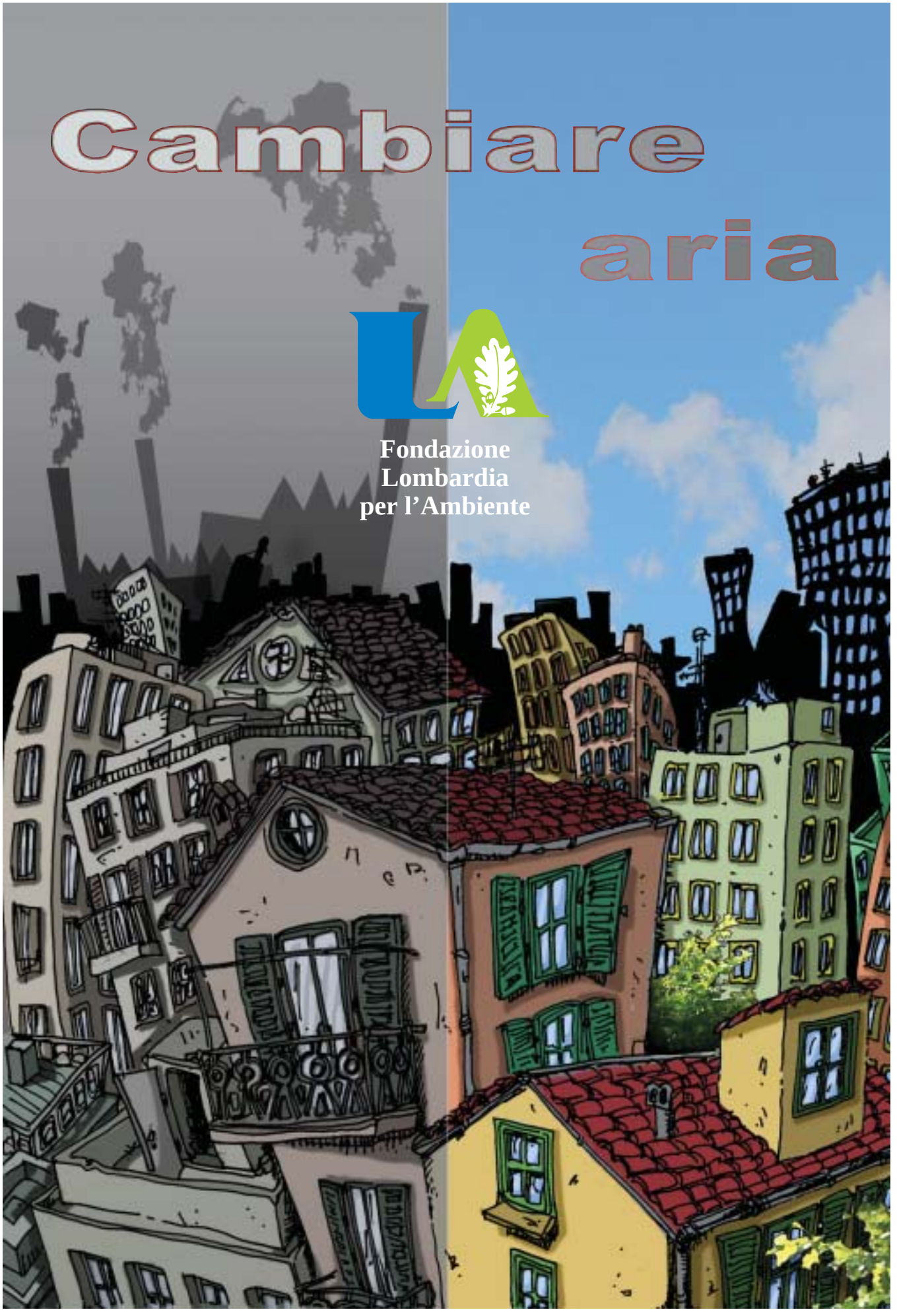
Cambiare aria



Fondazione
Lombardia
per l'Ambiente

Presentazione degli autori

Questo libretto e il CD-ROM allegato sono rivolti agli insegnanti delle quarte e quinte elementari.
Il CD-ROM riporta integralmente quanto disponibile sul sito web della Fondazione sul tema "**Cambiare aria**" (*www.flanet.org/cambiarearia*). Con il CD-ROM si ha quindi il vantaggio di non dover necessariamente essere connessi a Internet per vedere e utilizzare questo programma. Ciò costituisce un vantaggio per molte scuole elementari che hanno i PC ma non il collegamento in rete.

Che cos'è il programma "Cambiare aria"?

È un percorso informativo/interattivo mediante il quale i bambini, guidati dall'insegnante, apprendono le conoscenze basilari dell'elemento "aria", ne approfondiscono i concetti ed effettuano una serie di esperimenti pratici.

Perché questo libretto?

Lo scopo è quello di invogliare l'insegnante alla consultazione del CD-ROM, mostrando come è organizzato il suo contenuto e riportandone alcune parti a titolo di esempio. Tale libretto non ha certo la pretesa di essere esaustivo come il CD-ROM, ma consente di capire come l'intero programma è strutturato e quali sono le notevoli possibilità di approfondimento e di esperienze che la classe può fare.

Come utilizzare il libretto e il CD-ROM?

Il libretto è destinato all'insegnante mentre il CD-ROM è destinato al lavoro, in classe, dell'insegnante con gli alunni. Tutto ciò che è riportato nel CD-ROM è stampabile per facilitare la trasmissione di informazioni e conoscenze.

Ci aiutate a migliorarlo?

Saremo contenti se, nell'ottica di perfezionare quanto fatto, gli insegnanti ci faranno pervenire suggerimenti e proposte. In tal modo sarà possibile produrre un aggionamento ancor più rispondente alle esigenze del mondo scolastico. Ben vengano dunque suggerimenti da chi opera in campo su come migliorare questo supporto formativo.

G. Matteo Crovetto
Università degli Studi di Milano
Fondazione Lombardia per l'Ambiente

Riccardo Falco
Fondazione Lombardia per l'Ambiente

Lo scopo e il metodo

È difficile trattare con i bambini delle scuole dell'obbligo temi complessi come quelli relativi alle emergenze ambientali; spesso infatti si incorre nell'errore di elencare una serie di problemi a cui si associano possibili scenari catastrofici e preoccupanti previsioni che rischiano di annoiare se non di far nascere addirittura un frustrante senso di impotenza in chi ci ascolta. D'altronde è irresponsabile ignorare i problemi fingendo che non esistano, perché in tal caso sarebbe concreto il rischio di lasciare in eredità alle generazioni future un mondo "insostenibile".
Come riuscire allora a trattare a scuola temi relativi alle principali criticità ambientali quale quello della qualità dell'aria? Come far sì che i bambini possano trovare l'argomento interessante e riescano a individuare comportamenti responsabili che arrivino a coinvolgere le loro famiglie?

La proposta

Quello che proponiamo nel CD-ROM allegato a questo opuscolo e sul sito Internet della Fondazione Lombardia per l'Ambiente nell'area dedicata alla Formazione, all'indirizzo *www.flanet.org/cambiarearia*, rappresenta il tentativo della Fondazione stessa e del Circolo Legambiente di Bergamo di realizzare uno strumento che fornisca suggerimenti, spunti e proposte agli insegnanti degli alunni del secondo ciclo delle elementari e di prima media per creare un percorso di Educazione Ambientale su una delle criticità ambientali di maggior attualità e interesse: l'aria.
Nel far ciò abbiamo tenuto in considerazione che spesso gli insegnanti trattano il tema dell'aria (al pari di altri temi scientifici quali l'acqua, il suolo ecc.) come argomento del programma scolastico e che quindi alcune informazioni di base probabilmente sono già note agli alunni. Più difficile invece per l'insegnante trovare il tempo per fornire informazioni esaurienti sull'argomento, a integrazione dei concetti base.

Teoria e pratica

Nel CD-ROM, di conseguenza, abbiamo dedicato ampio spazio alla trattazione teorica dei temi al fine di fornire un supporto valido per la realizzazione delle attività proposte. Con questi presupposti abbiamo affrontato l'argomento cercando di creare un percorso che proponga, ogniqualvolta sia possibile, esperimenti esplicativi dei concetti affrontati, consci del maggior interesse che ogni attività suscita rispetto alla lezione frontale. L'osservazione diretta di piccoli esperimenti ha inoltre la prerogativa di far interagire i bambini con i fenomeni che vengono loro descritti, di spingerli a formulare ipotesi e a trovare risposte a quello che osservano. Una volta tessuta questa rete di stimoli, quesiti, ipotesi per quanto astratte, abbiamo voluto compiere un balzo nel "vicino a noi", proponendo una serie di spunti utili a realizzare un'indagine sulla qualità dell'aria che respiriamo e sui fattori quotidiani che la influenzano.

Ci auguriamo di essere riusciti a creare uno strumento che permetta di affrontare il tema dell'aria con i bambini e i ragazzi delle scuole nel modo il più esaustivo e concreto possibile e fornisca agli insegnanti i contenuti e gli spunti necessari alla realizzazione di un percorso in cui "accompagnare" la classe passo dopo passo, partendo dalla fase di "scoperta" (che cos'è l'aria, qual è la sua composizione, quali le sue caratteristiche ecc.), fino a giungere alla fase di "proposta" in cui ognuno proponga e si impegni a realizzare piccoli progetti che, agendo sui comportamenti del quotidiano, contribuiscano a migliorare l'ambiente in cui viviamo.

