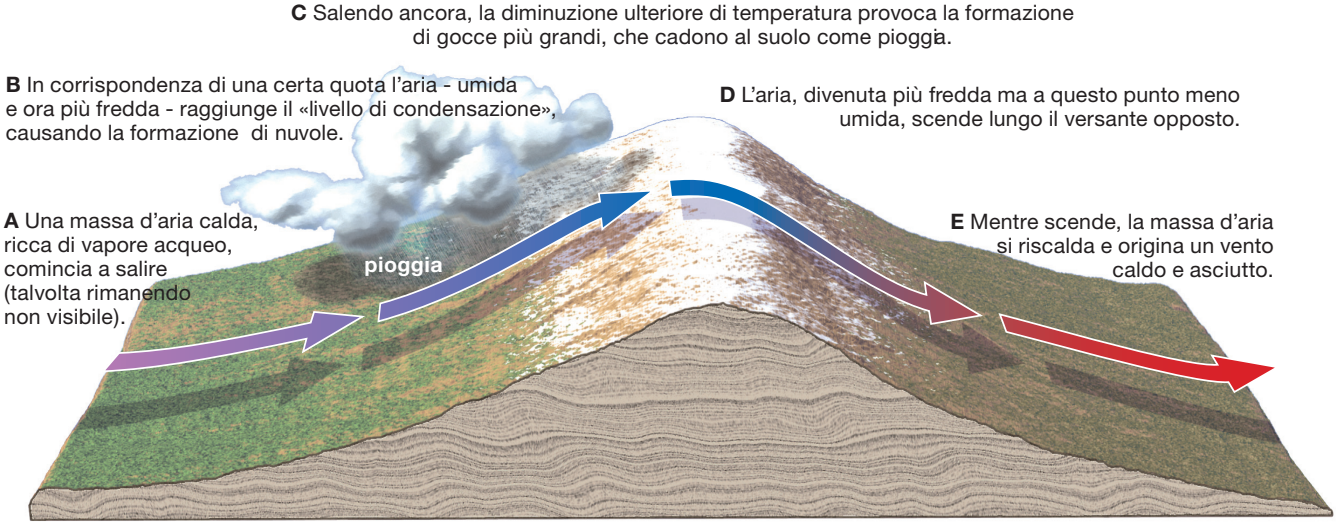
L'umidità relativa dell'aria satura è del 100%.



Quando la temperatura di una massa di aria ricca di vapore acqueo diminuisce, il vapore condensa.

Ad esempio, quando una massa d'aria umida incontra una montagna, per superarla è costretta a salire. Salendo, viene a trovarsi a pressioni minori e quindi si espande. L'espansione fa diminuire la temperatura dell'aria, e il vapore acqueo in essa contenuto condensa. Sul versante di salita si formano le nuvole e spesso piove.

Causa dello spostamento verso l'alto può essere anche l'incontro con un'altra massa d'aria più densa che si incunea sotto la prima.



La **condensazione** è il passaggio dell'acqua dallo stato aeriforme a quello liquido. Se la temperatura è molto bassa, il vapore passa direttamente allo stato solido (**sublimazione**).

Il risultato di questi processi è la formazione di goccioline liquide, del diametro di circa 1/100 di mm, o di microscopici aghi di ghiaccio.

