

C ... COME CAMBIAMENTI CLIMATICI

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



I quaderni dell'Arpa Lazio

ARPA Lazio

Divisione polo didattico

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

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

www.arpalazio.it

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

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Testi e grafica a cura di La Lumaca e Achabgroup

Stampato su carta ecologica sbiancata senza uso di cloro

Finito di stampare a ottobre 2007

INDICE

Premessa	4
Arancia blu	5
L'atmosfera	5
Che tempo fa oggi?	5
Il clima sta cambiando	6
I gas serra	8
Le conseguenze del cambiamento climatico	9
Impatti ambientali dei cambiamenti climatici	13
Star bene insieme	16
Bricchi e alambicchi	17
Spigolature	19
Rompicapo	20
Grandi e piccoli protagonisti	23
Verifica	25
Glossario	27
Per saperne di più: bibliografia, sitografia, film da vedere	28
Appunti	31

PREMESSA

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

I cambiamenti climatici costituiscono un problema di grande attualità; è sufficiente ascoltare un notiziario o leggere un giornale perchè, quasi quotidianamente, si senta parlare di questo tema, del surriscaldamento del pianeta e degli eventi atmosferici estremi che ne flagellano intere zone. Da quando esiste la Terra i cambiamenti climatici si sono sempre verificati ma attualmente, in seguito alle attività dell'uomo, avvengono molto più rapidamente. Il clima sta, infatti, modificandosi a causa del modo in cui produciamo ed utilizziamo l'energia per generare la corrente elettrica, per riscaldare le nostre case, per far funzionare i mezzi di trasporto, per le attività industriali. Per questo se si modificano molti nostri atteggiamenti, è possibile ottenere significativi miglioramenti della salute del pianeta.

Ogni singola persona può e deve dare il suo contributo piccolo ma fondamentale, al fine di evitare che il nostro pianeta, anche solo fra pochi decenni, sia molto diverso da ora.

Questo manuale vuole essere di supporto al percorso educativo verso la conoscenza del problema e la modifica dei comportamenti, nella consapevolezza che, quanto più un percorso è interdisciplinare, tanto più ha valenza didattica, le sue varie sezioni cercheranno di coinvolgere diverse materie curriculari. Le sezioni non costruiscono un percorso rigido, ma forniscono delle direttrici flessibili che il docente potrà percorrere insieme alla sua classe adattandole alle diverse situazioni e agli obiettivi che si è prefissato.

"... Il genere umano sta conducendo un gigantesco esperimento geofisico, inimmaginabile in passato e irripetibile nel futuro: nel giro di qualche secolo immetteremo nell'atmosfera e negli oceani, tutto il carbonio organico immagazzinato nei sedimenti durante centinaia di milioni di anni" ¹

Revelle e Suess, 1957

¹ R. Revelle, H. Suess, *Carbon dioxide exchange between atmosphere and ocean and the question of an increase of atmospheric CO₂ during the past decades* in "Tellus", 9, (1957), pp. 18-27

ARANCIA BLU

Vista dallo spazio Gea (o Gaia), la Terra ha l'aspetto di una enorme "arancia blu", ed è per questo che viene, a volte, definita il "pianeta azzurro". Ciò è dovuto in parte all'estensione degli oceani (circa i 2/3 della superficie del pianeta) e in parte alla presenza dell'atmosfera, la sottile pellicola che avvolge e protegge la Terra. Si parla di pellicola in quanto, se paragonata alle dimensioni della sfera terrestre o, addirittura, agli spazi interplanetari, l'atmosfera appare impalpabile; eppure è di fondamentale importanza per la conservazione della vita.

Per fare un paragone, se la Terra fosse una mela, l'atmosfera sarebbe sottile come la sua buccia, ma molto più vulnerabile!

L'ATMOSFERA

L'atmosfera è composta da diversi gas: 78% di azoto, 21% di ossigeno, 1% di argon e altri gas, tra cui il biossido di carbonio (comunemente chiamato anidride carbonica) presente nella percentuale dello 0,035%, una concentrazione apparentemente bassa ma in continuo aumento.

L'atmosfera si estende per alcune centinaia di chilometri sopra la superficie terrestre, divenendo via via più rarefatta, fino a sfumare nello spazio.

L'atmosfera è stratificata in 5 zone principali che avvolgono la Terra.

Partendo dal basso si incontrano:

- **Troposfera:** si estende fino ad un'altezza di 10-12 Km, è la zona in cui è presente la maggiore concentrazione di vapore acqueo e, pertanto, dove si sviluppano e hanno sede quasi tutti i fenomeni meteorologici. Nella troposfera la temperatura decresce fino a -50°C;
- **Stratosfera:** si estende dalla troposfera fino ad un'altezza di 50 Km. Al suo interno è presente lo "scudo" gassoso di ozono (ora in parte eroso) che assorbe i raggi ultravioletti provenienti dal sole, impedendo loro di raggiungere la Terra e provocare danni agli esseri viventi; nella stratosfera la temperatura risale fino circa a 0°C;
- **Mesosfera:** si estende dalla stratosfera fino a 75-80 Km e in essa la temperatura torna a decrescere fino a quasi -100°C;
- **Termosfera:** si estende dalla mesosfera fino a 190 km e la temperatura sale fino ad alcune centinaia di gradi;
- **Esosfera:** oltre la termosfera i gas diventano molto rarefatti e l'atmosfera, dopo l'evanescente fascia dell'esosfera, sfuma negli spazi interplanetari.

CHE TEMPO FA OGGI?

Molto spesso i termini "**clima**" e "**tempo**" vengono utilizzati come sinonimi anche se in realtà hanno significati ben diversi.

Il **tempo** è l'insieme degli elementi meteorologici che caratterizzano l'atmosfera in un preciso istante (basta guardare fuori dalla finestra per vedere il tempo che fa oggi).

Il **clima** indica, invece, l'andamento medio del tempo rilevato in una determinata regione in un periodo di almeno 30 anni.

Perché proprio 30 anni? L'Organizzazione Meteorologica Mondiale ha scelto questo lasso di tempo perché l'estrema variabilità dei parametri meteorologici potrebbe fornire dati poco rappresentativi in un intervallo di tempo inferiore; nell'arco di 10 anni, per esempio, i dati sarebbero troppo influenzati da anomalie quali un

anno particolarmente piovoso o siccitoso, caldo o freddo.

In un periodo più lungo, come ad esempio 100 anni, entrerebbero in gioco altri fattori quali le normali variazioni climatiche.

Il clima varia da zona a zona e varia nel tempo, considerando sia il medio che il lungo termine (le ere glaciali si sono ripetute con frequenze di alcune decine di migliaia di anni). Il clima, quindi, non è costante ma è caratterizzato da una certa **variabilità climatica**. Quando, però, esso varia troppo velocemente, allora si parla di **cambiamenti climatici** e, poiché essi si manifestano su scala planetaria, si è soliti parlare di cambiamento globale o *global change*.

IL CLIMA STA CAMBIANDO

Il clima sulla Terra da sempre subisce dei normali cambiamenti e lo farà anche in futuro. Questi cambiamenti sono dovuti ai minimi mutamenti della radiazione solare, all'orbita terrestre, ad eruzioni vulcaniche che possono avvolgere il pianeta con polveri che riflettono il calore verso lo spazio, ma anche a variazioni del sistema climatico in sé. L'aumento della temperatura media è, però, ormai un dato di fatto: negli ultimi 100 anni questo incremento è dell'ordine di 0,6°C su scala globale e di 1°C in Europa. Secondo la NASA, gli ultimi 10 anni sono stati i più caldi degli ultimi 1000 anni.

Non a caso, infatti, i 5 anni più caldi sono stati:

1) 2005 2) 1998 3) 2002 4) 2003 5) 2004

Ancora più preoccupanti sono le proiezioni future: secondo l'**International Panel on Climate Change (IPCC)**² si prevedono incrementi da 1,4°C a 5,8°C nei prossimi 100 anni, con conseguenze devastanti per l'intero ecosistema. Possono, infatti, sembrare differenze minime, ma in realtà non lo sono, come risulta evidente, se si considera che 11.500 anni fa, durante l'ultima era glaciale, la temperatura media globale era di soli 5°C inferiore a quella attuale: in quel periodo gran parte dell'Europa era ricoperta da ghiaccio.

