



ARPALAZIO

AGENZIA REGIONALE PROTEZIONE AMBIENTALE DEL LAZIO

A

...COME ARIA



*Manuale didattico
per insegnanti
delle classi 4^a e 5^a
della scuola primaria
e della scuola
secondaria di 1° grado*

I quaderni dell'Arpa Lazio

ARPA Lazio

Divisione polo didattico

formazione@arpalazio.it • tel. 06.48054541 • fax 06.48054539

biblioteca@arpalazio.it • tel. 0746.272228 • fax 0746.296403

www.arpalazio.it

A cura di: Leda Bultrini, Alessandro D. Di Giosa

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Testi e grafica a cura di La Lumaca e Achabgroup

Stampato su carta ecologica sbiancata senza uso di cloro

Finito di stampare a ottobre 2007

INDICE

Premessa	4
L'atmosfera: una coperta a strati	5
Il vento	7
I colori del cielo	8
L'inquinamento dell'aria	9
Il buco dell'ozono	10
L'effetto serra	12
La CO₂ in atmosfera	13
Le polveri atmosferiche	13
Gli effetti dell'inquinamento	14
Come limitare l'inquinamento dell'aria nei centri urbani	16
Il monitoraggio della qualità dell'aria	16
Star bene insieme	17
Bricchi e alambicchi	18
Penna e pennello	20
Spigolature	21
Rompicapo	25
Grandi e piccoli protagonisti	27
Verifica	28
Glossario	30
Per saperne di più: bibliografia, sitografia, video	31
Appunti	33

PREMESSA

L'ARPA Lazio (Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale del Lazio) promuove, mediante la Divisione polo didattico, attività di educazione e di informazione ambientale dei cittadini, organizzando, tra gli altri, percorsi formativi sui temi dello sviluppo sostenibile rivolti al personale docente delle scuole. La formazione in aula è integrata da **iniziative volte a supportare gli insegnanti nella loro attività didattica**, mediante interventi di esperti, visite guidate, laboratorio mobile, e dai servizi della Biblioteca ambientale. Agli insegnanti sono dedicati questo e gli altri brevi manuali divulgativi e didattici della collana **"I quaderni dell'ARPA Lazio"** (Agenda 21, rifiuti, acqua, cambiamenti climatici).

L'aria è ovunque, anche se non la possiamo vedere, gustare o toccare. Non ha neanche un odore suo, però è piena di profumi e cattivi odori che trasporta fino al nostro naso: è l'aria che ci permette di sentire la fragranza dei fiori e l'inconfondibile odore del mare.

L'aria ha permesso lo sviluppo della vita sulla Terra: è fonte di ossigeno per gli esseri viventi, anidride carbonica per le piante (necessaria per la fotosintesi clorofilliana) e consente alla Terra di trattenere parte del calore solare e di respingere i raggi ultravioletti che sono dannosi per gli esseri viventi.

La composizione dell'aria è rimasta immutata per milioni di anni, ma con lo sviluppo industriale e l'urbanizzazione è cominciato il suo progressivo inquinamento.

Non è sempre facile affrontare con i ragazzi il tema dell'aria, proprio perché è qualcosa che non vedono e non toccano.

Questo manuale si propone come supporto agli insegnanti che desiderano intraprendere con i loro alunni questo studio, fornendo i contenuti ma soprattutto attività, giochi ed esperienze per arricchire e rendere più coinvolgente il percorso didattico.

Il manuale è strutturato come un progetto didattico: nella consapevolezza che quanto più un percorso è interdisciplinare tanto più ha valenza educativa, le varie sezioni cercano di coinvolgere diverse materie curriculari.

Le sezioni non costruiscono un percorso rigido ma forniscono delle direttrici flessibili che il docente potrà percorrere insieme alla sua classe adattandole alle diverse situazioni e agli obiettivi che si è prefissato.



L'ATMOSFERA: UNA COPERTA A STRATI

I raggi solari prima di arrivare al suolo attraversano un involucro di gas e vapori: l'atmosfera. Questa "coperta" che circonda la Terra respinge verso lo spazio una parte delle radiazioni solari e trattiene una parte del calore riflesso dal nostro pianeta.

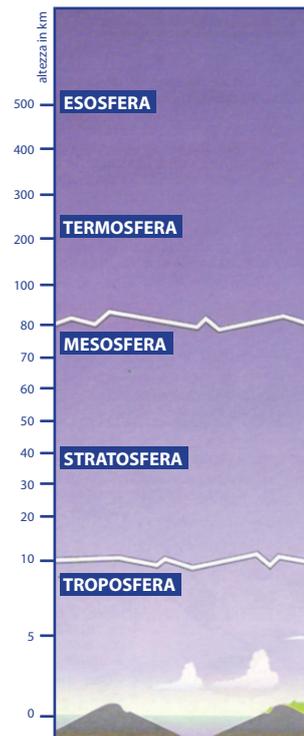
L'atmosfera è suddivisa in cinque strati concentrici, chiamati **sfere**, che hanno temperature, densità e spessori diversi e sono separate da fasce di passaggio chiamate **pause**.

La **troposfera** è la zona più vicina al suolo, nella quale volano gli aerei di linea e si verificano i comuni fenomeni meteorologici (venti, nubi e precipitazioni). La sua altezza è compresa tra 0 e 10 km e la sua temperatura diminuisce al crescere dell'altezza, raggiungendo i -50°C .

Oltre la troposfera troviamo la **stratosfera**, che va dai 10 a i 50 km di altezza. La temperatura di questa zona è costante fino ai 20 km poi aumenta fino a 0°C per la presenza dell'ozono, che dai 20 ai 25 km di altitudine ha la sua massima concentrazione. Qui l'ozono assorbe i raggi ultravioletti, producendo calore, e trattiene le radiazioni nocive per la vita sulla Terra, svolgendo la funzione di filtro.

Continuando a salire si incontra la **mesosfera**, che va dai 50 agli 80 km, nella quale la temperatura torna a diminuire fino a -90°C . La mesosfera è limitata dalla **mesopausa**, nella quale la temperatura raggiunge i valori minimi.

L'alta atmosfera è costituita dalla **termosfera**, nella quale si verificano fenomeni come le aurore boreali, e dall'**esosfera**, che si estende dai 500 km d'altezza verso il "vuoto", dove la temperatura continua ad aumentare fino a superare i 1.000°C .



I PRIMI CORAGGIOSI RICERCATORI

James Glaisher e Robert 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 l'aria diventava sempre più fredda.

L'utilizzo dei palloni senza uomini a bordo, che si sviluppò dopo i primi anni del 1900, dimostrò, però, che la temperatura dell'aria continuava a scendere solo sino ad un certo punto, chiamato **tropopausa** e considerato il punto più alto della **troposfera**.

L'ARIA E LA VITA

Siamo così abituati ad avere aria e ossigeno intorno a noi che ci è difficile pensare che un tempo l'atmosfera fosse differente. Eppure, l'aria che respiriamo oggi è diversa da quella di 4 miliardi e mezzo di anni fa, quando la Terra ebbe origine. Si pensa che allora l'atmosfera fosse costituita dai fumi dei vulcani, i quali contengono una bassissima percentuale di ossigeno libero. Dal vapore acqueo contenuto nei materiali di eruzione si formarono i primi oceani. L'ossigeno presente nell'aria è, invece, il risultato di un processo lentissimo: furono le primitive alghe marine unicellulari che, tramite la fotosintesi clorofilliana, iniziarono a produrlo. Solo 400 milioni di anni fa l'atmosfera cominciò a contenere ossigeno sufficiente per permettere l'evoluzione di animali terrestri.

Queste conoscenze scientifiche sono relativamente recenti, la natura dell'aria è, infatti, rimasta un mistero per lunghi secoli; solo dopo il 1770 una serie di esperimenti effettuati da Joseph Priestley dimostrò che l'aria contiene qualcosa di indispensabile per la vita degli animali, una sostanza chiamata allora "flogisto".

Nel decennio 1780-90 il chimico francese Antoine Lavoisier scoprì che questo principio vitale era un gas, cui

diede il nome di ossigeno. Lavoisier trovò anche altri due gas nell'aria: l'azoto e l'anidride carbonica. Studi successivi evidenziarono, poi, l'esatta composizione dell'aria: 21% ossigeno, 78% azoto e meno dell'1% anidride carbonica, argon e altri gas.

LA COMPOSIZIONE DELL'ARIA

L'aria nella troposfera è formata, dunque, da un miscuglio di gas. L'azoto, che prevale in percentuale, è incolore, inodore e non partecipa ai processi vitali, a cui provvede invece l'ossigeno.

Nell'aria è presente anche un'importante componente di vapore acqueo derivante dai fenomeni di evaporazione: mari e laghi, infatti, vengono riscaldati dal Sole ed evaporano lentamente, cedendo parte del loro contenuto all'atmosfera.

La percentuale del vapore acqueo può cambiare moltissimo al variare della pressione ed è proprio il continuo variare di questi parametri (pressione e percentuale di vapore acqueo) che dà origine ai fenomeni meteorologici.

I PRINCIPALI COMPONENTI DELL'ATMOSFERA SECCA* A LIVELLO DEL MARE		
Gas	Simbolo	Percentuale in volume
Azoto	N ₂	78,084
Ossigeno	O ₂	20,95
Argon	Ar	0,93
Anidride carbonica	CO ₂	0,03
Neon	Ne	0,002
Elio	He	0,0005
Metano	CH ₄	0,0001
Kripto	Kr	0,0001
Idrogeno	H ₂	0,00005

**Si parla di aria secca se l'umidità relativa è al di sotto del 35/40%*

CARATTERISTICHE DELL'ARIA

L'aria è composta da due gas principali e da numerosi altri componenti secondari, gassosi, solidi, liquidi. Le sue caratteristiche possono essere studiate ricorrendo alle teorie e alle leggi che disciplinano il moto dei gas.

Le molecole dei gas si muovono in modo disordinato e quando si scontrano con un ostacolo cambiano direzione, disperdendo parte della propria energia sotto forma di calore. Questa reazione è tanto più violenta quanto più forti sono gli urti e quindi quanto più veloci sono i movimenti delle molecole.

Se comprimiamo un gas e ne diminuiamo il volume, le molecole che si muovono al suo interno finiranno con lo scontrarsi fra loro con maggior frequenza, dando origine ad una importante produzione di calore, che farà salire la temperatura del gas.

Lasciando, invece, espandere il gas, si verificherà il fenomeno contrario e quindi si diraderanno gli urti tra una molecola e l'altra, con conseguente diminuzione della temperatura. Poiché comprimere o dilatare un gas significa variare la sua pressione, si può affermare che pressione, densità e temperatura sono tre grandezze strettamente legate fra loro.

PRESSIONE ATMOSFERICA

La pressione dell'aria è un parametro direttamente collegato al suo peso molecolare e di conseguenza alla forza con cui essa è attratta dalla Terra.

