



Iniziativa cofinanziata dall'Unione Europea - FESR
DOCUP Obiettivo 2 anni 2000-2006



come l'**aria**
le mille facce di un **elemento**

Panta rei ("tutto scorre"), dal celebre aforisma attribuito a Eraclito, è il titolo che ARPAV ha voluto dare alla collana di pubblicazioni in cui l'ambiente è descritto attraverso le manifestazioni artistiche, i concetti filosofici, le credenze mitologiche, le visioni religiose e mistiche che hanno accompagnato l'umanità nel suo percorso.

Panta rei perché ogni cosa è soggetta al tempo e alla trasformazione: cambia il modo di vedere e considerare ciò che ci circonda, cambiano le nostre conoscenze, le percezioni, i valori che ad ogni cosa attribuiamo, e che influenzano il nostro modo di concepire l'ambiente e di esserne parte.

Con questa collana, rivolta principalmente a insegnanti ed educatori, ARPAV intende fornire un ulteriore contributo per le attività educative realizzate a scuola e nei vari laboratori e centri di educazione ambientale della Regione.

I temi ambientali sono affrontati attraverso ambiti culturali diversi, per favorire un percorso educativo che compenetri scienza, motivazione, emozione, memoria, pensiero, agendo sul recupero delle emozioni e del sentimento, in quanto elementi capaci di favorire l'apprendimento e di intervenire con efficacia sui comportamenti.

L'obiettivo, in linea con gli attuali orientamenti dell'educazione allo sviluppo sostenibile, è quello di agire quindi sulla *conoscenza* ma anche sulla *fantasia* per ambire a un triplice traguardo formativo: cognitivo, estetico, etico-sociale.

Come l'aria. Le mille facce di un elemento è il primo libro di questa collana. È dedicato all'aria, un tema di grande attualità perché legato al problema dell'inquinamento atmosferico, che rappresenta una delle emergenze ambientali più sentite al giorno d'oggi, per le notevoli ripercussioni sanitarie e ambientali che comporta. L'inquinamento atmosferico è un problema che può essere affrontato efficacemente solo integrando misure di pianificazione della mobilità urbana e innovazione tecnologica, con interventi educativi in grado di fornire una corretta formazione scientifica ma nel contempo favorire l'adozione di comportamenti individuali e collettivi adeguati, quali ad esempio l'uso prevalente del mezzo pubblico e il risparmio energetico.

Questa pubblicazione – sicuramente in modo non esaustivo – può aiutare a scoprire le "impronte" che l'aria ha lasciato nella nostra cultura, a conoscere e apprezzare ciò che essa ha indotto nella creatività dell'uomo, fornendo stimoli e spunti per realizzare percorsi educativi, attraverso una visione e un'interpretazione complessa dell'ambiente e dei suoi fenomeni.

Gli aspetti tecnico-scientifici sono trattati solo marginalmente e per il loro approfondimento si rimanda alle altre pubblicazioni di ARPAV sul sito web www.arpa.veneto.it.

IL DIRETTORE GENERALE
Avv. Andrea Drago



indice

- 6** in principio era l'aria
tutto inizia a Mileto...
il soffio della vita
l'intuizione degli antichi
- 12** dai venti agli **angeli**
il vento nel mito
messaggeri di Dio
paese che vai, tempesta che trovi
- 18** sette note in un **soffio**
un flauto da record
fiato alle trombe!
c'è suono e suono
- 24** il cielo in una **stanza**
tra le nebbie di Leonardo
con la testa tra le nuvole
pittori all'aria aperta
dalla Francia all'Italia
- 30** aria da **respirare**
corpi d'aria
il rispetto dei limiti
distante come l'aria
trasparente come il vetro
- 38** la grande **sfida**
imitare la natura
dalle "macchine" ai palloni
e l'uomo riuscì a volare
antichi esploratori
- 44** il mio volo **libero**
sulle ali del vento
vola l'aquilone
- 48** l'uomo che volle misurare l'**aria**
sotto pressione
che tempo farà
chi sale e chi scende
- 52** soffia il **vento**
brezze, bonacce e tifoni
made in Italy
aria, acqua e nuvole
- 58** che **aria tira?**
polmoni sotto tiro
insidie nascoste
- 64** **così si fa!**
obiettivo impatto zero
scrittori amici delle foreste
- 68** **ARPAV** cosa fa
- 75** indirizzi utili delle **sedì ARPAV**
- 77** per saperne **di più**

L'**aria** è simbolo di vita e libertà. Esiste, ci circonda, eppure è invisibile. È sinonimo di leggerezza, eppure ha un peso. È indispensabile alla sopravvivenza e dalla sua qualità dipende la nostra salute. Nessuna meraviglia, quindi, che l'aria abbia sempre stimolato l'immaginazione di artisti, pensatori, religiosi e scienziati. In molte culture antiche, da quella greca a quella celtica, l'aria è uno dei quattro elementi – insieme ad acqua,

terra e fuoco – che costituiscono l'universo. L'armonia del cosmo dipende da un equilibrio tra essi. Secondo l'astrologia occidentale, i segni zodiacali appartengono a uno di questi quattro elementi. Per la precisione, i segni d'aria sono gemelli, bilancia e acquario, tutti legati – secondo gli esperti di oroscopi – all'intuizione, all'immaginazione, alla creatività e alla musica.



tutto inizia a **Mileto...**

Facciamo un salto indietro nella storia, e uno a est nella geografia, e spostiamoci tra il VII e il VI secolo a.C. sulla costa dell'Anatolia, l'attuale Turchia, in una cittadina chiamata Mileto, leggermente a sud dell'isola di Samo. Mileto, che era stata fondata attorno al 1000 a.C., a quell'epoca era una delle città più importanti del Mediterraneo e del mondo, almeno quello occidentale. Era un attivissimo porto commerciale, da cui partivano navi con grano, olio, metalli preziosi, papiri, profumi e stoffe. I suoi abitanti – o meglio, gli uomini liberi – si dedicavano a studi di geografia e astronomia. Erano abituati a discutere delle loro scoperte. Fu proprio a Mileto che gli studiosi iniziarono a farsi una domanda importante: com'è nato il mondo? Qual è il principio primitivo e universale (che gli antichi Greci chiamavano *archè*) dal quale ha avuto origine il tutto? Forse furono molti a darsi una risposta, ma sono tre i sapienti di cui sono arrivate tracce fino a noi.

Il primo si chiamava Talete e – osservando le trasformazioni di stato tra solido, liquido e aeriforme – ipotizzò che il mondo avesse avuto origine dall'acqua, visto che essa è presente in tutto ciò che, in natura, è vivo. Secondo questa concezione, l'aria, come il fuoco e la terra, derivava dall'acqua. E in questo, almeno in parte, Talete aveva ragione, visto che uno dei componenti della nostra atmosfera, il vapore acqueo, è in realtà acqua che dallo stato liquido è passata a quello gassoso. Poi arrivò il suo allievo Anassimandro, del quale conosciamo l'anno di nascita, il 610 a.C. Secondo lui non era possibile che uno dei quattro elementi avesse dato origine a tutto il resto. Così individuò il principio vitale in un super-elemento, che chiamò *àpeiron*, parola che vuole dire al tempo stesso "infinito" e "indefinito".

 A sinistra, il mosaico raffigurante la creazione degli astri nel Duomo di Monreale.

 In alto, una discussione tra filosofi è il soggetto di questo mosaico romano conservato al Museo Nazionale di Napoli.

in principio era l'**aria**





il soffio della **vita**

In questa miniatura carolingia, tra gli episodi della Genesi è raffigurato Dio che soffia sul viso di Adamo per dargli la vita.

Un altro discepolo di Talete, Anassimene (che è quello che ci interessa di più), giunse a una conclusione ancora diversa. Parti dalla constatazione che l'acqua non poteva generare il fuoco. Anassimene non aveva dubbi: per lui l'elemento primordiale era l'aria. Un elemento che si trova in natura – come l'acqua di Talete – ma che, a differenza di quest'ultima, è invisibile. Come l'*apeiron* di Anassimandro. Secondo Anassimene, l'aria aveva prodotto gli altri tre elementi: il fuoco per rarefazione, l'acqua e la terra per condensazione. Anassimene, addirittura, attribuiva all'aria qualità divine. Diceva che «l'Aria è Dio» e che tutta la natura è abbrac-

ciata da un "soffio", un respiro cosmico, definito *pneuma*. Non è un'idea tanto lontana dalla tradizione ebraico-cristiana, secondo la quale, come sta scritto nella Bibbia (precisamente nella Genesi), Dio soffiò sul viso di Adamo per dargli la vita. Anche le culture orientali parlano di un soffio vitale presente nella natura: il *prana* per gli induisti, il *chi* per i taoisti. Anassimene considerava la Terra (nel senso del mondo) come una specie di zatterona piatta sospesa nell'universo, sostenuta dall'aria. E l'aria, benché invisibile, era dappertutto: sopra, sotto, dentro...

Come l'aria 9

L'atmosfera terrestre in una fotografia scattata dallo spazio.

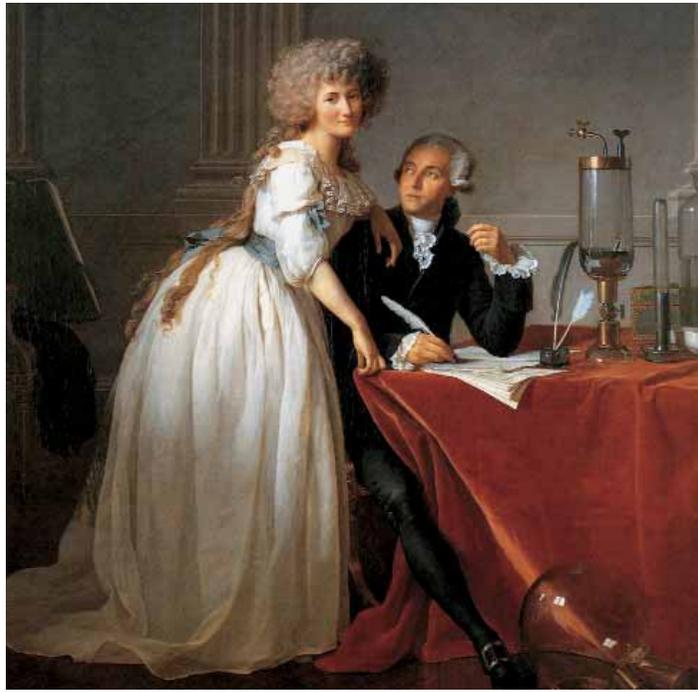


l'intuizione degli **antichi**

Oggi le teorie di Anassimene (come quelle dei suoi predecessori) ci possono sembrare molto ingenua. Sappiamo benissimo che la Terra è sferica, per esempio, o che la materia non può certo essere fatta di aria condensata. Eppure Anassimene, a modo suo, aveva ragione. Perché la vita sulla Terra è resa possibile dall'aria. Un po' di ragione l'aveva pure Talete, perché anche l'acqua è indispensabile alla vita. A dirla tutta, la vita è il risultato dell'interazione tra i quattro elementi: aria, acqua, terra e fuoco (cioè energia: a cominciare da quella del Sole, fino alle fonti fossili, come carbone e petrolio). L'aria, o meglio l'atmosfera terrestre,

è in realtà – come vedremo più avanti – un miscuglio di molti gas, tra cui azoto, ossigeno, anidride carbonica, idrogeno, neon, elio e altri. La presenza della vita sulla Terra è legata soprattutto all'azoto (presente nella misura del 78 per cento circa) e dell'ossigeno (21 per cento). L'ossigeno è essenziale alla respirazione. Tutte le nostre cellule ne hanno bisogno per sopravvivere. L'azoto viene fissato nel terreno (ed ecco che entra in gioco un altro elemento) da particolari batteri, che lo trasformano in sostanze nutritive per le piante, e quindi per gli animali. Quando queste sostanze tornano al terreno (non è difficile immaginare in

che forma), altri batteri ne ricavano di nuovo azoto e lo restituiscono all'atmosfera, completando il ciclo. L'atmosfera ci permette di respirare e ci protegge dai raggi del Sole, che – senza l'azione di filtro dei gas che circondano la Terra – renderebbero impossibile la nostra sopravvivenza. L'atmosfera è anche responsabile del cosiddetto "effetto serra", che permette di conservare parte del calore assorbito dalla Terra, creando una temperatura adatta alla vita. Tuttavia le emissioni dovute alle attività dell'uomo amplificano questo effetto producendo un surriscaldamento globale del pianeta.



Sopra, il grande chimico Lavoisier, qui ritratto con la moglie in un dipinto di Jacques-Louis David, studiò a fondo il ruolo dell'ossigeno nella respirazione.

In alto a destra, una miniatura raffigurante alchimisti all'opera.



L'OSSIGENO: NON SOLO PER RESPIRARE

L'ossigeno, tra tutti i gas che compongono l'aria, è quello che ci consente di respirare, "nutre" le nostre cellule e ci fa vivere. Questo suo ruolo fu scoperto nel 1778 da Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794), quello del "principio" che porta il suo nome, secondo cui «niente si crea e niente si distrugge». Lavoisier identificò la funzione chiave dell'ossigeno nella respirazione di piante e animali (con l'eccezione di un gruppo di batteri detti "anaerobi", che invece si sviluppano in ambienti privi di ossigeno, tra essi ci sono anche quelli che provocano il tetano: è il motivo per cui le ferite vanno lavate ed esposte all'aria). E scoprì anche che questo gas fa arrugginire il ferro (si tratta della cosiddetta ossidazione) e provoca la combustione. Secondo gli scienziati precedenti, invece, i materiali bruciavano perché contenevano una misteriosa sostanza, il flogisto, che veniva rilasciata durante la combustione.



ELEMENTI, ALCHIMIA E SCIENZA MODERNA

Il concetto dei quattro elementi nasce con la filosofia greca, che può essere considerata la madre della scienza occidentale. E in effetti, dalla riflessione sugli elementi costitutivi dell'universo, derivò l'alchimia, una disciplina a metà strada tra filosofia e scienza – diffusa dal Medioevo fino al Settecento – che aveva tra i suoi obiettivi la ricerca della "pietra filosofale" per trasformare in oro i metalli non preziosi. Anche grazie all'alchimia, poi, nacque la scienza moderna, basata sul metodo sperimentale, ovvero la ricerca di fenomeni che – date determinate condizioni – si ripropongono costanti nel tempo. E l'evoluzione di quel semplicissimo schema "a quattro" altro non è che la tavola periodica degli elementi di Mendeleev, che costituisce la base della chimica moderna.



L'aria delle zone di mare è particolarmente salutare perché ricca di sostanze benefiche.

sapevate che...

All'inizio del Novecento i bambini gracili e malaticci venivano curati con passeggiate nei boschi o in montagna, perché respirassero "aria buona". Una soluzione suggerita dal buon senso e dalla scarsa disponibilità di medicinali e che oggi sappiamo dotata di una base scientifica. Tanto che un gruppo di ricercatori dell'Università di California ha verificato che l'aria dei boschi (purché lontani da città e industrie) non soltanto è più pura, ma ospita centinaia di composti chimici, pro-

dotti dalla vegetazione, alcuni dei quali nemmeno totalmente "conosciuti", che hanno un effetto benefico sulla nostra salute. I più noti sono il pinene (prodotto dalle resine delle conifere) e gli oli essenziali come il mentolo e l'eucaliptolo. Ma l'elenco è potenzialmente infinito: molte piante, interagendo con l'ambiente (temperatura, luce...), possono originare una sostanza particolare, spesso talmente profumata da essere percepita anche a "naso nudo".

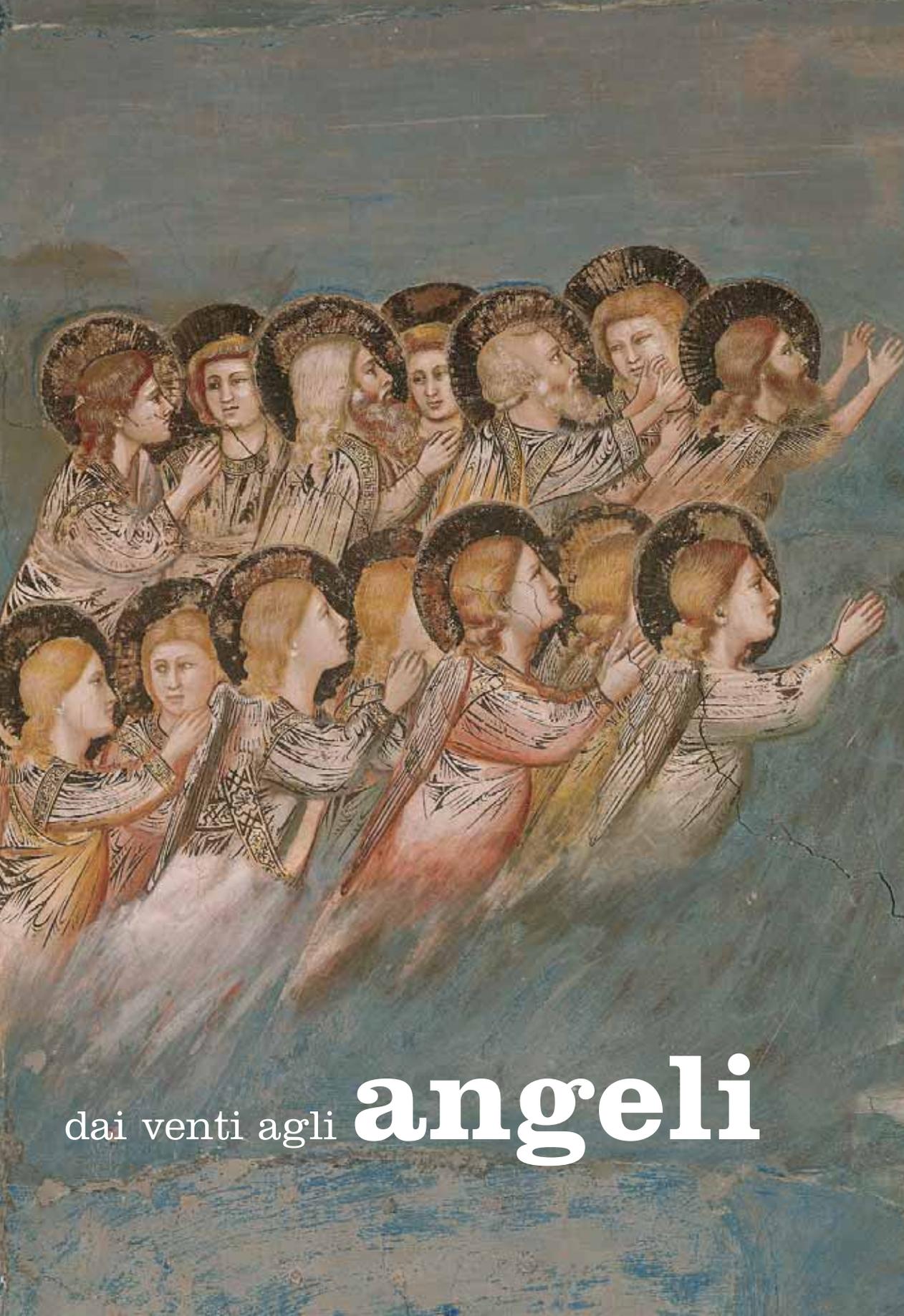
Lo sanno bene i giapponesi, nella cui cultura esiste il concetto di "bagni d'aria di bosco", con l'obiettivo di approfittare dei suoi composti salutarì. Certo è che, in ogni ambiente, l'aria assume particolari caratteristiche. Sulla costa, per esempio, è benefica perché l'aerosol marino è ricco di sodio e cloro, che hanno proprietà battericide e disinfettanti e svolgono un'azione salutare per l'apparato respiratorio. Lo iodio, inoltre, ha un'azione benefica sulla tiroide.

Gli **dei** stanno in cielo. Che si tratti delle divinità greche dell'Olimpo (le cui vette arrivavano fino alle nuvole) o del Dio dei cristiani, in questo senso, non fa differenza. Non che le religioni siano tutte uguali. Con questa affermazione non vogliamo certo ridurre e appiattire la complessità e la profondità di qualsiasi espressione di fede. Ma la storia delle religioni ci mostra che è l'aria – con qualche incursione nelle acque o sottoterra – l'elemento più spesso legato alle divinità. Ad esempio Iside, dea egizia, sorella-sposa di Osiride, è spesso rappresentata come falco o come donna con ali d'uccello, in quanto simbolo del vento. Non a caso, è raffigurato come un falco

anche suo figlio Horus, dio del cielo e della luce. Passando alla mitologia greca, nella corte di Zeus, re degli dei Greci, non mancavano i personaggi alati (da Hermes – il Mercurio dei Romani – a Eros-Cupido, fino alla dea Nike, simbolo della vittoria) e le personificazioni dei venti.

Nel Cristianesimo, infine, la Madonna, definita "regina dei cieli", è molto spesso rappresentata con un velo azzurro come il cielo e una corona di stelle, che alludono alla volta celeste.

 Il trionfo di Galatea affrescato da Raffaello nella villa della Farnesina di Roma.



dai venti agli **angeli**

il vento nel **mito**

I venti erano governati da Eolo, il signore dell'aria, che abitava su un'isola (identificata con Lipari, da cui il nome di Eolie per l'arcipelago di cui essa fa parte) ed era stato incaricato da Zeus di custodirli all'interno di otri che ogni tanto apriva per farne uscire le brezze o le tempeste, determinando così le condizioni meteorologiche. Per un popolo come quello greco, legato al mare, i venti erano fondamentali. Da essi dipendevano la navigazione e il commercio, ed era normale farne un oggetto

 A sinistra, gli angeli e i santi dipinti da Giotto negli affreschi della Cappella degli Scrovegni di Padova.

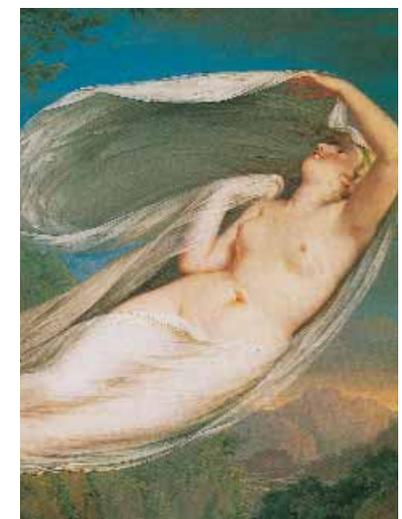
 A destra, Borea, il vento del nord, è raffigurato mentre rapisce la ninfa Orizia per farne la sua sposa.

di culto. Tra i venti su cui regnava Eolo c'era Tifone, un mostro dal soffio distruttore (infatti, i tifoni sono formazioni cicloniche dalle conseguenze devastanti). E ancora: Borea, un impetuoso vento del nord; Noto, vento del sud portatore di piogge; Zefiro, una brezza proveniente da ovest che annunciava la primavera e il risveglio della natura; Euro, che portava dal sud ora piogge ora siccità. Tutti sono rappresentati con sembianze umane, alati e con le guance gonfie, nell'atto di emettere un soffio potente.