Questo cambiamento climatico sta già avendo conseguenze tangibili su scala mondiale, quali innalzamento della temperatura con conseguente scioglimento dei ghiacci polari e aumento del livello dei mari, incendi diffusi e aumento dei fenomeni meteorologici estremi quali cicloni e uragani.

Nonostante siano state universalmente riconosciute fonti antropogeniche delle variazioni del clima, è tuttora incerto in quale misura esse contribuiscano al cambiamento climatico. Mentre la quasi totalità del mondo scientifico è concorde su alcuni fenomeni, quali, ad esempio, l'aumento della temperatura a livello globale, esistono ancora pareri discordanti sulle conseguenze (scioglimento dei ghiacciai, uragani ecc).

QUALI SONO LE CAUSE?

La Terra riceve calore dal Sole. Quando la temperatura della superficie terrestre aumenta, il calore si diffonde nell'atmosfera sotto forma di raggi infrarossi; una parte di questi raggi viene trattenuta dai **gas serra naturali** (essenzialmente vapore acqueo, anidride carbonica, metano, ozono, ossidi di azoto). Senza questo **effetto serra naturale** la temperatura media della Terra oscillerebbe attorno ai -18°C contro i +15°C attuali; in particolare sarebbe rovente di giorno e gelida di notte. Il nostro pianeta avrebbe lo stesso aspetto che aveva 600 milioni di anni fa, quello di una enorme palla di ghiaccio, la *snow ball hearth*, sulla quale la vita sarebbe

² organismo internazionale istituito nel 1998 dalle Nazioni Unite senza poteri vincolanti, composto da un gruppo permanente di consultazione scientifica con l'incarico di monitorare l'evoluzione del clima e indicare gli strumenti tecnici, economici e sociali migliori per un'eventuale azione umana

impossibile. Pensiamo, ad esempio, alla situazione di alcuni pianeti del sistema solare: su Marte, l'atmosfera è ridotta ad un sottilissimo strato, l'effetto serra naturale è minimo e la temperatura media è di -50°C ; su Venere, invece, l'effetto serra è molto forte e, infatti, la temperatura media è di circa 400°C e in costante aumento.

I problemi insorgono quando all'effetto serra naturale si sommano gli effetti legati a forzature esterne di origine antropica, quali, ad esempio, l'immissione in atmosfera di grandi concentrazioni di gas serra o il forte fenomeno di disboscamento che l'uomo mette in atto in tutto il globo pur sapendo che i vegetali sono dei grandi consumatori di CO_2 .

Specialmente per il biossido di carbonio, l'uomo è responsabile di massicce immissioni in atmosfera: basti pensare che la CO_2 è originata da qualsiasi combustione, dal riscaldamento domestico all'utilizzo della benzina per fornire energia ai mezzi di trasporto. Dall'inizio della rivoluzione industriale, la concentrazione di anidride carbonica è cresciuta del 30%, quella del metano si è duplicata e quella dell'ossido di azoto è aumentata del 15%. Questi gas hanno raggiunto livelli di concentrazione più alti che in qualunque altro periodo storico per il quale gli scienziati abbiano ricostruito la composizione dell'atmosfera.

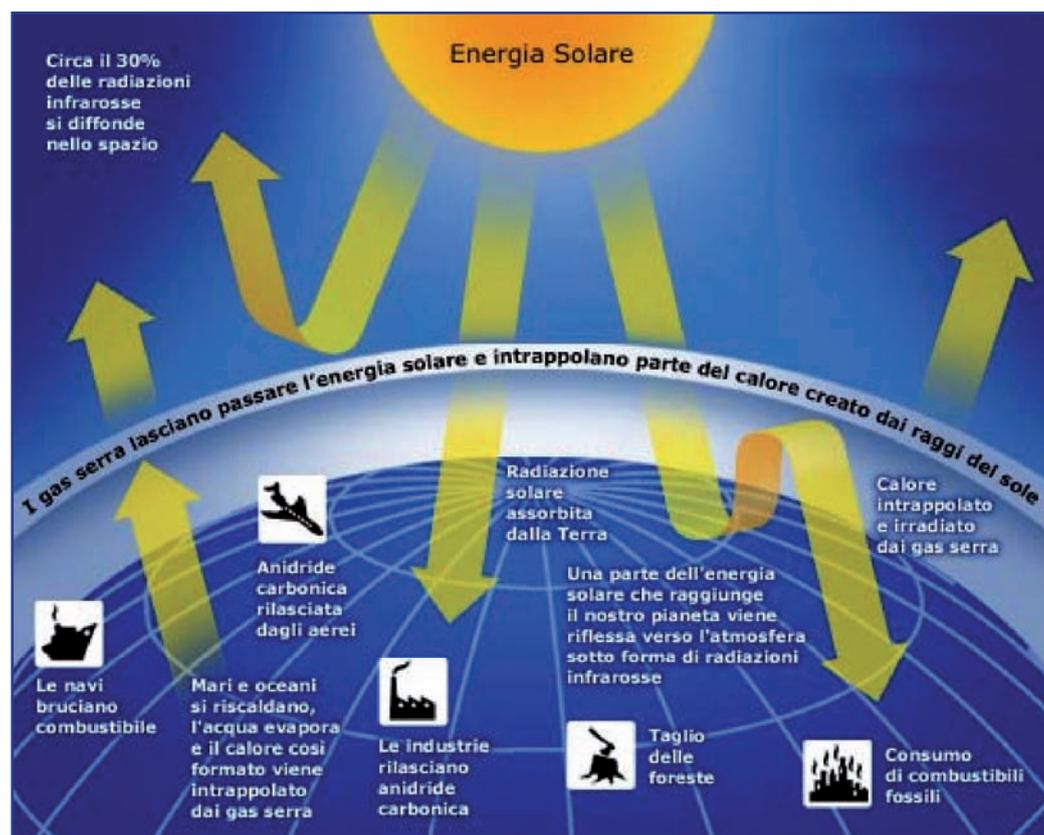
Gran parte dell'energia viene ricavata dalla combustione del petrolio nelle centrali termiche; ogni attività umana che richieda l'utilizzo di energia elettrica derivante da oli combustibili produce ossido di carbonio nella misura di **0,69 Kg per ogni KWh**.

Ne consegue che la nostra società immette quantitativi sconcertanti di CO_2 in atmosfera. Vediamo alcuni dati.

NAZIONE	CO_2 IMMESSA (tonnellate)	VALORE PRO CAPITE (tonnellate)
Italia	424.000.000	7
U.S.A.	5.220.000.000	19

Immissione annua di CO_2 in atmosfera (IPPC, 2001)

Il surriscaldamento supplementare di origine antropica del pianeta viene definito **effetto serra accelerato**.



I GAS SERRA

La concentrazione dei gas nell'atmosfera si misura in **parti per milione (ppm) o parti per miliardo (ppb)**; 1 ppm indica che c'è una molecola di quel particolare gas su un milione di molecole di altri gas. Per avere un riferimento quantitativo concreto si pensi che dall'inizio della rivoluzione industriale la sola concentrazione di anidride carbonica è passata da **280 a 360 ppm**. Dal momento, poi, che i diversi gas serra hanno una capacità di assorbire le radiazioni variabile da gas a gas, si è introdotto il concetto di **potenziale di riscaldamento globale (GWP = global warming potential)** per cui tutti i gas vengono paragonati al biossido di carbonio al quale viene assegnato il potenziale 1.

I gas ad effetto serra sono i seguenti:

- **Vapore acqueo**: è il principale gas ad effetto serra, responsabile dei due terzi dell'effetto serra naturale, ed è parte del "ciclo dell'acqua". Non deriva dalle attività antropiche, tuttavia, essendo l'aria calda in grado di assorbire una maggiore quantità di umidità, le temperature in aumento intensificano ulteriormente il cambiamento climatico.