Per comprendere facilmente il fenomeno si può immaginare che le molecole di gas che costituiscono l'aria siano sovrapposte in modo ordinato una sull'altra, come una pila di monete. La prima molecola, quella che sta sotto a tutte le altre, deve sopportare il peso dell'intera colonna, peso che a sua volta la molecola in questione scarica sul terreno. Se, invece di misurare il peso della molecola più vicina al suolo, andiamo a verificare quello che grava su una molecola posta a 2.000 m di altezza, esso risulterà minore, perchè dovuto solo al peso delle molecole che sovrastano quella di riferimento e non alla massa delle molecole sottostanti.

Ne deriva che la pressione dell'aria è più elevata al suolo che in quota e diminuisce all'aumentare dell'altezza.

In meteorologia la pressione viene misurata in millibar, unità di misura che esprime la pressione esercitata da una massa di 1,013 grammi che grava su una superficie di un centimetro quadrato.

La pressione atmosferica di riferimento, quella che si usa per definire "alta" o "bassa" una pressione locale, è di 1,013 millibar e corrisponde alla pressione che esercita al suolo una colonna d'aria avente una temperatura di zero gradi centigradi, posta al livello del mare e ad una latitudine di 45 gradi.

Le variazioni di pressione sono di primaria importanza per le previsioni meteorologiche: in genere quando la pressione dell'aria diminuisce significa che è in arrivo una perturbazione, mentre se la pressione aumenta il tempo volge al sereno.

IL VENTO

Quando l'aria si sposta da un luogo all'altro origina il vento, costituito sempre da un volume d'aria più o meno grande, che si muove da un luogo freddo verso un luogo più caldo o, per essere più precisi, da un luogo a bassa pressione a un luogo ad alta pressione.

I venti, quindi, si muovono sempre nella direzione del **gradiente barico**, vale a dire del rapporto fra la differenza di pressione che intercorre fra due punti della Terra e la distanza che li separa. Più elevata è la differenza di pressione fra i due punti in questione e più forte sarà il vento, mentre al contrario, più due punti sono lontani fra loro e meno violento sarà lo spostamento d'aria.

Nelle alte quote dell'atmosfera si originano forti venti per effetto di grandi differenze di pressione e temperatura. Questi venti, noti come **correnti a getto**, si localizzano di solito tra 9.000 e 10.500 m d'altezza e raggiungono velocità intorno ai 360 km/h. Le correnti a getto vengono utilizzate dagli aerei per risparmiare tempo e carburante.

LA CLASSIFICAZIONE DEI VENTI

I venti si identificano in base alla direzione da cui provengono.

La **rosa dei venti** è un diagramma che riporta per ogni direzione il nome del vento corrispondente. Il vento che soffia da nord, per esempio, si chiama tramontana, quello che soffia da nord-est è il grecale e così via.

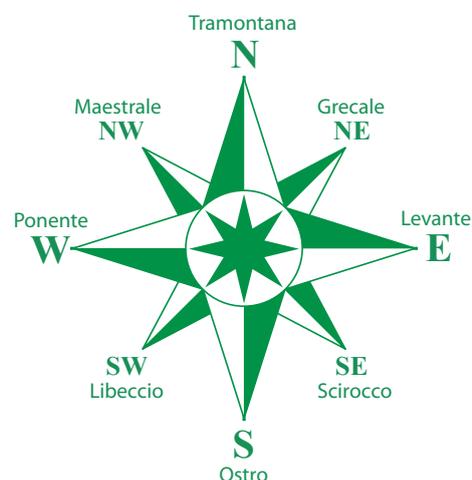
I venti vengono classificati come **costanti** quando tendono a soffiare per lunghi periodi di tempo nella stessa direzione, come nel caso degli alisei.

Sono detti invece **periodici** i venti che spirano alternativamente e con una certa regolarità in direzioni opposte, come succede per i monsoni.

Si chiamano infine **variabili** tutti gli altri venti che per le loro caratteristiche non possono essere inseriti nelle prime due categorie.

Ecco i nomi dei venti principali:

- **Maestrale:** vento del nord-ovest, generalmente freddo e secco, caratteristico del Mar Tirreno
- **Tramontana:** vento freddo e asciutto che spira da nord. È accompagnato da bel tempo
- **Ostro (Austro):** vento umido e caldo che soffia da mezzogiorno
- **Föhn:** soffia in montagna, dalle cime verso le valli. Scendendo dal versante nord, fa sciogliere le nevi
- **Grecale:** vento di nord-est che soffia sul Mediterraneo occidentale
- **Libeccio:** vento di sud-ovest
- **Harmattan:** vento caldo, spesso carico di sabbia, che soffia sul Sahara e sulla Nigeria
- **Scirocco:** vento caldo che soffia sul bacino del Mediterraneo
- **Simun:** vento proveniente da est o da sud-est, che nasce nel deserto d'Arabia e soffia fino in Egitto e in Libia
- **Blizzard:** vento freddo che provoca tempeste di neve simili a quelle di sabbia



I VENTI LOCALI

I venti locali sono il risultato di differenze a piccola scala nella distribuzione di pressione e temperatura, oltre che di interazioni tra i venti principali e la morfologia locale del territorio. Nelle zone costiere, ad esempio, i venti locali tendono a svilupparsi in giornate serene e soleggiate, perché, sotto l'azione del Sole, la Terra si riscalda molto più velocemente dell'acqua. L'aria che sovrasta il suolo inizia, quindi, a salire ed è sostituita dall'aria più fresca proveniente dal mare. Questa circolazione prende il nome di **brezza di mare** e si verifica solitamente in primavera e in estate, quando le differenze termiche tra mare e terra sono più marcate. Durante la notte avviene il processo inverso, perché la Terra si raffredda più rapidamente del mare (**brezza di Terra**).

I COLORI DEL CIELO

L'aria è incolore, anche se il cielo sopra di noi è sempre colorato. I suoi colori nascono dall'interazione tra vapore acqueo, polveri in sospensione nell'atmosfera e luce solare.

La luce **bianca** che proviene dal Sole è in realtà composta da un fascio di colori: rosso, arancio, giallo, verde, blu, indaco e violetto.

Quando l'aria è pura e secca diffonde soprattutto il **blu**, mentre gli altri colori vengono assorbiti. Le sfumature del blu derivano dalla quantità di polveri e di vapore acqueo presenti, in ogni momento, nell'aria dei bassi strati. Le goccioline e il pulviscolo amplificano la diffusione, aumentando la proporzione di verde e giallo e facendo volgere il cielo a un azzurro più chiaro. È per questo motivo che i cieli estivi dei Paesi europei densamente popolati sono più pallidi di quelli dei vasti territori asciutti e disabitati dell'Africa e dell'Australia.

Quando l'aria è ricca di pulviscolo riflette soprattutto il **rosso**; quando, invece, contiene molto vapore acqueo o nubi leggere diventa **bianca**. Così, a seconda delle ore, delle stagioni, delle condizioni meteorologiche, il cielo cambia colore. Dopo il tramonto ecco il **nero** della notte: la luce del Sole non illumina più l'atmosfera.

Senza aria non esisterebbero né aurore né tramonti perché la luce ci inonderebbe e ci abbandonerebbe bruscamente: è grazie al pulviscolo atmosferico che possiamo vedere i raggi del sole.

L'INQUINAMENTO DELL'ARIA

Per inquinamento atmosferico si intende la presenza nell'aria di sostanze che, modificando la composizione e l'equilibrio dell'atmosfera stessa, causano (nel breve e lungo periodo, su scala locale e globale) effetti dannosi per l'uomo, per il mondo animale e vegetale, per la qualità dell'ambiente.

Tradizionalmente gli inquinanti vengono classificati in due categorie principali: quelli di origine antropica e quelli naturali, derivanti, ad esempio, dalle eruzioni vulcaniche.

Anticamente le uniche sorgenti di inquinamento atmosferico erano di origine naturale: incendi, erosioni eoliche dei terreni privi di vegetazione, eruzioni vulcaniche, processi degradativi di tipo biologico della sostanza organica.

Le eruzioni vulcaniche possono produrre biossido di zolfo, monossido di carbonio e particelle sospese; i fulmini producono ozono e ossidi di azoto. La decomposizione delle sostanze organiche produce, invece, metano e ossidi di azoto.

PRINCIPALI INQUINANTI DI ORIGINE NATURALE	Polveri e gas emessi dai vulcani, dagli incendi delle foreste e dalla decomposizione dei composti organici
	Alcuni composti organici volatili (COV) prodotti dalla vegetazione (p. es. l'isoprene, principale causa naturale di asma e reazioni allergiche; i pollini)
PRINCIPALI INQUINANTI DI ORIGINE ANTROPICA	Biossido di zolfo (SO ₂)
	Ossidi di azoto (NO _x)
	Monossido di carbonio (CO)
	Ozono (O ₃)
	Polveri
	Piombo (Pb)
COV (composti organici volatili)	

Gli inquinanti di origine antropica vengono suddivisi in due categorie:

- sostanze antropiche primarie, generate direttamente all'attività umana (traffico, processi industriali, riscaldamento)
- sostanze secondarie, generate da reazioni chimiche tra sostanze primarie e sostanze già esistenti in atmosfera

INQUINANTI PRIMARI	INQUINANTI SECONDARI
Monossido di carbonio (CO)	Biossido di azoto (NO ₂)
Benzene (C ₆ H ₆)	Polveri sottili (PM10)
Biossido di zolfo (SO ₂)	Ozono (O ₃)
Ossido di zolfo (NO)	
Polveri sottili (PM10)	

L'inquinamento di origine antropica si sprigiona dalle grandi sorgenti fisse (industrie, impianti per la produzione di energia elettrica e inceneritori), da sorgenti fisse di piccole dimensioni (impianti per il riscaldamento domestico) e da sorgenti mobili (traffico veicolare).

Questa forma di inquinamento spesso si manifesta sotto forma di dense foschie secche o nebbie umide, conosciute con il termine "smog" e tutte accomunate dal provocare un peggioramento della visibilità.

Solo il vento o la pioggia sono in grado di dissipare queste cortine di agenti tossici, il che fa sì che abbiano il primato di città più inquinate i grandi agglomerati urbani soggetti a tempo caldo, sereno, asciutto e poco ventilato, come Città del Messico e Los Angeles.

Buona parte degli agenti inquinanti hanno effetti tossici, altri si combinano con l'umidità della nebbia formando patine acide che corrodono i monumenti e aumentano l'incidenza di disturbi respiratori. Questo miscuglio di gas contribuisce, inoltre, al riscaldamento globale della Terra.

In Inghilterra, dalla fine del XIX secolo al 1960, le nebbie dense dovute alla combustione del carbone sono state causa di gravi problemi sanitari. A Londra, nel 1952, una delle nebbie più inquinate della sua storia è stata causa di circa 4000 morti conseguenti a difficoltà respiratorie.