Altre mitologie, come quella celtica, ritengono che l'aria sia popolata da spiriti femminili, le silfidi, che volano sfruttando le correnti, possono vivere centinaia di anni senza mai apparire vecchie e sono in grado di assumere per brevi periodi sembianze umane.

È una di queste creature fantastiche la protagonista del primo balletto dell'età

romantica, *La Sylphide* (1832), con musica di Jean Schneitzhoeffler, che ha rivoluzionato la storia della danza. Per la prima volta, grazie alla coreografia di Filippo Taglioni, una ballerina salì sulle punte, quasi ad alludere alla possibilità di librarsi nell'aria. Elemento richiamato anche dal costume bianco e vaporoso della silfide, protagonista di un tragico amore con un giovane umano.





messaggeri di Dio

 Sono due angeli i protagonisti del film di Wim Wenders *Il cielo sopra Berlino* (1987; sopra, un fotogramma), in parte ispirato alle poesie di Reiner Maria Rilke. Ha avuto un sequel nel 1993 (*Così lontano, così vicino*) e un remake americano del 1998, *La città degli angeli*, con Nicholas Cage e Meg Ryan.

 Gustave Doré, pittore e incisore di straordinaria abilità, dedicò agli angeli molte delle sue opere, come quella a destra.

La tradizione giudaico-cristiana e araba ha sostituito gli dei e gli spiriti dell'aria con gli angeli, messaggeri di Dio. Sono suddivisi in diverse gerarchie (i "cori", descritti anche da Dante nella Divina Commedia), che vanno dagli angeli e arcangeli fino ai troni, i cherubini e i serafini (al "vertice").

I serafini hanno sei ali, stanno nelle sfere più alte, sono i guardiani del trono di Dio e regolano il movimento dell'universo secondo la volontà divina. I cherubini, dotati di quattro ali, sono invece i guardiani della luce e delle stelle. Man mano che si scende nella gerarchia, gli angeli hanno compiti più legati al mondo terreno e agli uomini, ai quali comunicano i messaggi di Dio. L'angelo è una figura comune a ebraismo, cristianesimo e islam, le cosiddette religioni rivelate, cioè

basate su un testo sacro, considerato dai fedeli come la parola di Dio. Il legame tra queste religioni e le precedenti è evidente nella figura del cherubino, che deriva da una divinità alata mesopotamica chiamata *karibu*.



paese che vai, **tempesta** che trovi

 **Sopra, un cielo in tempesta; sotto, La tempesta di Giorgione.**

Tifone, in "omaggio" al dio greco, è uno dei nomi assunti dalle tempeste devastanti nelle diverse regioni della Terra. Per la precisione, i tifoni sono tipici dell'oceano Pacifico, mentre simili formazioni vengono dette uraga-

ni nella restante fascia tropicale (America centrale, Cuba, Santo Domingo, Florida...). Resterà nella storia il catastrofico uragano Katrina che, nel 2005, ha devastato la città di New Orleans.

Per essere definita tifone o uragano, una tempesta deve avere venti che soffiano a una velocità di almeno 64 nodi (circa 120 chilometri orari).

Di solito, questi venti non superano mai i 250 chilometri orari e non sono i più veloci in assoluto. I venti dei tornado possono essere anche più forti, ma questi fenomeni hanno di solito breve durata. I tifoni, al contrario, durano più giorni e riguardano aree estese, il cui diametro può raggiungere i 300 chilometri.



Il genio della lampada, figura fantastica di origine orientale, è spesso raffigurato come una creatura che si materializza dall'aria.

Una miniatura rinascimentale raffigurante Eolo, il dio dei venti.



UNA TEMPESTA IN UN OTRE...

Eolo viene citato nell'Odissea, quando regala a Ulisse un otre in cui aveva imprigionato tutti i venti sfavorevoli, lasciando liberi di soffiare solo quelli che avrebbero riportato l'eroe a Itaca. Ma gli uomini dell'equipaggio aprono l'otre, pensando nasconda qualcosa di prezioso, i venti ne escono tutti insieme, scatenando una tempesta e trascinando la nave alla deriva.

... E UN GENIO IN UNA LAMPADA

Nelle fiabe di origine orientale, è spesso presente la figura del *jinn* (quasi sempre tradotto come "genio", come quello di Aladino). I *jinn* sono spiriti in grado di assumere forme umane, ma privi in realtà di un corpo fisico. E come tutti i gas, possono essere compressi all'interno di contenitori, proprio come il genio della lampada di Aladino. Insomma, anche in una fiaba si può trovare un riscontro "scientifico"!

Lo studio di animali e piante permette di capire se un ambiente è sano oppure presenta aria, acqua o terreno inquinati.

PORTATI DAL VENTO

Una polvere finissima fatta di microscopici granuli: questo è il polline, attraverso il quale le piante con fiori si riproducono. I suoi granuli formano infatti gli organi maschili della riproduzione (gameti maschili) che hanno il compito di fecondare l'ovulo, così come avviene per gli spermatozoi nelle specie animali. L'impollinazione è detta "anemofila" quando la diffusione del polline è favorita dal vento, che può portare i granuli anche a decine di chilometri di distanza. In questo caso i granuli sono piccoli e prodotti in grande quantità per rendere



più facili il trasporto e la riproduzione della specie. Alcuni pollini possono essere responsabili di disturbi allergici. L'impollinazione è detta invece "zoogama" quando è affidata agli animali, in particolare agli insetti (entomofila); in questo caso i granuli sono più grossi e pesanti e la quantità prodotta è più limitata; solo in circostanze molto particolari possono dar luogo ad allergie. I pollini delle principali piante che possono causare allergie hanno un diametro tra i 10 e i 90 millesimi di millimetro: il granulo è quindi invisibile a occhio nudo.

I più importanti pollini allergenici provengono da piante erbacee (Graminacee, Composite, Urticacee) e da alberi (betulla, nocciolo, olivo, cipresso, carpino). I periodi di pollinazione variano a seconda della latitudine, dell'altezza sul livello del mare e delle condizioni climatiche di ogni zona. È quindi utile disporre di un calendario pollinico basato su rilievi eseguiti nella zona di interesse. ARPAV effettua il monitoraggio dei pollini allergenici nell'aria da metà gennaio a metà novembre, con cadenza settimanale (vedi p. 66, ARPAV cosa fa).

sapevate che...

Alcuni animali e piante sono detti "indicatori biologici" perché il loro studio ci permette di capire se l'ambiente di una certa zona (aria, acqua, terreno...) è più o meno inquinato. I licheni, formati dall'associazione di un'alga e un fungo, crescono solo dove l'aria è pulita. Anche gli uccelli sono ottimi indicatori ecologici e la loro presenza – o assenza – ci può far capire molte cose sulla situazione dell'ambiente, ma anche sulla biodiversità e sui cambiamenti climatici.

Utilizzare gli uccelli come "sentinelle ambientali" non è una novità. Nei secoli passati i minatori portavano con sé un canarino in gabbia per accorgersi della fuoriuscita di grisù o altri gas mortali (se l'uccellino si accasciava i minatori abbandonavano la galleria di corsa). L'esistenza umana è legata a quella dei volatili, che contribuiscono alla distribuzione dei semi, al controllo della proliferazione di roditori e insetti e all'impollinazione (è, ad esempio, il caso del colibrì).

Le specie di uccelli conosciute sono 9800, e sono molto varie: dallo struzzo africano alto 3 metri al colibrì, diffuso in Centro America, lungo solo pochi centimetri. Secondo l'associazione ambientalista "BirdLife International", in due secoli si sono estinte 103 specie di uccelli e almeno 6000 sono a rischio.



sette note in un **soffio**

Il legame tra **musica** e aria è forte. Perché i suoni hanno bisogno di un mezzo per propagarsi e l'aria è uno di questi. Funzionano ad aria molti strumenti. È aria, cioè fiato, il canto umano. E secondo l'astrologia, questa arte è legata proprio ai segni d'aria. Qualsiasi corpo che vibra – dalle corde di un violino Stradivari a una semplice lamina metallica – produce un suono, cioè onde che si propagano in tutte le direzioni nello spazio circostante. Si tratta di compressione e di rarefazione. Le prime onde si formano in corrispondenza di un addensamento delle molecole d'aria poste in oscillazione dal sopraggiungere della vibrazione: le seconde invece si formano in corrispondenza degli spazi lasciati momentaneamente liberi da tali particelle. Il suono si diffonde anche nei liquidi e nei solidi (non per niente, nei film western, gli indiani appoggiano un orecchio al terreno per percepire l'avvicinarsi dei cavalli), ma non nel vuoto.

Lo dimostra una classica esperienza di laboratorio. Se si mette un campanello elettrico sotto una campana e si aspira l'aria con una campana pneumatica, il suono si affievolisce sempre più fino a scomparire. La velocità di trasmissione dipende dal mezzo e non dal tipo di suono. Aristotele pensava invece che i suoni acuti fossero più veloci di quelli gravi.

Il fisico francese Pierre Gassendi (1592-1655) confutò questa teoria, ma fu Marin Marsenne (1588 -1648) a misurare per primo la velocità del suono nell'aria (300 metri al secondo circa). Un'approssimazione vicina alla misura corretta, 340 metri al secondo

(alla temperatura di 20 °C). In acqua il suono è più veloce e percorre 1490 metri al secondo. Su questa base opera il sonar, uno strumento molto utilizzato, ad esempio, per misurare la distanza di una nave da un oggetto sommerso.



un flauto da **record**

❧ A sinistra, un dettaglio degli affreschi eseguiti nel 1651 dal pittore calabrese Mattia Preti nella chiesa di San Biagio del Carmine, a Modena.

❧ In alto, l'angelo del giudizio dipinto dallo spagnolo Jusepe de Ribera.

Secondo alcune ipotesi, lo strumento musicale più antico che conosciamo è a fiato: un flauto ricavato da un femore di bue, trovato nel 1999 in una grotta della Slovenia. Risale a un'epoca compresa tra 50 mila e 40 mila anni fa.

Strumenti più semplici, come tamburi e sonagli, potrebbero aver fatto la loro comparsa molto prima, anche 250 mila anni fa, ma i materiali deperibili in cui probabilmente erano fabbricati, come pelle animale e legno, non hanno permesso che giungessero fino a noi.

Da quella grotta slovena, di strada ne è stata fatta. Gli strumenti ad aria si sono moltiplicati e perfezionati, cercando forme e materiali in grado di offrire prestazioni sempre migliori: un suono più pulito, una varietà di timbri, una maggiore estensione di note... In comune, hanno il meccanismo fisico di funzionamento: il suono è prodotto dalla vibrazione di una colonna d'aria, contenuta di solito in un tubo, che sia il sottile cilindro di un flauto o le canne di un grande organo da chiesa.

Un concerto di strumenti a fiato accompagna gli svaghi nel Giardino delle delizie raffigurato nel codice medievale *De Sphaera*.

Il dio Pan, sotto, è sempre raffigurato con il particolare flauto che da lui prende il nome.



fiato alle trombe!

Gli strumenti ad aria di piccole dimensioni sono detti "a fiato": per produrre il suono basta soffiare direttamente nell'imboccatura. Questi strumenti sono divisi in due gruppi – "legni" e "ottoni" – a seconda del materiale con cui sono costruiti (o venivano costruiti in origine). Tra i legni c'è il flauto dolce (quello che si suona anche a scuola, nell'ora di educazione musicale), "pronipote" del flauto preistorico sloveno. Oggi viene costruito con tre parti smontabili, un'idea di un liutaio francese per lavorare con più precisione l'interno e migliorare l'intonazione. Il flau-

to traverso si è diffuso nel Settecento e oggi è diventato "il" flauto per eccellenza. Appartiene al gruppo dei legni, perché anticamente era realizzato con questo materiale e non in metallo come oggi. Sempre nel Settecento fa la sua comparsa il clarinetto, in ebano, che produce suoni diversi a seconda delle dimensioni. Il fagotto, invece, è caratterizzato da un'estensione di note medio-basse.

Al gruppo degli ottoni (lega costituita da rame e zinco) appartengono per esempio il trombone e la tromba (usata per produrre suoni dall'effetto

solenne ed eroico), il corno (un tempo ricavato, appunto, dalle corna degli animali e utilizzato come richiamo da caccia; è entrato nelle orchestre solo nel Seicento) e il bassotuba (discendente da un antico strumento latino in uso durante le cerimonie militari).

Il tipo di suono prodotto da un fiato dipende anche da come l'aria entra nello strumento.

Negli strumenti a serbatoio d'aria, quest'ultima viene introdotta non con la bocca ma con mantici. Le dimensioni infatti sono troppo grandi per la capacità polmonare umana! Pensiamo a un



UN FLAUTO MAGICO

Suona uno strumento a fiato il dio greco Pan, un flauto a canne (o meglio "a siringhe") che porta il suo nome e che si ritrova nel folklore dell'Est europeo e della regione andina in Sudamerica. È costituito da canne di bambù tagliate secondo lunghezze differenti (in modo che i suoni formino una scala) e unite tra loro con corde o strisce di tessuto. Pan era una divinità dei boschi, con il busto

e la testa da uomo e il resto del corpo da capra. Malgrado l'aspetto mostruoso, aveva un carattere gentile e gioviale.

Secondo la mitologia, il dio stava inseguendo la ninfa Siringa, che si trasformò in una pianta di bambù per sfuggirgli. E lui, per consolarsi, ne tagliò una canna, fabbricò il flauto e lo suonò per unirsi, attraverso la musica, alla ninfa di cui si era innamorato.

Come l'aria 21

Gli angeli che suonano le trombe nel giorno del giudizio compaiono in molte opere, come questa incisione di Doré.

In basso, un momento del Polifemo messo in scena nel 2004 al festival "Arcadia in Musica" di Bibbiena.



organo, i cui mantici, un tempo, erano azionati a mano da un inserviente, mentre sono oggi alimentati a energia elettrica. Anche la fisarmonica è uno strumento a serbatoio d'aria, sebbene molto più piccolo dell'organo. È uno strumento piuttosto recente, dotato di un mantice a soffietto, che si riempie e si svuota d'aria con il movimento delle braccia. La melodia è prodotta da due tastiere: una simile a quella di un pianoforte, l'altra con pulsanti, che serve da accompagnamento.

La fisarmonica deriva dall'organetto (detto anche fisarmonica diatonica),

inventato in Austria nel 1829 da Cyrill Demian, costruttore di organi e pianoforti. Tra il 1830 e il 1840, l'accordione (questo il nome dato originariamente da Demian alla sua creatura) si diffuse nell'Europa continentale e orientale, poi in Italia, Gran Bretagna e Stati Uniti. In questo periodo subì molte modifiche, per migliorarne le prestazioni. Fino ad arrivare alla fisarmonica cromatica (cioè la fisarmonica attuale), che iniziò la sua espansione all'inizio del Novecento, segnando il declino dell'organetto, confinato nell'ambito della musica popolare.

LE ARIE PIÙ CELEBRI

L'aria è un brano per voce solista che, nell'opera lirica, si contrappone al cosiddetto recitativo. Durante l'aria, gli aspetti musicali prendono il sopravvento sull'azione o sul dialogo: il personaggio – attraverso il canto – esprime al pubblico i propri sentimenti. Tra le arie più celebri della lirica italiana, ci sono "Casta diva", da *Norma* di Vincenzo Bellini, resa ancora più famosa dall'interpretazione di

Maria Callas, "Nessun dorma" da *Turandot* ed "E lucevan le stelle" da *Tosca* di Giacomo Puccini. L'aria è anche un brano per strumento solista, che però possa essere "cantato" dalla voce – come l'*Aria sulla quarta corda* di Johann Sebastian Bach. L'aria è suonata soprattutto con il violino, lo strumento più vicino – per timbro ed estensione – alla voce umana.

ZAMPOGNE E CORNAMUSE

Perché alcuni strumenti a fiato, come il corno o il flauto traverso, sono stati accolti dalla musica colta? E altri, come zampogne e ciaramelle, non si sono svincolati dalla tradizione popolare? I primi sono stati via via trasformati e resi più complessi e versatili, aumentando per esempio l'estensione delle ottave. E mentre questi suonavano nelle corti e nei teatri, gli altri sono rimasti legati a un repertorio più povero e ripetitivo. Ma proprio per questo si sono mantenuti immutati per secoli, aumentando il loro fascino. La zampogna è costituita da una sacca (simile a un otre) di pelle di capra o pecora, che ricorda la sua origine contadina e pastorale. È diffusa nell'Italia centrale e meridionale, fino alla Sicilia, con diverse varianti come la surdullina e la ciaramella calabresi. In realtà è uno strumento comune a molte culture, dall'Europa del Nord ai paesi arabi. La sua "parente settentrionale" è la cornamusa, diffusa sull'Appennino tosco-emiliano (dove si chiama *piva*) o nel bergamasco (*baghet*), fino alla Bretagna, la Provenza, la Catalogna e la Scozia (dove è detta *bagpipe*).





c'è suono e suono

Nell'aria si diffonde la musica, ma si diffondono anche i rumori. E l'esposizione a suoni fastidiosi o troppo forti è dannosa alla salute. È il cosiddetto inquinamento acustico, che inizia oltre la soglia dei 65 decibel (dB, l'unità di misura dell'intensità sonora). La legge, in realtà, è più severa e ha fissato a 55 e 65 dB i limiti da non superare, rispettivamente di notte e di giorno, in aree di intensa attività umana. Nelle aree dove si trovano asili e ospedali, poi, la soglia scende a 40 (notte) e 50 dB (giorno). Il compito di verificare che i limiti di legge vengano rispettati spetta alle amministrazioni pubbliche che hanno provveduto a dividere i centri abitati in zone a seconda della loro "rumorosità". È evidente, per esempio, che le aree dove gli abitanti

sono maggiormente esposti ai rumori continuati siano quelle attraversate da strade con molto traffico. Un altro aspetto del problema è costituito dai luoghi di lavoro, visto che l'ipoacusia (cioè un danno permanente dell'udito a causa dell'eccessivo rumore) è la prima malattia professionale italiana con circa 6000 casi all'anno accertati dall'INAIL (Istituto nazionale assicurazioni e infortuni sul lavoro), con maggiore incidenza nel Nord-Est, cui si aggiungono i casi di malattia non riconducibili a cause professionali. Le cause principali di suoni molesti sono costituite soprattutto dal traffico cittadino o aereo (per chi vive in prossimità di un aeroporto). I rumori interferiscono con il riposo e la qualità del sonno, portando spesso stress e disagi. Inoltre agiscono

sulla zona limbica del cervello, un'area interna da cui partono segnali che regolano funzioni come la pressione sanguigna e il controllo delle pulsazioni cardiache. Se questi segnali si alterano possono portare a patologie gravi. Quando poi l'esposizione al rumore è davvero continua, come in alcune fabbriche, può soffrirne anche l'apparato uditivo. Si inizia con disturbi nella percezione dei suoni alti. Poi, nell'arco di una decina di anni, si passa all'incomprensione delle parole, specie se c'è un rumore di sottofondo. Il classico frastuono delle discoteche, invece, causa acufeni temporanei (i classici fischi alle orecchie), fenomeni di solito transitori, ma che possono diventare permanenti se i rumori a cui si è sottoposti sono molto violenti.

Tra i rumori più molesti ci sono i motori degli aerei, che spesso rappresentano un grave disturbo per chi abita nei pressi di un aeroporto.

In alto a destra, *Woman in panic*, una creazione di Dynamic Duo Studio.

SILENZIO IN SALA...

Il silenzio ha un suono? La risposta è sì, almeno in senso metaforico, a dar retta alla famosa canzone di Simon e Garfunkel del 1969, *The Sound of Silence* (il suono del silenzio, appunto). È dedicato al silenzio mistico il film di Philip Groning *Il grande silenzio*, girato in un convento francese di monaci di clausura,

nell'arco di sei mesi tra il 2002 e il 2003. In oltre due ore di montaggio, non si sentono quasi mai parlare i monaci, se non per cantare. I soli altri suoni del film sono legati al lavoro dei religiosi: i passi nel chiostro, la pala che scava nella neve, le forbici che tagliano la lana.

Come l'aria 23

Viviamo in una società che sembra aver bisogno di riempire con suoni – per di più banali – qualsiasi vuoto (dalla coda al supermercato alle attese al telefono). E proprio per questo il silenzio può diventare un valore, se è una scelta e non un'imposizione.



SUONO? NO, RUMORE!

Rumore e suono: qual è la differenza? Il rumore è generato da onde acustiche irregolari, che percepiamo come sensazioni uditive sgradevoli e fastidiose. "Rumore" è dunque qualunque suono che provochi sull'uomo effetti indesiderati, disturbanti o dannosi o che determini un qualsiasi deterioramento qualitativo dell'ambiente. Dal punto di vista fisico un rumore è generato dalla vibrazione di un corpo, trasmessa nell'aria sotto forma di onde di compressione e di rarefazione: un fenomeno simile a quando si getta un sasso nell'acqua di uno stagno e si vedono delle onde circolari concentriche che si allontanano dal punto in cui il sasso è caduto: così dalla sorgente sonora si propagano le onde che verranno percepite dall'orecchio. Le caratteristiche fisiche più rilevanti del rumore sono:

Qualche anno fa, proprio dal Veneto, si è diffuso il fenomeno dei "mutus party", il "rave muto" (con giovani che ballano senza musica), un'alternativa "di convivenza civile" alle discoteche che sparano a tutto volume suoni martellanti. I partecipanti al rave ballano ascoltando la musica

- *l'intensità sonora* (vale a dire la massima ampiezza dell'oscillazione dell'onda), che ci fa percepire un suono come forte o debole; si misura in decibel (dB), in scala logaritmica.
- *la frequenza*, che indica il numero delle oscillazioni dell'onda sonora in un secondo. Le frequenze alte ci fanno percepire un suono come acuto, le basse come grave; la frequenza si misura in Hertz (Hz).
Le onde sonore, quando giungono all'orecchio, esercitano una pressione sul timpano: questo vibra e mette in moto una catena di ossicini (martello, incudine e staffa) che trasmettono le vibrazioni all'orecchio interno, dove particolari cellule fornite di ciglia simili a quelle degli occhi fanno da "microfono" e trasformano le vibrazioni in impulsi elettrici che vengono inviati al cervello. Qui sono analizzati, riconosciuti e interpretati.

in cuffia: una soluzione che fa contenti i vicini di casa ma non scioglie il nodo dei danni all'udito degli adolescenti discotecari. A New York, invece, impazzano i "quiet party" (www.quietparty.com), dove si comunica solo con carta e penna e ci si rilassa nel silenzio assoluto.

L'orecchio umano ha una sensibilità molto estesa ed è in grado di percepire e distinguere suoni di frequenza compresa fra i 20 ed i 20.000 Hz, ma è particolarmente sensibile alle frequenze comprese tra 500 e 4000 Hz: quelle della voce umana. Con l'età la sensibilità alle alte frequenze (dai 4000 Hz in su) diminuisce: per questo a volte i giovanissimi possono sentire suoni che sfuggono ai più grandi!
Per i più e meno giovani, comunque, i suoni, se diventano rumori, possono causare fastidio e disagio. A vigilare e svolgere funzioni di controllo in materia di inquinamento acustico sono Comuni e Province, che si avvalgono dei Dipartimenti Provinciali e dell'Osservatorio Agenti Fisici di ARPAV per effettuare rilevazioni fonometriche sulle sorgenti sonore in tutto il territorio regionale (vedi pag. 68, *ARPAV COSA FA*).

sapevate che...