- **Anidride carbonica**: è responsabile del 65% dell'effetto serra accelerato e nei Paesi industrializzati rappresenta oltre l'80% delle emissioni di gas serra. Come il vapore acqueo rientra nel ciclo dell'acqua, così l'anidride carbonica è parte del ciclo del carbonio. Le piante, attraverso il processo della fotosintesi clorofilliana, assorbono CO₂ dall'atmosfera, utilizzando il carbonio presente nella molecola per la costruzione dei loro tessuti e restituendolo poi alla loro morte nei processi di decomposizione. Anche il corpo degli animali, uomo compreso, contiene carbonio, proveniente dai vegetali di cui si sono nutriti; carbonio che torna all'atmosfera attraverso la respirazione e dopo la morte, con la decomposizione. I combustibili fossili, come carbone e petrolio, sono così ricchi di carbonio perché hanno questa origine; il carbone deriva dalle foreste seppellite, mentre il petrolio dagli organismi marini decomposti.

Effettuando dei carotaggi (prelievi di campioni di ghiaccio) nelle calotte dell'antartico, i ricercatori hanno scoperto, grazie alle bolle d'aria contenute nel ghiaccio formatosi migliaia di anni fa, che le attuali concentrazioni atmosferiche di CO₂ sono tra le più alte degli ultimi 650.000 anni. In particolare, mentre nei 10.000 anni antecedenti alla rivoluzione industriale l'anidride carbonica ha subito variazioni massime del 10%, dal XIX secolo in poi questa variazione si attesta intorno al 30%, aumento dovuto in primo luogo all'enorme impiego di combustibili fossili.

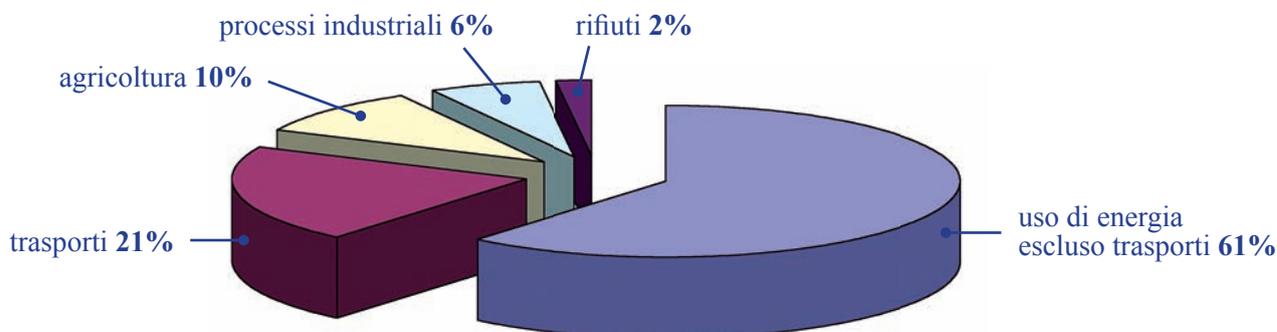
La CO₂ può rimanere nell'atmosfera per un periodo che varia tra i 50 e i 200 anni prima di ritornare al suolo.

- **Metano (CH₄)**: viene considerato il secondo gas responsabile dell'effetto serra dopo l'anidride carbonica: la sua concentrazione, infatti, si è raddoppiata dopo la rivoluzione industriale. Il metano viene prodotto dall'azione dei batteri che si nutrono di materie organiche in condizioni di assenza di ossigeno e viene rilasciato da varie fonti, sia naturali che antropiche. Tra queste ultime vanno ricordate le attività minerarie, l'utilizzo dei combustibili fossili e anche l'allevamento di bestiame; gli animali, infatti, si nutrono di piante, le quali fermentano all'interno del loro stomaco producendo metano, che viene eliminato con il letame. Produttrici di metano sono anche le risaie e le discariche. Il metano permane in atmosfera per un periodo più breve rispetto all'anidride carbonica (10-15 anni), ma ha una capacità di intrappolare il calore che è 23 volte superiore (GWP = 23).

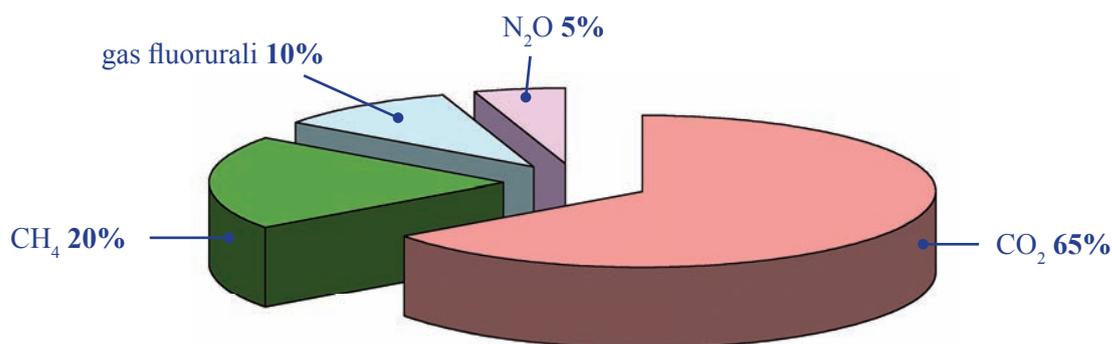
- **Ossido nitroso (N₂O)**: le fonti naturali di provenienza sono gli oceani, le foreste pluviali e i batteri presenti nel suolo. Le attività umane che portano alla sua liberazione in atmosfera sono principalmente l'impiego in agricoltura di fertilizzanti a base di nitrati e l'utilizzo dei combustibili fossili. L'agricoltura è responsabile di circa il 50% delle emissioni di metano e di circa il 70% delle emissioni di N₂O generate dall'uomo. Rispetto alla CO₂ ha un potere di assorbimento del calore 310 volte più elevato (GWP = 310)

- **Gas fluorurati ad effetto serra**: a differenza dei gas già descritti, i quali sono tutti presenti in natura, questi sono gli unici "creati" dall'uomo a fini industriali. Sono molto potenti in quanto rimangono nell'atmosfera per migliaia di anni e hanno un potere di assorbimento 22.000 volte più elevato della CO₂ (GWP = 22.000). I più noti tra questi gas sono sicuramente i **clorofluorocarburi (CFC)** utilizzati come liquidi di raffreddamento nei circuiti frigoriferi e responsabili, tra l'altro, dell'impovertimento dello strato di ozono.

FONTI DI EMISSIONE AD EFFETTO SERRA NELL'UE NEL 2003



QUANTO CONTRIBUISCONO I GAS SERRA AL RISCALDAMENTO GLOBALE



LE CONSEGUENZE DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO

La capacità del sistema sociale di far fronte e adattarsi ai cambiamenti climatici dipende da vari fattori, fra i quali la ricchezza e la sua distribuzione, la tecnologia, l'educazione e la conoscenza, le infrastrutture, la disponibilità e l'accesso alle risorse, le capacità gestionali, il livello di integrazione e coesione sociale. I settori generalmente identificati come i più vulnerabili nel nostro paese sono **l'agricoltura, le foreste, il turismo e la salute**. Le aree ritenute più a rischio sono le **zone costiere, le zone aride, le zone alpine e montane**.

Gli effetti dei cambiamenti climatici a livello globale sono molteplici.

- **Aumento delle temperature:** mentre negli ultimi 10.000 anni il clima si è mantenuto relativamente stabile, durante lo scorso secolo la temperatura media globale è aumentata di circa 0,6°C e di quasi 1°C nella sola Europa. Nonostante siano state universalmente riconosciute fonti antropogeniche delle variazioni del clima, è ancora incerto in quale misura esse contribuiscano al cambiamento climatico. Le analisi effettuate sull'anda-

mento dell'escursione termica giornaliera (la differenza tra la temperatura massima e la minima) sui continenti dal 1950 al 1993 mostrano in generale una diminuzione; le temperature minime, infatti, stanno crescendo in media ad un tasso circa doppio rispetto alle massime. Come già accennato in precedenza, gli studiosi prospettano un ulteriore innalzamento della temperatura compreso tra gli 1,4 e i 5,8°C entro la fine del secolo.