Il grado di inquinamento delle zone urbane può essere notevolmente aggravato dal fenomeno dell'**inversione termica al suolo**, che si manifesta quando uno strato di aria calda, più leggera, scorre al di sopra di uno strato più freddo e pesante, impedendone l'elevazione e la dispersione. In tali condizioni si manifesta spesso una netta banda di foschia giallastra, che si interrompe intorno ai 150-300 metri dal suolo. Durante la giornata il riscaldamento dei bassi strati può gradualmente rimuovere l'inversione e consentire la dispersione degli inquinanti ma se l'inversione termica al suolo si mantiene per più giorni si possono raggiungere concentrazioni di gas tossici molto pericolose per la salute umana.

La morfologia del territorio attorno alla città e la stagione influiscono notevolmente sul grado di inquinamento urbano: in Italia le zone più esposte sono la Pianura Padana in inverno e Firenze in estate.

L'unico modo di intervenire su questo problema è ridurre le emissioni, mediante un uso razionale delle risorse energetiche e la depurazione dei residui di combustione. Molte città, quando vengono superate le **soglie di attenzione**, applicano restrizioni al traffico automobilistico, in quanto il contributo prevalente all'inquinamento atmosferico è dato dai seguenti fattori:

- benzene e monossido di carbonio originati dai trasporti
- formazioni di ossido di azoto legate ai processi di combustione
- PM10 prodotto da veicoli diesel, sollevamento dal manto stradale, usura dell'impianto frenante, usura degli pneumatici.

IL BUCO DELL'OZONO

L'assottigliamento della fascia di ozono sopra l'Antartide è uno degli esempi più eclatanti dell'alterazione dell'atmosfera causata dall'uomo. L'ozono (formula chimica O_3) è un gas dall'odore pungente, di colore azzurro, che allo stato libero si concentra quasi tutto tra 15.000 e 40.000 m di altezza in una fascia della stratosfera, chiamata **ozonofera**, che funge da filtro contro le radiazioni solari ultraviolette, dannose per la salute dell'uomo. Sono proprio queste radiazioni che, colpendo le molecole di ossigeno e di ozono (formate dall'abbinamento di tre atomi di ossigeno) dell'ozonofera, danno origine ad una serie di reazioni opposte e complementari: l'ossigeno si trasforma in ozono e l'ozono in ossigeno.

Questo processo, che avviene soprattutto al di sopra dei Tropici, assicura la costante presenza dell'ozono stesso, che viene poi distribuito in tutta l'atmosfera dalle correnti a getto d'alta quota.



Ormai da diversi anni è stato, però, accertato un assottigliamento dello strato di ozono che protegge il pianeta, fenomeno legato all'inquinamento atmosferico e, in particolare, alla presenza nell'aria di clorofluorocarburi (CFC), gas utilizzati in passato nelle bombolette spray, nei frigoriferi e nei condizionatori.

Questi gas, una volta raggiunta la stratosfera, liberano cloro che interferisce con la formazione dell'ozono. Queste reazioni chimiche hanno luogo al di sopra dell'Antartide alla fine dell'inverno australe (nei mesi che corrispondono alla nostra primavera-estate), quando nell'atmosfera antartica si forma un intenso vortice di aria fredda che intrappola i CFC nelle nubi di cristalli di ghiaccio. Con il ritorno del sole, la combinazione tra radiazione solare, nubi di cristalli di ghiaccio e CFC origina una miscela altamente distruttiva per l'ozono.

Nel corso degli anni Ottanta la quantità di ozono al di sopra del Polo Sud diminuì drasticamente; le dimensioni e la rapidità di questo crollo allarmarono la comunità scientifica internazionale. Nel 1987 fu approvato il protocollo di Montreal, in seguito al quale l'impiego su scala mondiale dei più pericolosi CFC diminuì del 40% nell'arco di cinque anni. Nonostante ciò, all'inizio del 1994, l'ozono stratosferico al di sopra dell'Antartide risultava ormai completamente distrutto. I CFC già presenti in atmosfera saranno eliminati solo tra qualche decennio e nel frattempo continueranno a distruggere l'ozono.

Le conseguenze di questa situazione sono pesanti e vanno dall'aumento dei tumori della pelle alla crescita delle temperature medie.

L'OZONO A BASSA QUOTA

L'**inquinamento da ozono**, fa riferimento ad un incremento della concentrazione di ozono a livello del suolo e non va confuso con il "buco dell'ozono", che riguarda le zone alte dell'atmosfera.

La sua presenza al suolo è direttamente dipendente dalle condizioni meteorologiche e quindi molto variabile nell'arco della giornata e delle stagioni.

Solitamente la concentrazione di ozono in città aumenta in estate, quando la miscela di composti inquinanti, proveniente soprattutto dai motori a scoppio, interagisce con la radiazione solare, producendo diversi composti chimici, tra cui, appunto, l'ozono.

L'ozono è dannoso per l'uomo e per l'ambiente in quanto è un forte ossidante e gli effetti sulla salute dipendono dai seguenti fattori:

- concentrazione nell'aria
- tempo di esposizione
- volume totale di aria respirata.

I danni da esposizione ad ozono, soprattutto nei soggetti a rischio, si possono manifestare come:

- irritazione della mucosa degli occhi
- infiammazioni e alterazioni a carico delle vie respiratorie (tosse, difficoltà respiratorie, sensazione di affaticamento)
- diminuzione della resistenza alle infezioni batteriche polmonari
- peggioramento di patologie respiratorie o cardiache già in atto (polmoniti croniche ostruttive, bronchiti croniche, asma, enfisema polmonare, ischemie del miocardio).

I soggetti più sensibili a questi effetti sono i bambini, gli anziani, le donne in gravidanza e chi svolge attività sportiva o lavorativa all'aperto.

Persone asmatiche o con patologie polmonari o cardiache sono invece da considerare soggetti a rischio.

Per ridurre la sensibilità individuale all'esposizione ad ozono, nella stagione estiva è consigliabile integrare la propria dieta con cibi ricchi di sostanze antiossidanti come:

SOSTANZA ANTIOSSIDANTE	ALIMENTI CHE LA CONTENGONO
Vitamina C	Pomodori, peperoni rossi e verdi, patate, cavoli, broccoli, verdure a foglie verdi, agrumi, fragole, meloni

SOSTANZA ANTIOSSIDANTE	ALIMENTI CHE LA CONTENGONO
Vitamina E	Fegato, uova, asparagi, avocado, noci, mandorle, germe di grano, farina di grano intero, olio di oliva, olio di arachidi, olio di germe di grano, olio di fegato di merluzzo
Selenio	Pollo, rognone, fegato, tonno, molluschi, pomodori, broccoli, cavoli, cipolle, funghi, cereali integrali, noci del Brasile, lievito di birra, germe di grano

L'EFFETTO SERRA

Come abbiamo già detto l'atmosfera è come una coperta protettrice che riscalda la Terra, mantenendo un costante equilibrio tra la quantità di radiazione solare assorbita e la quantità di calore dispersa nello spazio sotto forma di radiazione infrarossa. Se non ci fosse l'atmosfera la temperatura della Terra diventerebbe rovente di giorno e glaciale di notte, assestandosi su un valore di $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ invece degli attuali $15\text{ }^{\circ}\text{C}$. La superficie terrestre assorbe una parte della radiazione solare e la riemette sotto forma di radiazione infrarossa. L'atmosfera, costituita prevalentemente da azoto e ossigeno che sono trasparenti alla radiazione termica infrarossa, lascia sfuggire verso lo spazio queste radiazioni. Esistono, però, alcuni gas (chiamati **gas serra**) che assorbono e riemettono la radiazione infrarossa verso terra. Questo fenomeno fisico naturale, determinato dalla capacità dell'atmosfera di trattenere il calore che proviene dal sole, è fondamentale per la vita sulla Terra e si chiama **effetto serra**.

L'emissione in atmosfera di grandi quantità di gas serra, dovuta alle attività umane, sta generando un effetto serra antropico che si va ad aggiungere a quello naturale, alterando tutti gli equilibri del sistema climatico. I principali gas ad effetto serra sono il vapore acqueo, l'anidride carbonica, il metano, l'ossido di azoto, i clorofluorocarburi (CFC) e il biossido di zolfo. Essi agiscono esattamente come i vetri di una serra, lasciando penetrare la radiazione termica solare a onda corta e trattenendo quella riemessa al suolo ad onda lunga. Le attività umane, come la combustione di materiali fossili (p. es. petrolio e carbone) aumentano la concentrazione di alcuni gas serra, amplificando l'effetto serra naturale e inducendo così un riscaldamento globale del Pianeta, che nel corso dell'ultimo secolo è stata pari a circa $+0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sulle Alpi l'aumento della temperatura nell'ultimo secolo è stato addirittura di $1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, andamento confermato anche dal regresso dei ghiacciai, che dal 1820 a oggi hanno perso quasi il 50% della loro superficie.

Il primo strumento legale vincolante che si occupa direttamente di cambiamenti climatici, con cui vari paesi del mondo cercano di concordare strategie di riduzione delle emissioni è la Convenzione quadro sul cambiamento climatico delle Nazioni Unite. L'obiettivo finale della Convenzione è di stabilizzare "le concentrazioni dei gas ad effetto serra nell'atmosfera ad un livello tale che sia esclusa qualsiasi pericolosa interferenza delle attività umane sul sistema climatico". La Convenzione ha attualmente come strumento attuativo il Protocollo di Kyoto, che impone ai Paesi dell'Unione Europea aderenti di ridurre complessivamente almeno dell'8%, rispetto ai livelli del 1990, le principali emissioni antropogeniche di gas capaci di alterare l'effetto serra naturale del nostro pianeta, nel periodo compreso tra il 2008 e il 2012.



LA CO₂ IN ATMOSFERA

L'aria fossile contenuta nei ghiacciai antartici indica che il contenuto di CO₂ è variato negli ultimi 420 mila anni tra un minimo di 190 ppmv (parti per milione in volume) durante le ere glaciali e un massimo di 300 ppmv durante i periodi caldi. Nel solo ultimo secolo, invece, siamo passati da 280 a 380 ppmv, valore mai raggiunto in precedenza.

Tale incremento è dovuto all'attività antropica, in particolare a quella legata all'utilizzo dei combustibili fossili che rilasciano in atmosfera grandi quantità di anidride carbonica, non più compensata dall'assorbimento da parte delle piante, anche a causa della riduzione delle superfici forestali.