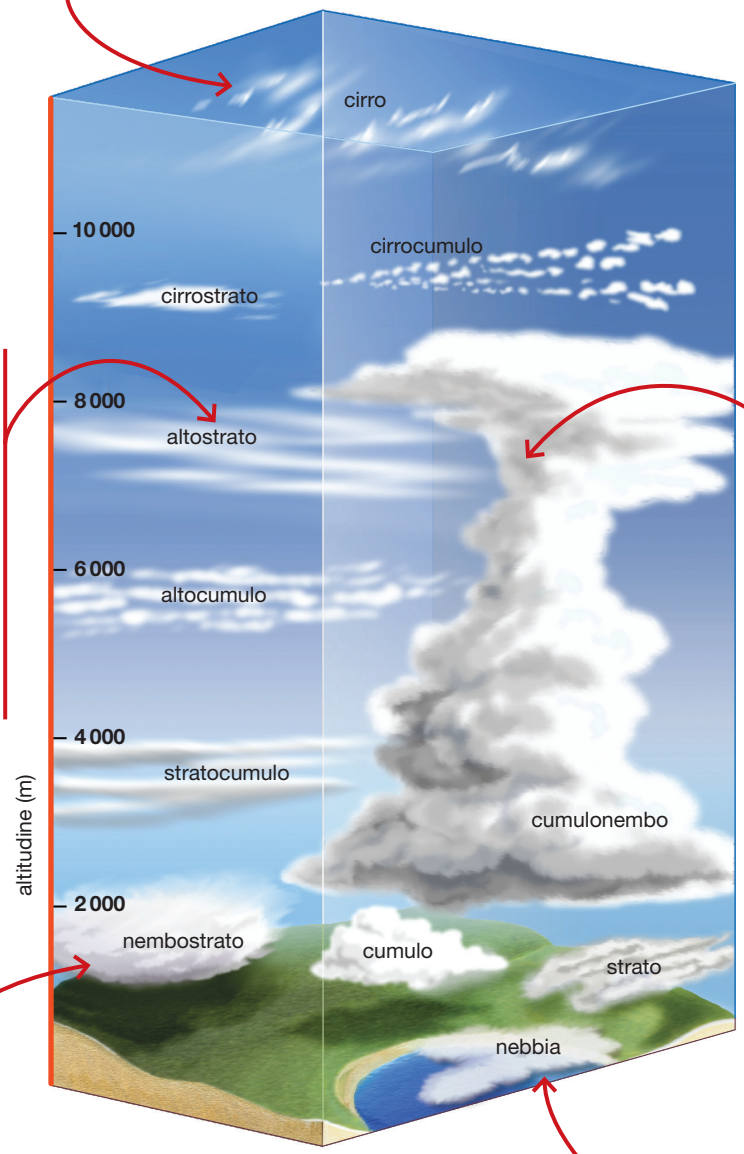
Copyright © 2010 Zanichelli SpA, Bologna [6203] Idee per insegnare le Scienze integrate
con *Lupia Palmieri, Parotto, Saraceni, Strumia* **SCIENZE INTEGRATE** © Zanichelli 2010

A causa della loro leggerezza, le goccioline d'acqua e gli aghetti di ghiaccio rimangono sospese nell'aria e formano le **nebbie** e le **nuvole**.

Le nuvole si formano a partire da qualche centinaio di metri dal terreno e sono in gran parte contenute entro il limite superiore della *troposfera*.

Le nuvole hanno un aspetto molto vario: possono essere diverse per forma, per colore e per dimensioni.

A Le nuvole alte (cirri, cirrocumuli, cirrostrati), che si formano sopra gli 8000 m, sono costituite da minuscoli aghetti di ghiaccio. Queste nuvole hanno spesso un aspetto filamentoso e non provocano precipitazioni.



B Le nuvole medie (altocumuli e altostrati), che si trovano tra i 4000 e gli 8000 m, sono formate in prevalenza da goccioline d'acqua e si presentano a chiazze o in banchi estesi e compatti. Possono essere associate a piogge e a volte preannunciano le tempeste.

D I cumulonembi sono associati ai temporali. (I cumuli, invece, sono le nubi del bel tempo.)

C Le nuvole basse (stratocumuli, nembostrati, strati), che si formano sotto i 4000 m, presentano aspetti molto vari: in strati uniformi, in ammassi isolati, con contorni frastagliati e con basi nerastre. Queste sono le nubi che portano la maggior parte delle precipitazioni.

E La nebbia si forma vicino al suolo, quando l'aria umida viene a contatto con una superficie fredda.

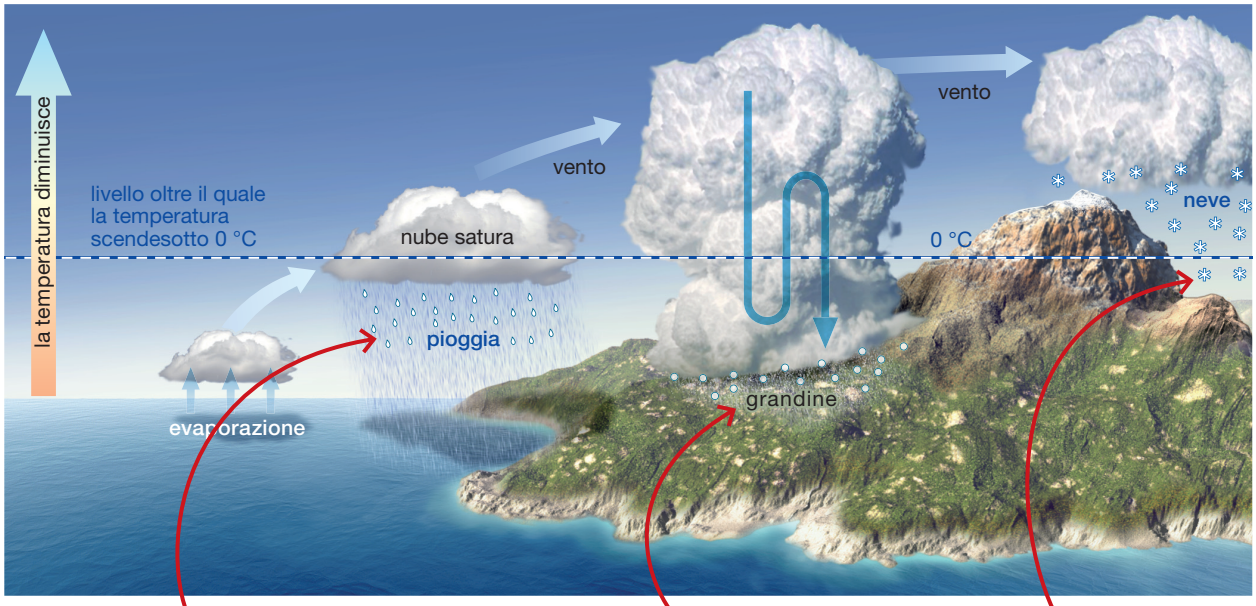
Copyright © 2010 Zanichelli SpA, Bologna [6203] Idee per insegnare le Scienze integrate con *Lupia Palmieri, Parotto, Saraceni, Strumia* **SCIENZE INTEGRATE** © Zanichelli 2010