- **Instabilità delle calotte polari:** la superficie marina coperta dal ghiaccio artico al Polo Nord si è ridotta del 10% negli ultimi decenni e lo spessore del ghiaccio al di sopra dell'acqua è diminuito del 40% circa. Anche i ghiacciai della Groenlandia si stanno sciogliendo: dai 90 Km³ scioltisi nel 1996 si è passati ai 220 Km³ nel 2005 (1 chilometro cubo di acqua supera del 58% il fabbisogno annuo di una città delle dimensioni di Londra). Dall'altra parte del mondo, la calotta di ghiaccio che copre il continente Antartico è divenuta instabile.

- **Scioglimento dei ghiacci:** è stato calcolato che 9 ghiacciai su 10 nel mondo si stanno sciogliendo. È probabile che il 75% di quelli svizzeri scomparirà entro il 2050.



Nelle due foto come si presentava il ghiacciaio di Pré de Bar, sul versante italiano del Monte Bianco, nel 1897 e oggi. In circa un secolo è arretrato di 500 metri.

- **Innalzamento del livello dei mari:** nel corso degli ultimi 100 anni il livello dei mari è cresciuto di 10-25 cm e si pensa che potrà crescere di altri 88 cm entro l'anno 2100 (si pensi alle conseguenze a cui andrebbero incontro città come Venezia!). In Europa circa 70 milioni di abitanti delle zone costiere sarebbero a rischio. I primi a rendersi conto di questi cambiamenti sono stati gli abitanti degli atolli sparsi negli oceani. L'allarme fu lanciato già nel 1987, quando il rappresentante delle Maldive a Kyoto ricordò la natura fragilissima degli ecosistemi delle isole coralline, molte delle quali si sollevano dal mare di appena pochi metri: l'aumento delle temperature medie del globo determina l'innalzamento del livello del mare con conseguente inondazione delle coste e distruzione delle terre fertili. Uno dei più gravi problemi legati all'innalzamento dei mari (che si è già manifestato negli atolli del Pacifico meridionale) è proprio l'infiltrazione dell'acqua salina in terreni agricoli e falde acquifere, che danneggia le riserve di acqua potabile.

Contrariamente a quanto si pensa, il fenomeno che più contribuisce all'innalzamento del livello degli oceani non è tanto lo scioglimento dei ghiacci, quanto piuttosto l'espansione dell'acqua in seguito all'aumento della temperatura e quindi l'aumento del volume da essa occupato.

- **Perdita della biodiversità:** molte specie animali non sono e non saranno in grado di sopportare questi rapidi cambiamenti climatici. Secondo gli studi effettuati, infatti, l'entità del cambiamento a cui gli ecosistemi sono in grado di adattarsi è al massimo di 1°C in un secolo.

Fra le specie più a rischio ricordiamo gli orsi polari, le foche, i trichechi e i pinguini. Nel 2005 l'estensione dei ghiacci dell'Artico ha raggiunto un record negativo, ritirandosi di oltre 250 Km a nord dell'Alaska. Molti orsi polari sono annegati o morti di fame non potendo superare la distanza creata tra loro e le fonti di nutrimento. Anche le foche dell'Antartico risentono di queste variazioni: l'aumento della temperatura dei mari ha ridotto la popolazione di krill, il primo anello della catena alimentare delle foche, e ciò ha portato ad una riduzio-

ne nella procreazione. Gli animali legati ai climi freddi non sono, però, gli unici a subire i cambiamenti climatici. Infatti, l'alternarsi regolare delle stagioni scandisce la vita di molti animali e le specie più sensibili possono adattarsi anche a minimi cambiamenti con una certa difficoltà. Il mare troppo caldo danneggia, ad esempio, le barriere coralline: dal 1979 ad oggi, per ben sei volte, esse sono state interessate dal fenomeno dello "sbiancamento" dovuto alla morte dei polipi corallini. Anche la determinazione del sesso di alcune specie animali può essere influenzata dalla temperatura: per alcuni rettili (ad esempio la tartaruga di Terra *Chrysemys Picta*) lo sviluppo delle uova, anche solo ad un paio di gradi in più, determina la nascita di sole femmine; ciò potrebbe comprensibilmente portare all'estinzione della specie. L'aumento del livello del mare priverà migliaia di limicoli dei loro terreni di alimentazione costieri. Gli scienziati hanno inoltre osservato che numerose specie stanno modificando i normali tragitti di migrazione per raggiungere climi più freddi: 36 specie di pesci monitorate nel Mare del Nord, riscaldatosi di circa 1°C negli ultimi 30 anni, si sono spostate da 50 a 400 km più a nord. Anche la vegetazione risponde ai cambiamenti climatici, non tanto con un adattamento evolutivo quanto piuttosto con una diversa distribuzione; un'ipotesi è, infatti, che le piante avanzino lentamente verso nord.



- **Riduzione dell'acqua potabile:** l'acqua è già un problema su scala mondiale poiché circa un quinto della popolazione del nostro pianeta (quasi 1.300.000.000 persone) non ha accesso diretto all'acqua potabile. Un aumento della temperatura globale di 2-2,5°C potrebbe raddoppiare questo numero. La scarsità di acqua porta, inoltre, le persone ad utilizzare acqua di bassa qualità, come quella dei fiumi, spesso veicolo di gravi malattie per l'uomo.

- **Problemi nella produzione alimentare:** troppe piogge o troppo caldo mettono a rischio qualsiasi tipo di coltura, provocando carestia, malnutrizione, con conseguenze devastanti a lungo andare, soprattutto per i bambini. Nell'ondata di caldo del 2003, molti paesi dell'Europa del Sud hanno registrato una riduzione dei raccolti fino al 30%. Studi indicano che in Europa e negli Stati Uniti si potrebbe verificare un maggior rendimento dei raccolti a fronte di un aumento termico massimo di 2°C; al di sopra dei 2°C, invece, il rendimento tenderebbe a diminuire. Uno studio della FAO prevede una perdita pari all'11% dei terreni coltivabili nei Paesi in via di sviluppo entro il 2080, con conseguente riduzione della produzione di cereali e aumento della fame nel mondo.

- **Possibilità di eventi catastrofici:** non esistono ancora dati scientifici dimostrabili, ma sembra che una conseguenza del cambiamento del clima possa essere l'intensificazione di alcuni eventi meteorologici. Alle nostre latitudini, i lunghi periodi di siccità e l'arrivo improvviso di piogge eccezionali e di alluvioni sono le due facce con cui si manifesta il cambiamento climatico, quindi si verificano precipitazioni brevi ma violente, soprattutto in estate, in quanto all'incremento della temperatura segue un aumento dell'evaporazione dell'acqua. L'effetto dei cicloni tropicali potrebbe, inoltre, essere potenziato dall'aumento delle piogge violente, dei venti e del livello del mare. Il vero rischio è che il riscaldamento della superficie marina possa far aumentare a dismisura la formazione di questi fenomeni.

Non tutti i cambiamenti avranno a che fare esclusivamente con fenomeni legati al caldo: i flussi energetici più caldi, trattenendo maggiore umidità, potrebbero provocare un aumento delle precipitazioni nevose a carattere violento.

Con l'aumento della temperatura aumenterà anche l'evaporazione terrestre e marina, con conseguenti squilibri a livello regionale, per cui alcune aree potrebbero desertificarsi e altre sarebbero colpite da forti alluvioni. L'aumento del vapore acqueo in atmosfera tratterrebbe una maggiore quantità di calore e l'effetto serra continuerebbe ad aumentare. L'aspetto più preoccupante di questi cambiamenti è che essi sono stati calcolati partendo dal presupposto che essi siano gradualmente, mentre il lontano passato ci testimonia l'esistenza di cambiamenti climatici bruschi.