La musica può essere prodotta anche dalla natura. Pensiamo al canto degli uccelli, o al fruscio del vento che soffia tra le fronde degli alberi. Suoni che hanno ispirato gli artisti, come nel caso della musica "New Age", ascoltata per rilassarsi o per meditare. Anche i deserti "suonano". Si tratta del fenomeno delle "sabbie musicali", dovuto allo scorrimento dei granelli l'uno sul

l'altro, che produce suoni simili a note. Marco Polo (1254-1324) raccontò che durante l'attraversamento del deserto di Lop lui e i suoi compagni ebbero la sensazione di essere chiamati da strane voci e di udire il suono di strumenti invisibili. Secondo la cultura tradizionale cinese, appendere nelle case sonagli e campanelle, in modo che l'aria li faccia suonare, attiva le energie del luogo, secondo

i principi del Feng-shui, una disciplina che applica all'architettura i principi dell'agopuntura. Un nuovo suono è quello prodotto dalle eliche utilizzate per l'energia eolica. Il sibilo percepito in prossimità dei parchi eolici ci fa ricordare che la "centrale del vento" azzerà le emissioni inquinanti nell'atmosfera, sfruttando una fonte di energia pulita e completamente rinnovabile.



il cielo in una **stanza**

dipingere l'aria.

Rappresentare il cielo. Una sfida per qualsiasi artista. Perché non si tratta semplicemente di inventarsi uno sfondo azzurro, ma di cercare di rendere profondo ciò che è piatto (una tela o una parete). E visibile ciò che è incolore e impalpabile. Per molti secoli, in realtà, i pittori non se ne sono preoccupati più di tanto. Per gran parte del Medioevo, il cielo non venne nemmeno preso in considerazione, perché i quadri avevano il fondo dorato. Non era rappresentare la realtà l'obiettivo degli artisti, ma diffondere un messaggio religioso. Quindi le loro opere dovevano rispettare una

serie di regole "dottrinali", più che esprimere le capacità o il gusto del pittore. La "rivoluzione" arrivò con Giotto (1267-1337), che per la prima volta introdusse, attraverso lo sfondo, la distinzione tra la sfera terrena e quella divina, trascendente. Basta il cielo azzurro della Cappella degli Scrovegni di Padova (affrescata tra il 1303 e il 1305) a fare la differenza. Gli affreschi alle pareti rappresentano storie



della Vergine e di Cristo, oltre a un grandioso Giudizio Universale sulla controfacciata.

tra le nebbie di Leonardo

A sinistra, la volta della Cappella degli Scrovegni di Padova affrescata da Giotto.

Sullo sfondo di Sant'Anna, la Madonna e il bambino con l'agnello si può ammirare la famosa "prospettiva aerea" di Leonardo da Vinci.



Poi le cose cambiarono, con la grande rivoluzione culturale del Quattrocento (l'Umanesimo e il Rinascimento). L'uomo fu messo al centro dell'Universo, si svilupparono gli studi scientifici, pittori e architetti si interessarono alla prospettiva e cercarono di rappresentare il mondo in una maniera più vicina alla realtà.

Il più rivoluzionario tra questi artisti è Leonardo da Vinci (1452-1519): filosofo, architetto, pittore, scienziato. In poche parole: genio. Tanto che lo ritroveremo, con le sue "macchine volanti", tra qualche capitolo.

Leonardo inventò la cosiddetta "prospettiva aerea", basata sulla constatazione che l'aria non è del tutto trasparente, ma che, man mano che aumenta la distanza, rende i contorni meno nitidi, i colori sfumati, con una tendenza all'azzurro. Insomma, secondo Leonardo l'aria modifica la percezione. Non solo. L'artista pensava che fosse più densa vicino al suolo

(nei suoi scritti parla di «aria grossa»), per diventare via via più trasparente salendo di quota. Infatti, nei suoi paesaggi, l'aria è quasi visibile, sotto forma di bruma, di pulviscolo, di "nebbiolina" che rende sfocato lo sfondo. Al contrario, nelle parti del quadro che si sviluppano in altezza – le cime delle montagne, per esempio – i contorni appaiono più nitidi e definiti. L'effetto è evidente, per esempio, nella *Madonna con garofano*, dipinta nel 1478 (conservata nella Alte Pinakothek di Monaco di Baviera), nella *Vergine delle rocce* del 1483 e custodita al Louvre di Parigi (ne esiste anche una versione alla National Gallery di Londra) e nel quadro più famoso di Leonardo, la *Gioconda* (sempre al Louvre), dipinta nel 1508.



con la testa tra le **nuvole**

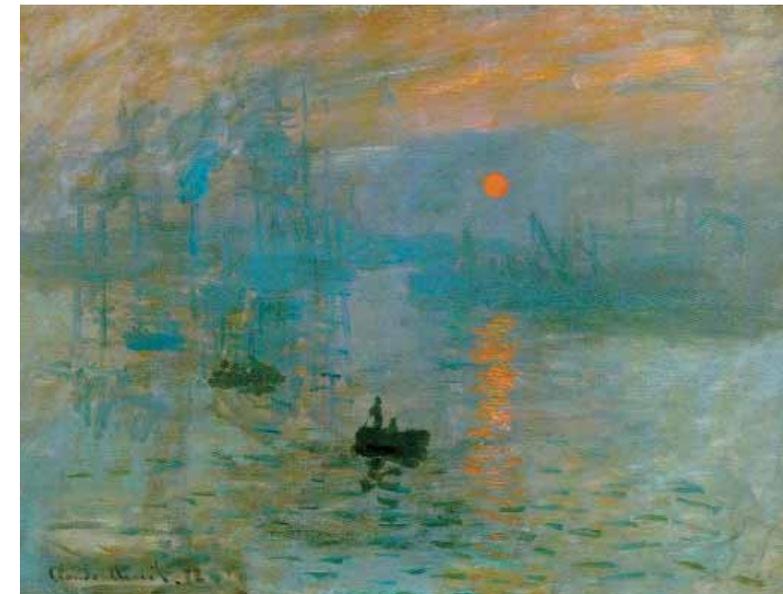
Altri artisti, dopo Leonardo, si interessarono ai cieli. È il caso di Antonio Allegri (1489-1534), detto Correggio dal nome della sua città natale, in provincia di Reggio Emilia. Correggio fu influenzato da Leonardo da Vinci e dai suoi paesaggi sfumati. Ma poi il suo interesse si focalizzò sulla luce e sui cieli, come negli affreschi per la cupola della chiesa di San Giovanni Evangelista a Parma, dove usò la tecnica dello sfondato, cioè la simulazione di un cielo aperto. Per dare la sensa-

zione ai fedeli, raccolti in chiesa, che la volta della cupola fosse aperta e che sulle loro teste si trovasse il cielo. Quello fisico, ma anche il Paradiso. Questo tentativo è ancora più evidente nell'affresco della cupola del duomo di Parma, che rappresenta l'assunzione della Vergine. Una moltitudine di angeli, disposti a cerchi concentrici, accompagnano la Madonna che sale verso un cielo nuvoloso, dove le nubi assumono una consistenza fisica, quasi una solidità.

Il "pittore dei cieli" per eccellenza, però, è il veneziano Giambattista Tiepolo (1696-1770). Anche Tiepolo ricorre allo sfondato, su volte e soffitti, ma anche sulle pareti, per creare l'illusione di uno spazio infinito non solo sulla testa degli osservatori, ma anche intorno a loro. Nel 1740 riceve l'incarico di decorare la lunga galleria di Palazzo Clerici a Milano, dove il carro del Sole attraversa un cielo striato da nuvole bianche e rosate.

Come l'aria **27**

↳ In *Impressione: levar del sole*, Monet coglie – appunto – l'impressione di un attimo, l'emozione provata osservando l'aurora. L'aria del mattino, satura di nebbia, è resa dalla contrapposizione tra i colori caldi (rosso e arancio dei riflessi del sole che guizzano sul mare) e i colori freddi (verde-azzurrognolo). Che a loro volta sono il risultato del fenomeno fisico della diffusione della luce nell'aria.



pittori all'aria **aperta**

Può essere difficile crederlo, ma per secoli gli artisti hanno dipinto i paesaggi al chiuso dei loro laboratori e non all'aria aperta (*en plein air*). Furono i pittori impressionisti ad affermare questo nuovo approccio all'arte, che dalla Francia si diffuse in Europa. I principali esponenti furono Claude Monet, Edouard Manet, Edgar Degas, Camille Pissarro.

L'impressionismo nasce nel 1874 a Parigi, quando alcuni giovani artisti esposero le loro opere nel salone di un fotografo, dopo essere stati rifiutati dalle gallerie ufficiali. La mostra non ebbe successo, tanto che lo stesso

↳ A destra, i *Pioppi* dipinti da Monet nel 1891 sono un esempio di pittura *en plein air*.

↳ A sinistra, la *Corsa del Carro del Sole* affrescata da Giambattista Tiepolo a Palazzo Clerici, a Milano.

nome "impressionismo" deriva dal giudizio dispregiativo di un critico. Quando poi il movimento artistico fu rivalutato, il termine continuò a essere usato. Anche perché esprime bene il fatto che noi percepiamo la realtà attraverso impressioni di luci, ombre e

colori influenzate dall'atmosfera. Dipingere all'aperto, immersi nell'aria e nella luce, permette proprio di cogliere, in tutte le loro sfumature, le impressioni provate osservando un paesaggio, una piazza, un tramonto o un'alba sul mare.





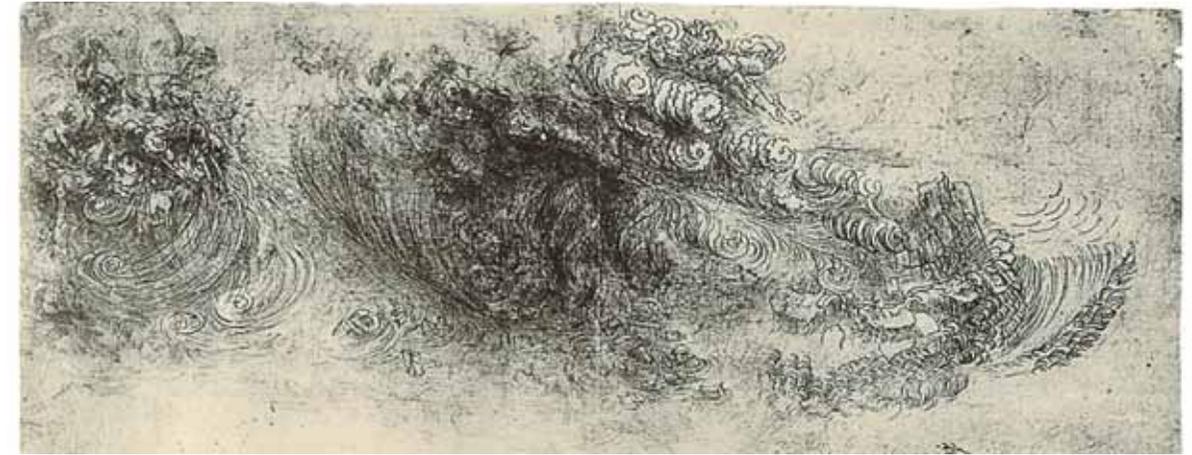
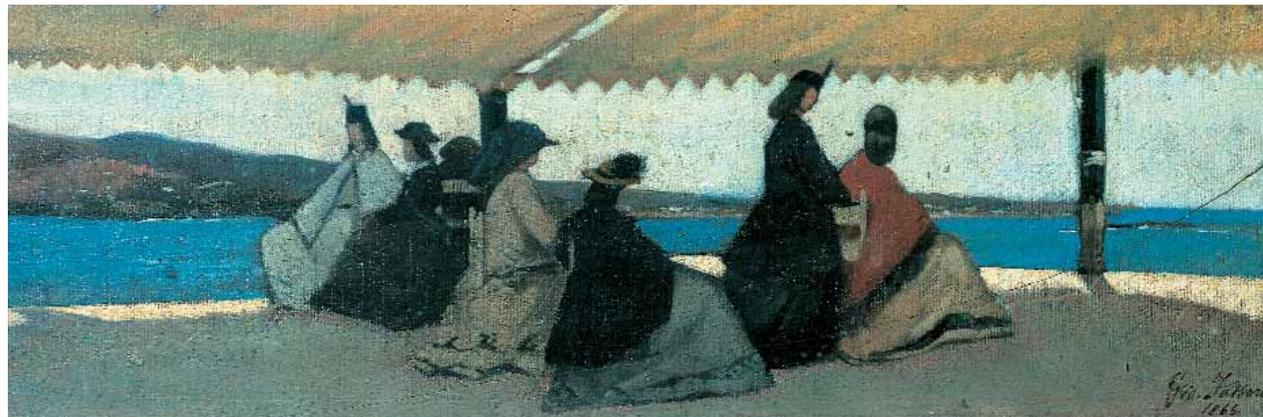
dalla Francia all'Italia

Il pergolato di Silvestro Lega raffigura una scena di vita all'aria aperta.

La Rotonda di Palmieri di Giovanni Fattori, significativo esempio di pittura *en plein air*.

In Italia, nello stesso periodo operava un gruppo di artisti. Anch'essi dipingevano *en plein air*, in polemica con la pittura accademica dell'epoca, che volevano rinnovare. Come gli impressionisti, non ebbero successo e furono definiti in senso spregiativo "macchiaioli". E come per gli impressionisti, il termine diventò poi di uso comune, a sottolineare la loro concezione di immagine come contrasto di macchie

di colore e chiaroscuro. I più importanti esponenti di questo movimento – che ebbe meno fortuna dell'Impressionismo perché non riuscì a uscire dal provincialismo della cultura italiana dell'epoca – sono il livornese Giovanni Fattori, Silvestro Lega di Forlì e il fiorentino Telemaco Signorini. I loro temi preferiti erano le scene di vita agricola o, appunto, all'aria aperta.



ARIA, FORMA E COLORE

Leonardo teorizza la tecnica della prospettiva aerea in uno dei suoi scritti, attorno al 1492: «Adunque tu, pittore, quando fai le montagne, fa' che di colle in colle sempre le bassezze sieno più chiare che le altezze, e quanto vò fare più lontana l'una dall'altra, fa' le bassezze più chiare; e quanto più si leverà in alto, più mostrerà la verità della forma e del colore».

Leonardo aveva intuito che il cielo è azzurro per un effetto ottico, legato al fenomeno della diffusione della luce. Le particelle di gas e il pulviscolo sospeso nell'aria diffondono con più facilità le radiazioni luminose con una particolare

lunghezza d'onda, che il nostro occhio percepisce come azzurre. Al tramonto e all'alba, invece, la luce solare arriva più inclinata e le radiazioni diffuse hanno una lunghezza d'onda maggiore, così il cielo può apparirci rosso e arancione. Sulla Luna non c'è atmosfera, quindi il cielo sembra scuro.

Gli schizzi e i disegni preparatori di Leonardo contengono anche studi sui movimenti di acqua e aria, come quelli in questa pagina.

sapevate che...

Se il cielo azzurro è il simbolo dell'aria pura, lo smog ha dato il nome a un particolare colore: il "fumo di Londra", ovvero grigio scuro, alludendo alla cappa di inquinamento che avvolgeva la capitale del Regno Unito nei secoli

scorsi. La stessa parola "smog", in effetti, deriva dall'unione tra *smoke* (fumo) e *fog* (nebbia). A Londra, nel 1952, una nube inquinante provocò 4000 morti in una settimana. Allora lo smog dipendeva dal carbone usato

per le industrie e il riscaldamento. Oggi l'uso del carbone è diminuito rispetto agli anni '50, ma industrie e riscaldamento domestico, e ancor più il traffico automobilistico, restano le principali cause di inquinamento.



aria da **respirare**

Come l'aria **31**

Brezza gentile o **vento** impetuoso? Nella letteratura ce n'è per tutti i gusti. A cominciare da san Francesco d'Assisi (1181 circa-1226), che nel *Cantico delle creature* – uno dei pochi frammenti dei suoi scritti arrivati fino a noi – ringrazia Dio con queste parole:

*Laudato si', mi' Signore, per frate Vento
et per aere et nubilo et sereno et onne
[tempo,
per lo quale, a le Tue creature dà
[sustentamento.*

Troppo facile – oltre che storicamente improprio – interpretare il *Cantico* in un'ottica ecologista che non poteva appartenere, come la intendiamo oggi, a un uomo del Medioevo. Eppure, nella poesia-preghiera di san Francesco è presente un profondo amore per la natura, oltre all'intuizione – se non la consapevolezza – dell'interdipendenza dei fenomeni, l'idea di un

corpi d'aria

Ariel non è solo il nome della sirenetta protagonista di un film d'animazione della Disney ma è prima di tutto un personaggio della *Tempesta* (rappresentata per la prima volta nel 1611) di William Shakespeare. Ariel (come suggerisce il nome) è uno spirito d'aria, tanto che è sempre interpretato da una donna, proprio per suggerire leggerezza e grazia. Come l'aria, il personaggio può cambiare forma proprio perché forma non ha.

 Una veduta di Ignazio Danti affrescata nella Galleria delle Carte Geografiche del Vaticano.

“tutto”, di un mondo-organismo che vive e respira, dove i quattro elementi (aria, acqua, terra e fuoco) convivono in equilibrio e contribuiscono alla vita e al benessere di tutte le creature. Opposto è l'approccio di Cecco Angiolieri, poeta comico-satirico senese (1260-1312 circa), che nel suo sonetto più famoso scrive:

*S'i' fosse foco arderei 'l mondo
s'i' fosse vento lo tempesterei
s'i' fosse acqua i' l'annegherei
s'i' fosse Dio manderei' en profondo...*

Anche qui sono presenti gli elementi, ma l'intento del poeta non è celebrare l'armonia, bensì il conflitto. Non la conservazione, ma la distruzione. E così l'aria non è più “sorella” gentile, che presiede al pacato avvicinarsi delle stagioni, ma vento di tempesta che si abbatte sul mondo.



 *L'estasi di san Francesco* dipinta da Giotto sulle pareti della Basilica Superiore di Assisi.

La trama della *Tempesta* è quella di una fiaba. Il mago Prospero, duca di Milano, è stato esiliato dal fratello Antonio su un'isola (forse dell'Adriatico) con la figlia Miranda. Prospero utilizza le sue arti magiche per farsi servire da Ariel, probabilmente un *jinn* (di cui abbiamo parlato nel capitolo 2) che era stato intrappolato in un albero da una strega, morta anni prima. L'arrivo in scena di Ariel è sempre sottolineato dalla musica, arte tradizionalmente collegata all'elemento aria. Prospero, dopo aver previsto che il fratello Antonio sarebbe passato nei pressi dell'isola con una nave, scatena una tempesta (cui allude il titolo) che provoca il naufragio dell'imbarcazione. Sulla nave c'è anche Alonso, un re amico di Antonio, con il figlio Ferdinando. Tutti trovano rifugio sull'isola di Prospero, ma ognuno pensa che i compagni siano morti. Così Prospero, con le sue magie, tesse la trama della sua vendetta. Ma poi tutto finisce per il meglio e Prospero perdona il fratello traditore e celebra l'unione di Ferdinando e Miranda, che nel frattempo si sono innamorati. Nella commedia le condizioni atmosferiche alludono agli stati d'animo di Prospero, che passa dalla rabbia e dal desiderio di vendetta – simboleggiati appunto dalla tempesta – al perdono e alla pacificazione (il ritorno del cielo sereno).



il rispetto dei **limiti**

Il rispetto dell'ambiente è indispensabile per evitare che le risorse della Terra finiscano per esaurirsi, con conseguenze gravissime.

È l'aria, e non l'acqua, l'elemento che fa da padrone nella *Ballata del vecchio marinaio* (malgrado il titolo possa far pensare il contrario). Si tratta della più famosa opera di Samuel Taylor Coleridge, poeta romantico inglese (1772-1834). Nel poema, pubblicato nel 1798, un vecchio marinaio incontra un giovane, che sta andando a una festa di nozze, lo ferma e lo costringe ad ascoltare la sua storia. Gli racconta che la sua nave, durante una traversata oceanica, viene spinta da una burrasca verso sud, quasi in Antartide, dove resta intrappolata tra i



LE MILLE FORME DEL VENTO E DELL'ARIA

Nella "Ballata del vecchio marinaio", aria e vento vengono descritti in tutte le loro possibili forme. Prima la tempesta, "forte, violentissima", che colpisce la nave "con le sue ali" (il vento burrascoso assume addirittura una consistenza fisica). Il sole che sorge è "velato di foschia", ma grazie all'albatro spira la brezza, "un vento favorevole" che, "da sud ci spinse rapido". Ma poi, arrivati

ghiacci. All'improvviso, dalla nebbia, appare un albatro, considerato di buon augurio dai marinai. Il vento torna a essere favorevole e permette all'equipaggio di riprendere la navigazione, accompagnato dal volo dell'uccello. Una mattina, all'alba, senza nemmeno sapere perché, il marinaio uccide l'albatro, azione considerata portatrice di sventura. I compagni all'inizio lo criticano, poi lo giustificano, anche perché le condizioni atmosferiche sono migliorate ulteriormente. Poco dopo, tuttavia, la nave si ferma nella zona delle bonacce equatoriali,

nella zona della bonaccia, "la brezza cadde, caddero le vele... Per lunghi giorni, uno dopo l'altro, restammo senza vento, lì, immobili...". L'aria a questo punto diventa stagnante, c'è solo la voce dei marinai a infrangere il silenzio del mare...



impossibilitata a muoversi dalla totale assenza di vento. I marinai sono torturati dalla sete e muoiono, maledicendo l'uccisore dell'albatro, che finalmente si pente e prega. La barca, spinta da spiriti benevoli, inizia allora a muoversi e arriva sulle coste dell'Inghilterra, dove affonda. Il marinaio si salva, ma per espiare la propria colpa dovrà raccontare a tutti coloro che incontra la sua storia, per insegnare il rispetto della natura e dei suoi limiti. Coleridge non poteva immaginare che cosa sarebbe accaduto a distanza di due secoli. Eppure il suo messaggio

In alto, navi squassate dal mare in tempesta in un dipinto ottocentesco.

Nell'altra pagina, un'illustrazione d'epoca della *Ballata del Vecchio Marinaio* di Coleridge.

simil-ecologista, sebbene privo di veri presupposti scientifici, sembra anticipare l'idea di catastrofe, di apocalisse imminente contenuta nel film di Al Gore (vincitore di un Oscar) *Una scomoda verità*. O nell'ultimo rapporto del Wwf "Living Planet Report 2006", secondo il quale entro il 2050 le risorse della Terra non saranno più sufficienti: le consumiamo a una velocità superiore a quella con cui il pianeta riesce a rigenerarle e a metabolizzare i nostri rifiuti. L'Italia è al 29° posto nella classifica mondiale degli spreconi. Lo studio del Wwf è globale e riguarda le risorse energetiche, l'acqua, la biodiversità. Ma l'allarme è particolarmente forte sull'inquinamento atmosferico e la qualità dell'aria. Gli scienziati sono tutti d'accordo. È necessario invertire subito la rotta – proprio come il vecchio marinaio – e ridurre i nostri consumi.