PRODUZIONE DI CO ₂	
Ogni italiano	9.800 Kg/anno
Ogni statunitense	22.000 Kg/anno
Ogni sudanese	2 Kg/anno

QUANTA CO ₂ PRODUCE LA COMBUSTIONE DI	
1 chilogrammo di carbone	3,7 Kg CO ₂
1 litro di benzina	2,4 Kg CO ₂
1 litro di gasolio	2,7 Kg CO ₂
1 metro cubo di metano	1,9 Kg CO ₂

LE POLVERI ATMOSFERICHE

Gli abitanti delle grandi città hanno recentemente sentito parlare dell'inquinamento atmosferico causato dalle **polveri atmosferiche**, costituite da una miscela di particelle solide e liquide sospese in aria, variabili per caratteristiche dimensionali, composizione e provenienza. La presenza di questo particolato nell'aria desta un crescente interesse per i possibili effetti sanitari sulla popolazione, tanto che in molte aree urbane i blocchi del traffico vengono decisi in relazione alla concentrazione delle polveri.

Le polveri totali sospese (**PTS**) sono un insieme molto eterogeneo di particelle solide e liquide che, a causa delle ridotte dimensioni, possono rimanere in sospensione nell'aria per un lungo periodo di tempo, come avviene per le polveri contenute nei gas di scarico degli autoveicoli.

Le polveri derivano dalle attività delle industrie, dalla combustione che avviene negli impianti di riscaldamento e soprattutto dal traffico, che le genera non solo mediante i gas di scarico, ma anche con l'erosione della superficie stradale e l'usura di pneumatici e freni.

Le polveri vengono classificate in funzione del loro diametro (misurato in micrometri): minore è la dimensione delle particelle e maggiore è la loro capacità di penetrare nei polmoni e di produrre effetti dannosi sulla salute umana.

- **Le polveri grossolane** (diametro compreso tra 2,5 e 30 µm, paragonabile a quello di un capello umano, che è compreso tra 50-100 µm) – si originano dall'erosione meccanica e dalla disgregazione dei suoli. Anche pollini e spore fanno parte di questa categoria.

1000 µm (micrometri)
=
1 millimetro (mm)

- **Le polveri fini** (diametro inferiore 2,5 µm) – derivano dalle emissioni prodotte dal traffico veicolare, dalle attività industriali e dagli impianti di produzione di energia elettrica. Studi epidemiologici hanno dimostrato che esiste una significativa correlazione tra la presenza di polveri fini e

il numero di patologie dell'apparato respiratorio, di malattie cardiovascolari e di episodi di mortalità registrati in una determinata area geografica.

Le polveri aventi diametro inferiore a 10 μm vengono chiamate PM10 e sono in grado di penetrare nel tratto superiore dell'apparato respiratorio (dal naso alla laringe), quelle con diametro inferiore a 2,5 μm vengono chiamate PM2,5 e sono in grado di penetrare nel tratto inferiore dell'apparato respiratorio (dalla trachea sino agli alveoli polmonari).

La pericolosità delle polveri presenti nell'aria è dovuta sia all'azione diretta sulle cellule della mucosa respiratoria, sia alla loro capacità di superare questa barriera e di entrare nel sangue, come nel caso delle particelle più fini.

All'aumentare della quantità di polveri nell'aria che respiriamo corrispondono significativi aumenti:

- della mortalità totale e di quella per cause cardiopolmonari e per tumore del polmone
- delle riacutizzazioni di asma
- delle bronchiti croniche

Tutti questi fenomeni sono molto più gravi nei soggetti a rischio, vale a dire bambini, anziani e persone che hanno già uno stato di salute compromesso da malattie croniche.

Le polveri accumulate in atmosfera hanno effetti negativi anche sull'ambiente urbano: assorbendo e deviando la luce provocano una riduzione della visibilità, fenomeno particolarmente pericoloso nelle vicinanze di aeroporti e autostrade.

GLI EFFETTI DELL'INQUINAMENTO

La diffusione delle sostanze inquinanti in atmosfera può comportare numerose conseguenze negative nei confronti sia dell'uomo che dell'ambiente. Gli effetti possono essere **a breve termine**, se dovuti a brevi esposizioni ad elevate concentrazioni di una sostanza, o **a lungo termine**, se dovuti a lunghe esposizioni a concentrazioni relativamente basse di una sostanza.

Gli effetti patologici sull'uomo sono in gran parte dovuti all'impatto degli inquinanti sull'apparato respiratorio.

Gli interscambi tra aria e organismi viventi avvengono, infatti, attraverso organi e apparati, tra i quali l'apparato respiratorio rappresenta il principale sistema di contatto con l'atmosfera e tutto ciò che essa contiene.

Un individuo adulto respira:

- in condizioni di riposo dai 6 ai 9 litri di aria al minuto (circa 9-13 metri cubi al giorno)
- durante un'attività fisica moderata circa 60 litri al minuto
- durante un'attività fisica intensa circa 130 litri al minuto

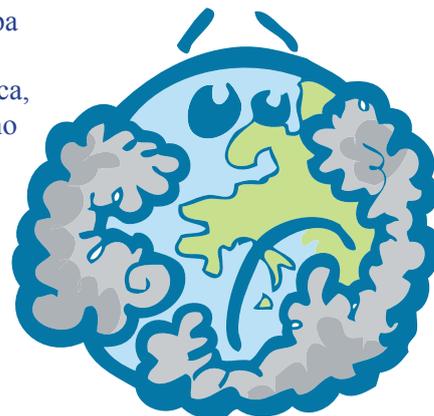
Questi volumi d'aria sono filtrati da una superficie respiratoria che si sviluppa per un'estensione complessiva di ben 130-150 metri quadrati.

Nei Paesi industrializzati una delle patologie più diffuse è la bronchite cronica, le cui cause principali sono l'inquinamento atmosferico, le infezioni e il fumo da tabacco. Anche il notevole incremento dei casi di allergia è correlabile all'inquinamento dell'aria.

In base agli effetti prodotti gli inquinanti possono essere suddivisi in:

- tossici ed irritanti (biossido di zolfo e biossido di azoto)
- asfissianti cellulari (monossido di carbonio e acido solfidrico)
- cancerogeni (idrocarburi aromatici, cadmio, amianto)
- ossidanti (ozono, biossido di azoto)

L'inquinamento determina anche impatti negativi sulla vegetazione.



	Effetti sull'uomo della breve esposizione *	Effetti sull'uomo della lunga esposizione **	Effetti sulla vegetazione ***
Monossido di carbonio (CO)	può provocare la morte (> 100 mg/m ³)	incremento della mortalità giornaliera totale, di quella specifica per malattie cardiovascolari e respiratorie a breve termine	riduzione dello sviluppo delle piante
Benzene (C₆H₆)	sonnolenza, vertigini, cefalea, tachicardia, epigastralgia, confusione, tremori e perdita di conoscenza	aumento dell'incidenza di vari tipi di leucemia e tumori del sistema emopoietico, alterazioni della funzionalità midollare, anemia e alterazioni del sistema immunitario	non noti
Biossido di azoto (NO₂)	provoca alterazioni della molecola di emoglobina nei globuli rossi, irritazione delle mucose	aumento della mortalità totale e dei ricoveri ospedalieri, in particolare per le patologie bronco-ostruttive e per la patologia asmatica	piogge acide ¹
Biossido di zolfo (SO₂)	raggiunge gli alveoli polmonari e può provocare crisi asmatiche, irritazione agli occhi	incremento sia dei ricoveri ospedalieri per patologie respiratorie sia della mortalità generale	piogge acide ¹
PM10	disturbi dell'apparato respiratorio, problemi cardiovascolari	alterazioni del ritmo cardiaco e aumento sia della mortalità, soprattutto respiratoria, sia del numero di ricoveri ospedalieri	dipende dalla composizione
Ozono (O₃)	diminuzione della capacità respiratoria, infezioni delle mucose (risolvibili), diminuzione transitoria della funzione polmonare e risposta infiammatoria delle vie aeree profonde: sintomi tipici sono: tosse, dispnea, dolore toracico	diminuzione della capacità respiratoria, infezioni delle mucose (croniche), aumento del numero di ricoveri ospedalieri per disturbi respiratori, asma inclusa	necrosi dei tessuti con danni alle coltivazioni

* Le informazioni sugli **effetti di lunga esposizione da parte dell'uomo** a concentrazioni non elevate sono tratte da Ennio Cadum, *Effetti sulla salute dei principali inquinanti dell'aria*, Area di Epidemiologia Ambientale ARPA di Grugliasco, in www.comune.torino.it/ambiente/inquinamento/aria_salute.html

** Le informazioni sugli **effetti di breve esposizione da parte dell'uomo** a concentrazioni elevate sono tratte da: <http://www.cdc.gov/niosh/ipcs/italian.html>

*** Le informazioni sugli **effetti degli inquinanti sulla vegetazione** sono tratte da: <http://www.nonsoloaria.com/piacepi.htm>

¹ **Attraverso le foglie:** i gas penetrano nel liquido intercellulare delle foglie, diffondendosi e accumulandosi in concentrazioni tossiche che indeboliscono la pianta e la espongono all'attacco di insetti, malattie e variazioni climatiche.

Attraverso il terreno: i gas si liberano nel terreno portando in soluzione alluminio e altri metalli pesanti, che causano una diminuzione degli apporti di nutrienti, che indebolisce la pianta e la espone all'attacco di insetti, malattie e variazioni climatiche.

COME LIMITARE L'INQUINAMENTO DELL'ARIA NEI CENTRI URBANI

A partire dagli anni '70 in tutti i Paesi industrializzati il numero di veicoli in circolazione è andato incontro ad una crescita costante. Attraverso l'emissione di polveri fini, monossido di carbonio, ossidi di azoto e composti organici volatili le automobili e gli altri mezzi di trasporto stradali contribuiscono in misura preponderante a determinare una bassa qualità dell'aria nei centri urbani. La limitazione dei livelli di concentrazione di inquinanti, in particolare delle polveri fini, nelle nostre città deve avvenire anzitutto mediante la riduzione dell'inquinamento da traffico veicolare.

Diverse sono le soluzioni che si possono adottare. Alcune hanno caratteristiche di innovazione tecnologica, altre di "educazione" ad un uso alternativo del mezzo di trasporto privato:

- **incentivazione** di forme alternative di mobilità urbana, come il trasporto pubblico, il *car-pooling* (condivisione del mezzo privato da parte di più passeggeri) e l'uso della bicicletta
- **riduzione** delle emissioni per chilometro di strada percorso, attraverso l'impiego di veicoli e carburanti più puliti
- **utilizzo** di mezzi di trasporto elettrici e di autoveicoli più piccoli e leggeri, in modo da ridurre il consumo di carburante e dunque le emissioni inquinanti
- **controllo** periodico delle emissioni dallo scarico dell'automobile per monossido di carbonio, ossidi di azoto e idrocarburi, inquinanti che partecipano alla formazione delle particelle secondarie

ALCUNI NUMERI A PROPOSITO DEL TRAFFICO (dati di Legambiente Italia)

- 103 sono le auto circolanti in Italia per chilometro di strada (46 quelle in Germania)
- 4,4 autovetture vengono immatricolate in Italia per ogni bambino che nasce
- 67 auto ogni 100 abitanti a Roma, 66 a Milano, 59 a Bologna
- 3 miliardi è la stima delle ore perse in Italia ogni anno a causa del traffico.