Di seguito si riportano alcune manifestazioni meteorologiche estreme verificatesi nel mondo dall'anno 2000.³

³ Fonte dei dati: R. Gelbspan (giornalista ambientalista), *Extreme Weather Chronology*, <http://www.heatisonline.org/>

EUROPA

- Si registrano ondate di caldo in Bulgaria, Grecia, Romania e Turchia.
- Si verificano alluvioni in Repubblica Ceca, Svezia, Ucraina, Ungheria e Romania.
- In Francia ci sono danni per 10 miliardi di dollari a causa delle tempeste di vento e sei mesi di piogge, le più forti di cui si abbia notizia.
- Alluvioni sparse hanno luogo in Inghilterra, è l'inverno più bagnato degli ultimi 270 anni.
- Nelle regioni settentrionali della Norvegia si registrano nevicate da primato.

MEDIO ORIENTE

- In Iran la siccità causa perdite per due miliardi e mezzo di dollari, si hanno inoltre le peggiori alluvioni degli ultimi duecento anni, che uccidono trecento persone.
- In Israele si registrano le più forti precipitazioni nevose degli ultimi 50 anni.

AFRICA

- In Africa orientale c'è la peggiore siccità degli ultimi 60 anni.
- In Etiopia la siccità uccide il 95% del bestiame mentre la carestia colpisce 8 milioni di persone
- In Algeria le alluvioni uccidono mille persone. Alluvioni si verificano anche in Botswana e Sudafrica.
- In Madagascar le foreste sono attraversate da due cicloni.

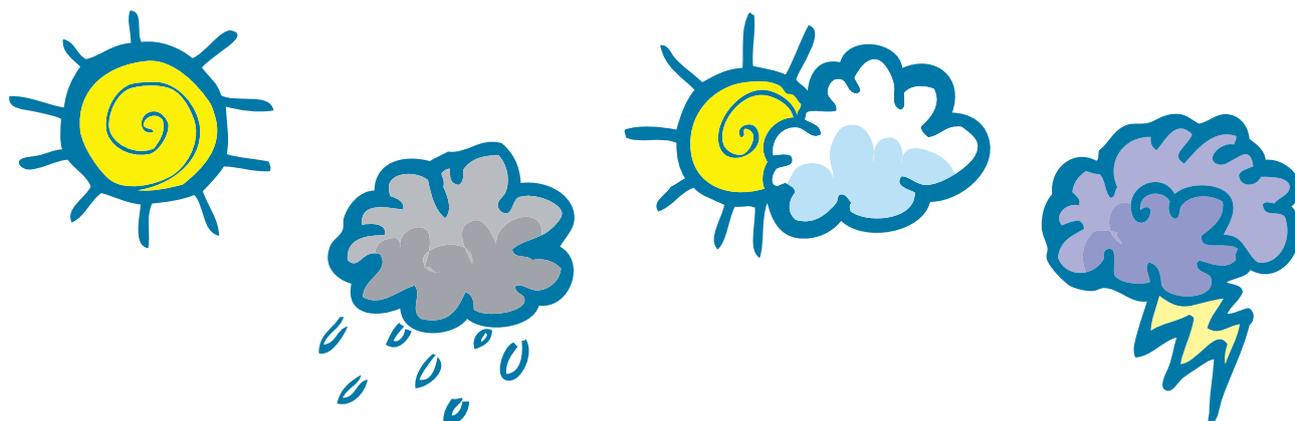
AUSTRALIA

- È colpita dal ciclone. Il clima caldo umido attira sciame di cavallette mentre nel Nuovo Galles dopo la siccità arrivano le alluvioni.
- L'intenso calore scatena incendi attorno a Sidney.

AMERICA CENTRALE

- In Belize un uragano spazza via il raccolto di banane.
- A Cuba, in Honduras e in Nicaragua, dopo la tempesta tropicale Michelle, ci sono quasi 8.000 sfollati.
- In Giamaica la siccità distrugge i raccolti.

• **Diffusione delle malattie:** il cambiamento climatico sembra favorire la diffusione di malattie tropicali, quali ad esempio la **malaria** e la **dengue** in nuove regioni. Infatti, le zanzare responsabili di queste malattie, seguendo le condizioni climatiche favorevoli, si stanno spostando verso nord. È, inoltre, previsto un aumento delle malattie legate al troppo caldo e delle malattie respiratorie e infettive in seguito al proliferare, nel caldo e nell'umido, di vettori come zanzare e acari. Le temperature più elevate possono, inoltre, favorire l'aumento dell'inquinamento biologico delle acque, portando alla proliferazione dei vari organismi infestanti. Molti ricercatori ritengono anche che l'inasprirsi dell'effetto serra possa comportare un aumento del fenomeno dell'eutrofizzazione delle acque, con tutti i danni biologici, economici e sanitari che ne conseguirebbero.



IMPATTI AMBIENTALI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI

IL PROTOCOLLO DI KYOTO

La sensazione che il clima planetario stesse cambiando con una velocità insolita è emersa nella seconda metà degli anni '80 del secolo scorso. Le Nazioni Unite si fecero carico del problema e indicarono due strade d'azione:

- 1) approfondire l'argomento
- 2) mettere la comunità internazionale in grado di fronteggiare la situazione

Nel 1988 la WMO (World Meteorological Organization) e l'UNEP (United Environment Programme) istituirono l'*Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*.

Nel 1992 a **Rio de Janeiro** fu convocata la Conferenza delle Nazioni Unite su Ambiente e Sviluppo (UNCED-United Nations Conference on Environment and Development); durante tale Conferenza fu redatta la **Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici** (UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change), il primo strumento giuridico internazionale vincolante che si occupa direttamente dei cambiamenti climatici.

L'incessante susseguirsi di scoperte scientifiche e di innovazioni tecnologiche rende necessaria la continua valutazione dell'adeguatezza degli accordi istituzionali adottati a norma della Convenzione. Il compito spetta alla **Conferenza delle Parti (COP)**, organo supremo della Convenzione formata dai rappresentanti degli Stati contraenti. La Convenzione presenta alcune fragilità: l'intero documento è pervaso dalla tensione tra sviluppo economico e protezione dell'ambiente, tra le responsabilità dei Paesi sviluppati e i bisogni dei Paesi in via di sviluppo. Il risultato finale è un programma contenente contraddizioni e incoerenze nel quale i Paesi industrializzati si impegnano a stabilizzare le proprie emissioni senza tuttavia contrarre alcun obbligo giuridicamente vincolante in materia.

Nel **1997**, nel corso della Terza COP, è stato redatto il **Protocollo di Kyoto**.

I governi di tutto il mondo, di fronte al pericolo dell'effetto serra, si sono riuniti nella città giapponese di Kyoto per impegnarsi a ridurre a livello mondiale la produzione di CO₂ e, in generale, di tutti i gas serra. La Conferenza ha approvato un protocollo secondo il quale i Paesi industrializzati si impegnano a ridurre, per il periodo 2008-2012, il totale delle emissioni di gas ad effetto serra almeno del 5% rispetto ai livelli del 1990 (in costante aumento da oltre 150 anni). Sono stati stabiliti limiti diversi per ciascun paese firmatario: l'Unione Europea (responsabile del 14% delle emissioni globali di gas ad effetto serra) si è impegnata a stabilizzare le proprie emissioni del 2000 ai livelli del 1990 e poi a ridurle dell'8% entro il 2008. I Paesi più industrializzati si sono impegnati a ridurre le proprie emissioni in percentuali variabili (l'Italia del 6,5%, la Germania del 20%, gli Stati Uniti del 7%), quelli in via di industrializzazione le dovranno mantenere stabili, mentre quelli in via di sviluppo potranno aumentarle. Ovviamente arrivare a tali risultati non è semplice: significa cambiare i sistemi di produzione industriale, limitare il numero di mezzi di trasporto privato su strada, dare spazio alle nuove forme di energia, utilizzare meglio le tecnologie che abbiamo a disposizione e svilupparne di nuove, agire sull'agricoltura e sulla gestione dei rifiuti.