Le precipitazioni meteoriche

Le nuvole sono composte da goccioline d'acqua (o aghetti di ghiaccio) che si muovono di continuo verso il basso ma evaporano appena incontrano strati d'aria più caldi.

Quando le goccioline d'acqua (o le particelle di ghiaccio), raggiungono dimensioni tanto grandi da non poter più essere sostenute dall'aria, hanno luogo le **precipitazioni**.

Le precipitazioni più comuni e frequenti sono in forma liquida, come **pioggia**; ma alle medie e soprattutto alte latitudini anche quelle solide (**neve** e **grandine**) non sono rare.



Le gocce di pioggia hanno un diametro che può arrivare a 5 mm, ma si formano per aggregazione di minuscole goccioline di acqua del diametro di 0,01 mm.

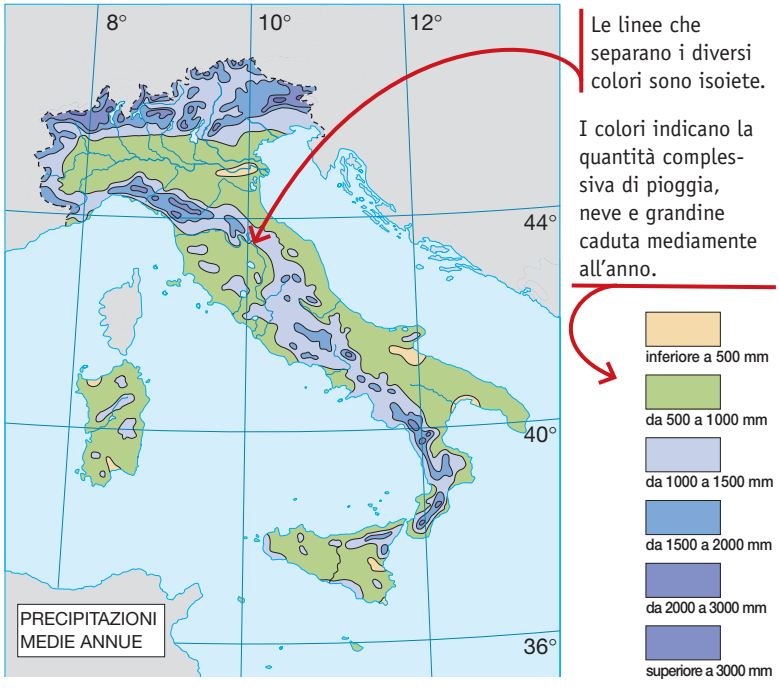
Un chicco di grandine può avere dimensioni diverse a seconda di quanti straterelli di ghiaccio si sono sovrapposti.

Ogni fiocco di neve è formato da numerosissimi cristalli di ghiaccio a simmetria esagonale.

La **distribuzione delle precipitazioni** sulla superficie terrestre non è uniforme. La *piovosità* tende a diminuire con la latitudine, come accade per la temperatura.

La distribuzione geografica delle precipitazioni viene rappresentata sulle carte mediante le **isoiete**, cioè le linee ideali che uniscono tutti i luoghi che ricevono la stessa quantità media di precipitazioni in un anno, oppure nei singoli mesi.