Il poema di Coleridge ha ispirato il gruppo heavy metal Iron Maiden che ne ha ricavato una canzone, mantenendo il titolo originale di *The Rime of the Ancient Mariner*. È nell'album *Powerslave*.

An inconvenient truth (Una scomoda verità) è un film che invita a riflettere sulla drammatica situazione dell'ambiente.





distante come l'aria

Nel campo delle arti figurative, il pittore che più si avvicina alle descrizioni di Coleridge è William Turner (1775-1851), inglese come il poeta (di cui è coevo) e, come lui, esponente del Romanticismo. Molti suoi quadri (sopra, *The slave ship*) rappresentano il mare in tempesta, oppure calmo, con il cielo sereno.

Tutto giocato sulla consistenza dell'aria è il racconto *Ultimo viene il corvo* di Italo Calvino, dove l'aria serve a rappresentare la distanza tra l'immagine delle cose e la loro realtà (il protagonista del racconto parla di «una distanza vuota» tra sé e le cose).

«Era strano, a pensarci, essere circondati così d'aria, separati da metri d'aria

dalle altre cose. Se puntava il fucile invece, l'aria era una linea dritta e invisibile, tesa dalla bocca del fucile alla cosa, al falchetto che si muoveva nel cielo con le ali che sembravano ferme. A schiacciare il grilletto l'aria restava come prima trasparente e vuota, ma lassù all'altro capo della linea il falchetto chiudeva le ali e cadeva come una pietra».



Dante nel cielo delle stelle fisse, miniatura della prima metà del XV secolo conservata alla British Library.

IL CIELO, IL SOLE E LE ALTRE STELLE...

Nelle prime due terzine del Paradiso, Dante allude a un cielo che non ha niente di naturalistico, ma è una costruzione teologica. Ecco i versi che descrivono quello che il poeta ha visto nel suo viaggio ultraterreno:

*La gloria di colui che tutto muove
per l'universo penetra e risplende
in una parte più e meno altrove.*

*Nel ciel che più della sua luce prende
fu io' e vidi cose che ridire
né sa né può chi di là su discende;*

A sinistra, uno dei numerosissimi studi anatomici sulle ali degli uccelli di Leonardo da Vinci.

Il cielo, comunque, è una presenza costante in tutta la Divina Commedia. Non a caso, le tre cantiche finiscono sempre con la parola "stelle".

«e quindi uscimmo a riveder le stelle» (Inferno)

«puro e disposto a salire a le stelle» (Purgatorio)

«l'amor che muove il sole e l'altre stelle» (Paradiso)



trasparente come il vetro

L'aria può anche essere metafora di una condizione esistenziale, come in una delle poesie dalla raccolta *Ossi di seppia* di Eugenio Montale.

*Forse un mattino andando in un'aria di vetro,
arida, rivolgendomi vedrò compirsi il miracolo:
il nulla alle mie spalle, il vuoto dietro
di me, con un terrore di ubriaco.*

*Poi come s'uno schermo, s'accamperanno di getto
alberi case colli per l'inganno consueto.
Ma sarà troppo tardi; ed io me n'andrò zitto
tra gli uomini che non si voltano, col mio segreto.*

L'aria del mattino invernale, asciutta e limpidissima, rende le cose nitide e quasi irreali. L'opposto – se vogliamo – della prospettiva aerea di Leonardo da Vinci, con la foschia che sfuma il paesaggio. Quella di Montale è un'aria invisibile, trasparente come vetro ma che riesce a imporsi sul paesaggio, a farlo sparire, a creare una vertigine, un senso del vuoto. Che tuttavia vuoto non è, visto che il poeta – quasi a sottolineare le leggi della fisica – afferma di camminare «in un'aria di vetro».



TEMPESTE E URAGANI SULLO SCHERMO

La tempesta ha avuto vari adattamenti cinematografici. Per esempio *Tempest* (1982) di Paul Mazursky (con John Cassavetes, Geena Rowlands, Raul Julia, Susan Sarandon) e *L'ultima tempesta* (1991) di Peter Greenaway, in cui il personaggio di Prospero recita tutte le battute.

Ancora, l'opera di Shakespeare ha ispirato persino film di fantascienza, come *Il pianeta proibito* (1956) e un episodio di *Star Trek*, del 1968, *Requiem per Matusalemme*.

Il film *La tempesta perfetta* (2000), di Wolfgang Petersen, con George Clooney, non ha niente a che vedere con l'opera di Shakespeare. È ambientato ai nostri giorni e racconta la storia di un gruppo di pescatori sorpresi in mare da un uragano con onde alte 30 metri e venti a 190 chilometri orari.



The perfect storm (La tempesta perfetta) racconta la furia del mare in tempesta.



Come l'aria 37



VOLANO, GLI UCCELLI VOLANO...

Franco Battiato ha dedicato agli uccelli e al loro volo nell'aria, simbolo di libertà, una canzone contenuta nell'album *La voce del padrone* (Emi Records, 1981), quello che lo ha portato al successo. Ecco alcuni versi.

*Volano, gli uccelli volano
nello spazio tra le nuvole...
Aprono le ali
scendono in picchiata atterrano meglio
di aeroplani
cambiano le prospettive al mondo
voli imprevedibili ed ascese velocissime
traiettorie impercettibili
codici di geometria esistenziale...*



sapevate che...

Il 18 novembre 1992, su iniziativa del premio Nobel per la fisica Henry Kendall (1926-1999), venne pubblicato il *World Scientists' Warning to Humanity* (Avvertimento all'umanità dagli scienziati del mondo). Un appello per l'ambiente firmato da 1700 scienziati di tutte le nazionalità, tra cui altri premi Nobel come Rita Levi Montalcini. Una parte del documento è dedicato all'aria e afferma che «l'impoverimento dell'ozono stratosferico ci minaccia con radiazioni ultraviolette potenziate sulla superficie della Terra,

che possono essere dannose o letali per molte forme di vita. L'inquinamento dell'aria al livello del suolo e le piogge acide stanno già causando diffusi danni agli esseri umani, alle foreste ed all'agricoltura [...]. Noi sottoscritti, membri anziani della comunità scientifica mondiale, con questo avvisiamo l'umanità tutta di ciò che si trova davanti a noi. È richiesto un grande cambiamento nella nostra gestione della Terra e della vita su di essa, se vogliamo evitare una immensa miseria umana e se non

vogliamo mutilare irreparabilmente la nostra dimora globale su questo pianeta [...]. Dobbiamo porre sotto controllo le attività dannose dal punto di vista ambientale per ristabilire e proteggere l'integrità dei sistemi della Terra dai quali dipendiamo. Dobbiamo, per esempio, abbandonare i combustibili fossili per fonti di energia meno dannose e che siano inesauribili, allo scopo di tagliare le emissioni di gas-serra e l'inquinamento dell'aria e dell'acqua».



la grande **sfida**

Come l'aria **39**

L'aria ha sempre attirato l'uomo. Il **sogno** di volare ha dato origine al mito greco di Dedalo e Icaro. Secondo la leggenda, Dedalo era un architetto, incaricato dal re di Creta Minosse di costruire il labirinto per il Minotauro, una creatura metà uomo e metà toro. Dedalo aiutò Teseo – che doveva essere sacrificato al Minotauro – a uccidere il mostro e a fuggire con Arianna, figlia di Minosse. Questi non la prese bene e per vendetta rinchiuso Dedalo, con il figlio Icaro, nel labirinto. Per scappare, i due si costruirono ciascuno un paio di ali con penne di uccelli e se le attaccarono al corpo con la cera. Durante il volo Icaro, preso dall'entusiasmo, si avvicinò troppo al sole, il cui calore fece fondere la cera, e il ragazzo precipitò nel mare.

Forse anche per questo disastroso risultato, nessuno provò più a volare, fino alla seconda metà del Quattrocento, con Leonardo da Vinci.

Pittore, filosofo e scienziato, affascinato dalle sfide, Leonardo progettò una serie di macchine volanti, i cui disegni sono anche straordinarie opere d'arte.

All'inizio pensò a strumenti che avrebbero dovuto alzarsi in volo grazie alla forza muscolare dell'uomo. Per esempio, la macchina ad ali battenti, azionata – attraverso un sistema di corde e carrucole – dal movimento delle gambe su un paio di staffe.



Il sistema non funzionava, ma Leonardo non si diede per vinto e si mise a studiare l'anatomia delle ali degli uccelli.

imitare la **natura**

La mossa, almeno sul piano teorico, era quella giusta. In effetti, la natura ha "disegnato" questi animali come "macchine volanti". E anche i moderni progettisti di aeroplani si ispirano alla struttura delle loro ali, che sono il risultato di milioni di anni di evoluzione.

Lo scheletro degli uccelli è al tempo stesso leggero, elastico e resistente. I polmoni sono molto efficienti, per poter respirare anche ad alta quota, dove l'aria è più rarefatta.

Alcuni uccelli volano battendo le ali continuamente (il cosiddetto "flappeggio" o volo di potenza), altri planano. Per esempio, gli uccelli che volano molto in alto non sono grandi "flappeggiatori", ma grazie alla forma delle loro ali sfruttano le correnti e riescono così a coprire lunghe distanze senza sfinirsi.

Dopo una serie di tentativi grossolani di riprodurre le ali degli uccelli, Leonardo capì la difficoltà di sollevare un corpo sfruttando unicamente la sua forza muscolare – per capirci, con il volo di potenza – e si buttò con più successo sul volo planato.

Così, ideò una macchina con ali simili a quelle del pipistrello: una specie di telaio in legno con una tela, tenuta tesa da molle e pulegge. Le ali potevano essere manovrate per stabilire la direzione del volo, sfruttando le correnti e i venti. Questa invenzione altro non è che "l'antenato" del moderno deltaplano, di cui parleremo nel prossimo capitolo.

In alto, Clem Sohn, l'uomo volante, che effettuò numerose imprese di volo con ali artificiali prima di schiantarsi al suolo nel 1937 durante un'esibizione nei pressi di Parigi, davanti a 100.000 persone.

Ecco come Pieter Bruegel il Vecchio ha immaginato la caduta di Icaro, personaggio che simboleggia il desiderio dell'uomo di volare.



La ricostruzione di una delle macchine volanti disegnate da Leonardo da Vinci;

sopra, uno studio leonardesco che raffigura un'ala gigante.

dalle “macchine” ai palloni

Leonardo proseguì le sue ricerche anche in una direzione diversa: non più le ali, ma la “vite aerea”, cioè un'enorme elica che, ruotando, si sarebbe dovuta avvitare nell'aria, sollevando la macchina. Aveva intuito, insomma, il principio di funzionamento dell'elicottero.

L'idea, in realtà, non era tutta sua. Da giovane, a Firenze, aveva visto in funzione le macchine per sollevare pesi inventate da un altro genio del Quattrocento, Filippo Brunelleschi (quello della cupola del Duomo). Applicando questa tecnologia al volo, Leonardo doveva aver capito che l'aria ha un certo spessore materiale (infatti, è costituita da gas, non dal “vuoto”), che permetteva all'elica di avvitarsi attraverso esso.

Il sogno di volare fu ripreso nel Settecento, sfruttando un meccanismo diverso: la possibilità di “galleggiare” nell'aria. È su questo principio che si basa il funzionamento dei palloni aerostatici, primo tra tutti la mongolfiera,

usata come mezzo di trasporto anche da Phileas Fogg, protagonista di *Il giro del mondo in 80 giorni* di Jules Verne, un classico della letteratura d'avventura.

In realtà, nel libro, la mongolfiera non viene mai menzionata, ma è entrata nell'immaginario collettivo grazie al film ispirato al romanzo, con David Niven nella parte di Fogg. La mongolfiera, tuttavia, compare in altri romanzi di Verne: *L'isola misteriosa* e *Cinque settimane in pallone*.

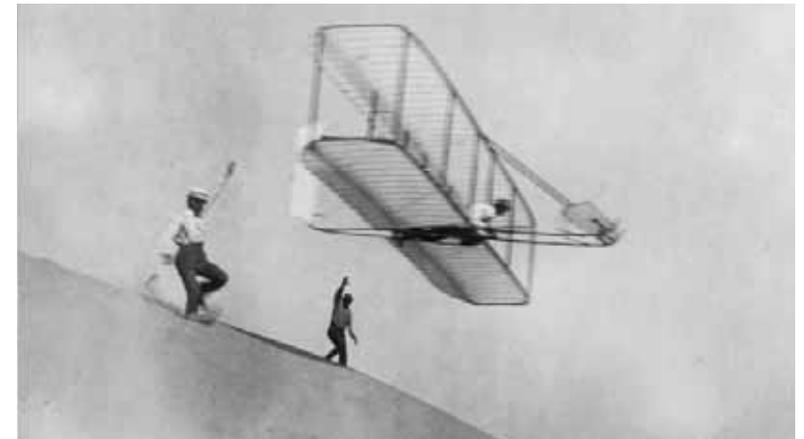
Il meccanismo dei palloni aerostatici è semplicissimo: quando il pallone viene riempito di gas leggero o di aria calda risulta più leggero dell'atmosfera che lo circonda e inizia a salire.

La mongolfiera altro non è che un pallone aerostatico cui è fissato un cesto, dove trovano posto il pilota, eventuali passeggeri e il bruciatore utilizzato per riscaldare l'aria. Man mano che si sale di quota, l'aria esterna si fa più rarefatta e il suo peso specifico diminuisce. Quindi per salire ancora bisogna alleggerire la navicella, sganciando la

cosiddetta zavorra. Se invece si vuole scendere, si deve azionare una valvola che sgonfia parzialmente il pallone e quindi fa diminuire la forza di spinta.

I primi palloni ad aria calda furono probabilmente inventati in Cina tra il II e il III secolo d.C., come gioco per i bambini. Solo nel Settecento però furono fatti esperimenti sistematici, di cui sono rimasti documenti.

Nel 1709, a Lisbona, Bartolomeu de Gusmão riuscì a far salire, all'interno di un salone, un pallone riempito di aria riscaldata. Ma per riuscire a viaggiare con questo sistema si dovette aspettare ancora qualche decennio. De Gusmão costruì un prototipo chiamato Passarola (che in portoghese significa “grande uccello”) e tentò di volare partendo dal tetto del castello di San Giorgio a Lisbona. Ma più che un'ascensione al cielo, la sua fu una lenta discesa, per fortuna senza danni, che lo fece atterrare a un chilometro di distanza.



e l'uomo riuscì a volare

Il primo volo umano accertato e di successo con un pallone alimentato ad aria calda fu compiuto dai fratelli Montgolfier (da cui il nome “mongolfiera”) nel 1783.

In alternativa all'aria calda i palloni possono volare con gas più leggeri dell'aria, come l'elio o l'idrogeno.

Dopo il successo dei fratelli Montgolfier, i palloni aerostatici furono perfezionati per vari scopi: come mezzi di esplorazione o bellici, per le ricerche scientifiche. Ancora oggi vengono lanciati palloni sonda a quote elevatissime (ovviamente senza pilota).

L'obiettivo è studiare, con le strumenta-



I primi, avventurosi voli in mongolfiera hanno ispirato la fantasia di Jules Verne per *Il giro del mondo in 80 giorni* (sopra, un'illustrazione dal libro).



In alto a destra, uno dei numerosi tentativi di volo dei fratelli Wright, che a inizio Novecento riuscirono a dar vita al primo aereo.

zioni di cui sono dotati, i fenomeni che avvengono nella parte alta dell'atmosfera. Se poi si applica al pallone un motore, si ha anche la possibilità di dirigerlo dove si desidera, senza dipendere dalle correnti e dai venti: è il principio su cui si basa il dirigibile.

Diverso è invece il caso degli aeroplani e degli elicotteri, il cui peso specifico è molto superiore a quello dell'aria. Queste macchine volano grazie al loro movimento. Se dovessero ritrovarsi immobili nell'aria, precipiterebbero all'istante.

È ai fratelli Wright (Wilbur e Orville, vissuti tra la seconda metà dell'Ottocento e l'inizio del Novecento) che dobbiamo il primo volo umano su un aeroplano a motore, nel 1903, da una spiaggia del North Carolina, negli Stati Uniti. Altri ci provarono prima di loro, ma con risultati catastrofici.

I fratelli Wright, invece, riuscirono a tenere in aria la loro macchina per ben 12 secondi. Pochi, in realtà, ma sufficienti a capire che la forza di gravità poteva essere vinta, permettendo all'uomo di volare anche con macchine più pesanti dell'aria.

I Wright erano stati ispirati anche dalle ricerche dell'italiano Enrico Forlanini che nel 1877 aveva realizzato un elicottero a due eliche. E lo aveva fatto sollevare, senza pilota, di 13 metri per 20 secondi, di fronte alla Scala di Milano.

In meno di cinque anni i Wright svilupparono un aeroplano veramente “pratico”, in grado di trasportare due persone – era il 1908 – e di rimanere in aria finché aveva carburante.

E se anche gli aerei di oggi non assomigliano per niente a quello inventato dai due fratelli americani, è vero che le tecniche attuali di pilotaggio sono rimaste sostanzialmente le stesse, che si tratti di piccoli aerei a elica da turismo o di grandi jet intercontinentali.

Nel frattempo si era perfezionato anche l'elicottero. L'erede della macchina ideata da Forlanini fu prodotto nel 1936. Era dotato di una sola elica. Il vantaggio dell'elicottero rispetto all'aereo è che consente di decollare e atterrare in modo verticale, senza bisogno di un ampio terreno pianeggiante.



«*The Aviator* (2004) è un film di Martin Scorsese con Leonardo Di Caprio e Cate Blanchett, dedicato alla vita di Howard Hughes, produttore cinematografico e aviatore, famoso per aver progettato l'aereo Hercules-H4.

«Un'antica incisione che raffigura lo sbarco di Cristoforo Colombo nel Nuovo Mondo dopo una lunga e travagliata navigazione su caravelle, piccole imbarcazioni dotate di vele triangolari.



antichi esploratori

Non dimentichiamo che anche gli antichi esploratori utilizzavano il vento. Non per volare, ma per gonfiare le vele delle imbarcazioni e spingerle lontano. Non c'è da stupirsi se i primi navigatori consideravano i venti come divinità. Da essi infatti dipendevano i viaggi: esplorazioni, commerci e persino guerre. Tra i più antichi esploratori della storia – almeno quelli le cui imprese sono documentate – ci furono i Fenici che abitavano sulla costa mediterranea in un'area che corrisponde agli attuali Libano e Israele. Tra il 1500 e il 500 a.C. circa, le loro navi a vela, sospinte dalla brezze del Mediterraneo che, come vedremo, non raggiungono mai la violenza delle tempeste tropicali, commerciarono con i popoli vicini, fondarono colonie, addirittura oltrepassarono lo stretto di Gibilterra e raggiunsero le coste dell'Africa

Occidentale e la Gran Bretagna. Anche gli Egizi, dal Mar Rosso, si misero alla ricerca di nuovi mercati e nuove terre da conquistare. Attorno al 1450 a.C. raggiunsero il "regno di Punt" (che dovrebbe corrispondere all'attuale Somalia) e, probabilmente, arrivarono fino all'Oceano Indiano. Non furono da meno i Greci e i Romani. Dei primi si ipotizza che abbiano raggiunto l'Islanda. Le navi mercantili romane avevano due alberi e la vela quadrata per cui l'andatura più vantaggiosa era con il vento in poppa, cioè alle spalle. Ecco perché si dice «andar con il vento in poppa» per indicare che tutto procede al meglio. Le attuali imbarcazioni, con moderne attrezzature "Marconi" con vele triangolari, riescono a risalire il vento fino a 30-35° (il cosiddetto "angolo morto").

33 ORE D'ARIA

Il primo uomo a volare da una parte all'altra dell'oceano fu Charles Augustus Lindbergh, partito il 20 maggio 1927 da New York a bordo dello Spirit of Saint Louis e atterrato a Parigi 33 ore dopo. All'epoca dell'impresa

Lindbergh, acclamato come un eroe, aveva 25 anni. Prima dell'invenzione degli aerei, per le lunghe percorrenze, venivano utilizzati i dirigibili, abbandonati dopo la tragedia dell'Hindenburg, che esplose sui cieli di New York nel 1937.

«Un ritratto di Charles Lindbergh, vero "eroe dell'aria".»



VERSO L'ALTO MARE

L'Età delle esplorazioni, per gli europei, inizia alcuni decenni prima dell'impresa di Cristoforo Colombo, la scoperta dell'America. Già nel 1415 il principe Enrico del Portogallo, detto "il Navigatore", si mise personalmente alla testa di una flotta con la quale esplorò la costa occidentale dell'Africa, fino alla Sierra Leone.

Successivamente, i re del Portogallo finanziarono l'impresa di Vasco de Gama, che doppiò tra il 1497 e il 1498 il Capo di Buona Speranza (già raggiunto nel 1487 da Bartolomeo Diaz) e da lì proseguì fino a Malindi (Kenya) e attraversò l'Oceano Indiano raggiungendo Calcutta. Nel frattempo, nel 1492, Cristoforo Colombo, finanziato dai re

spagnoli, attraversò l'Oceano Atlantico e raggiunse l'America.

Le imbarcazioni utilizzate per questi viaggi erano le caravelle, piccole ma dotate anche di vele triangolari, in grado di sfruttare il vento che soffia sul lato (trasverso).

sapevate che...

Aerei ed elicotteri, per volare, consumano grandi quantità di carburante (kerosene per la precisione). Si stima (per difetto) che un aereo inquina quanto 500 auto non catalizzate. Il traffico di un grande aeroporto ha gli stessi effetti di 250-300 mila auto al giorno, 150 mila per un aeroporto di medie dimensioni. E visto che viaggiamo sempre di più, il traffico aereo è diventata la fonte di emissioni di gas serra (vedi capitolo 9) con il più alto

ritmo di crescita negli ultimi anni. Gli aerei in volo fanno danni anche a terra: rilasciano CO₂, monossido di carbonio, polveri e altre sostanze dannose, in più fanno rumore. Un gruppo di ricercatori dell'Università di Cambridge e del Massachusetts Institute of Technology (MIT) ha ideato un modello di aereo, il Sax-40, che, per la sua forma aerodinamica, dovrebbe consumare il 35% di carburante in meno ed essere anche più

silenzioso. Tuttavia, non sarà pronto prima del 2030. Inquinano pure le missioni spaziali. E non solo per l'enorme quantità di carburante necessario per mandare navicelle e satelliti nello spazio, ma anche per i "pezzi" che vengono sganciati una volta in quota e che continuano a orbitare intorno alla Terra o a vagare nello spazio.