IL MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

Il monitoraggio della qualità dell'aria di una determinata area richiede uno studio approfondito e prolungato nel tempo e si attua mediante una rete di monitoraggio, ovvero un insieme di stazioni di misura dislocate sul territorio, in grado di rilevare la concentrazione degli inquinanti nella bassa atmosfera.

Le tradizionali tecniche di rilevamento dell'inquinamento consistono in analisi fisiche, chimiche e microbiologiche le quali indicano la presenza delle sostanze inquinanti nell'aria e la loro concentrazione. Negli ultimi anni si sta sviluppando anche il **biomonitoraggio**, che va ad affiancare le tecniche di monitoraggio tradizionali. Le tecniche di biomonitoraggio misurano l'inquinamento atmosferico mediante l'uso di organismi viventi, gli **indicatori biologici**, i quali reagiscono con variazioni morfologiche o fisiologiche a determinate concentrazioni di inquinanti.

STAR BENE INSIEME

In questa sezione riportiamo il “galateo dell’aria”, ovvero 10 buone azioni per migliorare la qualità dell’aria nelle nostre città. Consigliamo di sottoporre il decalogo ai ragazzi solo dopo una profonda trattazione dell’argomento, cercando di fare scaturire le “10 regole” dalle loro discussioni e dalle loro riflessioni. Lasciamo volutamente libero lo spazio per l’undicesima regola nell’eventualità che dalle loro osservazioni emergano altre azioni sostenibili.

I tre modi per ridurre l’inquinamento atmosferico sono: **guidare meno, guidare meglio e risparmiare energia**, perché ogni volta che si bruciano combustibili fossili si inquina l’aria. Usare meno benzina, gas ed elettricità (prodotta prevalentemente mediante la combustione di idrocarburi) equivale a ridurre le emissioni di sostanze inquinanti. Ecco, quindi, le regole che la famiglia può mettere in atto per contribuire alla riduzione dell’inquinamento atmosferico:

- 1 Per gli spostamenti **usare la bicicletta** invece dell’automobile un giorno alla settimana. Oltre a guadagnarci in salute e qualità dell’aria, si risparmieranno costi di carburante ed emissioni di CO₂.
- 2 Provare a **migliorare lo stile di guida**, accelerare gradualmente e rispettare i limiti di velocità: si ridurrà il contributo delle auto all’inquinamento. A 100 km/h un’auto consuma il 20% di carburante in meno che a 120 km/h.
- 3 **Mantenere efficiente l’auto** curando la manutenzione del motore, anche con la verifica periodica dei gas di scarico: si avrà sempre sotto controllo la quantità di sostanze inquinanti emesse durante gli spostamenti.
- 4 **Mantenere i pneumatici alla corretta pressione, togliere portapacchi e portasci** quando non si utilizzano. Si ridurrà l’attrito con l’aria e a parità di velocità si consumerà meno carburante.
- 5 Se si deve cambiare l’automobile **preferire auto di piccole dimensioni e a basso consumo**: potenza non fa rima con intelligenza!
- 6 Se proprio non si vuole rinunciare ad un’automobile di grandi dimensioni e cilindrata, scegliere un **modello che utilizza carburante più pulito** (metano o GPL): a parità di km percorsi si ridurrà notevolmente la quantità di sostanze tossiche immesse nell’aria.
- 7 **Spegnere il motore dell’auto o dello scooter quando si è fermi in sosta**: non si ridurrà solo l’inquinamento dell’aria, ma anche quello acustico.
- 8 **Regolare la temperatura** del riscaldamento domestico non oltre i 20°C: ogni grado in più corrisponde ad un aumento del 7% dei consumi, che si traduce in un aumento dell’utilizzo di combustibili fossili, con conseguente emissione di grandi quantità di gas serra.
- 9 Sostituire le comuni lampadine a incandescenza con **lampadine a risparmio energetico** (fluorescenti compatte): ogni kW/h di origine termoelettrica richiede circa 200 g di petrolio.
- 10 **Installare serramenti con doppi vetri e a tenuta d’aria**: il 30% del calore di casa esce dalle fessure e dagli infissi e ci costringe a riscaldare di più, bruciando sempre più combustibili.
- 11

Ricordare comunque che ognuno di noi ha una parte di responsabilità nel peggioramento della qualità dell’aria, ma può anche aiutare a ridurre l’inquinamento atmosferico adottando misure di prevenzione e stili di vita corretti: nelle scelte quotidiane, andando al lavoro o a scuola, nell’uso quotidiano di riscaldamento e aria condizionata.

BRICCHI E ALAMBICCHI

In questa sezione riportiamo attività pratiche che possono essere realizzate a supporto del percorso didattico. I laboratori, suddivisi per ordine scolastico, possono essere facilmente realizzati dai ragazzi con la supervisione degli insegnanti, seguendo le istruzioni riportate.

1 LA GIRANDOLA *(scuola primaria)*

TEMPO DI ESECUZIONE:
20 minuti

MATERIALI:

- 1 foglio quadrato di carta da regalo
- 1 puntina da disegno
- 1 cannuccia
- colla
- plastilina

ATTREZZI:

- forbici
- matita

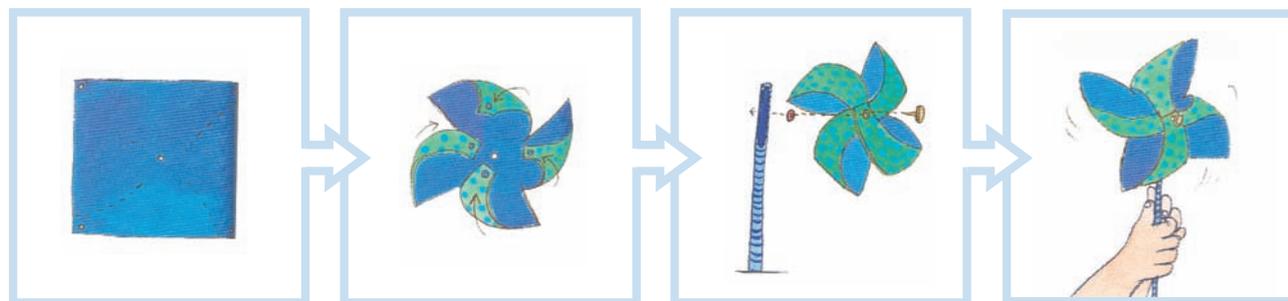
PROCEDIMENTO:

1 Piega la carta a metà e poi di nuovo a metà per trovare il centro. Traccia quattro linee curve e cinque buchi sul lato della carta senza disegni. Fai i buchi e taglia lungo le linee curve.

2 Piega ognuno dei quattro angoli in modo che si incontrino nel mezzo del quadrato sovrapponendosi.

3 Incolla i quattro angoli e quando la colla è ben asciutta infila la puntina nel foro, poi spingila dentro alla cannuccia e copri la sua punta con la plastilina.

4 Ora la girandola è pronta per affrontare il vento!



2 IN CADUTA LIBERA *(scuola primaria)*

TEMPO DI ESECUZIONE:
1 minuto

MATERIALI:

- 1 moneta
- 1 fazzoletto di carta
- 1 palloncino

PROCEDIMENTO:

1 Gonfia il palloncino

2 Fai cadere dal balcone o dalla finestra contemporaneamente la moneta e il fazzoletto di carta.

3 Prova ora con il fazzoletto e il palloncino.

4 Chi arriva prima a terra? Perché?

La moneta, pesante, taglia l'aria e cade subito a terra. Il fazzoletto, più leggero e ampio, volteggia un po', sostenuto dall'aria, prima di toccare terra. Il palloncino scende ancora più lentamente perché l'aria che lo riempie rallenta la discesa.

3 LA PROVA POLLICE-INDICE (scuola primaria)

TEMPO DI ESECUZIONE:
1 minuto

MATERIALI:
alberi con foglie grandi e leggermente ruvide (p.es. ippocastano, olmo)

PROCEDIMENTO:

- 1 Strofina tra il pollice e l'indice alcune foglie degli alberi della tua città
- 2 Osserva il colore delle dita.

Le foglie degli alberi trattengono le polveri sospese, migliorando così la qualità dell'aria.

4 COSTRUISCI L'ANEMOMETRO (scuola secondaria)

TEMPO DI ESECUZIONE:
30 minuti

ATTREZZI:

- righello
- pennarello
- martello
- colla

MATERIALI:

- 1 tavoletta di legno quadrata
- 1 chiodo lungo 7,5 cm
- 1 tappo di sughero
- 1 cappuccio di una biro
- 1 bussola
- 1 penna di uccello



PROCEDIMENTO:

- 1 Con il pennarello scrivi le iniziali di nord, sud, est e ovest al centro di ogni lato della tavoletta quadrata
- 2 Traccia due linee diagonali per trovare il centro esatto del quadrato.
- 3 Con il chiodo scava nel tappo di sughero un buco, abbastanza largo da infilarci bene il cappuccio della biro.
Se non sta fermo lo puoi incollare.
- 4 Incolla la penna al centro del tappo di sughero.
- 5 Pianta il chiodo al centro della tavoletta, facendo attenzione a non piegarlo e lasciandolo sporgere circa 5 cm.
- 6 Infilare il cappuccio sul chiodo.
- 7 Usa la bussola per allineare il nord segnato sul tuo anemometro con il nord magnetico.
- 8 Osserva il tuo anemometro quando soffia il vento. La punta della penna sarà rivolta sempre verso la direzione dalla quale il vento proviene.

5 COSA C'È NELL'ARIA (scuola secondaria)

TEMPO DI ESECUZIONE:
2 giorni

MATERIALI:

- 1 filtro da caffè di carta
- acqua

ATTREZZI:

- pentolino pulito
- colino da tè

PROCEDIMENTO:

- 1 Riempi il pentolino d'acqua e mettilo all'aperto. Lascialo fermo per due giorni.
- 2 Metti il filtro nel colino e versaci l'acqua del pentolino. Cos'è rimasto nel filtro?

In molte città il filtro si riempie di particelle, ma quelle che vedi sono solo le più grandi. Ce ne sono altre invisibili, così piccole da stare a milioni in un ditale. Sono le polveri inquinanti che hanno origine soprattutto dalle attività dell'uomo.

PENNA E PENNELLO

La sezione propone spunti letterari e/o artistici per rendere l'argomento quanto più possibile interdisciplinare. Le attività proposte sono la lettura di una poesia di Victor Hugo e l'osservazione e la riproduzione, con varie tecniche artistiche, di quadri di Monet, con richiami ai colori dell'aria.

Alla fine del XIX secolo Claude Monet ha dipinto i covoni di fieno in ore diverse della giornata.