Struttura, contenuti e strumenti

Il contenuto del CD-ROM è organizzato in 3 macrosezioni i cui titoli sono: **che cos'è**, **a che cosa serve** e **l'aria di casa mia**. Ognuna di queste si articola in sottosezioni che danno la possibilità di approfondire la tematica affrontata nella macrosezione a cui si riferiscono. Dalle singole sezioni, inoltre, si può accedere tramite tre menu intitolati **Laboratorio**, **Approfondimenti** e **Curiosità** a serie di "pagine" speciali che, secondo noi, rappresentano l'aspetto più "innovativo" e peculiare del progetto. I contenuti di queste pagine infatti sono stati pensati e realizzati in modo tale da permettere all'insegnante di affrontare gli aspetti didattici in due modalità tra loro complementari. Da un lato, con semplici esperimenti e attività pratiche di laboratorio che avvicinano al tema in oggetto in modo accattivante e divertente, dall'altro lato, con approfondimenti teorici che permettono di andare più a fondo nelle conoscenze delle diverse problematiche trattate e che possono servire da filo conduttore alla navigazione. In tal senso possono essere considerati come strumenti mediante i quali ideare e realizzare il percorso di educazione ambientale più idoneo e corrispondente alle esigenze della classe e alle caratteristiche del contesto territoriale in cui è situata la scuola.

Nel menu "Laboratorio" si possono trovare quindi una ventina di esperimenti, facilmente riproducibili in aula, che consentono, in modo semplice e immediato, di trasmettere concetti non facili da comprendere per i bambini con spiegazioni solo teoriche. Rappresentano cioè l'occasione per fare… "un po' di pratica".

I LABORATORI

L'aria riempie gli spazi – L'aria si espande – Corsa contr-aria – Creiamo il vuoto – La forza dell'aria – Schiacciare l'aria – Il trucco del tappo – Creiamo il vuoto – Un foglio, un macigno – Giochiamo con la pressione – Giochiamo con l'aria – Giochi d'aria – La pressione atmosferica si vede! – La forza del suono – La velocità del suono – L'aria da vedere – L'aria si consuma? – La composizione dell'aria non è fissa – Produrre ossigeno – Quanta aria ci serve.

Nel menu "Approfondimenti", invece, sono riportati oltre quaranta approfondimenti che servono, come una lente di ingrandimento, per mettere meglio a fuoco le tematiche trattate fornendo, nel caso l'insegnante lo reputasse necessario, un maggior dettaglio conoscitivo. Essi sono quindi lo strumento giusto da utilizzare qualora si "volesse saperne di più".

GLI APPROFONDIMENTI

L'effetto serra: i gas serra – Le leggi fisiche dei gas – La struttura dell'atmosfera – Gli studi di Lavoisier – Alte e basse pressioni – Il barometro di Torricelli – Le celle convettive – Cicloni e anticicloni – L'igrometro a capello – Le onde sonore – I suoni nell'acqua – L'esperimento di Priestley – La reazione di combustione – La fase luminosa – La fase oscura – Il glucosio – L'apparato respiratorio dell'uomo – I combustibili fossili – La termodinamica – La trasformazione dell'energia – Gli atomi – L'auto a idrogeno – Il biodiesel – Le celle a combustibile – Le celle fotovoltaiche – Il ciclo del com-

Schema riassuntivo dei contenuti



In questa sezione vengono descritte le principali proprietà dell'aria: per ognuna di esse troverete piccoli esperimenti che vi aiuteranno nella comprensione dei fenomeni descritti.
Completano questi capitoli alcuni approfondimenti dei temi più interessanti e le curiosità più affascinanti, oltre agli enunciati delle principali leggi fisiche e a brevi cenni storici sui loro autori.

Esiste
Se è difficile convincere un bambino che l'aria e il vuoto non sono la stessa cosa, ancora più complesso sarà spiegare come qualcosa che egli non vede esista e goda di numerose proprietà.

Ha un volume
L'aria, costituita da una miscela di gas, tende a occupare lo spazio che trova a disposizione. Ma ciò è difficile da dimostrare, dato che parliamo di una sostanza aeriforme priva di colorazione. Proponiamo, pertanto, alcuni semplici esperimenti tramite i quali è possibile dimostrare che "l'aria occupa un volume".

Esercita una pressione
Sarà interessante scoprire che l'aria è utilizzata dall'uomo non solo per respirare, ma anche per svolgere molte funzioni quotidiane grazie alla sua capacità di esplicare una forza.

Trasmette il suono
La nostra vita è circondata da suoni e rumori. Che ruolo ha l'aria nella trasmissione di questi suoni, così importanti per capire quello che succede attorno a noi?

Ha una composizione
Grazie agli elementi che compongono l'aria si possono spiegare due importanti fenomeni naturali: la respirazione e la combustione. Quali sono questi elementi? Quale fra questi è il più abbondante? E il più importante per gli organismi viventi?



Da questa pagina inizia un cammino che ci consentirà di scoprire come l'aria, con la sua composizione specifica, sia implicata in molti processi chimici e come sia indispensabile per la produzione di energia, alla base di ogni meccanismo vitale sulla Terra.

Chi la produce
Un essere umano consuma in un giorno più di 80 kg di ossigeno: l'alimento più importante per la nostra sopravvivenza. Andiamo a scoprire come questo elemento viene sintetizzato in natura.

Chi la consuma
Quali sono i principali processi che consumano ossigeno? Nel mondo dei viventi è senz'altro la respirazione, ma vi sono altri processi nei quali è coinvolto l'ossigeno: primo fra tutti la combustione, che consente lo sfruttamento dell'energia.

Come si modifica
Si sente spesso parlare di qualità dell'aria: ogni attività umana, anche la più delicata, tende ad avere ricadute su di essa. Qui troverete la spiegazione dei principali processi inquinanti e le ripercussioni che questi hanno sulla nostra salute, nonché le informazioni relative alle energie rinnovabili nell'area speciale dedicata a Le alternative.



Come trattare a scuola il tema della qualità dell'aria? Come far sì che bambini del secondo ciclo delle elementari e di prima media possano trovare l'argomento interessante e individuare comportamenti responsabili che arrivino a coinvolgere le loro famiglie? In questa sezione vengono dati agli insegnanti alcuni suggerimenti, consigli e strumenti.

Entriamo in classe
In questa sezione sono contenute tutte le attività che è possibile realizzare con una classe, dagli esperimenti pratici sull'aria, agli strumenti di indagine, all'elaborazione di mappe.

Non solo scuola
Una campagna di sensibilizzazione ambientale nei riguardi della qualità dell'aria non può esaurirsi solo nella propria classe o nel mondo della scuola: in questa sezione è possibile accedere a iniziative che fanno da contesto alle attività didattiche.

Metodologia
Qual è il quadro teorico di riferimento per realizzare un'attività di Educazione Ambientale come quella descritta in questo sito?
In questa sezione è possibile trovare informazioni sul fondamento metodologico base di questo progetto.

bustibile nucleare – I clorofluorocarburi – I combustibili fossili – Conversione dell'energia cinetica in energia elettrica – L'effetto delle radiazioni – Gli elettroni – Il futuro è nell'idrogeno – Gli impianti di produzione di energia – Il monossido di carbonio (CO) – I neutroni – Gli ossidi di azoto – Gli ossidi di zolfo – I pannelli solari – Le piogge acide – I protoni – La radioattività – Tempo di dimezzamento – Ultime notizie dalla rete – I bioaccumulatori – Il monitoraggio biologico – La struttura dei licheni – Didattica per progetti.

Nel menu "Curiosità" si possono trovare una quarantina di esempi curiosi e a volte affascinanti, utili per capire e ricordare alcuni concetti fondamentali e importanti affinché i bambini imparino a osservare attentamente ciò che li circonda e a porsi domande sui fenomeni di cui fanno esperienza, prendendo spunto dalla "vita di tutti i giorni".

LE CURIOSITÀ

L'effetto serra naturale – Il paracadute – La ventosa – I miraggi – La mongolfiera – Gli aerei – L'elicottero – I pneumatici – I termosifoni – Il volo dei rapaci... e degli alianti – Calcoliamo quanto è lontano un lampo – La differenza fra suono e rumore – L'eco – Le guide indiane – La risonanza – Aria sul fuoco – Come mai si vedono i colori? – Quanta energia solare viene catturata – Gli stomi – Gli animali non respirano tutti allo stesso modo – È vero che dormire con le piante in camera "fa male"? – Quanti sono gli alveoli polmonari? – A che punto siamo – Gli aghi di pino come combustibile – Celle a combustibile, 170 anni di storia – La centrale di Milano-Bicocca produrrà idrogeno – Come produrre biodiesel in casa – Con la radioattività possiamo calcolare l'età dei fossili – In futuro non servirà più la combustione per far funzionare un'auto – I laghi alpini: vittime illustri delle piogge acide – Ozono: amico o nemico? – Il primo mulino idraulico – Il primo provvedimento antinquinamento – Il progetto pilota per un riscaldamento più pulito – Quando sono state utilizzate le prime vele – Quanta anidride carbonica possono fissare le piante – La scoperta della radioattività – Il poeta dei licheni – Le proprietà dei licheni.

Infine, il menu "Glossario" è come un piccolo dizionario che riporta, in sintesi, il significato di termini scientifici di non immediata comprensione e conoscenza. Cliccando sulle parole del testo evidenziate in verde ne compare la definizione.

La prima macrosezione da cui abbiamo ritenuto opportuno e fondamentale far partire questo "viaggio nel mondo dell'aria" si propone di fornire quelle informazioni e quelle conoscenze di base che risultano necessarie per poter intraprendere questo viaggio, proprio come quando si cercano e organizzano le informazioni essenziali per preparare una vera e propria spedizione. L'abbiamo intitolata "Che cos'è".