Attualmente i Paesi che hanno ratificato il Protocollo sono 162, più l'Unione Europea. Due dei firmatari originali non l'hanno ratificato: gli USA, che hanno respinto il protocollo, e l'Australia che ha deciso di non ratificarlo. Sono quindi 36 i Paesi industrializzati, oltre all'Unione Europea, tenuti a rispettare gli obiettivi di Kyoto.



Nella tabella che segue sono riportati i livelli di produzione di anidride carbonica dei vari Stati:

RANKING	PAESE EMETTITORE	EMISSIONI CO ₂ (MT)
1	USA	5.782,36
2	EU - 15	3.382,27
3	Cina	3.307,00
4	Federazione Russa	1.488,00
5	Giappone	1.247,61
6	Medio Oriente	1.080,00
7	India	1.016,00
8	Germania	864,12
9	Canada	575,87
10	UK	537,38
11	Italia	468,96
12	Francia	406,04
13	Messico	359,00
14	Australia	358,46
15	Spagna	325,45
16	Brasile	303,00
17	Ucraina	282,71
18	Olanda	176,65
19	Belgio	126,59
20	Repubblica Ceca	123,05
21	Grecia	105,50
	Mondo	23.579,00

L'impegno di riduzione delle emissioni degli Stati membri dell'Unione Europea è riportato nella tabella sottostante:

Stato membro dell'UE	% di riduzione delle emissioni
Austria	-13
Belgio	-7,5
Danimarca	-21
Finlandia	0
Francia	0
Germania	-21
Grecia	+25
Irlanda	+13
Italia	-6,5
Lussemburgo	-28
Olanda	-6

Stato membro dell'UE	% di riduzione delle emissioni
Portogallo	+27
Spagna	+15
Svezia	+4
UK	-12,5

SCHEDE DI APPROFONDIMENTO: TORNADO E URAGANI

Si parla spesso di tornado e uragani ma altrettanto spesso non si conosce la differenza tra questi due fenomeni meteorologici estremi, così pericolosi e al tempo stesso così affascinanti.

Un **tornado** nasce da una nube temporalesca, quando l'aria calda e umida vicina al suolo viene aspirata, ad altissima velocità, ad alta quota da una massa d'aria più fredda. Questa violenta corrente verticale si manifesta come un imbuto chiamato "tuba", il cui diametro può variare da alcuni metri a qualche centinaio, al cui interno la pressione atmosferica è molto bassa e le correnti ruotano molto rapidamente. Un tornado non dura mai molto, da qualche minuto a qualche ora, ma i suoi venti vorticosi sono tra le forze più devastanti della natura. Con velocità che possono raggiungere i 500 Km/h, possono sradicare alberi, sollevare automobili e scoperchiare tetti. A mano a mano che perde energia, il tornado si stacca dal suolo, la tuba si dissolve e pare rientrare nella nube da cui si era originata. La forza distruttiva di un tornado viene classificata mediante la scala Fujita: il più debole si definisce **F0**, il più potente **F5**. I tornado possono verificarsi in tutto il mondo tra il 20° e 60° di latitudine, ma i più violenti di solito si registrano, in primavera-estate, nelle regioni del centro e del sud degli Stati Uniti, nelle quali l'aria fredda proveniente dal Canada incontra quella calda e umida del Golfo del Messico.



Piccoli tornado di polvere, chiamati "diavoli" o "turbini di polvere", si possono vedere anche nelle nostre campagne. Il meccanismo di formazione è analogo a quello dei grandi tornado ma la velocità delle correnti di solito non supera i 40 Km/h.

Uragano, ciclone e tifone sono sostanzialmente sinonimi; i cicloni colpiscono l'Oceano Indiano e i tifoni il Mar della Cina. La parola uragano deriva da "Hunraken", il dio delle tempeste dei Maya; tifone, invece, deriva dal cinese 大風, "ty fung", che significa "grande vento". Si tratta di enormi tempeste tropicali in cui i venti vorticanti raggiungono i 350 Km/h e sono accompagnati da piogge torrenziali e mari in burrasca. Un uragano ha sempre origine su mari caldi tropicali, le cui acque, raggiungendo almeno i 27°C, riscaldano l'aria soprastante che, più leggera, tende a salire creando una bassa pressione.



L'aria circostante viene aspirata dalla depressione, il cui centro è detto **occhio del ciclone**, e assume movimento a spirale a causa della rotazione terrestre. Per via della bassa pressione atmosferica nel centro di un ciclone, il livello del mare può arrivare ad alzarsi di ben 3 metri. Gli uragani viaggiano ad una velocità di 20 Km/h. Alcune regioni della Terra sono più colpite dagli uragani. Le regioni "esterne" ai tropici, cioè situate a oltre 2500 Km dall'equatore, sono difficilmente interessate da questi fenomeni a causa delle basse temperature delle acque marine. Agli uragani viene assegnato un nome di persona e i nomi seguono l'ordine alfabetico: inizialmente (dal 1953) venivano usati solo nomi femminili, ma nel 1979 si aggiunsero anche quelli maschili; se al primo uragano dell'anno viene assegnato un nome femminile, il secondo lo avrà maschile. L'anno seguente si inizierà con un nome maschile.

STAR BENE INSIEME

In questa sezione riportiamo il “galateo del clima” ovvero 10 buone azioni per ridurre le emissioni di CO₂. Consigliamo di sottoporre il decalogo ai ragazzi solo dopo una profonda trattazione dell'argomento, cercando di fare scaturire le “10 regole” dalle loro discussioni e dalle loro riflessioni. Lasciamo volutamente libero lo spazio per l'undicesima regola qualora dalle loro osservazioni emergano altre azioni sostenibili.

- 1 Sostituisci 5 lampadine a incandescenza da 100W con **5 lampadine a risparmio energetico** da 20W: in un anno avrai risparmiato 58 euro in bolletta e 175 Kg di CO₂.

- 2 Quando in casa viene utilizzata la lavatrice, ricorda sempre ai tuoi genitori di preferire i **lavaggi a basse temperature**: 2 cicli a settimana a 40°C invece che a 90°C ti fanno risparmiare in un anno 42 euro e 125 Kg di CO₂.

- 3 Un giorno alla settimana, invece di farti accompagnare in auto dai genitori, **vai a piedi, in bicicletta oppure utilizza i mezzi pubblici**. Oltre a guadagnarci in salute e in qualità dell'aria, farai risparmiare ai tuoi genitori 52 euro di carburante ed eviterai l'emissione di 156 Kg di CO₂.

- 4 **Spegni la funzione stand-by** (la luce rossa!) del televisore e dello stereo e **stacca il caricabatteria** del cellulare **dalla presa di corrente** quando non lo usi; in un anno potrai risparmiare 26 euro in bolletta e 79 Kg di CO₂.

- 5 Concentra l'**accensione dello scaldabagno elettrico** in un arco di tempo di 8 ore; in un anno risparmierai 712 euro e 2.135 Kg di CO₂.

- 6 In inverno **non surriscaldare la casa**: abbassare anche solo di 1°C la temperatura porta ad un risparmio energetico del 7%. Le temperature ideali sono 17°C durante la notte o quando in casa non c'è nessuno e 20°C quando invece si è in casa.

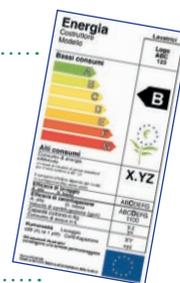
- 7 Mantieni la **temperatura del frigorifero sui 5°C**; al di sotto si consuma una maggiore quantità di energia e i cibi non si conservano più a lungo.

- 8 **Fai la raccolta differenziata**, limita l'uso di prodotti “usa e getta” e preferisci quelli biodegradabili e/o recuperabili.

- 9 Spiega ai tuoi genitori come sia meglio preferire l'**acquisto di elettrodomestici di classe A** in quanto comportano un minor dispendio energetico.

- 10 **Pianta un albero** nel giardino di casa tua oppure, insieme alla tua classe, nel giardino della scuola; cinque alberi assorbono, nel corso della loro vita, circa una tonnellata di CO₂.