Le **piogge acide** sono precipitazioni contaminate dall'immissione di ossidi di



Copyright © 2010 Zanichelli SpA, Bologna [6203] Idee per insegnare le Scienze integrate con *Lupia Palmieri, Parotto, Saraceni, Strumia* **SCIENZE INTEGRATE** © Zanichelli 2010

zolfo e di azoto nell'atmosfera. Questi ossidi, venendo a contatto con l'aria umida, si trasformano in acidi, rispettivamente in *acido solforico* e *acido nitrico*. Quando le goccioline d'acqua si riuniscono per formare la pioggia, gli acidi si mescolano all'acqua e ne derivano le piogge acide.

I serbatoi naturali di acqua, come i laghi e i fiumi, vengono acidificati. Gli organismi che vi vivono subiscono gravi danni. Anche la vegetazione viene danneggiata.

Anche edifici e monumenti artistici possono essere alterati dalle piogge acide.

Le perturbazioni atmosferiche

Oltre alle alte e basse pressioni permanenti, alle quali si associano condizioni meteorologiche relativamente stabili, esistono anche *anticicloni e cicloni temporanei*, che sono responsabili di frequenti mutamenti del tempo.

Gli anticicloni determinano condizioni di «*bel tempo*». Infatti, a causa della pressione più elevata, l'aria – più densa – si muove verso il basso e verso l'esterno, e abbassandosi si riscalda; quindi, la sua umidità relativa diminuisce e non si formano nuvole.

I cicloni danno invece luogo a movimenti dell'aria dall'esterno verso il centro (dove essa risale) e causano il raffreddamento dell'aria e la formazione di nuvole e precipitazioni. Perciò essi vengono chiamati anche **perturbazioni atmosferiche**.

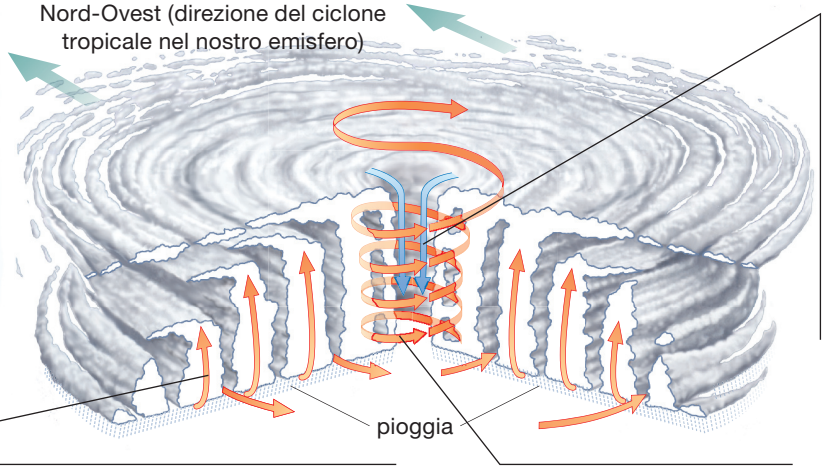
Le perturbazioni atmosferiche più rilevanti sono costituite dai **cicloni extratropicali** (le «nostre» perturbazioni) e dai **cicloni tropicali**.

I cicloni extratropicali sono perturbazioni di grande estensione dovute all'incontro, a bassa quota, di due masse d'aria: una fredda e secca, proveniente dalle zone polari, e una calda e umida, proveniente dalle zone tropicali.

Si muovono da Ovest a Est, spinti dai venti occidentali, con velocità di un migliaio di kilometri al giorno.

I cicloni tropicali sono aree di bassa pressione molto pronunciata, con estensione meno ampia di quella dei cicloni extratropicali.

I cicloni tropicali interessano le regioni situate in due fasce comprese all'incirca tra i 5° e i 30° di latitudine, sia a Nord che a Sud dell'Equatore e possono causare danni enormi. Si spostano dalla zona di formazione, muovendosi da Est verso Ovest, spinte dagli alisei.



I cicloni tropicali si formano sul mare, dove l'evaporazione è massima. L'aria molto calda e umida sale rapidamente, ruotando, e così si accentua la bassa pressione, si verificano forti venti e si formano nubi e precipitazioni torrenziali.

L'aria, nel ciclone tropicale, si muove in senso antiorario nel nostro emisfero (in senso orario nell'emisfero meridionale).

Copyright © 2010 Zanichelli SpA, Bologna [6203] Idee per insegnare le Scienze integrate con *Lupia Palmieri, Parotto, Saraceni, Strumia* **SCIENZE INTEGRATE** © Zanichelli 2010

Ancora più violenti dei cicloni tropicali, ma molto meno estesi (circa 200 m di diametro), sono i *tornado*, o *trombe d'aria*.

I tornado si formano di solito da una nube temporalesca e hanno l'aspetto di lunghi e stretti vortici, a forma di imbuto, che dalla nube raggiunge il suolo o il mare.