Che cos'è

Che cos'è l'aria? È proprio questa la prima questione che viene affrontata, perché spesso i concetti che per gli adulti sembrano scontati o già acquisiti, per i bambini sono difficili da comprendere. Così, mediante i diversi strumenti prima descritti, è possibile conoscere e

capire numerosi concetti fondamentali e metterli in pratica. Per esempio, sperimentare che l'aria esiste e che è diversa dal vuoto, verificare alcune delle proprietà fisiche che la caratterizzano, imparare quale sia la sua composizione chimica e comprendere come proprio mediante le sue caratteristiche sia possibile spiegare numerosi fenomeni naturali di cui facilmente facciamo pratica nella vita quotidiana.

A che cosa serve

Quando si pone la domanda "a che cosa serve l'aria" ai bambini delle scuole elementari, comunemente la risposta che si ottiene è che "l'aria serve a respirare". È il primo pensiero, è immediato, quasi un riflesso perché tutti hanno provato, fatto esperienza anche solo per gioco, di quanto poco siamo in grado di resistere senza riempire e svuotare periodicamente i nostri polmoni d'aria. Basta pensare che un adulto, in un giorno inspira mediamente più di 15.000 volte.
È proprio da questa semplice considerazione che abbiamo ritenuto opportuno far proseguire il nostro percorso, cercando di scoprire e capire quali siano i processi in cui l'aria è coinvolta. Sempre facendo particolare attenzione alla possibilità di "sperimentare" ciò di cui si parla e continuando a utilizzare gli strumenti descritti nelle pagine precedenti (Laboratori, Approfondimenti e Curiosità), sarà possibile scoprire come l'aria, grazie alla sua peculiare composizione e alla presenza di ossigeno nella miscela di gas che la costituiscono, sia implicata in numerosi processi chimico-fisici quali per esempio la respirazione e la combustione, processi indispensabili per la produzione di energia, base di ogni meccanismo vitale sulla Terra. O, ancora, soffermarci a comprendere come le piante e gli organismi autotrofi siano in grado trasformare l'energia solare in energia chimica di legame fissando la CO_2 e liberando O_2 mediante il complesso meccanismo della fotosintesi clorofilliana.
Inoltre, in questa sezione abbiamo voluto dare la possibilità di affrontare il tema dell'inquinamento atmosferico, descrivendo in modo semplice ma rigoroso quali siano le principali fonti e quali gli effetti sull'uomo e in generale su tutte le componenti della biosfera degli inquinanti rilasciati nell'aria. La nostra attenzione si è soprattutto focalizzata sulle emissioni dovute alla mobilità (in particolar modo da traffico veicolare) e all'utilizzo di combustibili fossili nella produzione di energia elettrica, sforzandoci, in particolar modo, di dare un quadro il più esaustivo possibile di quali possano essere le alternative percorribili per contenere il fenomeno.

L'aria di casa mia

Questo è il titolo con cui abbiamo voluto "chiamare" l'ultima sezione o tappa del nostro percorso, proprio perché per noi è una logica conseguenza che termini in questo modo, cioè a "casa nostra".
Che la qualità dell'aria, specialmente nei centri urbani, sia ormai compromessa a tal punto da rappresentare un problema sempre più rilevante con ricadute sulla salute e sulla qualità della nostra vita è risaputo e rappresenta il motivo fondamentale che ci ha spinto a realizzare e "promuovere" questo progetto di educazione ambientale. Non è forse altrettanto noto, soprattutto ai più giovani, come ognuno di noi, ragionando su scelte quotidiane (realtà di "casa sua") e modificando il proprio comportamento, possa contribuire a migliorare (o per lo

meno a evitare di compromettere ulteriormente) la qualità dell'aria che respira. Per questo motivo abbiamo voluto dedicare l'ultima parte di questo percorso a come trattare il tema della qualità dell'aria nelle scuole, a come utilizzare il CD-ROM allegato a questo libretto o il sito Internet come strumento per aiutare i bambini e i ragazzi a individuare e far propri quei comportamenti responsabili e ambientalmente corretti mediante i quali si può contribuire concretamente al cambiamento.

Una proposta di viaggio

Per esemplificare ulteriormente quali siano i contenuti del CD-ROM e fornire un esempio di come possano essere utilizzati, sia nella fase di ideazione ed elaborazione del progetto, sia come supporto durante lo svolgimento delle attività, riportiamo un'ipotesi di percorso che auspichiamo possa servire come una sorta di "canovaccio".

Logicamente i temi che verranno affrontati in questo contesto saranno trattati in modo sintetico e necessariamente parziale in quanto hanno e vogliono avere solo la funzione di esempio, di stimolo a servirsi di questo strumento per elaborare un percorso il più possibile originale e confacente alle differenti necessità. Nel far ciò abbiamo voluto sia riportare sotto forma di box esempi, seppur semplificati, dei contenuti di tematiche affrontate, sia riproporre integralmente alcune schede così come si possono trovare nel CD-ROM.

Come abbiamo detto in precedenza, la prima macrosezione cerca di affrontare e risolvere il problema in cui ci si imbatte trattando l'argomento con dei bambini, ossia spiegare, utilizzando una modalità semplice ed efficace, che cos'è l'aria. Ma ancor prima è spesso necessario che gli alunni si rendano conto e "tocchino con mano" che l'aria esiste, ci circonda e occupa ogni spazio intorno a noi. In poche parole che l'aria non è "il vuoto".
Per far questo si può scegliere uno dei laboratori riportati nella macrosezione intitolata per l'appunto **che COS'È.** Per esempio, riprodurre in aula il laboratorio intitolato "Il trucco del tappo" di cui riportiamo di seguito la scheda descrittiva.

IL TRUCCO DEL TAPPO

- **Materiali**
- una vaschetta trasparente
- un bicchiere trasparente
- un tappo di sughero
- dell'acqua



- **Procedimento**
- riempi di acqua la vaschetta;
- metti il tappo sulla superficie dell'acqua;

- prendi il bicchiere e appoggialo sulla superficie dell'acqua in modo che il tappo sia posto al centro e premi verso il fondo.



- **Che cosa succede**

Il tappo viene schiacciato sul fondo della vaschetta.

- **Commento**

Si può commentare l'esperimento proponendo ai bambini un indovinello: *che cosa si può usare per spingere il tappo sul fondo della vaschetta senza toccarlo?*
È difficile spiegare che c'è differenza tra aria e vuoto, ma in questo caso si può mostrare un'azione esercitata dall'aria.
Si può inoltre evidenziarne la presenza inclinando leggermente il bicchiere sul fondo. Si sprigioneranno delle bollicine e il tappo salirà sempre più in alto fino a toccare il fondo del bicchiere.



Una volta "stabilito" che l'aria esiste, il percorso può continuare approfondendo alcune tematiche descritte sempre all'interno della prima sezione, tenendo presente che spunti di approfondimento ed esempi utili a visualizzare i concetti espressi nelle sottosezioni facenti parte di **che COS'È** (*Esiste*, *Ha un volume*, *Esercita una pressione*, *Trasmette il suono* e *Ha una composizione*) si possono trovare utilizzando gli strumenti Approfondimenti e Curiosità.
Per esempio, si può affrontare il tema dell'atmosfera.

L'ATMOSFERA

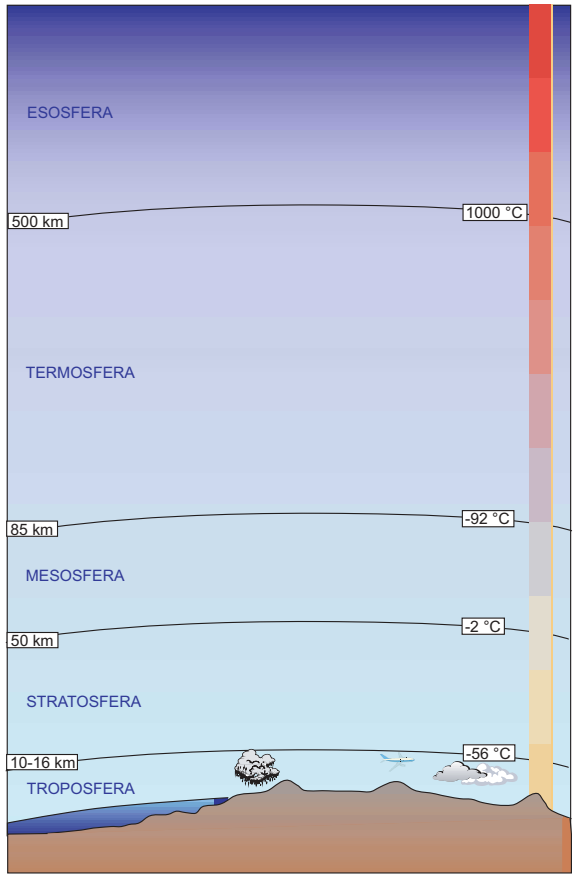
Il nostro pianeta è circondato da una grande massa d'aria che prende il nome di atmosfera, una sorta di involucro gassoso, paragonabile alla buccia di un'arancia. L'atmosfera circonda la Terra da 4,5 miliardi di anni grazie alla forza di gravità che la trattiene; senza tale forza, l'aria si disperderebbe nello spazio circostante. Se l'atmosfera non esistesse, il cielo non sarebbe azzurro, ma nero e punteggiato di stelle anche di giorno; i raggi del Sole sarebbero roventi e non ci sarebbe la pioggia. Senza l'atmosfera a proteggerla, sulla Terra non esisterebbe la vita.
In realtà l'aria che circonda la Terra non ha una concentrazione costante, ma è gradualmente più rarefatta man mano che ci si allontana dalla superficie terrestre. A circa 1000 km da essa l'aria scompare. L'atmosfera esercita con il suo peso una forza su tutti i corpi presenti sul nostro pianeta. Il peso dell'aria su ogni unità di superficie è detto "pressione atmosferica" ed è dato dal peso della colonna d'aria con base 1 cm^2 e altezza pari allo spessore totale dell'atmosfera (circa 1000 km). Questo peso è enorme: su ognuno di noi premono circa 15 tonnellate d'aria, anche se non lo avvertiamo perché l'aria si trova ovun-

que, in ogni spazio intorno a noi e la pressione atmosferica non agisce solo dall'alto verso il basso, ma in ogni direzione. La pressione atmosferica diminuisce con la quota, in quanto si riduce il peso della colonna d'aria sovrastante, sia perché è minore il suo spessore, sia perché l'aria è più rarefatta e quindi pesa meno. A 3000 m di altitudine, la pressione atmosferica è ridotta di circa 1/3 rispetto al livello del mare. La pressione atmosferica varia anche al variare della temperatura: l'aria calda infatti è più leggera dell'aria fredda, perché le molecole da cui è formata sono più distanti tra loro. Infine, la pressione atmosferica varia anche al variare dell'umidità dell'aria: nell'aria è sempre presente una quantità variabile di acqua sotto forma di vapore acqueo; l'aria umida è più leggera di quella secca perché le molecole di acqua pesano meno di quelle di altri gas presenti nell'aria.