- 11 _____



Già con queste semplici azioni puoi aiutare il clima evitando di immettere nell'atmosfera tanta CO₂ quanta ne assorbirebbero 300 alberi.⁴

Ricorda che, ogni volta che si compie un'attività che comporta la produzione e l'utilizzo di energia, si ha l'emissione di gas serra, i principali responsabili dei cambiamenti climatici.

⁴ Fonte: Legambiente

BRICCHI E ALAMBICCHI

In questa sezione riportiamo attività pratiche che possono essere realizzate a supporto del percorso didattico.

1 PRODUCIAMO LA CO₂

Si parla spesso di effetto serra e di eccesso di anidride carbonica nell'aria, ma difficilmente si ha la percezione della sua presenza in quanto la CO₂ non si vede, non ha odore né sapore.

MATERIALE NECESSARIO:

- bicchiere
- aceto
- bicarbonato di sodio
- cucchiaino

PROCEDIMENTO:

Versare l'aceto nel bicchiere (tre dita in tutto, eventualmente un po' diluito con acqua).

Mettere un cucchiaino di bicarbonato nel bicchiere e assistere alla reazione che produce CO₂: l'effetto è quello di un vulcano o di una bevanda gassata agitata vigorosamente. Il gas prodotto è CO₂ che non fa male direttamente, come invece, ad esempio, il gas di scarico delle auto e può anche essere bevuto.

2 L'EFFETTO SERRA

MATERIALE NECESSARIO:

- 2 contenitori di vetro uguali
- 2 termometri da ambiente
- aceto
- bicarbonato

PROCEDIMENTO:

Prendere due contenitori di vetro uguali e inserire in ognuno un termometro da ambiente. Nel contenitore 1 mettere aceto e bicarbonato e chiudere subito il tappo; nel contenitore 2 solo aceto nella stessa quantità.

Mettere i due barattoli al sole per almeno un'ora.

Verificare come nel barattolo 1, nel quale si è prodotta anidride carbonica, si registri una temperatura interna maggiore.

3 L'ACQUA DELLO SCIoglimento DI QUALI GHIACCI CAUSA L'INNALZAMENTO DEI MARI?

MATERIALE NECESSARIO:

- 2 bicchieri
- acqua
- 2 cubetti di ghiaccio
- una tavoletta di legno (di dimensioni tali da essere contenuta all'interno del bicchiere).

PROCEDIMENTO:

Prendere due bicchieri pieni di acqua e in ognuno mettere un cubetto di ghiaccio (i cubetti devono essere il più possibile uguali). Nel primo bicchiere il ghiaccio viene immesso direttamente nell'acqua, nel secondo viene adagiato sulla tavo-

letta di legno che lo fa galleggiare sopra il pelo dell'acqua. Riempire i bicchieri fino all'orlo e aspettare che il ghiaccio si sciolga.

Da quale bicchiere fuoriuscirà l'acqua?

Solo dal secondo perché nel primo bicchiere l'acqua di scioglimento del ghiaccio occuperà lo spazio che prima era occupato dal ghiaccio (che ha volume maggiore) mentre nel secondo bicchiere si aggiungerà all'acqua già all'orlo del bicchiere e ne causerà la fuoriuscita.

Questo significa che l'unica acqua di scioglimento dei ghiacci che causa l'innalzamento del livello del mare (una delle conseguenze dell'effetto serra) è quella che proviene dai ghiacciai e dal Polo Sud (ghiaccio continentale, cioè posto su una "tavoleta" che galleggia), mentre l'acqua del Polo Nord derivando dallo scioglimento di mare ghiacciato rappresenta una situazione equivalente a quella che si crea nel primo bicchiere.

4 TORNADO IN BOTTIGLIA

Questo semplice esperimento simula la formazione di un tornado.

MATERIALE NECESSARIO:

- 2 bottiglie di plastica uguali
- acqua
- plastilina

PROCEDIMENTO:

Riempire per 3/4 con acqua del rubinetto una delle due bottiglie. Unire l'imboccatura delle due bottiglie ponendo quella vuota sopra a quella piena. Sigillare il collo delle due bottiglie con plastilina in modo che, una volta capovolte, l'acqua non fuoriesca. Tenendo le due bottiglie dai colli uniti capovolgerle portando quella piena sopra e quella vuota sotto. Imprimerle alla bottiglia superiore un leggero moto rotatorio, in modo tale che l'acqua cada nella bottiglia inferiore formando un lungo vortice.

Nell'atmosfera i vortici di aria in movimento possono dare luogo ai tornado.

5 L'ANEMOMETRO

Questa attività consente di realizzare abbastanza agevolmente un "anemometro casalingo", ovvero uno strumento per misurare la velocità dei venti. Si tratta ovviamente di uno strumento non preciso ma sicuramente poco costoso rispetto agli anemometri in commercio.

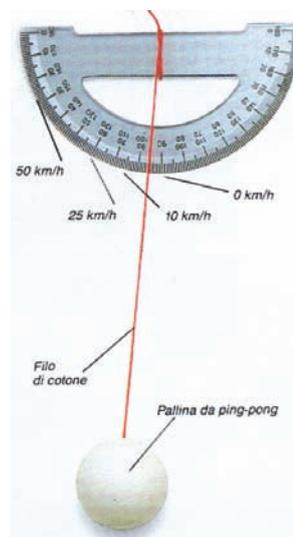
MATERIALE NECESSARIO:

- un goniometro
- una pallina da ping-pong
- filo
- colla

PROCEDIMENTO:

Incollare la pallina da ping-pong a una delle estremità del filo e fissare l'altra al centro del goniometro. Tenendo il goniometro parallelo alla direzione del vento, leggere l'angolo indicato dal filo teso dalla pallina spinta dal vento e dall'angolo ricavare la velocità del vento tenendo presente che:

- se il filo è sui 90° (quindi non c'è spostamento) la velocità è uguale a 0 km/h
- se il filo si sposta di 20°, è uguale a 10 km/h
- se il filo si sposta di 30°, è uguale a 25 km/h
- se il filo si sposta di 60°, è uguale a 50 km/h.



SPIGOLATURE

In questa sezione sono riportate notizie, dati e curiosità sull'argomento trattato che possono essere utilizzati come spunti per approfondimenti, ricerche e collegamenti con altre discipline.

Se in Europa si evitasse di lasciare gli elettrodomestici in stand-by si risparmierebbe l'energia necessaria per alimentare un paese delle dimensioni del Belgio.

Il processo di fabbricazione di una automobile produce una quantità di emissioni di CO₂ simile a quella rilasciata dall'automobile stessa in tutto il periodo della sua vita.

Nonostante la popolazione europea rappresenti solo il 7% di quella mondiale, essa utilizza il 20% delle risorse naturali del pianeta.

La combustione di 1 litro di gasolio produce 2,7 kg di CO₂. 1 litro di benzina ne produce 2,4 kg, 1 metro cubo di metano 1,9 Kg.

Il 10% delle emissioni di gas ad effetto serra in Europa è prodotto dalle automobili ad uso privato.

In media un albero è in grado di assorbire 9,2 g di anidride carbonica al giorno.

Ogni kWh elettrico di origine termica fossile richiede circa 220 gr di petrolio per essere prodotto e libera 0,7kg di anidride carbonica.

Un italiano emette ogni anno circa 7.000 kg di CO₂, uno statunitense circa 19.000 Kg e un nepalese circa 30 Kg.

Entro il 2100 si prevede un aumento della temperatura terrestre compreso tra i 2 e i 6°C; per effetto della fusione dei ghiacci e dell'espansione termica delle acque, il livello degli oceani potrebbe salire di 88 cm.

Gli alberi sono in grado di registrare le variazioni del clima. Ogni anello della sezione del tronco indica un anno di crescita. Anelli larghi indicano un clima caldo e quindi una crescita rigogliosa, anelli stretti e vicini indicano, invece, un clima freddo.