Nel tornado l'aria si muove a spirale, dal basso verso l'alto, attorno a un asse verticale o inclinato di pochi gradi. Il «risucchio» è fortissimo e solleva dal suolo tutto ciò che incontra.

I climi del pianeta

Il **clima** consiste nell'insieme delle condizioni di *temperatura*, *pressione e venti*, *umidità e precipitazioni*, che caratterizzano – nel corso dell'anno – l'aria presente su un determinato luogo.

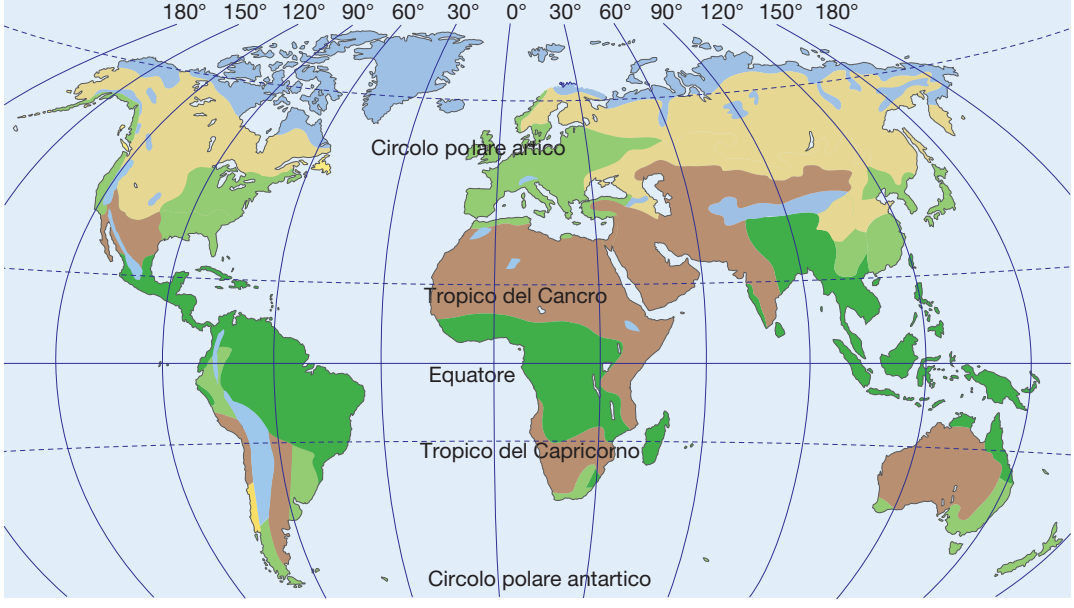
Per definire adeguatamente il clima di una località si devono registrare i dati meteorologici tutti i giorni dell'anno per almeno trent'anni.

Gli elementi del clima dipendono da numerosi fattori, come la latitudine, la presenza di montagne più o meno elevate, la distanza dal mare (o da altri bacini idrici di rilievo), le correnti marine. Per questo motivo, le condizioni climatiche sono diverse da un luogo all'altro del nostro pianeta.

In base alle temperature e alle precipitazioni sono stati individuati **5 gruppi climatici** fondamentali, che indicheremo procedendo dall'Equatore verso i poli:

1. climi caldi umidi, detti anche *climi megatermici umidi*,
2. climi aridi,
3. climi temperati, detti anche *climi mesotermici*,
4. climi freddi, detti anche *climi microtermici*,
5. climi nivali.

Ciascun gruppo comprende inoltre alcuni **tipi climatici**.



1 Nelle zone a clima caldo umido le temperature medie mensili superano sempre i 15 °C e le precipitazioni sono abbondanti.

2 Le zone a clima arido sono accomunate da precipitazioni scarsissime (possono mancare per anni).

3 Le aree a clima temperato hanno inverni non rigidi e precipitazioni generalmente moderate.

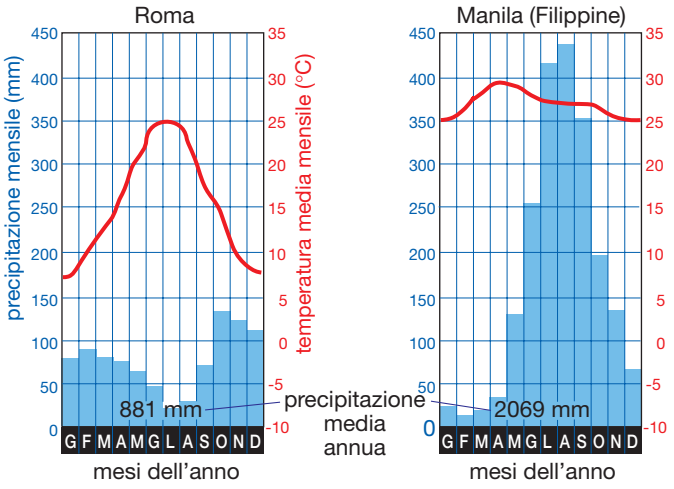
4 Nelle aree a clima freddo prevalgono i mesi freddi. Le precipitazioni sono moderate o scarse e si verificano soprattutto durante l'estate.