Qualora poi si ritenesse opportuno indagare maggiormente l'argomento, si può utilizzare il contenuto dell'approfondimento intitolato "La struttura dell'atmosfera", cliccabile dalla pagina "che cos'è/esiste", che riportiamo di seguito come esempio.

LA STRUTTURA DELL'ATMOSFERA

A causa della forza di gravità, i gas dell'atmosfera vengono attratti verso la Terra ma non in modo uniforme: infatti, sullo strato a contatto con la superficie terrestre grava il peso di tutta l'atmosfera, mentre salendo di quota diminuisce la quantità, e quindi il peso, dei gas soprastanti. Per questa ragione il 50% della massa totale dei gas atmosferici è concentrato nei primi 5,5 km di altezza. Le fasce in cui viene suddivisa l'atmosfera si basano sul particolare andamento della temperatura al variare della quota.



• Troposfera: è lo strato a contatto con la superficie terrestre e si estende da un minimo di 8 km (ai poli) a un massimo di 16 (all'equatore). Deve il suo nome (dal greco *tropos*, cambiamento) al fatto che in essa si concentra la maggior parte del vapore acqueo e, di conseguenza, si sviluppano le perturbazioni atmosferiche. Per questo motivo gli aerei tendono a volare sopra questa quota. La temperatura dell'aria diminuisce al crescere dell'altitudine. È separata dalla fascia successiva dalla tropopausa.

• Stratosfera: arriva fino a circa 50 km di altezza. In essa la temperatura tende ad

aumentare, dapprima lentamente, dai 30-50 km in poi molto rapidamente. Lo strato più caldo corrisponde all'ozonosfera che, assorbendo gran parte dei raggi ultravioletti (UV) della luce solare, libera la loro energia sotto forma di calore. Questo strato protegge la Terra dai raggi UV, i cui effetti sarebbero dannosi per gran parte degli esseri viventi. A causa dell'attività antropica, l'ozonosfera presenta una rarefazione che ne diminuisce l'efficacia protettiva in alcune zone della Terra. È separata dalla fascia successiva mediante la stratopausa.

• Mesosfera: si estende dai 50 agli 85 km circa. In essa vi è un crollo della temperatura che diminuisce con la quota fino ad arrivare a -90 °C. È separata dalla fascia successiva dalla mesopausa.

• Termosfera o ionosfera: è la fascia che parte da 80 km di altitudine e arriva a circa 500 km. Deve il nome "termosfera" al fatto che in essa la temperatura aumenta nuovamente fino ad arrivare a superare i 1000 °C. È anche denominata "ionosfera" poiché le radiazioni solari a così elevata energia trasformano le particelle di gas in ioni. Questo fenomeno è importante per le telecomunicazioni in quanto le onde radio, che si propagano in linea retta, vengono riflesse dalle particelle elettricamente cariche e tornano sulla Terra anche a grandi distanze dal punto di emissione. Nel 1901 Guglielmo Marconi constatò che, nonostante la curvatura della superficie terrestre, le onde radio trasmesse dall'Europa erano state ricevute in America; egli non seppe trovarne una spiegazione fino a vent'anni dopo, quando si conobbero le caratteristiche della ionosfera.

• Esosfera: è la parte più esterna dell'atmosfera e anche la meno conosciuta. Le particelle dei gas sono estremamente rarefatte e si muovono ad altissima velocità, sfuggendo per questo al campo gravitazionale terrestre ed entrando nel limite superiore dell'atmosfera, la "frangia atmosferica". La pressione atmosferica è pressoché nulla e la temperatura molto elevata.

Può risultare utile, a questo punto del percorso, prendere in considerazione le caratteristiche dell'aria, cercando sempre di trovare esempi che in qualche modo esplicitino i concetti e li rendano "visibili". Per esempio, la natura corpuscolare dell'aria può essere meglio resa evidente tramite alcune semplici considerazioni di acustica, compiendo cioè una digressione nel mondo dei suoni.

I SUONI

Il suono è il risultato della vibrazione periodica di un corpo ed è costituito da onde che si propagano dalla sorgente al rilevatore sonoro (il nostro orecchio, per esempio). Se teniamo fermo e sospeso un tegame per il manico e ne percuotiamo il fondo con un martelletto, esso entra in vibrazione producendo un suono. Questa vibrazione risulta invisibile a occhio nudo ma avvicinando il tegame a una pallina appesa a un filo, vedremo che in corrispondenza dell'emissione sonora la pallina inizierà a oscillare.

Le onde sonore, diversamente da quelle luminose, non possono propagarsi in assenza di materia, cioè nel vuoto. Nell'aria invece sì: questo perché la propagazione del suono è dovuta al trasferimento della vibrazione fra una particella e l'altra, che inizierà così a vibrare e a sua volta trasferirà la vibrazione. Man mano che il suono si propaga, a causa degli attriti che sono presenti ovunque, esso tenderà a smorzarsi. Acquista così particolare importanza il mezzo nel quale il suono si propaga, perché a seconda della sua massa e della

sua elasticità, la propagazione del suono risulterà più o meno veloce. Nell'aria, per esempio, il suono percorre 340 m in un secondo mentre, nello stesso tempo, nell'acqua ne percorre 1500 e nell'acciaio 5000!

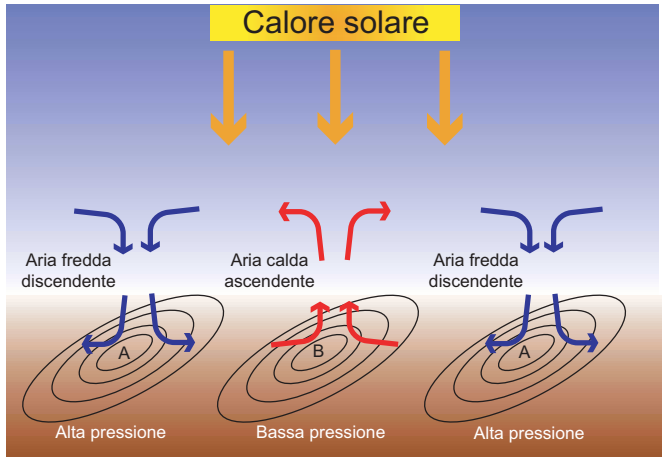
Anche in tal caso gli strumenti disponibili nel CD-ROM possono aiutare a concretizzare i concetti e a legarli a fenomeni di cui comunemente si fa esperienza; a tale scopo, per esempio, si può riproporre in aula il laboratorio "La forza del suono" (sezione che cos'è / trasmette il suono) oppure avvalersi di quanto riportato in alcune curiosità come "Calcoliamo quanto è lontano un lampo" (sempre nella sezione che cos'è / trasmette il suono).

Analogamente è possibile spiegare come grazie alla sua natura l'aria eserciti una pressione, nota per l'appunto come pressione atmosferica, riproponendo per esempio il laboratorio "La pressione atmosferica si vede!" (sezione che cos'è / esercita una pressione). Per eventualmente ampliare le conoscenze in merito, si può invece rifarsi all'approfondimento "Le celle convettive" e, per incuriosire e fare in modo che i bambini colleghino i concetti a fenomeni, oggetti o attività che vedono o di cui hanno conoscenza o fanno esperienza nella quotidianità, si può utilizzare quanto riportato nella curiosità "Gli aerei".

LE CELLE CONVETTIVE

Il riscaldamento non omogeneo della superficie terrestre provoca lo spostamento di masse d'aria. Al variare della temperatura, varia la densità dell'aria e, quindi, la pressione atmosferica; si formano di conseguenza delle forze che tendono a ripristinare l'equilibrio barico, mettendo in moto l'aria.

Se il meccanismo con il quale avviene questo fenomeno è complesso, il principio che lo genera è abbastanza intuitivo; proviamo a spiegarlo attraverso il classico esempio della pentola d'acqua posta su un fornello: l'acqua immediatamente sopra alla fonte di calore si riscalda, si dilata e, divenendo più leggera, si sposta verso l'alto determinando una parziale diminuzione di pressione sul fondo della colonna centrale e un aumento di pressione in superficie.



In questo modo si è creata una differenza di pressione tra la colonna centrale, direttamente a contatto con la fiamma, e le pareti laterali (fredde); nascono così delle forze che tendono a ripristinare l'equilibrio alterato, mettendo in moto l'acqua: dal centro verso le pareti, in superficie, e dalle pareti verso il centro, sul fondo. Avremo così quella che, in termini tecnici, assume il nome di "cella convettiva".