È possibile visualizzare i quadri al sito: <http://www.artinvest2000.com/monet.htm>



Claude Monet

Meules, fin de l'été effet du soir
 (Covoni, fine d'estate effetto di sera)
 1891, olio su tela, 60x100 cm
 The Art Institute of Chicago, Chicago
 Gift of Arthur M. Wood
 in memory of Pauline Palmer Wood, 1985



Claude Monet

Deux meules, déclin du jour, automne
 (Due covoni, fine del giorno, autunno)
 1891, olio su tela, 65x100 cm
 The Art Institute of Chicago, Chicago
 Mr. and Mrs. Lewis Larned Coburn
 Memorial Collection, 1933



Claude Monet

Meules, fin de l'été, effet du matin
 (Covoni, fine dell'estate, effetto mattutino)
 1891, olio su tela, 60x100 cm
 Musée d'Orsay, Parigi



Claude Monet

Meules, effet de neige
 (Covoni, effetto di neve)
 1891, olio su tela, 58,5x99 cm
 Shelburne Museum, Shelburne (VT)

“I lavoratori del mare”

I venti corrono, volano
 si abbattono, cadono
 ricominciano, si librano,
 fischiano, muggiscono,
 ridono. Senza tregua,
 notte e giorno, in ogni
 stagione, ai tropici come
 al polo, soffiando nella
 loro tromba stravolta
 conducono, attraverso
 il groviglio di onde
 e nuvole, la grande caccia
 nera dei naufragi.....
 Radunano le nubi e
 le sfaldano, impastano
 con un milione di
 mani l'agile immensità
 delle acque.

Victor Hugo, 1866

SPIGOLATURE

In questa sezione riportiamo notizie, dati e curiosità sull'aria che possono essere utilizzati come spunto per approfondimenti e ricerche e per collegamenti con altre discipline.

1 Anche se è difficile pensarlo perché non si vede, l'aria occupa uno spazio ed ha un peso. Tutta l'aria che forma l'atmosfera pesa sulla Terra esercitando una pressione detta **atmosferica**. Lo sapevi che l'aria che riempie una stanza pesa come due bambini (circa 70 Kg)?

2 Se appoggi un foglio di carta sopra un calorifero, ti accorgerai che viene leggermente sollevato perché l'aria calda si muove verso l'alto, lasciando posto a quella fredda, che tende invece a scendere. Questo movimento si chiama **moto convettivo** e produce correnti, proprio come avviene nell'atmosfera. È così che le mongolfiere possono volare in cielo: gonfiate con l'aria scaldata da un bruciatore a gas, diventano più leggere dell'aria circostante e si alzano in volo.



3 I moderni aerei di linea volano al di sopra delle nuvole, nella stratosfera, dove l'aria è tranquilla e tersa. Se volassero nella troposfera, dove si sviluppano i fenomeni meteorologici, il volo assomiglierebbe ad una vera e propria cavalcata.

4 Una persona adulta fa in media 40 respiri al minuto, corrispondenti a circa 57.600 respiri al giorno.

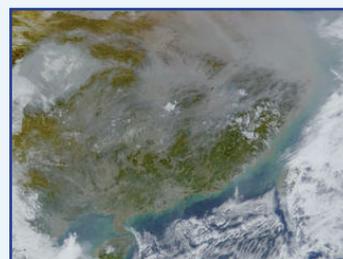
5 La Terra è continuamente colpita da diversi tipi di radiazioni, alcune delle quali nocive. Ma l'atmosfera che circonda il Pianeta filtra i raggi in arrivo e ne fa giungere alla superficie solo una parte, proteggendoci. L'atmosfera frena e blocca anche i meteoriti che l'attraversano; questi si surriscaldano per l'attrito e bruciano estinguendosi intorno ai 50 km di quota.

6 “Oggi la quantità di gas serra ha superato i livelli dell'intero Quaternario e nessuno sa quali potranno essere le conseguenze. Sono convinto che il cambiamento di questi parametri essenziali del clima segni l'inizio di una nuova epoca geologica e ho proposto di chiamarla **antropocene** (dal greco anthropos, uomo).” Paul Krutzen, premio Nobel per la chimica, 1995

7 I potenziali contaminanti dell'aria sono migliaia, dotati di una struttura chimica e fisica distinta o di effetti distinti sulla salute umana. Tra questi i più significativi sono:

- **Anidride solforosa** (SO₂). Emessa da combustibili fossili contenenti zolfo, come il petrolio greggio e il carbone.
- **Ossidi di azoto** (NO_x). Prodotti dalle auto e dagli impianti di combustione, ma anche dalle coltivazioni agricole.
- **Ammoniaca** (NH₃). È prodotta principalmente dalle attività agricole.
- **Metano** (CH₄). Generato dall'agricoltura, dai processi di degrado e da perdite durante i processi di estrazione e distribuzione del gas.
- **Monossido di carbonio** (CO). Si genera con i processi di combustione. Le particelle di polvere, a seconda della loro dimensione, possono essere molto pericolose per la facilità con cui penetrano nell'organismo.
- **Ozono** (O₃). Le diverse sostanze inquinanti presenti nell'aria, sotto l'effetto della luce del sole, permettono la formazione di ozono.
- **VOC** (Composti Organici Volatili). Comprendono una gamma di agenti inquinanti differenti, come carboidrati, composti e solventi organici.

8 Ribattezzata dagli scienziati “fenomeno abc” (*atmospheric brown cloud*), l'Asian Brown Cloud è, letteralmente, una nube polverosa di colore marrone formata da zolfo, azoto, frammenti di carbone, composti organici e cenere, che si estende su oltre un terzo dell'Asia. I primi a scoprirla e a segnalarla furono alcuni astronauti americani circa 10 anni fa. La prima ricerca sul fenomeno, chiamata Indoex, si concluse nel 1999 e rilevò che la nube era spessa 3 Km e che spessore ed estensione sarebbero aumentati all'aumentare della popolazione, della crescita delle aree urbane e dei consumi. La nube si è formata a causa dei numerosi incendi dolosi in vaste aree boschive e dell'uso di combustibili di scarsa qualità, come il carbone in Cina e lo sterco essiccato nelle zone rurali dell'India, che rilasciano nell'aria ceneri e residui inquinanti.



I suoi effetti sono, oltre alle centinaia di migliaia di morti premature per problemi respiratori, la diminuzione del 10% dell'irraggiamento solare con conseguente riduzione della resa dei raccolti e mutazione del regime delle piogge, carestie e piogge acide.

9 La marmitta catalitica è un dispositivo usato per depurare i gas di scarico emessi dagli autoveicoli.

È situata tra il motore e la marmitta tradizionale. Contiene una struttura porosa di ceramica, rivestita di metalli catalizzatori come il palladio, il rodio e il platino, che, attraverso una reazione chimica, convertono per circa il 65/80 % le sostanze inquinanti in vapore d'acqua, biossido di carbonio e azoto molecolare.

Per funzionare correttamente, la marmitta catalitica richiede una temperatura compresa tra i 300°C e i 900°C e non tollera la presenza di “veleni” come il piombo e lo zolfo, che ne disattivano la funzionalità e la rendono anche più inquinante delle marmitte tradizionali. Può trattare fino a 3500 litri al minuto di gas di scarico.

10 Il monte Pinatubo è un vulcano attivo che si trova a nord dell'isola di Luzon, nelle Filippine. Il 15 giugno 1991 diede luogo ad una violenta eruzione esplosiva di gas e magma, disperdendo nell'atmosfera circa venti milioni di tonnellate di polveri e anidride solforica. Queste particelle vulcaniche ebbero un effetto schermo contro i raggi solari, provocando, durante l'anno seguente, la diminuzione della temperatura a livello globale di 0,5°C. L'eruzione ebbe effetti negativi anche sullo strato di ozono, riducendo la presenza di questo gas alle medie latitudini anche del 5% e causando un maggiore assorbimento dei raggi ultravioletti da parte dell'atmosfera terrestre, con conseguenti manifestazioni climatiche insolite nell'emisfero boreale.



11 Il deserto del Sahara è scenario di frequenti tempeste di sabbia dovute all'azione combinata di due fattori: da una parte l'aumento della frequenza del vento di Scirocco, dall'altra l'ipersfruttamento dei terreni della fascia settentrionale dell'Africa da parte dell'uomo e la loro conseguente erosione e desertificazione. Le tempeste di sabbia possono trasportare tonnellate di sabbia non solo verso l'Europa, ma anche verso il Mar dei Caraibi, il Golfo del Messico e il sud degli Stati Uniti. Questo fenomeno ha un duplice risultato: le polveri sottili creano un effetto serra, trattenendo nella bassa atmosfera le radiazioni solari, mentre le polveri più grandi, al contrario, bloccano le radiazioni solari verso la Terra.

12 Il biossido di zolfo (SO_2) è un gas incolore e irritante, responsabile, insieme al biossido di azoto, delle piogge acide e del declino delle foreste. Esso viene sprigionato durante i processi di combustione che coinvolgono lo zolfo. In natura l'attività vulcanica ne produce circa 20 milioni di tonnellate in un anno. Le principali sorgenti antropogeniche di biossido di zolfo sono gli impianti che producono energia che emettono addirittura 150 milioni di tonnellate all'anno.

13 L'80% delle emissioni di monossido di carbonio a livello mondiale è causato dal traffico veicolare. Elevate emissioni di questo inquinante gassoso vengono rilasciate dagli scarichi dei veicoli in condizioni di motore al minimo, per questo esso può raggiungere concentrazioni particolarmente elevate nelle zone urbane con traffico intenso e rallentato.

14 Il particolato presente su città di grandi dimensioni diminuisce la luminosità assorbendo o riflettendo la luce solare. Negli ultimi 50 anni si è verificata una perdita della visibilità atmosferica del 50%, dovuta alle emissioni di biossido di zolfo e ossidi di azoto. La capacità visiva dell'uomo in condizioni atmosferiche normali può raggiungere grandissime distanze, che si riducono ad un raggio di appena 10 chilometri in condizioni di forte inquinamento.

15 Le fonti urbane responsabili delle emissioni di PM10 sono principalmente i mezzi di trasporto su gomma e gli impianti di riscaldamento civili. Gli inquinanti emessi dai camini di altezza elevata possono essere trasportati dagli agenti atmosferici a diversi chilometri di distanza provocando parte dell'inquinamento di fondo delle città. Le polveri PM10, inalabili e pericolose per la salute umana, possono rimanere sospese nell'aria per 12 mesi, mentre le particelle aventi un diametro pari ad 1 mm rimangono in circolazione per circa un mese.