5 Nelle zone con clima nivale la temperatura media del mese più caldo è sempre inferiore a 10 °C. Le precipitazioni (soprattutto nevose) sono scarse.

Copyright © 2010 Zanichelli SpA, Bologna [6203] Idee per insegnare le Scienze integrate
con *Lupia Palmieri, Parotto, Saraceni, Strumia* **SCIENZE INTEGRATE** © Zanichelli 2010

L'andamento del clima di un certo luogo può essere visualizzato costruendo un grafico, chiamato **climatogramma**, nel quale sono di solito indicati i valori medi della temperatura e delle precipitazioni – gli elementi principali del tempo e del clima – nei diversi mesi dell'anno.

Il clima influenza la **distribuzione della vegetazione** sulla Terra e, di conseguenza, la vita e le attività umane.

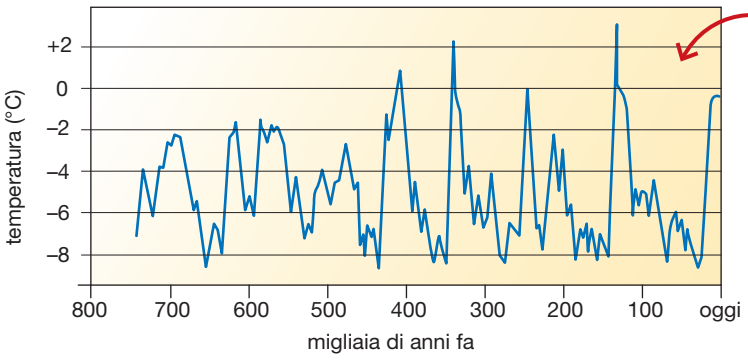


I cambiamenti climatici

Lo studio congiunto dei movimenti della Terra nello spazio, della storia geologica del nostro pianeta e della sua atmosfera dimostra che il clima è in continua evoluzione.

Le oscillazioni del clima che si sono succedute dopo la fine dell'ultima glaciazione sono oggetto di studio della **Paleoclimatologia**.

Dalla Paleoclimatologia sappiamo che in tempi passati il nostro pianeta è stato interessato da epoche glaciali e interglaciali. In particolare, negli ultimi 2 milioni di anni si sono susseguite cinque grandi **epoche glaciali**, l'ultima delle quali, durata circa 60000 anni, si è conclusa intorno a 10000 anni fa. A partire da questa data il clima della Terra, e in particolare quello del nostro emisfero, non è rimasto invariato.



Le analisi condotte sulle carote di ghiaccio estratto in Antartide (nella stazione di Dome C, un sito di ricerca dove europei e statunitensi collaborano) mostrano che la **temperatura atmosferica** media annua degli ultimi 750000 anni è variata da condizioni di clima più freddo (chiamate *glaciali*) a condizioni di clima più caldo (chiamate *interglaciali*).

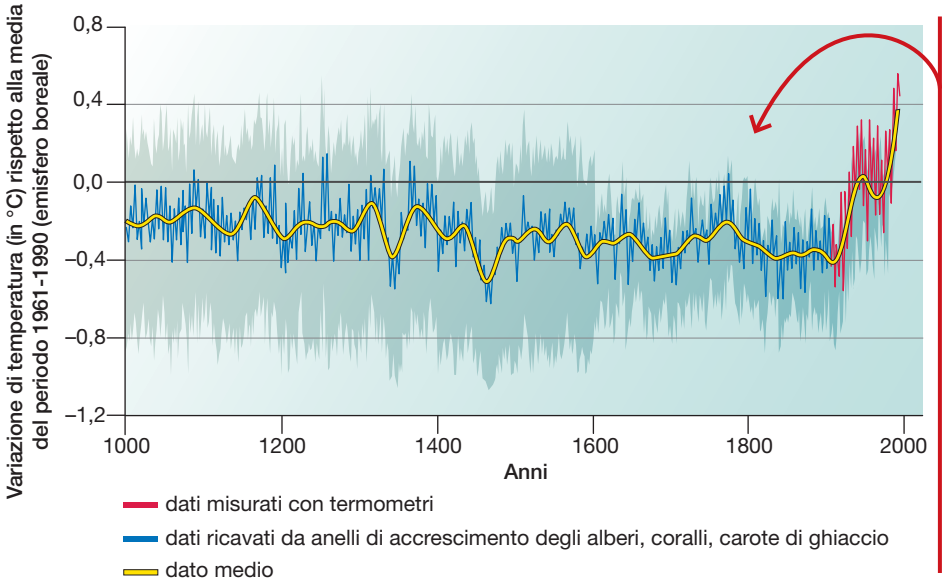
A partire dal 1950 il clima della Terra ha subìto numerose oscillazioni contrastanti, anche se globalmente è stata registrata la tendenza verso un certo riscaldamento. Negli ultimi decenni si è assistito anche ad una progressiva accentuazione dell'inquinamento atmosferico ed in particolare all'incremento della concentrazione di CO_2, che tende a far elevare la temperatura dell'atmosfera. Molti climatologi ritengono che negli anni futuri assisteremo a un ulteriore riscaldamento del clima, connesso all'influenza sempre più marcata dell'uomo sui processi atmosferici.