Alla fine, **l'uomo** c'è l'ha fatta. Almeno in parte. È riuscito a trovare il modo di volare. E senza bisogno di motori. Come? Con il deltaplano e il parapendio. È il cosiddetto "volo libero", effettuato – appunto – senza mezzi a motore. È ovvio che, senza correnti ascensionali, il volo libero si trasforma in una lunga, "libera" planata. Ma se nell'aria sono presenti queste correnti (le stesse sfruttate dagli uccelli per volare senza sbattere continuamente le ali), è possibile persino salire di quota dal punto di decollo.

Che cosa cambia rispetto a volare in aereo? Molto, tutto. Perché in aereo non si vola: ci si sposta. Il volo libero,

invece, permette di compiere un'esperienza esistenziale. Il contatto con l'aria, il corpo sospeso, il vento in faccia.

Il sogno di Icaro che si realizza.

La prima apparecchiatura inventata apposta per il volo libero è il deltaplano, che deve il suo nome alla forma a delta e al fatto che essa produce forze aerodinamiche, in grado di sostenere un peso e planare nell'aria. È guidato dal solo movimento del corpo del pilota, senza nessun altro metodo di controllo. È insomma quanto di più vicino esiste al volo degli uccelli. Viene praticato in montagna e sulle colline davanti alle coste, dove si trovano le condizioni di vento migliori.



sulle ali del **vento**

Il deltaplano, in realtà, non nasce "per sport". Fu inventato, negli anni '50, da un ingegnere italoamericano, Francis Melvin Rogallo, che lavorava per la NASA (l'agenzia spaziale Usa) e voleva realizzare un paracadute per l'atterraggio delle navicelle e dei satelliti di ritorno dai voli spaziali. In questo senso la sua invenzione fu un fallimento e non venne mai utilizzata. Però attirò l'attenzione di sportivi e appassionati di volo, che nel frattempo avevano cercato di realizzare

qualcosa di simile con materiali di ogni tipo, spesso del tutto inadeguati: fogli di polietilene, bambù, fili per stendere i panni, tubi di alluminio e persino manici di scopa! Si buttarono a capofitto sulla "creatura" di Rogallo, i più preparati la perfezionarono e la adattarono alle loro esigenze. La tela delle ali, per esempio, deve essere leggerissima, ma anche indeformabile, perché in volo è sottoposta a una continua trazione (si usano tessuti sintetici come il Dacron). Gli attuali deltaplani permettono di coprire distanze di circa 14 chilometri, partendo da 1000 metri di quota.

Il deltaplano è stato in parte superato dal parapendio (più semplice e meno ingombrante), nato nella prima metà degli anni Ottanta. Secondo una "quasi leggenda", a inventarlo furono tre paracadutisti francesi che iniziarono a lanciarsi dalle montagne anziché dall'aereo, per risparmiare sulle spese.

L'aliante è invece un aereo molto leggero privo di motore, che decolla trainato da un aereo fino a raggiungere una certa quota, dopodiché si sgancia dal cavo e comincia a scendere in planata verso un punto prescelto. In alternativa può decollare attaccato a un verricello, da terra, trainato come se fosse un aquilone, per poi sganciarsi una volta in quota. Come il deltaplano e il parapendio, l'aliante sfrutta le correnti ascensionali e, se il pilota è abile, può anche salire di quota e restare in volo per ore.

In alto, l'illustrazione di una novella di Restif de la Bretonne del 1783 il cui protagonista, per vedere l'amata di nascosto dal padre di lei, progetta questo bizzarro paracadute.

Il parapendio è nato negli anni Ottanta, secondo alcuni grazie a un'idea di tre paracadutisti francesi.

il mio volo **libero**





IL PARACADUTE DA LEONARDO DA VINCI A OGGI

Il paracadutismo merita un discorso a parte, perché non si tratta propriamente di volare, ma di lanciarsi nel vuoto frenando la caduta. In Europa fu ancora una volta Leonardo da Vinci il primo a ideare qualcosa di simile, ma a forma di piramide anziché di semisfera. I primi tentativi di lancio, invece, risalgono al Settecento e furono via via perfezionati fino ad arrivare, nel 1912 negli Usa, al primo lancio da un aereo in volo. Il paracadute diventò un mezzo di salvataggio per i piloti durante la Prima guerra mondiale.

La svolta arrivò negli anni Ottanta del Novecento, con l'invenzione del paracadute a profilo alare, che consente una buona possibilità di manovra, per atterrare non "dove vuole il vento", ma dove vuole il paracadutista.

Grazie ai nuovi aerei è salita anche la quota dalla quale è possibile buttarsi: non più 3500 metri, ma 4500, in gruppi di 20-25 persone che possono interagire tra loro, "danzando" nell'aria per disegnare spettacolari coreografie!

vola l'aquilone

Non dimentichiamo la versione light di tutte queste invenzioni: l'aquilone. Anche in questo campo, la tecnologia ha fatto passi da gigante. Una volta, per costruirne uno, bastavano un paio di cannuce e carta velina. Ottimi materiali, ma molto fragili. Per di più, gli aquiloni realizzati in questo modo non si possono smontare. Ecco perché oggi sono preferiti materiali più tecnologici, come il ripstop di nylon, usato per fare le vele delle barche, che pesa appena 42 grammi al metro quadrato. Mentre per la struttura si ricorre a vetroresina o fibre di carbonio, che consentono di progettare aquiloni dalle forme impensabili fino a pochi anni fa.

Gli aquiloni hanno anche fatto nascere uno sport come il kite surf, cioè il surf con la tavola trainata da aquilone. E se siamo abituati a pensare che servano solo per il gioco e il divertimento,

non è così. Non mancano gli impieghi utili. Un aquilone permette, per esempio, di misurare la temperatura dell'aria a 100-200 metri da terra.

Come avviene la progettazione? Dipende dall'uso che si farà dello strumento. E ovviamente il fattore "aria" è fondamentale. Se dovrà volare nella Pianura padana sarà grande e leggero, per sfruttare al massimo il vento in zone dove, di solito, non ce n'è tanto. Mentre se è destinato alla Sardegna, molto ventosa, sarà piccolo e pesante. Ancora, se deve trainare un oggetto dovrà essere resistente e in grado di catturare tutto il vento disponibile. Per far giocare un bambino si preferiranno modelli molto leggeri e stabili. Per le discipline sportive (gli aquiloni acrobatici a 2 o 4 fili) sono possibili modelli tridimensionali capaci, se ben manovrati, di evoluzioni spettacolari.



Luna Rossa, uno dei simboli della vela italiana. La navigazione a vela, che sfrutta la forza del vento, è uno sport non inquinante.



A sinistra, un'antica miniatura che ritrae un cavaliere con un raffinato aquilone.



Nell'altra pagina, uno schizzo di Leonardo da Vinci che immagina il volo con il paracadute.



SPIEGARE LE VELE... E VOLARE

Non volano nell'aria, nel senso che non si sollevano da terra. Ma le barche a vela sportive – da Azzurra, unica vincitrice italiana dell'America's Cup, a Luna Rossa, Moro di Venezia e Mascalzone Latino – sembrano davvero "volare sul mare". Merito della forma aerodinamica, dei materiali superleggeri, dell'abilità e della coesione dell'equipaggio. E tutto que-

sto, senza utilizzo di carburanti, con un impatto zero sull'effetto serra e sull'inquinamento (vedi capitolo 9).

La navigazione a vela è dunque il simbolo di uno sport "pulito". Sia perché non è inquinante, sia per quanto riguarda la possibilità di "fare squadra" e costruire un rapporto di cooperazione all'interno dell'equipaggio.

sapevate che...

Deltaplano e parapendio non inquinano l'aria perché non utilizzano motori. Ma non possono certo essere considerati mezzi di trasporto alternativi ad aerei, treni o automobili. E allora? Esiste una soluzione naturale ed efficace per limitare i danni dell'inquinamento e recuperare la qualità dell'aria e, in generale, dell'ambiente? Un aiuto arriva dalle piante e dalle cosiddette "fasce tampone boscate", interventi di rimboschimento da realizzare lungo le rive dei fiumi e dei canali di irrigazione o ai margini dei campi. Gli alberi e gli arbusti, con le loro radici, assorbono una grande quantità di nutrienti (ad

esempio i nitrati), riducendo l'inquinamento delle acque. Monossido di carbonio, biossido di azoto e anidride solforosa sono assorbiti dalle foglie, mentre le polveri sottili (vedi capitolo 9) sono trattenute dalla cera della superficie delle foglie o dalla corteccia. È stato calcolato che piantare alberi lungo i viali di una città abbatte il 60 per cento dell'inquinamento da auto. Le specie più attive sono frassino, ontano, larice, acero e betulla. Unico svantaggio: la loro azione si riduce d'inverno, quando cadono le foglie.

Coltivare piante nei cortili delle case e delle scuole o sui tetti dei palazzi con-

sente anche di combattere afa e freddo nelle nostre città. Secondo uno studio dell'Istituto di biometeorologia del Consiglio nazionale delle ricerche, le piante fanno guadagnare da 3 a 5° C, in più o in meno a seconda della stagione. Così si riduce il ricorso a riscaldamento e condizionatori, con l'effetto positivo di limitare l'emissione di inquinanti e gas serra. E di abbassare i costi della bolletta.

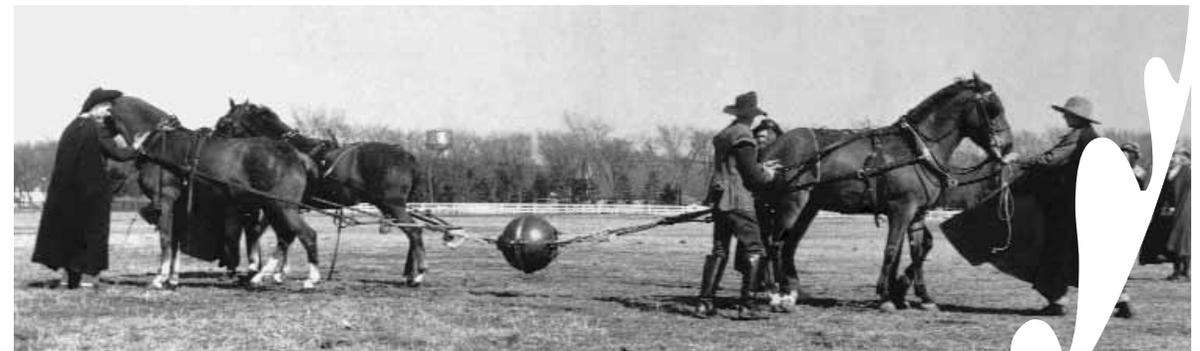
Se l'aria non si **vede**, non significa che non ci sia. Anzi. Ha una composizione, un peso, può essere misurata. Per esempio, ogni volta che inspiriamo introduciamo nei polmoni circa 500 centimetri cubi di aria.

Sulla superficie terrestre "grava" una colonna d'aria alta molti chilometri, che è appunto l'atmosfera. Il suo peso non è trascurabile, tanto che sulla testa di ognuno di noi c'è una massa di circa 200 chilogrammi. Altro che "leggero come l'aria"...

Come mai, allora, non percepiamo la pressione dell'atmosfera? Perché la pressione esterna è bilanciata dalla pressione che l'aria contenuta nel nostro corpo esercita verso l'esterno. Ci sono però situazioni in cui essa si fa sentire. Per esempio quando andiamo sott'acqua, in aereo o in funivia. In questi casi, spostandoci velocemente di quota, percepiamo uno sbalzo di pressione in alcune parti del corpo, come la membrana del timpano. Allora, le orecchie "si chiudono" e possono far male. Il problema si

risolve riportando in equilibrio la pressione esterna e interna: basta soffiare delicatamente il naso, deglutire o sbadigliare, e il fastidio scompare.

Ma quanto vale la pressione dell'atmosfera? Il primo a misurarla fu uno scienziato italiano, Evangelista Torricelli, vissuto dal 1608 al 1647. Era un allievo di Galileo Galilei. E si dimostrò degno del maestro: oltre a misurare la pressione atmosferica, costruì cannocchiali e microscopi, fece scoperte nel campo della geometria e della matematica.



l'uomo che volle misurare l'aria

sotto pressione

Torricelli prese un tubo di vetro lungo un metro, chiuso a una estremità, e lo riempì di mercurio. Dopo aver tappato con un dito l'estremità libera del tubo, lo capovoltò, immergendolo in una vaschetta che conteneva anch'essa mercurio. Tolto il dito, il mercurio iniziò a scendere fino a raggiungere l'altezza di 76 centimetri, dal livello di mercurio contenuto nella vaschetta. Significava che la pressione esercitata dalla colonna di mercurio e quella esercitata dall'atmosfera erano in equilibrio.

Torricelli dedusse che la pressione atmosferica è uguale alla pressione di una colonna di mercurio alta 76 centimetri. La situazione ottimale per la misurazione prevede di trovarsi a livelli del mare, a 0 °C e in condizioni meteorologiche normali, perché questi parametri potrebbero modificare il risultato.

L'esistenza della pressione atmosferica fu confermata pochi anni dopo, nel 1654, da uno scienziato tedesco, di Magdeburgo, chiamato Otto von Guericke. Questi unì due emisferi metallici, che combaciavano perfettamente e formavano una sfera. Poi eliminò l'aria all'interno della sfera, lasciando il vuoto, in modo che la pressione atmosferica esterna non

fosse più bilanciata da quella interna. Per separare i due emisferi non bastò lo sforzo di 16 cavalli.

La pressione atmosferica non è sempre costante e può variare molto, se cambiano le condizioni nelle quali l'aveva misurata Torricelli. Diminuisce, per esempio, man mano che si sale di quota. E in uno stesso luogo, può cambiare da un giorno all'altro – o nell'arco della stessa giornata – a seconda della temperatura dell'aria, del grado di umidità, della direzione del vento, delle condizioni meteorologiche e di altri fattori.

Lo strumento che misura la pressione atmosferica è il barometro, inventato dallo stesso Torricelli.

Accanto, un ritratto di Torricelli nel suo studio. Sopra, foto d'epoca di un tentativo di riprodurre gli esperimenti di von Guericke sul vuoto.



che tempo farà

Lo studio di queste variazioni ha fatto nascere una scienza, la meteorologia, vale a dire le "previsioni del tempo". Questi studi non ci servono soltanto per decidere se andare al mare o restare in città per il fine settimana, ma sono fondamentali per la vita economica e sociale di un paese: basta pensare ai danni che può fare, alla nostra agricoltura, una grandinata in piena estate o un lungo periodo di siccità, per non parlare dei paesi tropicali, colpiti periodicamente da uragani

violentissimi. Se si riuscisse a prevedere questi eventi si potrebbero evitare almeno in parte i danni e persino salvare molte vite. Per questo centri di osservazione e rilevamento dati sono distribuite in tutto il territorio. Dal cielo, i satelliti artificiali tengono d'occhio l'atmosfera terrestre. E i milioni di dati raccolti dalla Terra e dallo spazio vengono elaborati da computer di enorme potenza. Eppure, non è ancora possibile fare previsioni meteorologiche valide oltre le 24-48 ore.

Qualche centro di meteorologia prova a fare previsioni a lungo termine, che ci dicano, alla fine dell'inverno, come sarà l'estate e viceversa. Questi centri raccolgono dati sulle condizioni atmosferiche attuali e li confrontano con le informazioni provenienti dai satelliti e con le statistiche sulle condizioni meteo degli anni precedenti (si va indietro anche di decine di anni). Il "risponso" è in realtà una tendenza, una previsione che si può avverare sulla base di una probabilità statistica.

In alto, un'immagine della superficie terrestre ricavata da foto satellitari; sotto, un barometro per misurare la pressione atmosferica.



CHE TEMPO FARÀ? LO DICE IL PROVERBIO...

Le previsioni del tempo sono da sempre fondamentali per l'agricoltura. Ecco perché è proprio dal mondo rurale che nascono i proverbi a "tema meteorologico". Sono un esempio dello spirito di osservazione dei nostri antenati. Tra questi, non potevano mancare i proverbi dedicati ai venti e alle nuvole. Ecco quelli tipici del Veneto.
«Aria de mattina, el tempo se inverina».
«La bora dura tre di: ma se la va de troto, la dura più de oto».

«Se te vol veder el tempo fin, a la sera siroco e la mattina garbin».
«Vento de San Martin, nuvole al confin».
«El vento forte impissa el fogo o lo destua».
«Nuvoline verdoline e negrete, tempesta e saete».
«Nuvole rosse, o vento o giosse».
«Co le nuvole xe fate a lana, se non piove ancò piove sta settimana».
«Co le nuvole fa scafete, piova la te impromete».



QUANDO IL CLIMA CAMBIA... TROPPO

Il clima non è costante: varia da zona a zona (si pensi a quanto sono diversi quello marino e quello montano) e nel tempo, sia per periodi di decenni, sia per periodi più lunghi (ad esempio le ere glaciali si sono ripetute con frequenze di decine di migliaia di anni). Quando però il clima varia troppo velocemente si parla di "cambiamenti climatici". Poiché tali cambiamenti si manifestano su scala planetaria, cioè coinvolgono tutta o gran parte della Terra, si è soliti parlare di cambiamento globale o *global change*. Allo stato delle conoscenze attuali, il contributo dell'uomo al *global change* è per lo più connesso all'alterazione della composizione dell'atmosfera per effetto dell'aumento della concentrazione dei cosiddetti gas serra, come l'anidride carbonica (CO₂), il metano (CH₄), il monossido di azoto (NO), gli idrofluorocarburi (HFC₂), i perfluorocarburi (PFC₂) e l'esafluoro di zolfo (SF₆).

Già dal rapporto del 1996 dell'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) emergevano il continuo e lento aumento della temperatura sul pianeta, la crescita della concentrazione di gas serra in atmosfera e la necessità di forti riduzioni nelle emissioni. Il rapporto più recente conferma e rafforza le conclusioni precedenti, sottolineando che un cambiamento climatico è effettivamente in atto con un aumento della temperatura media globale superficiale compreso tra 0.2 e 0.6 °C dalla fine del XIX secolo. Anche in Veneto si riscontra una progressiva crescita dei valori termici. L'aumento sembra essere marcato negli ultimi 40 anni e con maggior frequenza in inverno e nella prima parte dell'autunno. Per ridurre le emissioni di gas serra vari paesi del mondo hanno concordato una strategia comune attraverso la "Convenzione Quadro sul Cambiamento climatico delle Nazioni Unite". L'obiettivo della Strategia, legalmente vincolante per i

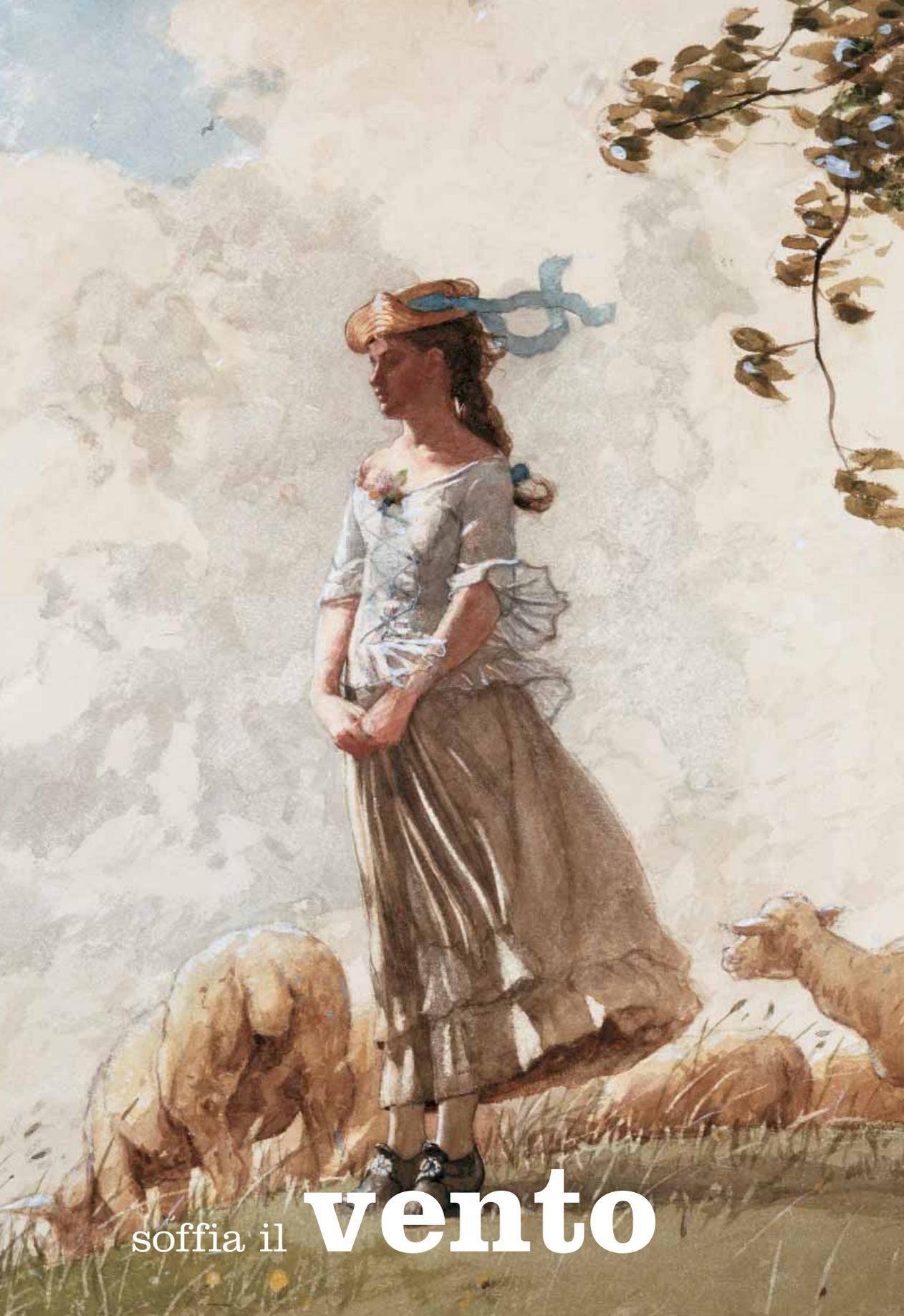
paesi che vi aderiscono, è di stabilizzare «le concentrazioni di gas ad effetto serra nell'atmosfera ad un livello tale che sia esclusa qualsiasi pericolosa interferenza delle attività umane sul sistema climatico». La Convenzione ha come strumento attuativo il Protocollo di Kyoto, in base al quale i paesi europei aderenti, fra cui l'Italia, si sono impegnati a ridurre almeno dell'8% rispetto ai livelli del 1990 le principali emissioni di gas capaci di alterare l'effetto serra naturale del pianeta; questo obiettivo dovrebbe essere raggiunto tra il 2008 e il 2012. Il Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio di ARPAV coordina, attraverso il Centro Meteorologico di Teolo (PD) e il Centro Valanghe di Arabba (BL), un sistema integrato per il monitoraggio dei fenomeni meteorologici attraverso la misurazione di parametri meteoclimatici e l'acquisizione ed elaborazione di informazioni da radar meteorologico e da satellite (vedi pag. 68, ARPAV COSA FA).

chi sale e chi scende

Come fanno i meteorologi a fare le previsioni del tempo? Per capirci, quelle tradizionali, valide per un paio di giorni, che vengono trasmesse in tv. Per nostra fortuna (e per fortuna di chi lavora in questo campo) i fenomeni atmosferici che ci interessano avvengono nella parte più bassa dell'atmosfera, detta troposfera. Qui si formano le nubi che portano pioggia o neve, qui soffiano i venti che le spazzano via. Oggi ci sono addirittura i satelliti che raccolgono dati meteo, ma la meteorologia si è sviluppata alla fine del Settecento: una delle prime applicazioni dei palloni areostatici era proprio raccogliere dati a quote maggiori di quelle raggiungibili salendo su una torre

o una montagna. Uno dei metodi più semplici per prevedere che tempo farà si basa sulla misurazione della pressione atmosferica, di cui dobbiamo ringraziare Evangelista Torricelli. Abbiamo visto come Torricelli avesse calcolato il valore della pressione atmosferica a livello del mare, a 0 °C e in condizioni meteo normali. Ma questo valore può cambiare. Come? È tutta una questione di "correnti d'aria". Quando queste sono discendenti (si muovono cioè dall'alto verso il basso e sono fredde, perché in quota la temperatura scende) le molecole che compongono i gas dell'aria sono spinte in basso e si addensano vicino al suolo. Quindi l'aria peserà di più, perché è più

concentrata: è la cosiddetta alta pressione. Le stesse correnti fredde che "schiacciano" i gas verso il suolo ostacolano la formazione di nubi e quindi portano il tempo sereno. Quando invece c'è bassa pressione, vuol dire che correnti calde ascendenti (che si muovono dal basso verso l'alto) allontanano dal suolo le molecole dei gas. Questo fa sì che la pressione diminuisca, ma anche che queste correnti, una volta in quota, si raffreddino, si condensino e formino nubi, con la possibilità di piogge. Perciò, anche un semplice barometro è in grado di fornirci indicazioni, seppure approssimative, sul tempo che farà.