L'aria come l'acqua è un fluido e si comporta in modo analogo.

Gli spostamenti orizzontali di aria tra zone a pressione differente prendono

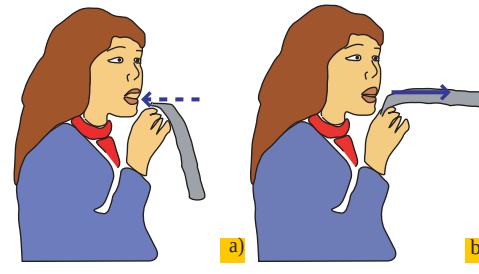
il nome di “venti”. A scala planetaria si creano celle convettive permanenti dovute allo squilibrio termico delle varie zone del Pianeta; le principali sono la cella di Hadley (che si estende tra la fascia di bassa pressione equatoriale e la fascia di alta pressione subtropicale, nella quale i venti generati prendono il nome di “alisei”), la cella di Ferrel (tra la fascia di alta pressione subtropicale e la fascia di bassa pressione subpolare, nella quale i movimenti d’aria orizzontali prendono il nome di “venti occidentali”) e la cella polare (estesa tra la fascia di bassa pressione subpolare e la fascia di alta pressione polare, nella quale i movimenti di aria orizzontali prendono il nome di “venti orientali”).

GLI AEREI

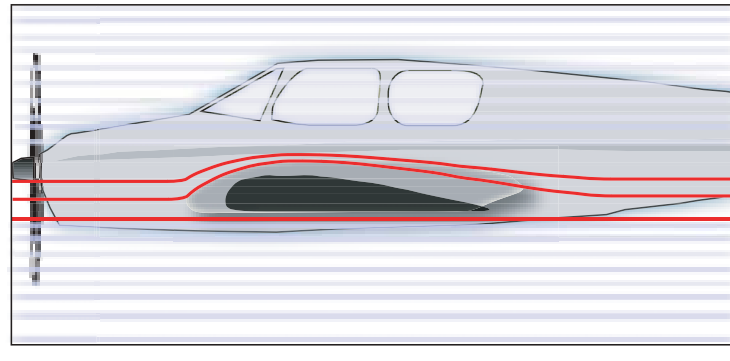


Con l’aumento della quota, diminuiscono sia la pressione sia la temperatura.
Gli aerei che volano oltre gli 8000 m sono pressurizzati e climatizzati: mantengono generalmente condizioni di pressione e temperatura pari a quelle a terra, grazie a robuste pareti.
Per quanto riguarda la pressione, poiché all’esterno è minore che all’interno, un’apertura nel velivolo comporterebbe un violento risucchio di persone e cose, come si vede in alcuni film. Un aereo riesce a decollare e a restare in volo grazie al principio di conservazione dell’energia che, per quanto riguarda i fluidi, è stato formulato dal fisico svizzero Daniel Bernoulli nel 1738.
Il principio di Bernoulli dice che: *in un fluido perfetto l’aumento della velocità della corrente corrisponde a una diminuzione della pressione* ed è osservabile in modo semplice attraverso un esperimento alla portata di tutti:

a) soffia su una strisciolina di carta posta vicina alle labbra;
b) l’aria in moto sopra la striscia, avendo velocità maggiore, avrà una pressione minore rispetto a quella sottostante;
c) la differenza di pressione fra sopra e sotto tenderà a mantenere la striscia sollevata.



Il volo degli aerei dipende dalla forma delle ali, infatti proprio grazie a queste l’aria che scorre al di sopra dell’ala compie un percorso maggiore nello stesso tempo rispetto a quella che fluisce al di sotto e di conseguenza ha una velocità maggiore.



La pressione esercitata sulla superficie superiore dell’ala risulterà così minore rispetto a quella esercitata sulla superficie inferiore e, secondo appunto il principio di Bernoulli, la forza risultante permetterà all’aereo di restare in volo.

Successiva e fondamentale tappa del percorso dovrà essere quella dedicata a "spiegare" di che cosa è fatta l'aria (nel CD sezione che cos'è/ha una composizione) e come, proprio grazie alla sua peculiare composizione, sia coinvolta in numerosi processi e reazioni essenziali per l'esistenza degli organismi viventi.

DI CHE COSA È FATTA L'ARIA?

L'aria è composta da una miscela di gas e di vapore acqueo. I gas principali sono: azoto (78% dell'aria), ossigeno (21%) e anidride carbonica (0,04%). L'azoto (N_2) è un gas incolore che non interviene nei processi respiratori e nelle combustioni. La sua notevole quantità nell'aria riduce gli effetti dell'ossigeno che allo stato puro provocherebbe la combustione di molte sostanze, comprese le molecole degli esseri viventi. L'ossigeno (O_2), incolore e inodoro, è indispensabile perché possa avvenire qualsiasi processo di combustione. Esso viene prodotto con un processo naturale delle piante (la fotosintesi) per il quale è indispensabile la luce del Sole. L'anidride carbonica (CO_2) viene invece prodotta in seguito alla combustione e ai fenomeni respiratori.

Per visualizzare e far sì che risulti più semplice ai bambini ricordare la composizione dell'aria si può ricorrere al laboratorio "L'aria da vedere" descritto nella sezione che cos'è/ha una composizione. Può quindi risultare utile, prima di proseguire "il viaggio" affrontando le tematiche descritte nella seconda macrosezione **A che COSA SERVE**, approfondire l'argomento soffermandosi su "L'esperimento di Priestley".

OSSIGENO PER BRUCIARE E RESPIRARE

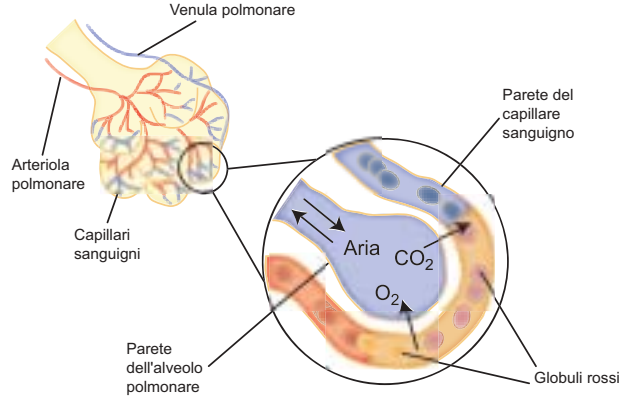
Lo scienziato inglese Joseph Priestley dimostrò che respirazione e combustione avevano bisogno di uno stesso componente presente nell'aria: l'ossigeno.
Ponendo alternativamente una candela accesa e un topolino sotto una campana di vetro sigillata, egli notò che essi modificavano l'aria nello stesso modo. Se messi singolarmente sotto la campana, la fiamma si spegneva e il topolino moriva soffocato. In questo modo si dimostrava che la respirazione e la combustione avvenivano grazie a uno stesso componente. Collocando invece sotto la campana anche una pianta verde e tenendola esposta al sole, Priestley dimostrò che la sola presenza del vegetale bastava a rifornire candela e topo del gas necessario alla combustione e alla respirazione.
A questo punto l'attenzione potrà essere focalizzata sul tentativo di far capire ai bambini sia in quali processi l'aria è coinvolta, evidenziandone eventuali analogie e differenze, sia come la sua composizione possa mutare proprio conseguentemente al tipo di reazioni che avvengono, o in termini più semplici, a seconda dell'utilizzo che se ne fa. Per compiere questo delicato "passaggio" è utile rendere evidente tramite un esperimento quanta aria giornalmente ognuno "consuma" o, più correttamente, quanti litri di aria in 24 ore vengono mediamente inspirati. Per far ciò si può utilizzare il laboratorio "Quanta aria ci

serve" descritto nella sezione a che cosa serve/chi la consuma/la respirazione. Anche in questo caso è possibile rendere più interessante il "viaggio nel mondo dell'aria" mediante i contenuti proposti nell'area degli strumenti operativi come, per esempio, nella curiosità "Quanti sono gli alveoli polmonari?"

QUANTI SONO GLI ALVEOLI POLMONARI?

La struttura dei polmoni e in particolare delle unità alveolari è un ottimo esempio della forte specializzazione elaborata dai processi evolutivi per ottimizzare il funzionamento degli organi adibiti a specifiche funzioni.

Così come le pareti dell'intestino tenue, deputato all'assorbimento dei nutrienti, sono fortemente ripiegate in villi e microvilli per aumentare la superficie di assorbimento, le pareti dei polmoni sono costituite da un numero elevatissimo di piccole sacche sottili, gli alveoli, che aumentano enormemente la superficie di scambio dei gas.



Gli alveoli in un uomo adulto sono circa 300 milioni: se fosse possibile distenderli su una superficie piana, occuperebbero un'area di circa 90 m^2… più della metà di un campo da pallavolo!

Inoltre, per far comprendere come si modifichi a ogni nostro respiro la miscela di gas costituenti l'aria, può rivelarsi utile riproporre il laboratorio "La composizione dell'aria non è fissa".

LA COMPOSIZIONE DELL'ARIA NON È FISSA

- **Materiali**
- una vaschetta o un barattolo
- colorante blu di bromotimolo (reperibile in laboratori chimici e di analisi cliniche)
- un contagocce
- una cannuccia lunga
- una peretta
- dell'acqua



- **Procedimento**
- riempi circa a metà la vaschetta con dell'acqua;
- aggiungi con il contagocce un po' di colorante e mescola;
- inserisci la peretta piena d'aria e svuotala nel liquido, poi estraila;
- inserisci la cannuccia e soffia dolcemente (senza provocare bolle) e a lungo;

- fai molta attenzione a non inspirare, perché la sostanza non va ingerita;
- continua a soffiare fino a quando cambia il colore della soluzione;
- soffia ancora e osserva i cambiamenti.