Le variazioni climatiche sono provocate anche da diverse cause naturali come, ad esempio, le grandi eruzioni vulcaniche esplosive.

Fra le rappresentazioni più note dell'attuale aumento della temperatura atmosferica vi è il grafico *hockey stick*, chiamato così per la sua forma a bastone da hockey, con una parte quasi verticale – la «paletta» – che rappresenta l'incremento di temperatura riscontrato negli ultimi cento anni.

Copyright © 2010 Zanichelli SpA, Bologna [6203] Idee per insegnare le Scienze integrate
con *Lupia Palmieri, Parotto, Saraceni, Strumia* **SCIENZE INTEGRATE** © Zanichelli 2010

Ciò che il grafico sembra indicare è l'anomalia di un aumento improvviso rispetto all'andamento dei 900 anni precedenti. Anomalia che la maggioranza dei climatologi riconosce come almeno in parte imputabile alle attività umane seguite alla rivoluzione industriale e quindi all'immissione di gas serra nell'atmosfera.



In questa versione del grafico *hockey stick*, la curva spezzata rossa raffigura le temperature misurate effettivamente, per mezzo di termometri, mentre quella blu rappresenta le temperature ricostruite a partire da diversi archivi paleoclimatici naturali. La linea nera orizzontale (linea dello 0) è la media di riferimento, calcolata su 40 anni. L'area grigia rappresenta infine l'area con una confidenza del 95% (ovvero l'area in cui l'errore è al di sotto del 5%).

La nostra troposfera verso la fine dell'Ottocento ha iniziato a riscaldarsi, aumentando la propria temperatura media di circa 0,6 °C in cento anni, e il decennio passato è stato probabilmente il più caldo degli ultimi 1000 anni.

Nella comunità scientifica c'è accordo sul rischio che la fusione di masse glaciali continentali proceda in maniera molto consistente e quindi si realizzi un **innalzamento del livello marino** che potrebbe essere devastante per molte aree costiere del mondo.

Fra gli effetti più preoccupanti del riscaldamento atmosferico vi è inoltre la riduzione o scomparsa del *permafrost*.

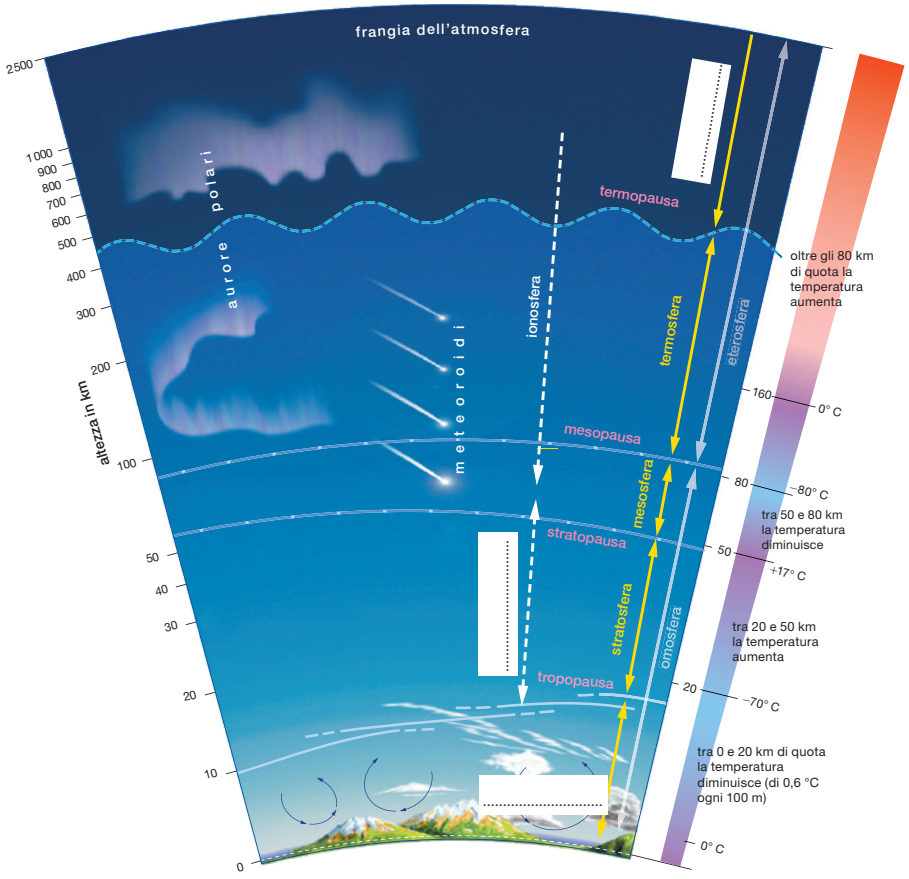
E non bisogna dimenticare che il riscaldamento dell'atmosfera ha conseguenze importanti sulla distribuzione di molte specie animali e vegetali, sul loro comportamento e sulla loro fisiologia.