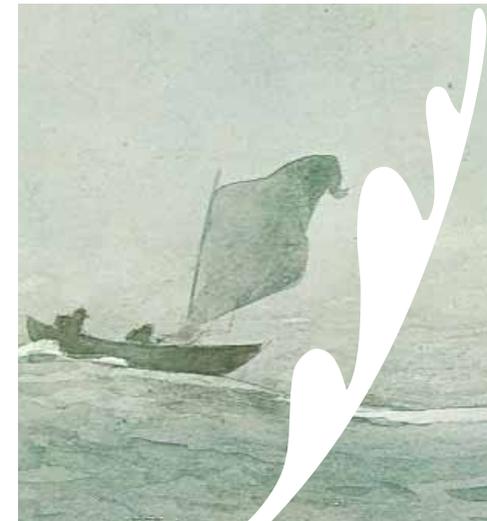


soffia il **vento**

Come l'aria **53**

Le **variazioni** di pressione determinano anche il fenomeno del vento, che è uno spostamento di una massa d'aria – questa volta in direzione orizzontale – da una zona di alta pressione verso una di bassa pressione. La velocità dello spostamento – e quindi la forza del vento – dipende dalla differenza di pressione (maggiore è la differenza, maggiore la forza). Nell'antichità i venti erano fondamentali per i trasporti in mare, quin-

di nessuna meraviglia che fossero considerati divinità, più o meno benevole a seconda della loro forza o dei fenomeni atmosferici cui erano legati. Ancora oggi, i venti – contrari o favorevoli – influenzano la velocità delle navi e persino degli aerei. Inoltre, sono importanti per l'agricoltura e favoriscono l'impollinazione delle piante a primavera.



brezze, bonacce e **tifoni**

 In queste pagine, due opere del pittore americano Winslow Homer. Accanto, *Fresh Air*, del 1878; in alto a destra, *Blown Away*, del 1888,

 Foto aerea di un ciclone; al centro, è ben visibile l'occhio del ciclone, una zona circolare di diametro tra i 5 e i 30 km dove i venti sono deboli o addirittura fermi.

Alcuni venti sono costanti, cioè soffiano sempre nella stessa direzione. Per esempio, gli alisei dell'Atlantico, sfruttati da Cristoforo Colombo per arrivare in America. Venti favorevoli ai navigatori, che potevano contare su di essi in qualsiasi momento, ma facendo attenzione a non uscire dalla rotta, altrimenti rischiavano di finire nella zona delle bonacce equatoriali. Altri venti sono periodici, cioè subiscono variazioni che possono essere

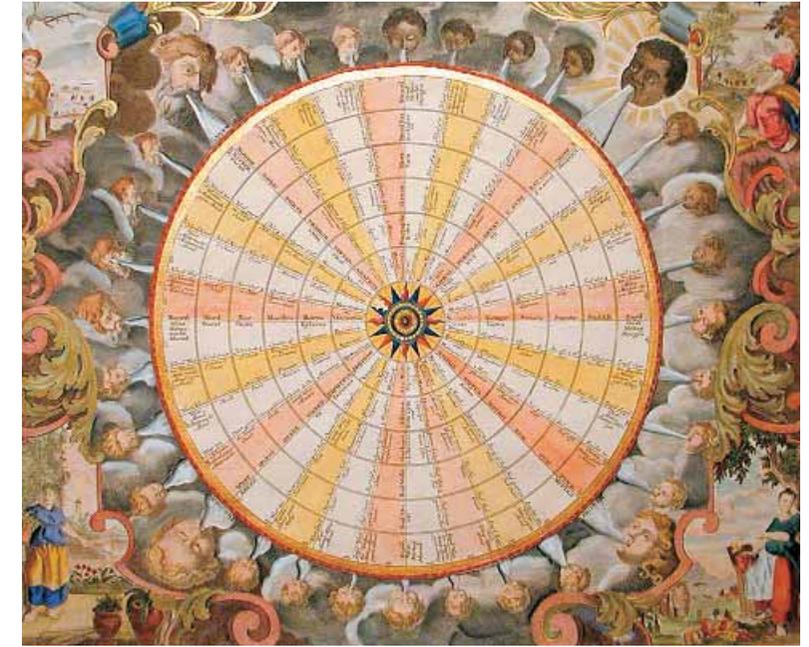
giornaliere (come le nostre brezze) o stagionali, come i monsoni dell'India e del Sud-est asiatico, che determinano l'avvicinarsi della stagione secca e di quella delle piogge. Le brezze di mare e di terra cambiano direzione – di 180° – ogni 12 ore. Ci sono poi venti particolari, associati a cicloni, uragani e tifoni, che si manifestano nelle zone tropicali e possono avere effetti devastanti.





La nebbia, come altri fenomeni atmosferici, è oggetto di proverbi e detti popolari.

Un'antica "rosa dei venti": queste mappe che indicano ai navigatori la direzione dei venti sono nate addirittura attorno al 3000 a.C.



made in Italy

L'Italia e il Mediterraneo sono battuti da venti variabili su base regionale, non proprio periodici, ma che si presentano con una certa regolarità. Tanto da essere segnati nella cosiddetta "rosa dei venti", una specie di mappa per i navigatori, nata attorno al 3000 a.C. Per convenzione, questa mappa ha il suo centro nei pressi di Malta, nel mezzo del Mediterraneo. Secondo la "rosa", i principali venti mediterranei sono:



La **tramontana**, che soffia da nord, un vento secco e freddo.

Il **maestrale** (da nord-ovest), spesso violento. Porta il sereno, ma con basse temperature.

Il **grecale** (da nord-est, come si intuisce dal nome), umido e freddo, portatore di piogge.

Il **libeccio** (da sud-ovest), anch'esso associato al brutto tempo, ma caldo e umido.

Lo **scirocco** (da sud-est), che nasce nel Sahara come vento caldo e secco, ma arriva carico di umidità (e messaggero di piogge) nel mar Mediterraneo.

La **bora** (da est e nord-est), il famoso vento di Trieste, che d'inverno può superare i 100 chilometri orari. Se è "scura" è molto fredda e porta il maltempo, se è "chiara" annuncia tempo sereno e asciutto.

Tipico di tutte le regioni alpine (non solo italiane) è il föhn, un vento caldo che ha sempre favorito l'agricoltura in queste zone montane (il nome deriva infatti dal latino *favonius*, cioè "maturatore delle messi"). Ma ha anche uno svantaggio: per la sua temperatura provoca lo scioglimento della neve, con il rischio di valanghe. Ci sono poi brezze locali, che soffiano soltanto in zone molto circoscritte, come l'ora del Lago di Garda, la breva del Lago Maggiore, l'Underwind ("vento di sotto") e l'Oberwind ("vento di sopra") delle valli altoatesine.

I venti che toccano l'Italia sono numerosi e variano molto di intensità a seconda delle zone di origine.



UNA TERRA, MOLTE SFERE

L'atmosfera ha un'altezza di molti chilometri, ma non è tutta omogenea. Vicino alla superficie della Terra è costituita principalmente da azoto (78% ca), ossigeno (21% ca) e argon (1% ca), più vapore acqueo e altri gas come anidride carbonica (0,04%) e, in quantità minime, neon, elio, metano, idrogeno, kripton, xenon, ozono.

Questa composizione, però, cambia man mano ci si allontana dalla Terra che, grazie alla forza di gravità, attira i gas più pesanti. Gli scienziati hanno individuato, all'interno dell'atmosfera, diversi strati con caratteristiche costanti, che hanno chiamato "sfere", separate l'una dall'altra da zone ristrette chiamate "pause". Lo

strato più basso è la troposfera. Il suo spessore è di appena 8 chilometri ai poli, per raggiungere i 17 in corrispondenza dell'equatore. E malgrado sia lo strato più sottile, vi si trova – concentrato – il 75% dei gas che costituiscono l'intera atmosfera. L'aria della troposfera è riscaldata dalla superficie terrestre e ha una temperatura media di 15 °C al livello del mare, che diminuisce con l'altitudine (0,65 °C ogni 100 m di quota), per scendere a circa -60 °C nei pressi della stratosfera, lo strato successivo. Questa arriva fino a 50-60 chilometri ed è seguita da mesosfera (fino a 80 chilometri), termosfera (fino a 550 chilometri). Oltre, c'è l'esosfera.



MISURARE IL VENTO

Gli strumenti per studiare il vento sono l'anemometro (che misura la velocità), l'anemoscopio (che individua la direzione) e l'anemografo (che registra in forma scritta le informazioni sia sulla velocità sia sulla direzione). E riuscireste a indovinare chi ha inventato questi strumenti? Leonardo da Vinci, naturalmente, che abbiamo incontrato più volte nel corso di questo libro. Il genio del Rinascimento aveva già progettato sia un anemoscopio sia un anemometro. Fu però il fisico napoletano Luigi Palmieri, nella seconda metà dell'Ottocento, a realizzare strumenti più precisi per misurare il vento, veri precursori meccanici delle apparecchiature elettroniche utilizzate oggi in meteorologia.



aria, acqua e nuvole

LI Greci e i Romani cercavano di prevedere il futuro dall'osservazione del vento e dagli effetti che produceva sulle foglie o su campanelli agitati dal suo soffio. È la cosiddetta *anemomanzia*, cioè la divinazione attraverso il vento (*anemos* in greco antico). L'aspetto magico-spirituale del vento si ritrova nella simbologia cristiana, dove il vento è lo Spirito Santo (basta pensare al vento che soffia dopo la morte di Gesù o il "vento di Pentecoste").

Lo Spirito Santo nella simbologia cristiana è raffigurato tradizionalmente come una colomba.

Stanno in cielo e sembrano fatte di aria "solidificata". In realtà le nuvole sono costituite da acqua e cristalli di ghiaccio. Sono infatti prodotte dal vapore acqueo presente nell'aria allo stato gassoso. Se la temperatura si abbassa, le molecole di vapore acqueo (costituite da due atomi di idrogeno e uno di ossigeno) si aggregano tra loro – aiutate dal pulviscolo presente nell'aria – dando origine alle nubi. La loro formazione dipende anche dai movimenti di risalita e discesa dell'aria, a loro volta influenzati – come abbiamo visto – dalla pressione atmosferica. La loro struttura è in continua trasformazione, in alcuni punti si sfalda, in altri acquista spessore... È per questo che sono così affascinanti.

Se l'aria è umida (pensiamo alle giornate più afose dell'estate), può arrivare a contenere fino al 7% di vapo-



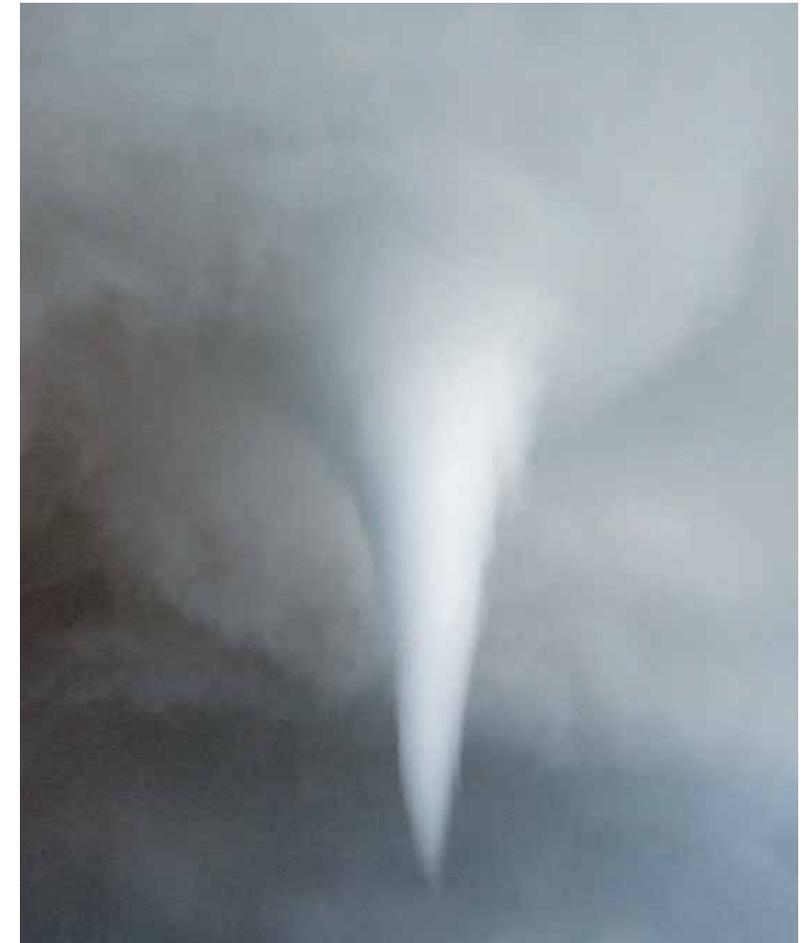
UN TERRIBILE "IMBUTO D'ARIA"

L'Italia, per la sua posizione nel bacino mediterraneo, è al riparo dagli uragani. Possono però manifestarsi fenomeni minori, come la tromba d'aria. Si verifica quando in una nuvola temporalesca a bassa quota (un cumulonembo) inizia a

ruotare una colonna d'aria calda ascendente, aspirata dal vento che soffia sopra le nubi. Così tutta l'aria circostante ne viene risucchiata e l'effetto è un "imbuto" scuro, che solleva e devasta tutto quello che incontra. Eppure, proprio quando il caldo si fa insopportabile, si dice che l'umidità dell'aria possa superare il 90%. Ma allora, chi ha ragione? Le affermazioni sono entrambe corrette. Nel primo caso, però si parla di una misurazione assoluta: si calcola il vapore acqueo presente in una certa quantità di aria, con uno strumento che si chiama igrometro. Nel secondo caso si tratta invece di una misura relativa: si prende in considerazione un metro cubo di aria e si calcola – a determinate condizioni – quanto vapore acqueo potrebbe contenere se ne fosse saturo e si attribuisce a tale quantità il valore del 100%. L'umidità relativa misura quindi il rapporto tra il vapore acqueo realmente presente e quello massimo possibile.



Fenomeni di forte intensità, come questo tornado, non si verificano in Italia, dove invece si possono vedere trombe d'aria.



MISURARE L'UMIDITÀ DELL'ARIA

Lo strumento più semplice per misurare l'umidità assoluta è l'igrometro che funzionava, nelle sue prime realizzazioni, "a capelli" o "a sale". In che senso? Nel primo caso si sfruttava la capacità di alcuni tessuti come i capelli o i crini di assorbire l'umidità e allungarsi; nel secondo

caso, il fatto che alcuni sali si modificano in presenza di umidità. Il cloruro di cobalto, per esempio, cambia di colore. È infatti questa sostanza a ricoprire le stuolette che preannunciano la pioggia quando – da blu – diventano rosa. Quando l'aria è molto umida, le eventuali

sostanze inquinanti sospese in essa si trasformano infatti in una specie di aerosol. Per rendersene conto, basta pensare alla patina untuosa che giornate umide e nebbiose lasciano, per esempio, sulle automobili.

sapevate che...

Le condizioni meteorologiche possono influire temporaneamente sulla qualità dell'aria. Per quanto riguarda l'Italia, la Pianura padana è una zona particolarmente "sfortunata" in tal senso, perché forma una "scatola chiusa" in cui si accumulano gli inquinanti, almeno fino a quando non

cambiano le condizioni atmosferiche. Allora si assiste a un rimescolamento verticale dell'aria della troposfera, con una diluizione delle sostanze dannose. Pioggia e neve "lavano" l'aria dalle polveri e da altri inquinanti. Anche le piante svolgono un'importante funzio-

ne di filtro. Allo stesso modo, il vento allontana gli inquinanti (sebbene non risolve il problema: al massimo lo sposta da un'altra parte).



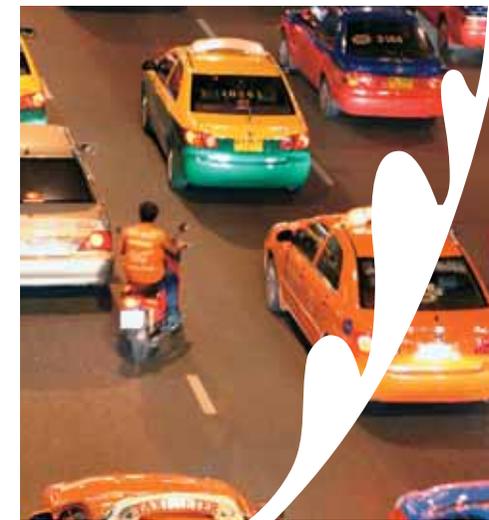
che aria **tira?**

Come l'aria **59**

A questo **punto**, dovrebbe essere chiaro a tutti che l'aria è una risorsa. E che l'uomo dovrebbe darsi da fare per difenderne la qualità. Invece non è sempre così.

Secondo gli studi, le malattie causate dall'inquinamento dell'aria sono sempre più numerose, e in alcuni casi anche molto gravi.

L'obiettivo di questo capitolo, però, non è "terrorizzare", ma "informare". Perché se i cittadini sono più consapevoli, possono pretendere da chi li governa provvedimenti efficaci per tutelare la loro salute.



polmoni sotto tiro

Che nelle nostre città l'aria sia inquinata, non è una novità. Ma quanto è inquinata? Secondo la relazione regionale per la qualità dell'aria in Veneto nel 2006 (realizzata dall'ARPAV) non devono destare preoccupazione i livelli di biossido di zolfo (SO₂). Anzi, la sua presenza, nell'aria, è diminuita negli ultimi anni, grazie anche alle modifiche subite dai combustibili (passaggio dal gasolio al metano, riduzione dei contenuti di zolfo nei diesel...). Allo stesso modo, non costituiscono motivo di allarme le concentrazioni di monossido di carbonio e di benzene: in tutti i punti di rilevazione della regione non sono stati superati i limiti di legge. Un'ulteriore buona notizia riguarda il piombo, che resta sotto le soglie previste, grazie alle politiche che, nel decennio scorso, ne hanno ridotto la presenza nei carburanti.

Sono invece gli ossidi di azoto a costituire un problema per il Veneto, dal momento che i valori limite sono rispettati soltanto nella stazione di rilevamento di Feltre (BL). Per di più, gli ossidi di

azoto – che si producono durante la combustione dei carburanti ad alta temperatura, per esempio nei motori delle auto – possono spostarsi anche a decine di chilometri di distanza dalla zona dove ha avuto origine l'emissione. Ed è probabilmente questo il motivo per cui centraline di rilevamento collocate in aree di campagna, spesso, segnalano concentrazioni di ossidi di azoto molto elevate e apparentemente inspiegabili, se messe in relazione con la quantità effettiva di auto che circola nella zona. Preoccupanti anche i livelli di ozono, che hanno subito un incremento rispetto al 2005, con concentrazioni elevate durante tutto il periodo estivo. Negli ultimi anni l'attenzione dell'ARPAV si è concentrata anche sulle polveri sottili (Pm₁₀ e Pm_{2,5}) i cui livelli superano – in Veneto come in tutta Italia – i limiti di legge.

Che cosa si rischia con questi livelli di inquinamento? I problemi più frequenti sono le infezioni respiratorie, il peggioramento delle forme di asma e le aritmie cardiache. A tutto questo, poi, si aggiungono gli effetti a lungo termine delle singole sostanze. Secondo alcuni

studi, per esempio, gli ossidi di azoto ridurrebbero la risposta del nostro sistema immunitario alle infezioni virali. L'ozono – le cui concentrazioni aumentano nelle giornate di sole – può provocare irritazioni agli occhi e alla gola.

Le polveri sottili sono forse le più insidiose. Restano sospese nell'aria per settimane, possono spostarsi per centinaia o migliaia di chilometri, tanto che sono state trovate in zone di alta montagna. Si chiamano "sottili" perché hanno un diametro inferiore ai 3-4 micron (un micron è un millesimo di millimetro) e si sedimentano nei polmoni. Se superano i limiti indicati dall'Oms fanno aumentare la sensibilità agli allergeni, le crisi asmatiche, i fenomeni infiammatori che, a lungo andare, aumentano il rischio di tumori e malattie cardiovascolari.

Nell'immediato, ogni volta che la loro concentrazione sale di 10 microgrammi per metro cubo, aumenta in percentuale il numero di cittadini che soffre di riniti o sinusiti. Le particelle con diametro inferiore a 0,1 micron – dette nanoparticelle – addirittura interagiscono a livello tossicologico con le cellule, con effetti infiammatori ancora più forti.

 Il traffico cittadino è tra le maggiori cause di inquinamento dell'aria.



insidie nascoste

All'interno degli edifici le cose non vanno molto meglio. Le polveri sottili, infatti, hanno la caratteristica di sedimentarsi nelle stanze di case, uffici, scuole. Uno studio dell'Istituto di fisiologia clinica del Consiglio nazionale delle ricerche, condotto nelle aule scolastiche di cinque paesi europei, ha rilevato percentuali di PM¹⁰ superiori agli standard ammessi dalla legge

per la qualità dell'aria, fissati a 40 microgrammi per metro cubo. Oltre a quello che entra dall'esterno, nelle abitazioni si possono trovare inquinanti prodotti all'interno degli edifici stessi. Il fenomeno prende il nome di "inquinamento indoor". La lista delle sostanze incriminate è lunga. Dalla formaldeide – presente in molti mobili – alle sostanze rilasciate

dai detersivi utilizzati per la pulizia. Fino al radon, gas prodotto dalla radioattività naturale, che si concentra nelle cantine e nei luoghi sotterranei chiusi (una buona aerazione è comunque sufficiente ad azzerare il pericolo). E ancora, fumo di tabacco e ossidi di azoto e di zolfo che si sviluppano durante la combustione di fornelli a gas e caldaie.