16 Le piogge acide sono precipitazioni piovose mescolate a componenti acidi inquinanti come gli ossidi di zolfo e gli ossidi di azoto, emessi durante l'uso di combustibili fossili. I paesi più colpiti dalle piogge acide a livello globale sono il Canada nord-orientale, su cui si depositano, per effetto dei venti, gli acidi prodotti dagli Usa; l'Europa centrale e la Scandinavia, dove si formano nubi cariche di acidi prodotti dai paesi dell'est, e anche alcune zone dell'emisfero meridionale, come Australia e Brasile. In queste aree l'abbassamento del pH delle acque di laghi e corsi d'acqua ha provocato la scomparsa di risorse ittiche e specie animali. Un'altra conseguenza disastrosa delle piogge acide è la penetrazione nel sottosuolo degli acidi che provocano l'indebolimento delle difese delle piante e una progressiva riduzione della loro crescita. In Germania, ad esempio, più dell'8% dell'intero patrimonio boschivo è stato gravemente danneggiato.

17 L'effetto delle piogge acide si esercita anche sul patrimonio architettonico e archeologico delle zone urbane e in generale sulle strutture edili esposte agli agenti esterni, attraverso due azioni: l'azione chimica di corrosione, su metalli come rame e bronzo, e l'azione meccanica di rimozione, che deteriora e rende friabili intonaci, cementi e marmo.



18 Con il termine "smog fotochimico" si indica una forma di inquinamento dell'aria caratterizzata da una nebbia di colore marrone, originata dalla reazione chimica dei raggi solari con gli ossidi di azoto e i composti organici volatili emessi dai gas di scarico delle automobili. A causa della sua origine, lo smog fotochimico si forma soprattutto in zone con alta luminosità, forte traffico ed elevate temperature.

ROMPICAPO

In questa sezione sono riportate parole crociate, giochi, rebus e altre attività divertenti che possono essere realizzate a completamento del percorso didattico. Un momento piacevole, di sana sfida tra ragazzi, per mettersi alla prova sull'argomento studiato e per affinare le abilità di gioco.

SCUOLA PRIMARIA

• REBUS

Aiutandoti con le lettere scritte e unendole alle parole che ricavi dai disegni, troverai una frase inerente al tema dell'aria. Ciascuno dei numeri riportati in parentesi rappresenta una parola e indica il numero di lettere che la compongono.

(6, 6, 2, 7)

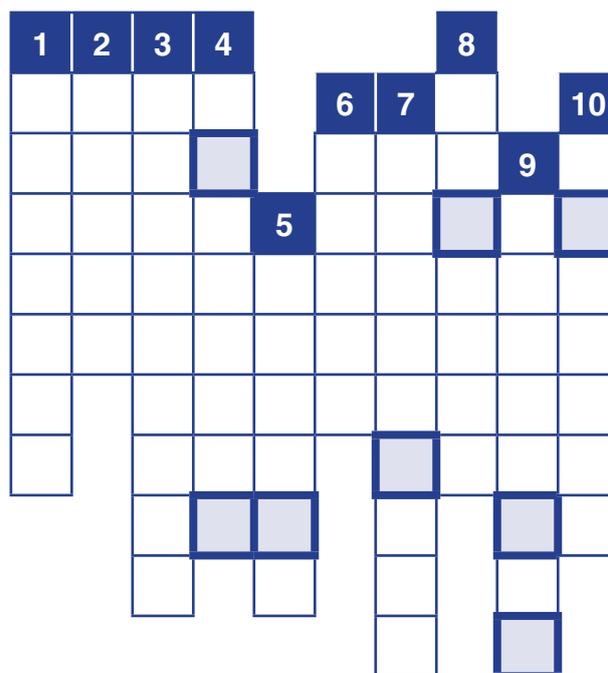


• CRUCIVERBA

Risolvi il cruciverba e scopri, leggendolo nelle caselle colorate, il nome di un vento caldo

Definizioni verticali

- 1) Può essere la fonte di inquinamento naturale dell'aria
- 2) Un gas presente nell'aria
- 3) Lo strato gassoso che avvolge il nostro Pianeta
- 4) Rappresenta il 21% dell'aria
- 5) Il colore dell'aria quando contiene molto vapore acqueo o nubi leggere
- 6) Gas nel quale si è creato un famoso buco
- 7) Il nome del vento caratteristico del Tirreno
- 8) Organismi indicatori della qualità dell'aria
- 9) Il vento di sud-est
- 10) La portano nuvole scure



Soluzioni:
 Rebus: Nuvola carica di pioggia
 Cruciverba: (pagina seguente)

SCUOLA SECONDARIA DI 1° GRADO

• INDOVINELLO

Impiego più tempo a cuocere la pasta sul Monte Bianco o in una trattoria di Roma?

• REBUS

Combinando le parole che ricavi dai disegni, troverai una frase inerente al tema dell'aria. Ciascuno dei numeri riportati in parentesi rappresenta una parola e indica il numero di lettere che la compongono.

(4, 3, 5)



PER TUTTI

• CACCIA ALLE LETTERE

Trova nello schema sottostante, in orizzontale, in verticale e in diagonale, tutte le parole dell'elenco. Le lettere che rimangono ti sveleranno un'importante verità sull'aria.

- AEROSOL
- ARCOBALENO
- ARPA
- ATMOSFERA
- AZOTO
- CLIMA
- EST
- GAS
- GOCCE
- MI
- NO
- NEON
- NUVOLA
- OSSIGENO
- PER
- PIOGGIA
- PIUMA
- PIÙ
- PULVISCOLO
- RE
- ROMA
- SI
- SOLE
- SUD
- TRA
- VENTO

A	P	U	L	V	I	S	C	O	L	O	N	E	O	N
T	A	O	A	P	I	O	G	G	I	A	V	R	I	N
M	A	E	S	A	G	O	C	C	E	E	E	S	T	U
O	Z	P	R	S	U	T	R	A	N	S	U	D	L	V
S	O	G	I	O	I	M	I	T	S	I	T	A	P	O
F	T	A	S	A	S	G	O	R	O	M	A	L	E	L
E	O	S	N	U	T	O	E	E	S	O	L	E	R	A
R	A	S	O	R	E	S	L	N	I	P	I	U	C	U
A	R	C	L	I	M	A	A	T	O	P	I	U	M	A
A	R	P	A	A	A	R	C	O	B	A	L	E	N	O

Soluzioni di questa pagina:

Indovinello: Poiché l'acqua bolle più rapidamente ad alta pressione, impiego più tempo sul Monte Bianco perché la pressione in alta quota è molto bassa.

Rebus: Rosa dei venti

Caccia alle lettere: Aria pulita salute assicurata

Soluzioni pagina precedente:

Cruciverba: Scirocco

GRANDI E PICCOLI PROTAGONISTI

La sezione riporta una semplice attività che può essere realizzata da ragazzi e genitori, trasmettendo importanti messaggi dalle mura scolastiche a quelle domestiche.

UNA FAMIGLIA “LEGGERA COME L’ARIA”

Ci sono tante “piccole ma grandi” azioni che puoi svolgere insieme ai tuoi genitori e che possono essere di fondamentale importanza per migliorare la qualità dell’aria nella tua città. Insieme a loro prova a metterle in atto, tutte o almeno alcune.

Molte di queste azioni, oltre a ridurre le sostanze inquinanti liberate in atmosfera, portano anche a un risparmio di consumi di carburante ed energia, che si traduce in un risparmio economico, con un sicuro effetto positivo sul bilancio familiare.

Prova a mettere in pratica queste azioni per una settimana, segnando 1 punto per ogni azione svolta ogni giorno. Confronta poi la tabella con quella dei tuoi compagni e segui i consigli indicati per altre settimane: vi accorgete come certe azioni diventeranno parte della vostra quotidianità.

AZIONI DA COMPIERE	LUN	MAR	MER	GIO	VEN	SAB	DOM
Ridurre la velocità dell’auto di 10 km/h							
Controllare la pressione degli pneumatici							
Usare la bicicletta al posto dell’automobile							
Spegnere il motore dell’auto o dello scooter durante le soste							
Abbassare il riscaldamento di casa di un grado							
Controllare che non ci siano spifferi nelle finestre e porte di casa							
Sostituire una lampadina tradizionale con una a risparmio energetico							
Prima di prendere l’auto pensare se è davvero necessario o se è possibile andare anche a piedi							
Accordarsi con i vicini per utilizzare una sola auto per gli spostamenti che si possono fare insieme							
TOTALE							

VERIFICA

In questa sezione riportiamo un questionario volto sia alla comprensione del percorso didattico sia all'analisi delle abitudini comportamentali dei ragazzi e delle loro famiglie. Il questionario è un test a scelta multipla. Sulla base della conoscenza dell'argomento e del comportamento più o meno virtuoso sono state individuate tre categorie. I risultati del test stabiliranno l'appartenenza ad una di esse. Sugeriamo di sottoporre il questionario ai ragazzi non come un "esame finale" quanto piuttosto come un gioco e un confronto ironico con i propri compagni. I risultati del questionario possono essere il punto di partenza per eventuali approfondimenti, ricerche e rielaborazione dei dati, in modo da coinvolgere altre discipline.

- 1** **Come si chiama l'involucro gassoso che avvolge la Terra?**
 - a) Mesosfera
 - b) Eolosfera
 - c) Atmosfera

- 2** **Usi la bicicletta quando puoi o ti fai sempre accompagnare in macchina anche per piccoli spostamenti?**
 - a) Uso sempre la bicicletta
 - b) Uso sempre la macchina
 - c) Uso la bicicletta solo ogni tanto

- 3** **Qual è il gas più rappresentato nell'atmosfera?**
 - a) L'ossigeno
 - b) L'azoto
 - c) L'idrogeno

- 4** **Quando i tuoi genitori sono fermi con la macchina ad un passaggio a livello, ricordi loro di spegnere il motore?**
 - a) Di solito me lo dimentico
 - b) Lo ricordo qualche volta ma da oggi mi impegnerò a farlo sempre
 - c) Sì, sempre

- 5** **Come si chiama il vento freddo e asciutto che spira da nord ed è accompagnato dal tempo sereno?**
 - a) Tramontana
 - b) Maestrale
 - c) Scirocco

- 6** **Secondo te qual è il sistema migliore per ridurre l'inquinamento dell'aria nei centri abitati?**
 - a) Prendere i mezzi pubblici
 - b) Usare la bicicletta o farsi una passeggiata
 - c) Applicare i filtri agli impianti di scarico delle auto

- 7** **Che funzione ha lo strato di ozono?**
 - a) Funziona da filtro facendo passare solo le radiazioni solari ultraviolette
 - b) Funziona da filtro contro le radiazioni solari
 - c) Funziona da filtro contro le radiazioni solari ultraviolette

- 8** **Quali tra queste sostanze sono le principali responsabili del buco dell'ozono?**
 - a) Clorofluorocarburi
 - b) Clorofosforocarburi
 - c) Vapore acqueo

9 Quale tra queste sorgenti di inquinamento atmosferico non è di origine naturale?

- a) Incendi
- b) Eruzioni vulcaniche
- c) Traffico veicolare

10 Quale tra questi carburanti immette in atmosfera la minore quantità di anidride carbonica?

- a) Benzina
- b) Gasolio
- c) Metano

Controlla ora le tue risposte:

	a	b	c
1			
2			
3			
4			
5			

	a	b	c
6			
7			
8			
9			
10			

Grandioso! Sei un tipo dalle idee chiare e luminose e hai capito qual è il modo giusto di comportarsi per salvaguardare l'aria che respiri. La qualità dell'ambiente per te non ha segreti. Ma attento: non abbassare mai la guardia! La natura è un bene che va costantemente curato!