Il rischio di un forte riscaldamento atmosferico globale impone di adottare il **principio di precauzione**. Tale principio ha portato gran parte dei Paesi ad adottare delle misure per il contenimento delle emissioni di gas serra, stipulando il cosiddetto *Protocollo di Kyoto* (1997). Tale accordo non è stato ratificato da alcuni stati e gran parte di quelli che lo hanno sottoscritto ha ancora emissioni di anidride carbonica ben al di sopra dei limiti stabiliti.

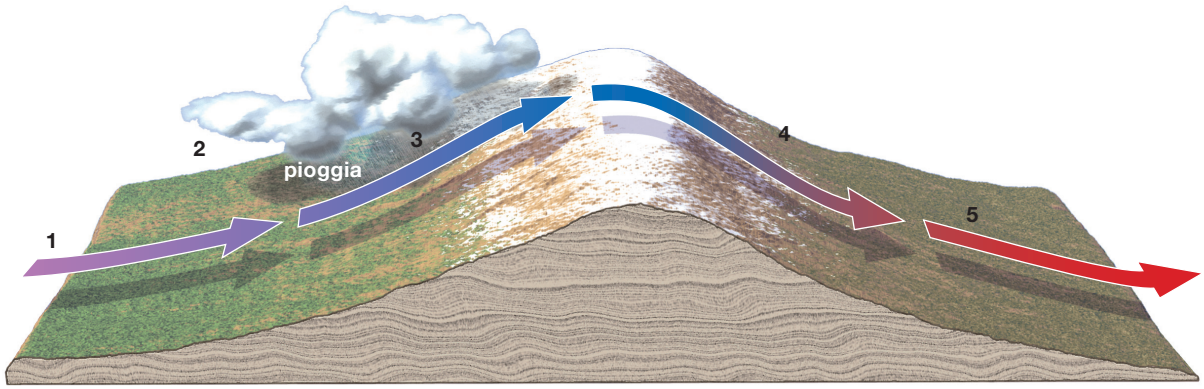
Sono in corso trattative diplomatiche a livello mondiale alla ricerca di strategie compatibili con lo sviluppo industriale dei Paesi.

Copyright © 2010 Zanichelli SpA, Bologna [6203] Idee per insegnare le Scienze integrate
con *Lupia Palmieri, Parotto, Saraceni, Strumia* **SCIENZE INTEGRATE** © Zanichelli 2010

1 **Completa la figura con i termini mancanti.**



2 **Fai corrispondere ai numeri riportati sulla figura i testi riportati qui sotto.**



A Mentre scende, la massa d'aria si riscalda e origina un vento (a luoghi chiamato föhn) caldo e asciutto.

B L'aria, divenuta più fredda ma a questo punto meno umida, scende lungo il versante opposto.

C In corrispondenza di una certa quota l'aria - umida e ora più fredda - raggiunge il «livello di condensazione», causando la formazione di nuvole.

D Una massa d'aria calda, ricca di vapore acqueo, comincia a salire.

E Salendo ancora, la diminuzione ulteriore di temperatura provoca la formazione di gocce più grandi, che cadono al suolo come pioggia.

Copyright © 2010 Zanichelli SpA, Bologna [6203] Idee per insegnare le Scienze integrate
con *Lupia Palmieri, Parotto, Saraceni, Strumia* **SCIENZE INTEGRATE** © Zanichelli 2010