In questa immagine d'epoca, un medico controlla l'apparato respiratorio di alcuni bambini.

I BAMBINI E L'INQUINAMENTO
I bambini sono i più indifesi e i più esposti all'inquinamento. Prima di tutto perché i loro organi interni sono ancora immaturi e in formazione. Inoltre, i bambini, in rapporto al loro peso, introducono una quantità maggiore di aria e mangiano molto di più, per soddisfare le esigenze della crescita. In pratica, a parità

di aria inquinata, i più giovani – rispetto agli adulti – in proporzione sono più esposti. Ancora, c'è da tener conto della durata dell'esposizione e del tempo necessario per produrre danni evidenti, che può arrivare a decenni. Così, rischia di più chi fin da piccolo è a contatto con le sostanze nocive.

Gli scarichi industriali e le emissioni derivanti dall'uso di combustibili fossili stanno portando a gravi problemi ambientali per il nostro pianeta.



ALLA SCOPERTA DELL'ARIA PERDUTA

Gli agenti inquinanti che alterano la composizione dell'aria si possono distinguere in:

- *particelle sospese*: descritte in base alla densità e alle dimensioni che possono variare da qualche millesimo a qualche centinaio di micron, sono classificate in polveri, fumi, brume, nebbie ecc.
- *gas*: elementi o composti chimici con punti di ebollizione sufficientemente bassi e tali da permettere loro di essere presenti sotto forma di sostanze volatili a temperatura ambiente. Vengono descritti per composizione chimica, concentrazione e soglia di percezione dell'odore.
- *odori*: sostanze allo stato aeriforme che, anche se presenti in piccolissime concentrazioni, vengono avvertite perché provocano disturbo.



EFFETTO SERRA, ESTATE CALDA

L'anidride carbonica (CO₂) non è in sé un gas nocivo. Fa parte della composizione naturale dell'aria, seppure in minima parte. Tuttavia la sua presenza nella troposfera (lo strato più basso dell'atmosfera) nell'ultimo secolo è aumentata in modo anomalo, passando da circa 280 ppm (parti per milione) nel 1900, a 315 ppm nel 1970, fino a 350 ppm negli ultimi anni. Questo provoca un aggravamento del cosiddetto effetto serra. Si tratta di un



Il grado di nocività degli inquinanti dipende dalla loro natura, dalla concentrazione, da come vengono immessi nell'atmosfera e dal grado di diluizione che subiscono dopo l'immissione in aria. L'inquinamento atmosferico può essere determinato misurando, con analisi e strumenti vari, la concentrazione dei singoli agenti inquinanti presenti nell'aria. Qualsiasi tecnica di analisi deve essere preceduta da un campionamento che può essere condotto "facendo passare" attraverso filtri di materiale assorbente un determinato quantitativo di aria (campionamento attivo) o esponendo il materiale assorbente a contatto con l'aria per un certo tempo (campionamento passivo). I principali agenti inquinanti sottoposti a monitoraggio sono il **biossido di zolfo** (SO₂), il **biossido di azoto** (NO₂), gli **ossidi di azoto** (NOX), il **monossido di carbonio** (CO), il **particolato** (PM₁₀), il

piombo (Pb), il **benzene** (C₆H₆), l'**ozono** (O₃), il **cadmio** (Cd), il **nicel** (Ni), il **mercurio** (Hg), l'**arsenico** (As), il **benzo(a)pirene**. Controlli possono essere effettuati anche sui **pollini**, sulle fibre di **amianto** e, negli ambienti di lavoro, sulle varie sostanze impiegate nei cicli di lavorazione per le quali vi sia da temere un rilascio sotto forma di vapore o gas.

L'ARPAV, con i Dipartimenti Provinciali e l'Osservatorio Aria, effettua il controllo dell'inquinamento atmosferico attraverso il monitoraggio dei principali parametri. Esiste infatti una rete di rilevamento, prevalentemente in ambito urbano, costituita da centraline fisse e mobili in grado di fornire dati che vengono successivamente elaborati e restituiti come informazioni attraverso attività di reporting ambientali (vedi pag. 68, *ARPAV COSA FA*).

fenomeno naturale: l'80-90% del calore del sole resta intrappolato in gran parte nella nostra atmosfera (come se questa fosse una serra), grazie all'anidride carbonica. Questo fenomeno è in sé positivo e contribuisce a mantenere una temperatura che permette la vita sulla Terra. Ma l'attività dell'uomo ha stravolto i delicati equilibri su cui esso si basa. A causa dell'uso di combustibili fossili (petrolio e carbone) vengono immesse nell'atmosfera grandi quantità di anidride

carbonica che amplificano l'effetto serra naturale e provocano un riscaldamento globale del clima. Che sta portando da una parte allo scioglimento dei ghiacciai, delle calotte artiche e al conseguente innalzamento del livello degli oceani. Dall'altra, a un incremento della desertificazione. Con un impatto anche sulla salute umana, come abbiamo scoperto nelle estati particolarmente torride, come quella del 2003.



A sinistra, Jan Bruegel il Vecchio, *I cinque sensi: l'olfatto*; sotto, i clienti di un oxygen bar.



MISURARE... A NASO

Per i nostri antenati preistorici l'olfatto era un senso fondamentale, con il quale riconoscere i nemici e individuare la presenza di sostanze potenzialmente nocive nell'aria. Nei mammiferi, la percezione degli odori avviene tramite la stimolazione di recettori chimici situati nella cavità nasale. Il meccanismo con cui le sostanze odorose stimolano i recettori è ancora poco noto. Non sappiamo, per esempio, se nell'uomo è attivo l'organo vomero-nasale (presente, invece, e molto sensibile in animali come il gatto) che permette di percepire odori sottili, che sfuggono ai recettori della mucosa nasale. Come, ad esempio, i feromoni, che negli animali segnalano le intenzioni aggressive o la disponibilità ad accoppiarsi. L'organo dell'olfatto si adatta rapidamente all'ambiente, per cui anche odori molto intensi dopo un po' non vengono più percepiti. Anche il fumo diminuisce la sensibilità olfattiva.

Tra gli agenti inquinanti oggi vengono inseriti anche i "cattivi odori": sostanze che non sono per forza tossiche, ma possono creare un notevole disturbo, anche a basse concentrazioni. In alcuni casi, poi, gli odori possono essere indicatori di sostanze davvero nocive, come l'ammoniaca e l'acido muriatico (che possono essere presenti anche nelle case) o il fenolo, l'idrogeno solforato e l'acido acetico (caratteristici invece dei siti industriali). Per questo è importante saper utilizzare in modo adeguato l'olfatto, capacità che si è persa in una società che comunica soprattutto attraverso segnali visivi o acustici. La nostra capacità olfattiva può essere misurata, come avviene nel laboratorio di Olfattometria dinamica dell'ARPAV di Vicenza. L'esame può avvenire in due modi. Prima di tutto cercando di capire a quale concentrazione (odore soglia) una certa sostanza viene identificata da

parte di alcuni "esaminatori". In questo caso si parla di olfattometria soggettiva, perché i valori soglia variano da persona a persona e a seconda delle condizioni in cui viene fatto il test, tanto che per ridurre il più possibile queste influenze esterne gli esaminatori devono seguire regole precise di comportamento. Per esempio devono arrivare almeno 15 minuti prima dell'inizio del test per adattare la propria percezione all'ambiente neutro del laboratorio; non devono fumare, mangiare o bere (eccetto l'acqua) nella mezz'ora precedente e non possono partecipare se sono raffreddati. Addirittura, per quel giorno non vanno utilizzati profumi, per non interferire con le percezioni dei compagni. La seconda modalità (olfattometria obiettiva) consiste nel misurare con un elettroencefalogramma le reazioni prodotte da un certo odore sulla corteccia cerebrale.



UN BUCO... NELL'OZONO

Il "buco dell'ozono" è causato dalla diminuzione della concentrazione di ozono stratosferico (O_3) in prossimità dell'Antartide e di altre aree del pianeta. L'assottigliamento dello strato di ozono nella stratosfera, osservato a partire dai primi anni Ottanta, è dovuto in parte a fattori naturali e in parte ad alcuni inquinanti rilasciati nell'atmosfera (soprattutto CFC, cloro-fluoro-carburi, e BFC, bromo-fluoro-carburi). I CFC sono gas molto leggeri, usati nel

passato come propellenti per le bombolette spray di deodoranti, lacche per capelli, profumi, detergenti per uso domestico e insetticidi; questi gas salgono nell'atmosfera accumulandosi tra i 25 e i 30 km di altezza dove demoliscono le molecole di ozono. Analoga azione è svolta dai BFC (bromo-fluoro-carburi) utilizzati negli estintori, dal tetracloruro di carbonio, impiegato come solvente, e dal bromuro di metile, che trova impiego come pesticida in agricoltura.



L'OZONO: BUONO O CATTIVO?

L'ozono "fa bene" o "fa male"? Le notizie sembrano contrastanti: gli scienziati lanciano l'allarme sul cosiddetto "buco nell'ozono". Eppure, quando questo gas è presente nell'aria che respiriamo, produce irritazione alle vie respiratorie e agli occhi. E allora?

Il mistero è svelato. Esistono due tipi di ozono. C'è quello della stratosfera, che svolge una funzione fondamentale. Scherma la Terra dai raggi ultravioletti,

che altrimenti provocherebbero ustioni, danni agli occhi, tumori della pelle; renderebbero gli oceani "brodaglie bollenti" in cui la vita non sarebbe possibile. Per questo il buco nell'ozono, dovuto alle stesse emissioni che amplificano l'effetto serra e alla deforestazione (le piante assorbono anidride carbonica), è un fenomeno preoccupante. Ma quando l'ozono si forma negli strati bassi dell'atmosfera – per effetto dei

Il "buco dell'ozono" riduce l'effetto schermante dai raggi solari delle molecole di ozono con un conseguente aumento dei raggi UV che giungono sulla superficie della terra. L'aumento delle radiazioni ultraviolette (raggi UV) può essere dannoso per la pelle (favorendo lo sviluppo di melanomi), causare una parziale inibizione della fotosintesi delle piante e alterare il fitoplancton che è alla base della catena alimentare marina.

raggi del sole su sostanze inquinanti come gli idrocarburi e gli ossidi di azoto – la sua azione è dannosa. È infatti un gas tossico e può provocare irritazioni e danni permanenti al sistema respiratorio.

Quando i livelli di ozono sono elevati (il livello di attenzione è di 180 microgrammi per centimetri cubi) è una buona norma non uscire nelle ore più calde della giornata.



sapevate che...

Da qualche anno anche in Europa si è diffusa la moda, importata da Giappone e Stati Uniti, degli oxygen bar, locali dove è possibile consumare "cocktail di ossigeno". Ovvero fare inalazioni (tipo aerosol), della durata di circa 10 minuti, di questo gas, arricchito con sostanze profumate e balsamiche. Può essere un'esperienza piace-

vole, ma di certo non serve a salvare i nostri polmoni dai danni dell'inquinamento. I fan di questo trattamento, però, sostengono che aiuti la concentrazione, faccia passare il mal di testa e contribuisca a rinforzare il sistema immunitario. Oltretutto, è possibile scegliere di aromatizzare la propria miscela d'aria.



così si **fa!**

Come l'aria **65**

Chiariamo una cosa. Non può essere il cittadino da solo a risolvere i problemi di **inquinamento**. Però ogni persona deve responsabilizzarsi, anziché pensare che "non è affar suo" o assumere atteggiamenti rinunciatori. In un mondo dove tutto è connesso, dove i fenomeni legati all'inquinamento non conoscono i confini tra gli stati, dove, per usare la suggestiva ipotesi di uno scienziato americano, il battito d'ali di una farfalla in Amazzonia può provocare una tromba d'aria in Texas. A maggior ragione, il comportamento del singolo – sommato a tutti gli altri – può fare la differenza. I cittadini possono anche unirsi e fare pressione sui loro amministratori perché prendano provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico.

Ma la prima cosa da fare è impegnarsi a modificare il proprio stile di vita e renderlo più sostenibile. Non si tratta di limitare la propria libertà ma di collaborare tutti insieme per vivere meglio.

Per limitare le emissioni di anidride carbonica, varie università italiane e svizzere hanno creato il progetto "Impatto Zero".

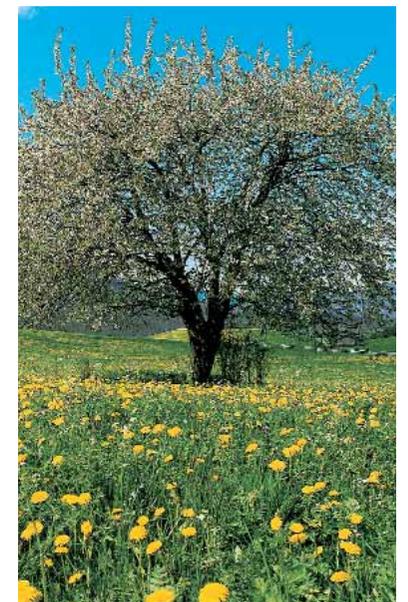
Per preservare la salute dell'ambiente possiamo compiere numerose azioni a partire dalla nostra vita quotidiana.



obiettivo impatto **zero**

Per questo è nato il progetto "Impatto Zero", frutto della collaborazione tra varie università italiane e l'università svizzera di Losanna. L'idea di partenza è compensare le emissioni di anidride carbonica nell'aria. Emissioni di cui tutti siamo responsabili, in misura più o meno grande. "Impatto Zero" insegna a calcolare quanto realmente inquiniamo, per poi riparare in modo costruttivo al danno. Sul sito www.impactozero.it si trova un calcolatore per quantificare questo danno e decidere, su questa base, come impegnarsi per compensare le proprie emissioni. Un esempio pratico, proposto dal sito stesso: una persona che vive con 3 coinquilini, spende 35 euro a bimestre di energia elettrica, 40 al mese di riscaldamento a gas, usa i treni e mezzi di trasporto per un totale di 300 km al mese, produce circa 787 kg di anidride carbonica

all'anno. Tale quantità verrebbe compensata da 1016 metri quadrati di foresta (in Italia o in Costa Rica), per una spesa – tutto sommato sostenibile – di 41 euro. Possono "regalare" chilometri quadrati di foreste aziende, famiglie, singoli cittadini, scuole.





scrittori amici delle foreste

Lo scrittore Mario Rigoni Stern, autore di *Il sergente nella neve* (Einaudi), su invito della Regione Veneto ha scritto una "lettera di valorizzazione della natura" per i ragazzi delle scuole (vedi pagina accanto). Lo scrittore, originario di Asiago e amante della montagna, si sofferma a lungo nella descrizione dei "suoi" boschi. Consapevole del fatto che sono i polmoni verdi della Terra a contrastare l'effetto serra e l'inquinamento atmosferico. Le piante, come abbiamo visto, assorbono anidride carbonica ed emettono ossigeno; inoltre trattengono molte sostanze inquinanti. In città, agiscono come "stabilizzatori termici", abbassando la temperatura d'estate ed evitando le dispersioni di calore d'inverno.

A difendere le foreste hanno pensato anche gli autori che aderiscono al progetto "Scrittori per le foreste" (www.greenpeace.it/scrittori) di Greenpeace. Ne fanno parte, tra gli altri, J.K. Rowling (la creatrice di Harry Potter), Federico Moccia (autore di *Tre metri sopra il cielo*), Isabel Allende, Gunther Grass, Andrea De Carlo, Niccolò Ammaniti...

Tutti si sono impegnati perché i propri libri vengano stampati su carta "amica delle foreste". Ogni anno scompaiono 140 mila chilometri quadrati di foresta tropicale (certo, non solo per ricavarne cellulosa per la carta, ma anche per il legno pregiato o per far posto a pascoli). Gli "scrittori per le foreste" chiedono perciò ai loro editori di stampare i libri su carta riciclata o certificata "Forest Stewardship Council - FSC", un marchio che ne garantisce la provenienza (non foreste abbattute indiscriminatamente ma, per esempio, piante a crescita rapida coltivate appositamente per questo). Inoltre, il marchio attesta che la cellulosa e la carta sono state prodotte nel rispetto dei diritti dei lavoratori.

Sull'esempio di questo progetto, anche noi possiamo fare la raccolta differenziata e riciclare la carta. Riciclare 1000 chilogrammi di giornali salva 17 alberi, produce il 75% in meno di inquinamento dell'aria, fa risparmiare energia sufficiente a rifornire una casa per 6 mesi, evita il consumo di 31.780 litri di acqua. Non ne vale la pena?

L'inquinamento dell'aria e le piogge acide possono danneggiare gravemente le foreste.

Nella pagina accanto, una veduta del Sassolungo, tra i monti più belli delle Dolomiti tanto amate da Mario Rigoni Stern.

Come l'aria 67



UNA LETTERA SULLA NATURA

Ecco alcuni passaggi della lettera con la quale Mario Rigoni Stern invita i ragazzi ad amare la natura.

[...] Vi accompagno a scoprire le montagne, poi le colline, la pianura e la laguna. [...] Ma lo sapete che nel Veneto abbiamo le montagne più belle della Terra? Sono le Dolomiti, e non sono io che lo dico, ma i grandi alpinisti, i viaggiatori, i geologi, i geografi ma anche i pittori e i poeti. [...] Siete ancora ragazzi ma qualcuno di voi, i più forti, sarebbero anche capaci di salire in vetta. Tra qualche anno anche tutti e vi garantisco che vale la fatica. Se la vale! Poi ricorderete quel giorno, o quei giorni, come i più belli della vostra vita per quello che da lassù si vede e che vi porterete dentro: montagne come castelli di favole, vallate, paesi, biancheggiare di vette lontane e città e fiumi, e se il cielo è limpido e l'aria tersa come dopo un temporale, lontano anche il mare dove il cielo si confonde nella curva della terra. [...]

Nel bosco, di solito, prima incontriamo le latifoglie: castagni, faggi, aceri, frassini, roverelle, citisi... Sono alberi che d'autunno perdono le foglie. Questo bosco è vario nei colori e nelle forme degli alberi, anche nel suolo e nella vegetazione del sottobosco: osservate-

lo bene per confrontarlo più su con il bosco di conifere: pecci, abeti, pini, larici, mughli, cirmoli. Le conifere sono alberi antichissimi e sono comparsi sulla terra circa venti milioni di anni fa. Pensate: l'albero ha un ciclo di vita definito nel tempo ma il bosco non muore mai se non viene distrutto da catastrofi o per l'intervento dell'uomo perché di continuo si rinnova naturalmente per disseminazione e crescita, in armonia con le stagioni. In certi luoghi delle nostre Alpi ci sono dei larici che hanno più di duemila anni! Noi che viviamo dentro o attorno a questo paesaggio costruito dal lavoro umano, per abitudine non facciamo caso a queste bellezze, ma se ci fermassimo un poco a considerarle e a pensare ci verrebbe grande stupore. [...] In laguna, invece, andateci in primavera.

Non vi è al mondo altro luogo così immensamente godibile, anche perché lì si capisce come mare e terra, insieme, creino la vita. Torcello, Murano, Burano e pure San Michele in Isola. I colori dell'acqua, la luce, l'aria, l'odore del salso e della terra in amore, la voce degli uccelli, l'ondeggiare delle erbe palustri al soffio dell'aprile, i voli degli uccelli di passo e altro ancora recano all'animo un senso di infinito che si rinnova e fa sempre sperare. Appena ne avete la possibilità, andateci. In silenzio, in piccola brigata e il ricordo di una giornata vi accompagnerà per tutta la vita.

Vostro, Mario Rigoni Stern



sapevate che...

Le fonti di energia oggi più utilizzate, come i combustibili fossili, prima o poi sono destinate a finire. Per questo, da tempo si cerca di sostituire queste fonti "non rinnovabili" con le "energie alternative": solare, eolica, idroelettrica... E se fosse l'idrogeno la fonte di energia del futuro? Come dire, un gas dell'aria che salva... l'aria. L'idrogeno infatti

non inquina, non produce gas di scarico, è virtualmente inesauribile. Il problema semmai è capire da dove ricavarlo in scala industriale senza causare ulteriori fenomeni di inquinamento. L'idrogeno è l'elemento più diffuso sulla Terra: è nell'aria, ma anche, e in quantità maggiore, nell'acqua, costituita da un atomo di ossigeno e due di idrogeno.

A favore della "rivoluzione H" (dove H è il simbolo dell'idrogeno) si è schierato anche l'economista-ecologista Jeremy Rifkin. Esistono già prototipi di auto che funzionano grazie a questo gas: lo immagazzinano in celle a combustibile che producono energia. Lo stesso sistema potrebbe funzionare per fornire calore e illuminazione.

La qualità dell'aria e l'analisi

delle cause principali dell'inquinamento atmosferico costituiscono uno dei problemi ambientali di maggior interesse e attualità. L'ARPAV svolge numerose attività sull'aria di tipo tecnico-scientifico e analitico a supporto di Comuni, Province e Regione, impegnati nelle funzioni di tutela ambientale; realizza inoltre progetti di carattere informativo ed educativo rivolti alla cittadinanza.

Le rilevazioni ambientali, riguardanti parametri chimici e fisici sullo stato dell'aria, vengono effettuate sia attraverso stazioni di rilevamento localizzate nel territorio, veri e propri laboratori automatizzati che in molti casi eseguono la misura del dato in tempo reale, sia a seguito di analisi realizzate nei diversi laboratori dell'Agenzia sui campioni prelevati.



cosa respiriamo

ARPAV, con i Dipartimenti Provinciali e l'Osservatorio Aria, effettua il **monitoraggio della qualità dell'aria** nei capoluoghi di provincia e in altri grossi centri urbani e il controllo delle emissioni da fonti fisse (camini) secondo piani di monitoraggio stabiliti con le Province e i Comuni o specifiche campagne di rilievo.

La rete di rilevamento costituita da centraline fisse e mobili è in grado di fornire dati sui livelli di ozono, biossido di azoto, biossido di zolfo, monossido di carbonio, benzene, benzo(a)pirene, piombo e particolato, PM 10 e PM 2,5. In alcune aree regionali viene inoltre monitorato l'idrogeno solforato.