Se hai totalizzato soprattutto soli:



Qualcosa si sta rischiarando all'orizzonte... e stai comprendendo quanto sia importante che l'aria che respiri sia pulita. Sei abbastanza attento all'ambiente e alla natura ma c'è ancora qualche piccola abitudine da correggere... puoi ancora migliorare, e se ti impegni, ce la farai sicuramente.

Se hai totalizzato soprattutto nuvole bianche:



Ahi, ah, ah! amico/a... sei un tipo "nebuloso"! Non hai ancora capito quanto sia importante l'aria che respiri e il tuo contributo per mantenerla pulita! Ma non disperare, si può sempre imparare, prova a considerare l'ambiente che ti circonda come il TUO ambiente! Cerca di evitare tutti i comportamenti quotidiani che immettono nell'aria sostanze inquinanti.

Se hai totalizzato soprattutto nuvole nere:



GLOSSARIO

ALVEOLI: piccole cavità a livello polmonare nelle quali avvengono gli scambi gassosi tra aria e sangue

ATMOSFERA: strato gassoso che circonda alcuni pianeti. L'atmosfera terrestre è composta da azoto (78%), ossigeno (21%), argon e anidride carbonica (1%), vapor acqueo.

ATOMO: il più piccolo costituente della materia che può definire un elemento e ne possiede le proprietà chimiche.

AZOTO: gas incolore e inodore che costituisce i 4/5 dell'atmosfera.

BIOMONITORAGGIO: studio di un ambiente attraverso l'impiego di organismi viventi detti bioindicatori; è detto anche mappaggio biologico.

BIODICATORI: esseri viventi che reagiscono con variazioni sia morfologiche che fisiologiche alla presenza di determinati inquinanti, sono anche detti indicatori biologici.

CLOROFLUOROCARBURI: gas serra di origine antropica, principali responsabili del buco dell'ozono, utilizzati in passato nelle bombolette spray, nei frigoriferi e nei condizionatori come gas refrigeranti.

ESOSFERA: strato più esterno dell'atmosfera terrestre, dove la composizione chimica cambia radicalmente. L'esosfera non ha un vero limite superiore. I suoi costituenti sono per lo più idrogeno ed elio. Tramite metodi di osservazione indiretti e da calcoli teorici si ricava che la temperatura dell'esosfera aumenta con l'altezza fino a raggiungere, se non addirittura superare, i 2000°C.

GRADIENTE BARICO: rapporto fra la differenza di pressione che intercorre fra due aree della Terra e la distanza che le separa.

MESOSFERA: strato dell'atmosfera situato sopra la stratosfera, che raggiunge l'altitudine di 80 km.

MICRON: unità di misura il cui simbolo è μ , rappresenta la milionesima parte del metro.

MILLIBAR: unità di misura della pressione atmosferica.

MOLECOLA: minima unità chimica, risultante dalla combinazione di più atomi.

OSSIGENO: gas inodore e invisibile che costituisce 1/5 dell'atmosfera.

OZONO: molecola formata da tre atomi di ossigeno (O_3). A circa 25 km di distanza dalla Terra costituisce uno strato (ozonosfera) che circonda completamente il nostro Pianeta proteggendolo dai raggi ultravioletti.

POLLINE: elemento fecondatore delle piante fanerogame (piante con fiori) che si presenta come una polvere per lo più gialla formata da minutissimi granuli

PRESSIONE: rapporto tra una forza e la superficie su cui si esercita. La pressione atmosferica è la pressione che la stessa atmosfera esercita sulla Terra.

SMOG: termine inventato dal londinese Harold De Vaux nel 1905 per definire l'aria ricca di particelle solide che all'inizio del 1900 caratterizzava la città di Londra. La parola smog nasce dall'unione delle parole *smoke* (fumo) e *fog* (nebbia).

STRATOSFERA: settore dell'atmosfera situato al di sopra della troposfera sino a 50 km di altitudine, dove si trova lo strato di ozono.

TEMPERATURA: livello termico di un corpo o di un fluido. A livello molecolare la temperatura è la grandezza direttamente proporzionale al movimento delle molecole del corpo in questione.

TERMOSFERA: ultimo strato dell'atmosfera, situato al di sopra della mesosfera, tra gli 85 e i 500 km di altitudine, dove si formano le aurore boreali.

TROPOSFERA: è lo strato dell'atmosfera più vicino al suolo, l'unico influenzato dalle condizioni meteorologiche. Ha uno spessore di 7 km sui poli e di circa 20 km sull'equatore. Contiene la maggior parte del vapor acqueo atmosferico.

PER SAPERNE DI PIÙ

In questa sezione sono riportati testi, siti internet e altri materiali che possono essere consultati per approfondire il tema dell'aria.

BIBLIOGRAFIA UTILE

Materiali di approfondimento tecnico-scientifico

- S. Maglia, M. Taina, *Emissioni in atmosfera: autorizzazioni, obblighi, sanzioni, controlli: emission trading, nuovo IPPC, fumo, inceneritori*, Roma, EPC Libri, 2005
- G. Visconti, *Fondamenti di fisica e chimica dell'atmosfera*, Napoli, CUEN, 2001
- A. Bartolini, *Effetto serra, distruzione della fascia di ozono, piogge acide*, Pistoia, Centro di documentazione, stampa, 1990
- J. Oldani, *Meteorologia: conoscere e prevedere il tempo*, Milano, De Vecchi, 1991
- *Rapporto sulla qualità dell'aria nella Regione Lazio: rete di monitoraggio e stato dell'ambiente*, ARPA LAZIO, 2005

Materiali di metodologia didattica sul tema

- L. Patchett, *Aria*, Trieste, Editoriale Scienza, 2001
- F. Zonta, P. Masotti, *Inquinamento atmosferico e cicli ambientali*, Trento, UNI Service, 2003
- M. Bramwell, *I fenomeni atmosferici*, Brescia, La Scuola, 1992

Materiali divulgativi

- P. Angela, L. Pinna, *L'atmosfera: istruzioni per l'uso*, Milano, Mondadori, 1994
- F. Fabbri, *L'atmosfera intorno a noi*, Milano, Jaca Book, 2003
- B. Cosgrove, *La meteorologia*, Novara, Istituto geografico De Agostini, 1991

Materiali per ragazzi

- P. D'Aponte, *Le straordinarie forze della natura*, Milano, Dami, 1999
- J. P. Verdet, *Il cielo, l'aria e il vento*, Trieste, Edizioni EL, 1989
- D. Costa de Beauregard, C. De Sairigné, *Il vento, le nuvole, il tempo che cambia: i mutamenti del cielo e i segreti della meteorologia*, Trieste, Edizioni EL, 1995
- V. Wyatt, *Tempo da lupi: fiocchi di neve, bagni di sole, l'acchiappanuvole...*, Trieste, Editoriale Scienza, 1994
- W. J. Burroughs, B. Crowder, *Meteorologia*, Novara, Istituto geografico De Agostini, 1997

SITOGRAFIA UTILE

www.arpalazio.it

Sito dell'ARPA Lazio, l'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale del Lazio, ente strumentale della Regione Lazio che svolge attività di monitoraggio delle matrici ambientali ai fini della prevenzione primaria e che, anche grazie alle attività di formazione e aggiornamento professionale, presta il proprio supporto ad enti locali e imprese per l'utilizzo di strumenti per lo sviluppo sostenibile. Dalla home page si accede alla sezione Aria, articolata in sottosezioni (monitoraggio qualità, emissioni in atmosfera, bollettino quotidiano, normativa) che, oltre a descrivere le attività di controllo e valutazione della qualità dell'aria istituzionali dell'Agenzia, riportano anche i parametri di legge e i provvedimenti normativi che regolano i controlli.

www.apat.gov.it

L'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici svolge i compiti e le attività tecnico-scientifiche di interesse nazionale per la protezione dell'ambiente, per la tutela delle risorse idriche e della difesa del suolo. In questo sito, nella sezione tematica Aria, si possono trovare i dati che scaturiscono dalle attività di monitoraggio sulla qualità dell'aria, i rapporti e i documenti tecnici sull'inquinamento atmosferico e la produzione normativa comunitaria e nazionale per il controllo delle emissioni.

www.minambiente.it

Sito del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Nella sezione *argomenti chiave* un ampio spazio è dedicato all'inquinamento atmosferico: che cos'è, chi se ne occupa, provvedimenti normativi in materia, glossario, documentazione... Interessante, sempre nella stessa sezione, la possibilità di consultare l'Inventario nazionale degli stabilimenti a rischio di incidente rilevante, redatto con la collaborazione dell'APAT. L'elenco, suddiviso per regioni, viene aggiornato con cadenza semestrale e rende nota la presenza sul territorio nazionale di stabilimenti che hanno al proprio interno sostanze pericolose per l'inquinamento dell'aria, del suolo e delle acque e che devono necessariamente rispettare obblighi di legge molto restrittivi.

www.ermesambiente.it

La Regione Emilia Romagna patrocina questo sito "contenitore" per articoli, documenti normativi, news e link sullo stato dell'ambiente e le iniziative per tutelarlo.

www.scuolaer.it

Portale della Regione Emilia Romagna che costituisce una piattaforma di scambio di idee, progetti e iniziative tra le scuole della Regione, dotato di una sezione dedicata alla didattica e all'educazione ambientale.

http://web.tiscali.it/meteoweb/

Sito che fornisce informazioni meteo, previsioni, mappe e dati climatici.

www.meteoitalia.it

Sito con previsioni meteo, foto satellitari.

www.kyotoclub.org

Un'associazione non-profit di imprese, enti e amministrazioni locali promuove, attraverso questo sito, il proprio impegno a ridurre le emissioni di CO₂. Il sito fornisce informazioni su convegni, fiere e corsi sulla sostenibilità energetica.

www.nimbus.it

Portale italiano della meteorologia e del clima.

www.nonsoloaria.com

Sito con archivio di materiale informativo su cambiamenti climatici, piogge acide, agenti inquinanti dell'aria, situazione ozono.

DA VEDERE

• *Una scomoda verità*, regia di Davis Guggenheim, 2006. Genere: documentario, durata 94'

An Inconvenient Truth è un film-documentario che tratta del problema mondiale del riscaldamento globale e che ha come protagonista l'ex vice-presidente degli Stati Uniti, Al Gore. Il documentario si basa in larga parte su una presentazione multimediale che Gore crea e sviluppa nell'arco di molti anni come una parte della sua campagna di informazione sui cambiamenti climatici.