• Che cosa succede

In chimica esistono delle sostanze il cui colore dipende dall'acidità dell'ambiente in cui si trovano, che vengono chiamate "indicatori di pH".



L'indicatore più comune è il tè: avrete tutti notato la variazione di colore di un bicchiere di tè in seguito all'introduzione di poche gocce di limone. L'introduzione del limone abbassa il pH provocando un viraggio della colorazione.
Il blu di bromotimolo (allo stato puro è di colore rosso) è un indicatore di pH, che assume colore blu in ambiente basico e giallo in ambiente acido.
Quando l'aria immessa è quella proveniente dalla peretta (quindi di composizione uguale a quella dell'aria atmosferica) non avviene alcun cambiamento, mentre quando si soffia l'aria emessa dai nostri polmoni, la sua composizione varia poiché aumenta la percentuale di anidride carbonica (acida).

• Commento

L'esperimento evidenzia le modificazioni che noi produciamo nella composizione dell'aria quando respiriamo, normalmente non visibili.
Questo è quanto avviene per tutti gli organismi viventi, animali e vegetali (è importante sottolineare che anche le piante, pur essendo organismi fotosintetici, respirano producendo CO_2), così come avviene nei processi che comportano una combustione.

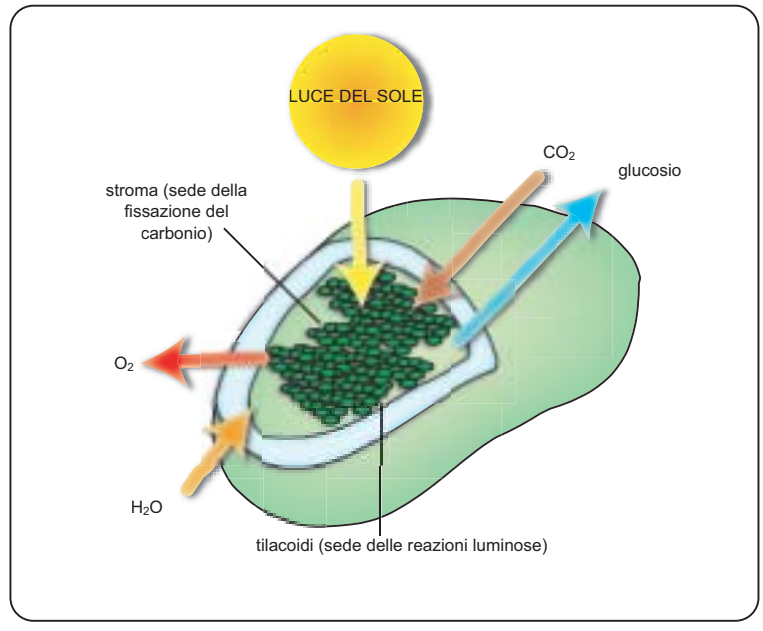
A seconda delle necessità dell'insegnante e degli argomenti che si intendono trattare, il percorso può continuare prendendo in considerazione aspetti differenti inerenti alla macrosezione **A che COSA SERVE**, quali per esempio lo studio dei meccanismi fotosintetici (chi la produce / la fotosintesi) e / o della reazione di combustione (chi la consuma / la combustione).

LA FOTOSINTESI CLOROFILLIANA

L'attività e la sopravvivenza di tutte le cellule, e quindi degli organismi viventi, dipendono dall'energia fornita dal cibo. Ma da dove viene questa energia? Sulla Terra arriva energia dal Sole sotto forma di luce. Alcuni organismi, detti autotrofi, sono in grado di convertire

l'energia luminosa in energia chimica attraverso la fotosintesi clorofilliana.

La fotosintesi è un processo endotermico (che richiede cioè energia) che si verifica esclusivamente nelle piante e in alcuni organismi unicellulari, grazie al quale l'energia del Sole viene trasformata da energia luminosa in energia chimica, contenuta in molecole di glucosio e nei legami di altre sostanze organiche. Gli organismi autotrofi usano queste molecole come combustibile per i propri processi vitali. Gli organismi eterotrofi, invece, non sono in grado di produrre i propri alimenti, quindi recuperano l'energia necessaria nutrendosi degli autotrofi, direttamente o indirettamente.



Il materiale di partenza della fotosintesi è costituito da acqua e anidride carbonica le quali, in presenza di luce, si combinano per formare glucosio, liberando ossigeno come prodotto di scarto. In sintesi:

$$6CO_2 + 6H_2O + \text{energia luminosa} \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

In realtà, il processo di fotosintesi è molto più articolato e riunisce una lunga serie di reazioni complesse, suddivise in una fase luminosa e in una fase oscura. Nella fase luminosa l'energia solare viene trasformata in energia chimica, mentre nella fase oscura si verifica la fissazione del carbonio, con conversione dell'anidride carbonica in molecole di carboidrati. La fotosintesi, come si è detto, avviene nelle piante, in specifici corpuscoli cellulari chiamati cloroplasti, presenti solo nelle parti verdi delle piante. Questi corpuscoli contengono clorofilla, un pigmento verde in grado di catturare l'energia del Sole, e diversi enzimi necessari ai processi fotosintetici.

LA COMBUSTIONE

È il processo che, grazie alla reazione con l'ossigeno atmosferico (comburente), trasforma l'energia chimica contenuta nel combustibile in calore e luce, producendo acqua, CO_2 ed energia utilizzabile per l'illuminazione, il riscaldamento, i motori diesel e a benzina ecc. Per esempio il metano che arriva nelle nostre case dà la reazione:

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2\,H_2O + \text{energia}$$

Dal punto di vista termodinamico, la combustione e il metabolismo ossidativo che avviene nelle cellule sono due processi analoghi, che partono dallo stesso "serbatoio" di energia, cioè i prodotti della fotosintesi. Mentre però i combustibili fossili (carbone, gas, petrolio) hanno un'energia accumulata in processi fotosintetici che si sono svolti milioni di anni fa (e

quindi non sono praticamente rinnovabili) e altri (legna, alcol) possiedono un'energia fissata in un tempo più vicino, gli alimenti derivano direttamente (quelli di origine vegetale) o indirettamente (quelli di origine animale) da processi fotosintetici molto recenti.
Ogni forma di energia presente sulla Terra proviene dalla radiazione solare: l'energia in essa contenuta può essere immagazzinata nei legami chimici dei vegetali e diventare così energia fruibile dagli animali. L'energia solare può anche essere convertita in energia cinetica o in energia elettrica. Pensiamo a una centrale eolica che trasforma l'energia cinetica del vento in energia elettrica; ma i venti derivano dall'irraggiamento di grandi quantità d'aria che, scaldandosi, si mettono in movimento.

Una volta viste le analogie fra la respirazione e la combustione, evidenziando come entrambi i processi, indispensabili per la produzione di energia, contribuiscano a modificare la composizione dell'aria, dovrebbe risultare particolarmente semplice e logico affrontare il tema dell'inquinamento atmosferico e, qualora si ritenesse opportuno, introdurre e sviluppare le tematiche relative alle fonti energetiche alternative.

L'INQUINAMENTO DELL'ARIA

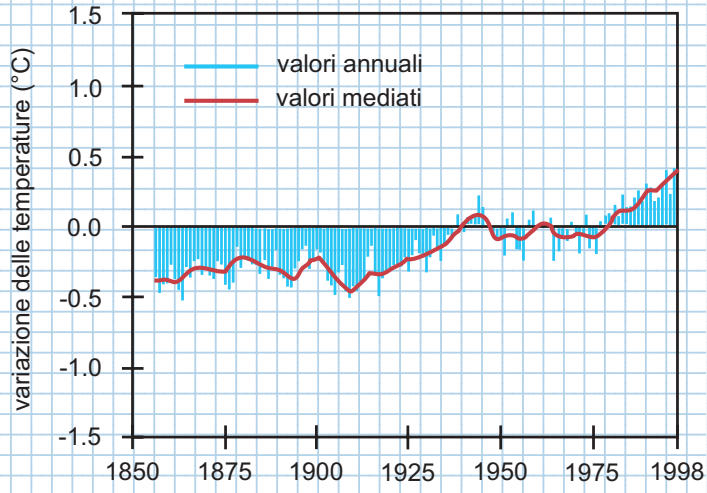
L'inquinamento atmosferico, determinato soprattutto dalla combustione di sostanze fossili, è dato dalla presenza, in atmosfera, di sostanze in concentrazioni tali da produrre effetti dannosi per la salute degli uomini, degli animali e delle piante e porta a variazioni climatiche. Tali sostanze sono essenzialmente idrocarburi incombusti, monossido di carbonio (CO), ossidi di zolfo (SO_x) e di azoto (NO_x) e particelle solide. Gli ossidi di azoto e di zolfo sono la causa principale delle piogge acide. La stessa CO_2, se prodotta in quantità superiore a quella riutilizzata dalle piante mediante la fotosintesi o a quella solubilizzata nelle acque degli oceani, comporta l'aumento dell'effetto serra naturale, fattore che causa l'aumento della temperatura terrestre e la relativa minaccia alla stabilità dell'intera biosfera.
Un'altra forma grave di inquinamento atmosferico è quella legata alla modificazione dello strato di ozono nella stratosfera a causa di gas prodotti da attività umane (clorofluorocarburi, ossidi di azoto). L'ozono costituisce un filtro della radiazione solare impedendo il passaggio di radiazioni pericolose per l'uomo e gli esseri viventi in genere. Da qui il rischio di congiuntiviti, eritemi e, nei casi limite, tumori della pelle.