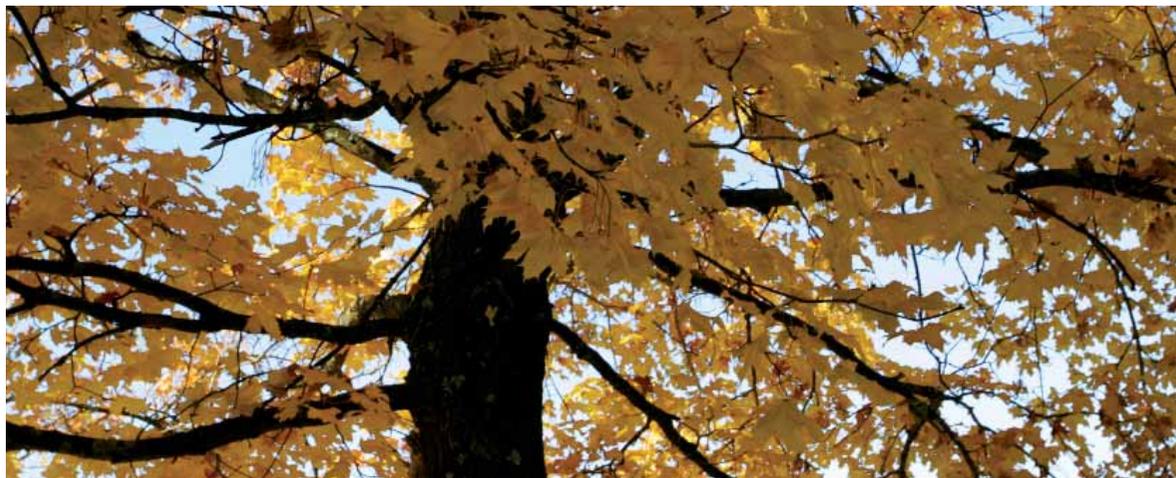
ARPAV dal 2003 esegue il monitoraggio anche di arsenico, nichel, cadmio e mercurio; le analisi su questi parametri, anche se non obbligatorie per legge, sono effettuate per poter disporre di serie storiche utili per poter classificare le varie zone del territorio regionale, secondo diversi regimi di qualità dell'aria. Molti dati, in forma facilmente leggibile anche dai "non addetti ai lavori", sono

resi disponibili ai cittadini nelle pagine del sito web dell'ARPAV all'indirizzo www.arpa.veneto.it, attraverso la pubblicazione di **bollettini** giornalieri o settimanali, **relazioni** periodiche o forniti **"in diretta"** ovvero pubblicati appena il dato è reso disponibile, in tempo reale, dalle apparecchiature poste nelle centraline di rilevamento.

Il **Bollettino della qualità dell'aria**, emesso giornalmente sulla base dei dati validati per ogni provincia, dà informazioni sulla qualità dell'aria; in particolare è possibile conoscere:

- l'ubicazione delle varie stazioni di monitoraggio in ambito urbano;
- la concentrazione dei vari inquinanti analizzati;
- la comparazione del dato rilevato con i limiti di legge;
- il numero di giorni di superamento del valore limite, dal 1° gennaio dell'anno in corso;
- la tendenza dei fenomeni meteorologici con le conseguenti probabili ricadute positive o negative sull'inquinamento.

ARPAV cosa **fa**



Dati in diretta: il sito fornisce dati in tempo reale per tutti gli inquinanti presenti nell'aria dei 7 capoluoghi di provincia del Veneto, con particolare riferimento a PM 10, PM 2,5 e ozono, evidenziando l'andamento delle concentrazioni di inquinante nelle ultime 48 ore per ozono e PM 10 e degli ultimi 10 giorni per il PM 2,5. I dati sono accompagnati da un giudizio sulla qualità dell'aria. I valori di concentrazione dell'ozono, fortemente dipendenti dalle condizioni climatiche, sono descritti nel *Bollettino Meteo Ozono Veneto*, con previsioni relative al livello dell'inquinante nella regione.

Pollini: ARPAV effettua il monitoraggio dei pollini allergenici aerodispersi, da metà gennaio a metà novembre, con cadenza settimanale. I dati sono rilevati da stazioni captaspore meccaniche installate presso presidi ospedalieri o sedi di amministrazioni pubbliche, a copertura dell'intero territorio veneto. La presenza di polline, in aria, viene espressa in concentrazione giornaliera di granuli di polline per metro cubo di aria. Ogni settimana vengono emessi bollettini di sintesi, integrati dal commento del medico allergologo, visibili sul sito www.arpa.veneto.it nella sezione Aria. I dati delle stazioni capoluogo di provincia sono disponibili anche nel sito nazionale della Rete di Monitoraggio Aerobiologico: <http://rima.siaq.it>.

Odori: presso il Dipartimento Provinciale ARPAV di Vicenza è in funzione il Laboratorio di Olfattometria Dinamica, dedicato alla determinazione degli odori. La metodica utilizzata è regolata dalla Norma UNI EN 13725:2004 che prevede, in seguito al campionamento del gas odorigeno, un'analisi con l'impiego di un olfattometro e di un gruppo di esaminatori opportunamente selezionati ed addestrati.

Relazioni e altri documenti sono reperibili nelle pagine dedicate al tema aria del sito di ARPAV, tra queste si segnalano:

- relazione regionale della qualità dell'aria pubblicata a cadenza annuale;
- relazioni annuali o periodiche di Province e Comuni sulla qualità dell'aria;
- rapporti sulla presenza di particolari inquinanti in diversi ambiti regionali;
- rapporti su eventi accidentali che hanno influito sulla qualità dell'aria.

Il radar meteorologico ARPAV di Monte Grande, Teolo (Pd).
A pagina 67, un laboratorio mobile ARPAV per il monitoraggio della qualità dell'aria. Alla pagina seguente: copertura radar del Veneto.



che tempo fa

Il Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio di ARPAV coordina, attraverso il Centro Meteorologico di Teolo (PD) e il Centro Valanghe di Arabba (BL) un sistema integrato per il monitoraggio dei fenomeni meteorologici attraverso la misurazione di diversi parametri (temperatura, precipitazioni, direzione e intensità venti, umidità relativa, ecc.) e l'acquisizione ed elaborazione di informazioni da radar meteorologico e da satellite. Le informazioni prodotte dal sistema vengono utilizzate per diverse finalità che includono le previsioni meteorologiche a scala locale, il supporto alle strutture di Protezione civile in occasione di eventi meteo intensi, la produzione di informazioni agrometeorologiche a supporto delle attività agricole, lo sviluppo di progetti di ricerca. Il Centro Valanghe di Arabba, in particolare, partecipa a progetti internazionali che hanno per obiettivo lo studio dei cambiamenti climatici a livello planetario (Programma Nazionale di Ricerche in Antartide, Progetto Strategico Artico). Le informazioni prodotte dalla rete di

rilevamento meteorologica consentono inoltre di disporre di una grande quantità di dati storici utili per seguire l'evoluzione dei cambiamenti climatici. Il sistema di monitoraggio è costituito da una rete di 200 stazioni automatiche che coprono l'intero territorio regionale. Le stazioni sono di tipo meteorologico (rilevano temperatura, precipitazioni, direzione ed intensità dei venti, umidità relativa, etc.), idrologico (registrano informazioni sulle portate idriche dei corsi d'acqua), agrometeorologico (acquisiscono anche dati di interesse agronomico), nivometeorologico (alcune, in territorio montano, registrano informazioni relative al manto nevoso). I dati vengono trasmessi in tempo reale, alla centrale di acquisizione che raccoglie ed elabora le informazioni.

I dati meteorologici elaborati da ARPAV sono disponibili sulle pagine web; è possibile ricevere nella propria casella

di posta elettronica, facendone richiesta, diversi bollettini e documenti informativi tra cui:

- **Bollettino Meteo Regionale** con previsioni meteorologiche per l'intero territorio regionale;
- **Dolomiti Meteo** con previsioni meteorologiche relative all'arco alpino veneto;
- **Dolomiti Neve e Valanghe**, con previsioni relative alla probabilità del verificarsi di tali eventi;
- **I bollettini Meteo Spiagge e Meteo Garda** con previsioni meteo specifiche per aree della regione di rilevante interesse turistico; entrambi i bollettini, emessi nel periodo estivo, sono disponibili anche in lingua inglese e tedesca;
- **Adriamet**, fornisce previsioni utili per chi naviga in Adriatico;
- **Agrometeo...informa** con dati e informazioni di tipo agroclimatico e territoriale, utili per l'attività agricola.

aria e agenti fisici

ARPAV con i Dipartimenti Provinciali e l'Osservatorio Regionale Agenti Fisici si occupa di altre tematiche inerenti gli agenti fisici di inquinamento ambientale che si trasmettono attraverso l'aria e in particolare di:

- **Radiazioni non ionizzanti;**
- **Radiazioni ionizzanti;**

- **Rumore;**
- **Inquinamento luminoso;**
- **Radon.**

Le attività specifiche su queste tematiche possono essere approfondite sul sito internet dell'Agenzia alle pagine Temi ambientali/Agenti fisici.

informazione ed educazione ambientale

La promozione di attività di informazione ed educazione ambientale dei cittadini è una delle funzioni istituzionali che ARPAV svolge attraverso il Settore per la Prevenzione e la Comunicazione Ambientale, in collaborazione con le altre strutture dell'Agenzia, con Enti pubblici, associazioni e cooperative, che operano in campo ambientale. L'obiettivo che ARPAV persegue è, da un lato, quello di offrire al cittadino una informazione chiara e il più possibile completa sui principali temi ambientali, utilizzando un linguaggio comprensibile e dall'altro di sviluppare percorsi educativi più articolati per ragazzi e adulti, dove la questione "ambientale" si fonda e integra con gli aspetti sociali della convivenza civile e del rispetto per il prossimo, che sono i fondamenti su cui realizzare un futuro sostenibile per la nostra società.

Il tema dell'aria - legato alle grandi emergenze ambientali rappresentate dall'inquinamento atmosferico e dai cambiamenti climatici - è oggetto di diverse attività informative ed educati-

ve, volte a stimolare nei ragazzi e negli adulti il senso di responsabilità individuale e collettiva, il rispetto e la cura per l'ambiente e per gli "altri", partendo dalla semplice considerazione che l'aria è un bene di tutti ma che può essere seriamente compromesso dall'azione di pochi.

Tutte le informazioni sui progetti realizzati sono reperibili nella sezione del sito ARPAV dedicata all'Educazione per la Sostenibilità.

Sul tema dell'inquinamento atmosferico sono stati realizzati alcuni progetti in particolare:

- **FLEPY**, rivolto a bambini della scuola dell'infanzia e dei primi due anni delle scuole elementari, un progetto comunitario di educazione ambientale ideato per accrescere la loro sensibilità e la loro conoscenza delle problematiche ambientali, in particolar modo quelle legate all'inquinamento dell'acqua e dell'aria.

Il progetto è stato finanziato dalla DG Ambiente della Commissione



Una scena dello spettacolo teatrale "La fabbrica delle farfalle"

Europea, e diffuso in molti Paesi europei. L'adattamento e la traduzione in italiano sono stati curati dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici (APAT) che opera a livello nazionale; ARPAV ha curato la promozione e la distribuzione in tutte le scuole del Veneto.

Il kit educativo Flepy comprende vari materiali didattici, tra cui le storie di "Flepy e l'acqua" e "Flepy e l'aria", un manuale per gli educatori, una videocassetta ed un gioco, adesivi, poster ed un peluche burattino con il personaggio di Flepy.

- **TUTTI PER ARIA**, rivolto ai ragazzi della scuola elementare e della scuola media inferiore e realizzato per stimolare i bambini a prendere coscienza dell'ambiente in cui vivono e a seguire comportamenti corretti e responsabili. Il progetto ha voluto inoltre sensibilizzare gli insegnanti sul problema dell'inquinamento atmosferico affinché prevedano, all'interno dei programmi didattici, momenti di informazione, educazione e formazione sul tema. Il teatro è stato usato come stru-

mento per mostrarne le potenzialità educative e informative nel trattamento delle tematiche ambientali.

In tutti i sette capoluoghi di provincia è stato presentato uno spettacolo dal titolo "La fabbrica delle farfalle" liberamente tratto dal racconto omonimo di Gioconda Belli pubblicato dalle edizioni E/O. E' stato inoltre realizzato un cd con un percorso didattico per insegnanti per svolgere attività in classe sul tema dell'inquinamento atmosferico.

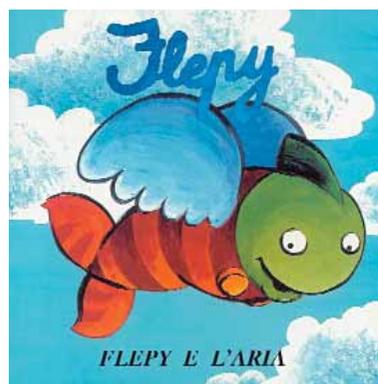
- **RIBELLI PER NATURA**, è un progetto realizzato da ARPAV rivolto ai ragazzi per sensibilizzarli al consumo responsabile e allo sviluppo sostenibile, nella convinzione che la naturale ribellione, propria degli adolescenti, si possa trasformare in energia da spendere in azioni e

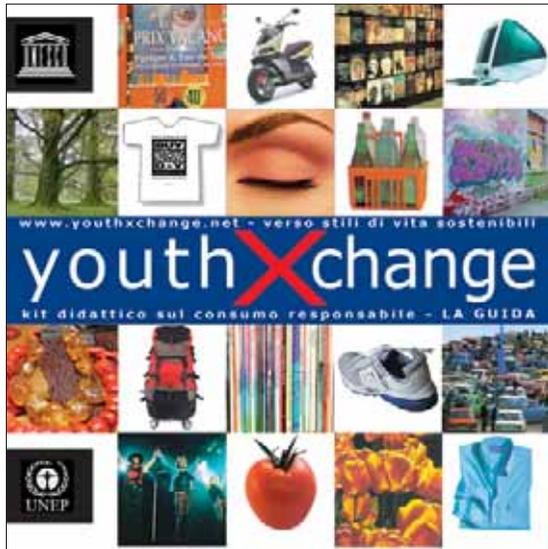
comportamenti sostenibili per l'ambiente, considerato nel suo significato più ampio.

L'iniziativa si propone di applicare la metodologia della 'Peer education' ai contenuti del progetto UNEP-UNESCO YouthXChange: un kit didattico sul consumo responsabile, costituito da una guida e da un sito web, che risponde al bisogno di una informazione affidabile e chiara sulle possibilità di condurre uno stile di vita quotidiana sostenibile, attraverso un messaggio che non è di rinuncia, ma di adesione consapevole.

La guida YouthXChange, pubblicata ad oggi in 12 lingue, è stata tradotta in italiano da ARPAV che ne ha elaborato ed integrato i contenuti con riferimenti alla realtà regionale ed italiana.

Al progetto, promosso nell'autunno del 2006 in diversi istituti scolastici della Regione Veneto, sono dedicate cinque trasmissioni televisive prodotte da RAI Educational - Fuoriclasse Canale Scuola Lavoro - in collaborazione con ARPAV, in cui sono presentate esperienze, attività, riflessioni fatte dai ragazzi. I temi affrontati sono vari, tra questi l'inquinamento atmosferico,





l'energia e i cambiamenti climatici, il turismo sostenibile, la biodiversità, la risorsa acqua, l'equità sociale, la convivenza civile; tutte questioni che animano l'acceso dibattito internazionale sulla sostenibilità del pianeta.

Ciascuna puntata raccoglie le esperienze realizzate, con l'ambizione e la speranza che il senso di responsabilità e il rispetto verso gli altri e l'ambiente, dimostrato da questi giovani, possa diventare "contagioso".

Le trasmissioni sono state raccolte in due DVD che saranno duplicati e distribuiti a scuole e insegnanti e ai ragazzi protagonisti.

ARPAV completa l'informazione attraverso il proprio sito web con la realizzazione di opuscoli e brochures informative, a disposizione dei cittadini che ne fanno richiesta o scaricabili dal sito. Il tema dell'aria è stato affrontato in diverse pubblicazioni della collana **"A proposito di..."** dedicate con numeri monografici ai cambiamenti climatici, alle polveri, all'ozono, al benzene, ai pollini, al radon, all'energia, all'agrometeorologia ecc.

Ulteriori informazioni sui rischi ambien-

tali connessi all'inquinamento atmosferico possono essere reperite nella pubblicazione **"Dall'amianto alla zanzara"** che contiene un glossario di 229 termini ambientali e 45 schede di approfondimento su diversi rischi ambientali con evidenziate le principali cause, i problemi per la salute dell'uomo e l'ambiente, la normativa, gli enti preposti al controllo, le misure preventive che possono essere adottate, anche dal comune cittadino, per ridurre gli effetti.



indirizzi utili delle sedi **ARPAV**

Direzione Generale

Via Matteotti, 27
35137 Padova Italy
Tel. 049-8239341 Fax 049-660966
e-mail: dg@arpa.veneto.it

Direzione Area Tecnico-Scientifica - Area Ricerca e Informazione

Piazzale Stazione, 1
35131 Padova Italy
Tel. 049-8767610/633
Fax 049-8767670
e-mail: ats@arpa.veneto.it -
ari@arpa.veneto.it

Settore per la Prevenzione e la Comunicazione Ambientale

P.le stazione, 1
35131 Padova, Italy
Tel. 049-8767644 Fax 049-8767682
e-mail: dsiea@arpa.veneto.it

Dipartimento Regionale ARPAV per la Sicurezza del Territorio

Via del Candèl, 65
32100 Belluno Italy
Tel. 0437-098211 Fax 0437-098200
e-mail: dst@arpa.veneto.it

Servizio Centro Meteorologico Teolo

Via Marconi, 55
35037 Teolo (Pd)
Tel. 049-9998111 Fax 049-9925622
e-mail: cmt@arpa.veneto.it

Servizio Centro Valanghe Arabba

Via Pradat, 5
32020 Arabba di Livinallongo (BL)
Tel. 0436-755711 Fax 0436-79319
e-mail: cva@arpa.veneto.it

Dipartimento Regionale ARPAV Laboratori

Via Dominutti, 8
37135 Verona Italy
Tel. 045-8016905 Fax 045-8016600
e-mail: dl@arpa.veneto.it

DIPARTIMENTI PROVINCIALI Dipartimento Provinciale ARPAV di Belluno

Via F. Tomea, 5
32100 Belluno Italy
Tel. 0437-935500 Fax 0437-30340
e-mail: dapbl@arpa.veneto.it

Dipartimento Provinciale ARPAV di Padova

Via Ospedale, 22
35121 Padova Italy
Tel. 049-8227801 Fax 049-8227810
e-mail: dappd@arpa.veneto.it

Servizio Osservatorio Aria

Via Lissa, 6
30171 Venezia Mestre Italy
Tel. 041-5445546 Fax 041-5445500
e-mail: orar@arpa.veneto.it

Dipartimento Provinciale ARPAV di Rovigo

Viale Porta Po, 87
45100 Rovigo Italy
Tel. 0425-473211 Fax 0425-473201
e-mail: dapro@arpa.veneto.it



indirizzi utili delle sedi **ARPAV**

Dipartimento Provinciale ARPAV di Treviso

Viale Trento e Trieste, 27/a
31100 Treviso Italy
Tel. 0422-558515 Fax 0422-558516
e-mail: daptv@arpa.veneto.it

Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona

Via A. Dominutti, 8
37135 Verona Italy
Tel. 045-8016906 Fax 045-8016700
e-mail: dapvr@arpa.veneto.it

Servizio Osservatorio Suolo e Rifiuti

Via Baciocchi, 9
31033 Castelfranco Veneto (TV) Italy
Tel. 0423-422311 Fax 0423-720388
e-mail: sosr@arpa.veneto.it

Servizio Osservatorio Agenti Fisici

Via A. Dominutti, 8
37135 Verona Italy
Tel. 045-8016907 Fax 045-8016777
e-mail: oraf@arpa.veneto.it

Dipartimento Provinciale ARPAV di Venezia

Via Lissa, 6
30171 Venezia Mestre Italy
Tel. 041-5445511 Fax 041-5445500
e-mail: dapve@arpa.veneto.it

Dipartimento Provinciale ARPAV di Vicenza

Via Spalato, 16
36100 Vicenza Italy
Tel. 0444-217317 Fax 0444-217347
e-mail: dapvi@arpa.veneto.it

Servizio Rischio Industriale e Bonifiche

Via Lissa, 6
30171 Venezia Mestre Italy
Tel. 041-5445686 Fax 041-5445500
e-mail: dapve@arpa.veneto.it

Servizio Industrie chimico conciarie - Olfattometria

Via Spalato, 16
36100 Vicenza Italy
Tel. 0444-453217 Fax 0444-457596
e-mail: dapvi@arpa.veneto.it

per saperne di **più**

Le citazioni sono tratte da:

Dante Alighieri, "La Divina Commedia – Inferno" (Mondadori, 2005)

Dante Alighieri, "La Divina Commedia – Purgatorio" (Mondadori, 2005)

Dante Alighieri, "La Divina Commedia – Paradiso" (Mondadori, 2005)

Cecco Angiolieri, "Rime" (Biblioteca Universale Rizzoli, 1975)

ARPAV, "Proverbi meteorologici veneti" (ARPAV, 2000)

Italo Calvino, "Ultimo viene il corvo" (Mondadori, 2002)

Samuel Coleridge, "The Rime of the Ancient Mariner – La ballata del vecchio marinaio" (Mursia, 2005)

Khaled Hosseini, "Il cacciatore di aquiloni" (Piemme, 2006)

Eugenio Montale, "Ossi di seppia" (Mondadori, 2003)

Giovanni Pascoli, "Primi poemetti" (Guanda, 2005)

William Shakespeare, "La tempesta" (Marsilio, 2006)

Sitografia

www.arpa.veneto.it

Sito dell'Agenzia regionale protezione ambiente del Veneto

www.apat.it

Sito dell'Agenzia nazionale ambiente e territorio, che opera a livello italiano

www.epicentro.it

Sito dell'Istituto superiore di sanità, che si occupa, tra l'altro, delle interazioni tra ambiente e salute

www.globalchange.org

Organizzazione che studia i cambiamenti climatici globali

www.iaa.cnr.it

Sito dell'Istituto per l'inquinamento e l'atmosfera del Consiglio nazionale per le ricerche

www.minambiente.it

Sito del nostro ministero per l'Ambiente

www.ministerosalute.it

Sito del nostro ministero della Salute

www.greenpeace.org/italy

Sito italiano dell'organizzazione internazionale Greenpeace

www.impactozero.it

Sito del progetto "Impatto Zero"

www.greenpeace.it/scrittori/

Pagina Web del progetto "Scrittori per le foreste"

www.eduspace.esa.int, <http://reports.eea.eu.int>

Due siti dedicati all'ozono

www.apat.it/sit/it-IT/temi,

www.unipv.it/safety/norme/626/indoor.pdf,

www.sinanet.apat.it/INDOOR/

Siti e documenti sull'inquinamento indoor

Settore per la Prevenzione
e la Comunicazione Ambientale
U. O. Educazione Ambientale
e Protezione della Natura
Piazzale Stazione, 1
35131 Padova
Italy
Tel. +39 049 876 76 44
Fax +39 049 876 76 82
E-mail: dsiea@arpa.veneto.it

Stampa: Centrooffset Srl Mestrino (PD)
Stampato su carta Ecolabel Dalum Cyclus Print

Finito di stampare nel mese di novembre 2007

La presente pubblicazione rientra tra le iniziative della "Settimana dell'Educazione allo Sviluppo Sostenibile" 5-11 novembre 2007, promossa e patrocinata dalla Commissione Nazionale Italiana UNESCO, dedicata al tema "Att ai cambiamenti climatici. Riduciamo la CO2".