GAS SERRA ED EFFETTO SERRA

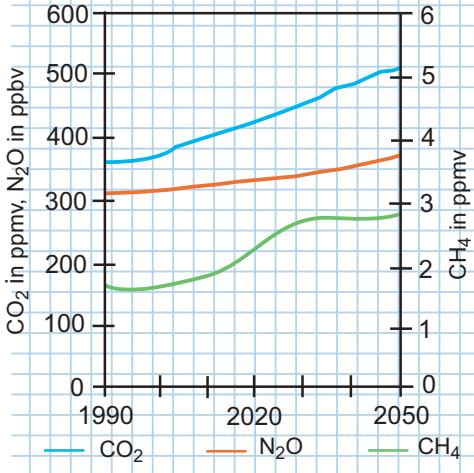
Solo il 45% della radiazione solare raggiunge la superficie terrestre; il 30% è riflessa nello spazio dalle nubi e dal pulviscolo atmosferico, mentre l'altro 25% è assorbito dall'ozono, dal vapore acqueo (nubi) e dalle polveri. Dopo aver utilizzato la radiazione solare, la superficie della Terra riemette parte dell'energia assorbita che non viene immediatamente disper-

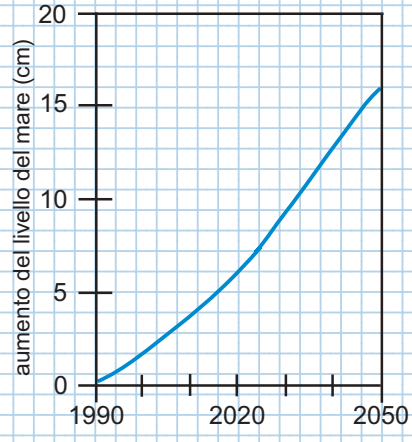
sa nello spazio, ma assorbita in gran parte dal vapore acqueo, dall'anidride carbonica e dall'ozono, per poi essere nuovamente riemessa in tutte le direzioni. Parte di questa energia torna così verso la superficie terrestre contribuendo al suo riscaldamento, mentre il resto viene definitivamente disperso nello spazio. Grazie a questo effetto serra naturale il nostro pianeta si trova in una condizione di equilibrio energetico: libera nello spazio circostante la stessa quantità di energia che riceve dal Sole, mantenendo così stabile la propria temperatura.

Incremento delle temperature medie mondiali dal 1856 al 1998



Nell'atmosfera sono sempre esistite delle sostanze (pulviscolo, CO_2 ecc.) prodotte da processi naturali, quali le eruzioni vulcaniche e l'erosione del terreno, che contribuiscono a generare l'effetto serra naturale; senza tale fenomeno la media della temperatura terrestre sarebbe di -18 °C contro gli attuali 15 °C! L'equilibrio tra gli elementi che compongono l'atmosfera è tuttavia molto fragile e alcuni interventi da parte dell'uomo possono alterarlo in modo negativo. Il principale pericolo è rappresentato dall'aumento dei cosiddetti "gas serra" (anidride carbonica, metano ecc.) e dal conseguente innalzamento della temperatura sul Pianeta con conseguenze a catena, prima fra tutte l'aumento del livello dei mari per lo scioglimento di parte dei ghiacciai.





L'effetto serra naturale è quindi positivo, anzi essenziale per la vita sulla Terra, ma un suo aumento dovuto soprattutto alle attività umane (per esempio uso esagerato di combustibili fossili con produzione abnorme di CO_2) costituisce un pericolo gravissimo per il mantenimento dell'equilibrio nell'ecosistema Terra.

Affrontare i temi relativi alle fonti rinnovabili e alle principali alternative alla produzione di energia mediante l'utilizzo dei combustibili fossili, pur non essendo strettamente necessario al raggiungimento dello scopo che si prefigge questo progetto di educazione ambientale, può risultare interessante e particolarmente utile a rendere consapevoli i bambini che

i concetti di sviluppo e di salvaguardia dell'ambiente non sono e non devono essere necessariamente contrapposti o antitetici.

FONTI DI ENERGIA

Considerando l'energia solare come l'unica fonte primaria di energia di cui disponiamo, possiamo classificare le diverse forme di energia utilizzando come discriminante il tempo necessario per il suo immagazzinamento, suddividendo le fonti di energia rinnovabili da quelle non rinnovabili. Definiamo "rinnovabili" quelle fonti che non possono essere totalmente consumate grazie alla loro capacità di riprodursi (biologicamente) o di rigenerarsi (fisicamente). "Non rinnovabili" sono quelle fonti di energia presenti in natura che, relativamente alla scala cronologica dell'uomo, una volta esaurite non possono essere rinnovate. La maggior parte di queste risorse può rinnovarsi solo in un intervallo di tempo geologico (per esempio, i combustibili fossili e le risorse minerarie).

Impiegare l'una o l'altra forma di energia è quindi cosa ben diversa, anche se al momento possiamo "fingere di non accorgercene", perché l'utilizzo di fonti non rinnovabili comporta l'inevitabile impoverimento delle riserve energetiche del Pianeta. Sostenibilità vuol dire anche assicurare che un processo sia durevole e mantenibile nel tempo, senza un consumo di risorse che alla lunga ne impedisce la realizzazione.

Oltre all'energia idroelettrica e a quella eolica, vi sono altre forme di energia rinnovabile il cui utilizzo non determina l'emissione di sostanze nocive in atmosfera o contiene l'inquinamento tramite riciclo del materiale di scarto.

Energia solare e celle fotovoltaiche

Mentre i collettori (comunemente detti "pannelli") solari permettono di trasformare direttamente l'energia luminosa in calore (scaldando così l'acqua in apposite tubature esposte alla radiazione solare), con le celle fotovoltaiche è possibile trasformare l'energia luminosa in energia elettrica. Si tratta di pannelli ricoperti di piastrine molto sottili costruite con materiali particolari (generalmente silicio), trattate in modo da creare su di esse una zona con eccesso di elettroni e una con eccesso di cariche positive. Quando una radiazione di adeguate caratteristiche colpisce la zona di contatto tra i due strati (giunzione), i materiali reagiscono e si origina una grande quantità di elettroni che migra verso le estremità di segno opposto producendo una corrente elettrica.

Negli ultimi anni è stato migliorato notevolmente il rendimento delle celle fotovoltaiche: la frazione di energia luminosa che esse possono trasformare in energia elettrica raggiunge ora il 15% circa. Inoltre, sono stati ridotti (di 100 volte negli ultimi 10 anni!) i costi di produzione, con livelli ormai competitivi rispetto alle altre tecniche di produzione di elettricità. In futuro sarà quindi possibile produrre energia con questa tecnica a costi simili o addirittura inferiori agli attuali.

Energia da biomasse

L'energia immagazzinata negli organismi vegetali (mediante la fotosintesi) e animali (me-

diante la catena alimentare) produce biomassa che può venire trasformata in combustibile. Dal punto di vista energetico, la biomassa è l'insieme dei materiali organici di origine vegetale e animale che l'uomo non impiega per fini alimentari o industriali. Costituiscono biomassa:

- la legna e il fogliame;
- gli scarti delle lavorazioni agroforestali (paglia, rami, cortecce ecc.);
- gli scarti prodotti dalle industrie di trasformazione (pula del riso, trucioli e segatura di legno, gusci della frutta secca, vinacce ecc.);
- i rifiuti organici delle industrie della carta, del cuoio, di quelle tessili e farmaceutiche;
- i rifiuti degli allevamenti zootecnici, dei salumifici e delle industrie della lavorazione delle carni (residui della macellazione e altro).

Tipici esempi di utilizzo di biomassa per scopi energetici sono la combustione di un pezzo di legno e la distillazione di residui agricoli per ottenere alcol (etanolo) combustibile.

Energia elettrica dall'idrogeno: le celle a combustibile

Una cella a combustibile funziona in modo analogo a una batteria in quanto produce energia elettrica mediante un processo elettrochimico. Il combustibile non è petrolio, né GPL, né metano, ma idrogeno e finché vengono forniti l'idrogeno e l'ossidante (ossigeno o aria) il sistema funziona ininterrottamente. La conversione dell'energia avviene direttamente senza il passaggio intermedio della combustione e senza l'azione meccanica, come nel caso della turbina o dei pistoni. Si riesce così a ottenere un'efficienza elevata.

Se le celle vengono alimentate con idrogeno puro non viene emessa alcuna sostanza inquinante; utilizzando altri combustibili, come gli idrocarburi leggeri che vengono convertiti in idrogeno, si ha la liberazione di una certa quantità di CO_2, quantità comunque di molto inferiore a quella prodotta dal migliore processo di combustione "tradizionale".

Le celle a combustibile, dopo le sperimentazioni in laboratorio e l'utilizzo nei programmi spaziali Apollo e Space Shuttle, vengono oggi impiegate in impianti per la produzione di energia e nei veicoli a emissione zero.

A questo punto del percorso, il "viaggio nel mondo dell'aria" può considerarsi concluso, o meglio può considerarsi terminata la fase dell'apprendere, dell'imparare, che potremmo più semplicemente chiamare "del dire", e di conseguenza deve iniziare la fase del "fare".

Nella sezione **L'ARIA di CASA MIA**, oltre a trovare approfondimenti sulla proposta metodologica e su iniziative di sensibilizzazione sull'argomento rivolte non solo alle scuole, sono descritti gli strumenti che si possono utilizzare per fa sì che i bambini siano in grado di elaborare proposte, progetti concreti e realizzabili che, partendo da un'attenta ed efficace analisi del territorio in cui vivono, mirino al miglioramento della qualità dell'aria.

Di seguito riassumiamo brevemente quelli che a nostro avviso sono gli strumenti di maggior utilità ed efficacia.

Il questionario È sempre importante, in un progetto di educazione ambientale, favorire il lavoro esterno all'aula durante il quale i bambini possano coinvolgere la propria famiglia e raccogliere informazioni sui vari aspetti della vita quotidiana. In genere, è meglio non assegnare ai bambini un questionario già confezionato, ma preparare il questionario in classe, sotto la guida di un operatore o di un insegnante, per tener conto di situazioni locali specifiche e per far scegliere ai bambini gli aspetti da indagare. A titolo di esempio, sul CD-ROM ven-

gono comunque presentati tre questionari, uno sul verde, uno sui consumi energetici e uno misto.

Le interviste Può essere utile raccogliere dati da altre persone per conoscere il parere o il comportamento della gente davanti a un problema o per avere notizie su una determinata situazione.

L'elaborazione dei dati raccolti La rielaborazione del questionario avviene nuovamente in classe, in piccoli gruppi o tutti insieme, compilando tabelle alla lavagna dalle quali emergeranno i dati per costruire grafici, particolarmente adatti per riassumere e presentare il lavoro svolto. Se il caso in esame presenta dati confortanti, può essere messo a confronto con una realtà caratterizzata da elementi meno positivi, per ragionare insieme alla classe su quali azioni possono essere intraprese per contribuire al mantenimento della situazione esistente. Al contrario, se la situazione presenta elementi di preoccupazione, è possibile coinvolgere gli alunni nello studio di proposte per il suo miglioramento.

La mappa Prima dell'uscita va fatto uno studio accurato della mappa, cioè della cartina del territorio interessato dalla ricerca, per rappresentare su carta la realtà e stendere un piano d'azione esterno alla scuola. Può essere utile la creazione di mappe tematiche.

Le uscite Dal momento che l'obiettivo è lavorare sul quartiere o sul territorio adiacente alla scuola, andranno effettuate delle osservazioni per la raccolta dei dati durante una o più uscite. Durante l'uscita si possono raccogliere informazioni di vario genere: anche in questo caso, come per il questionario, l'impostazione può essere scelta dall'operatore, dall'insegnante o concordata con i bambini. Noi manteniamo come possibili percorsi quelli già indicati con i questionari: il verde e il traffico, predisponendo delle schede di rilevamento opportune.
Se si dispone di tempo per arricchire l'attività di osservazione, si può introdurre il tema dei bioindicatori, con possibili riscontri nell'osservazione all'aperto.

Le schede di rilevamento È bene costruire una scheda di rilevamento da compilare durante l'uscita che tenga conto di alcuni punti tra cui:

- il campo di indagine, non troppo ampio per evitare dispersioni;
- la chiarezza degli elementi che si vogliono far osservare, in base agli obiettivi della ricerca;
- le domande formulate secondo una sequenza logica, dalle più generali a quelle più specifiche e con eventuale spazio per commenti personali;
- la raccolta non solo di informazioni oggettive, ma anche di riflessioni, percezioni, emozioni ecc.;
- l'utilizzo di fotografie o disegni per arricchire l'osservazione;

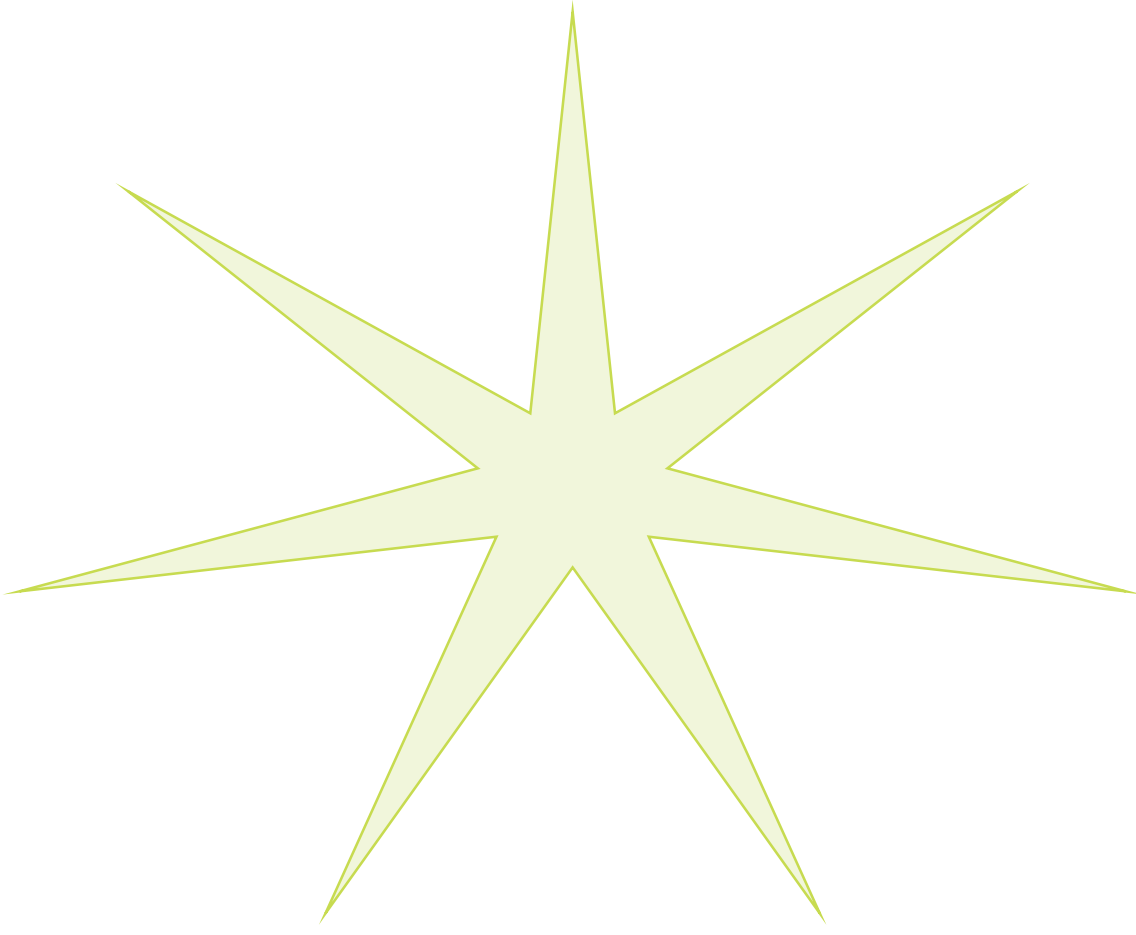
Nel CD-ROM vengono proposte a titolo di esempio delle schede di rilevamento del traffico, del rumore e dell'odore, per il lavoro di indagine da parte dei ragazzi.

La discussione Ognuna delle fasi descritte richiede una rielaborazione in classe, in modo che non venga dispersa l'esperienza vissuta dai bambini.
Come per l'elaborazione dei questionari e delle interviste, anche per la discussione che segue l'uscita, utilizzare i dati per costruire dei grafici può risultare di stimolo al ragionamento. Inoltre, se tali dati organizzati in grafici vengono messi in relazione con l'area geografica nella quale sono stati raccolti, ciò che si ottiene è una mappa della qualità dell'aria del

quartiere. Risulterà abbastanza facile far osservare che le aree limitrofe alle strade maggiormente trafficate, o che presentano odori sgradevoli, coincidono con le zone caratterizzate da una peggiore qualità dell'aria.
La mappa così costruita può essere utilizzata per studiare percorsi casa-scuola che evitino il più possibile le aree maggiormente inquinate o per stimolare nuovamente il bambino nella ricerca di azioni che possano migliorare la situazione.

Una volta rielaborati i dati ottenuti e, insieme ai bambini, ipotizzata una possibile proposta, è importante prevedere una fase in cui poter riferire a qualsiasi soggetto coinvolto, i genitori, la scuola o l'Amministrazione Pubblica, i contenuti della proposta stessa al fine di riuscire a rendere effettivi quei piccoli cambiamenti che permettano il miglioramento della situazione osservata. Fatto questo, il "viaggio" si può considerare terminato, tenendo sempre presente però che ognuno di noi può e deve fare sempre un "piccolo sforzo in più" per migliorare l'ambiente in cui vive.

CD



FONDAZIONE LOMBARDIA PER L'AMBIENTE

Presidente: Giovanni Bottari
Vicepresidente: Paolo Colombani
Presidente Comitato scientifico: Achille Cutrera
Consiglieri: Giulio Ballio, Andrea Beltrani, Marcello Fontanesi, Clemente Galbiati, Paolo Mantegazza, Lorenzo Ornaghi, Daniele Massimo Petrucci, Roberto Schmid, Cesare Spreafico
Direzione e uffici: Piazza Diaz 7, 20123 Milano
Tel. 02 806161.1, Fax 02 806161.80
e-mail: *flanet@flanet.org* – Internet: *www.flanet.org*

Revisione testi: Rosa Maria Panattoni
Progettazione grafica, redazione e impaginazione: Tania Feltrin
Disegno di copertina e illustrazioni dei laboratori: Valentino Candiani

Stampa: Isabel Litografia, Via G. Mazzini 34, 20060 Gessate (MI)
Finito di stampare nel mese di ottobre 2004.

In collaborazione con
Elena Ferrario
Andrea Piazzalunga

LEGAMBIENTE

Circolo
di Bergamo

© 2004 Fondazione Lombardia per l'Ambiente
Proprietà letteraria riservata

COPIA NON COMMERCIABILE
E IN DISTRIBUZIONE GRATUITA

ISBN 88 – 8134 – 058 – 5