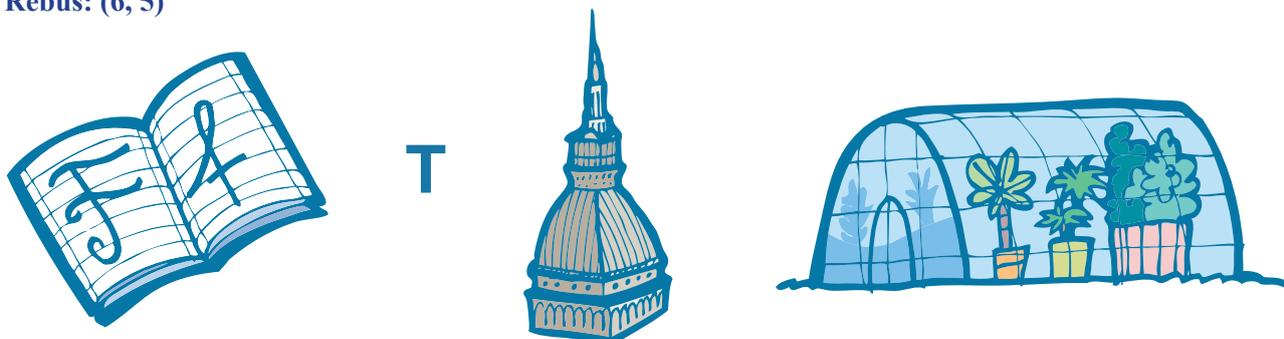
ROMPICAPO

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

• REBUS

Aiutandoti con le lettere scritte e unendole alle parole che ricavi dai disegni, troverai una frase inerente al tema dell'aria. I numeri sotto riportati indicano il numero di parole che compongono la frase e il numero di lettere di ogni parola.

Rebus: (6, 5)



• ANAGRAMMA

Ricombinando le lettere delle parole sottostanti forma la frase giusta. Tra parentesi trovi le indicazioni relative al numero di parole e al numero di lettere di ciascuna parola.

N° 1: lo puoi fare anche tu!

CAMPEGGI IL LITRO (8, 2, 5)

N° 2: provoca un gran caldo!

CARABINA RIDICENDO (8,9)

Soluzioni:
 Rebus: effetto serra
 Anagramma n. 1: "proteggi il clima"
 Anagramma n. 2: "anidride carbonica"

CRUCIVERBIAMO INSIEME

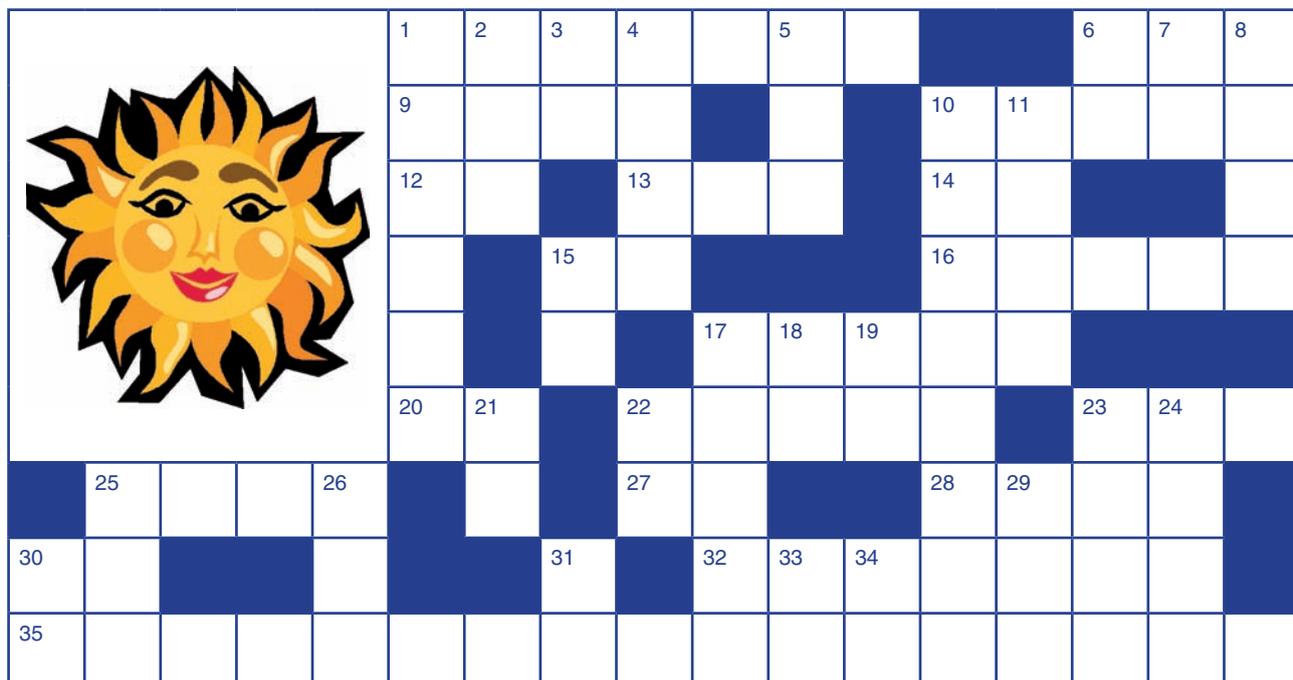
Risolvi il cruciverba.

Definizioni orizzontali

1. Uno degli effetti dei cambiamenti climatici
6. Gas serra di origine antropica
9. "Economia" senza "Econ"
10. "Pessimismo" senza "mismo"
12. Modena
13. Istituto Affari Internazionali
14. Enna
15. Palermo
16. Insieme degli elementi meteorologici che caratterizzano l'atmosfera in un preciso istante
17. È l'effetto riscaldante del pianeta
20. Dentro
22. Aumenta con l'aumento dell'effetto serra
23. Non hanno accettato il protocollo di Kyoto
25. Fonte primaria di energia
27. Associazione Calcio
28. Capitale del Perù
30. Però
32. Fallo per risparmiare risorse preziose
35. Gas serra sia di origine naturale che antropica

Definizioni verticali

1. Dopo oggi
2. Aggettivo che indica il punto più profondo
3. Siena
4. Altro nome del pianeta terra
5. Egli
6. Cosenza
7. Ferrovia dello Stato
8. Potrebbe scarseggiare in conseguenza del cambiamento del clima
10. Combustibile di origine fossile
11. Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente
15. Pesaro
17. Relativa alla religione
18. Articolo spagnolo
19. Raccolta differenziata
21. Secco rifiuto
22. Cagliari
23. Umili senza una i
24. Sole+Aria+Acqua+Cielo
25. Il "Francesco"protettore degli animali
26. Quartiere di Roma
29. Istituto da Conservação da Natureza, l'Istituto Portoghese di conservazione della natura e della biodiversità
30. Simbolo del megaampere
31. Reggio Emilia
33. Treno interregionale
34. Campobasso



• **CACCIA ALLE LETTERE**

Cancella tutte le parole che trovi in elenco e le lettere che rimarranno ti indicheranno gli unici gas ad effetto serra non di origine naturale.

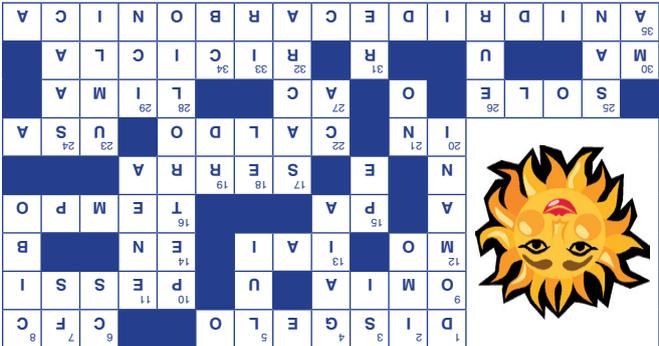
ARPA
CLIMA
CALDO
DESERTO
DISGELO
EU
EUTROFIZZAZIONE

EST
GHIACCIAI
KYOTO
IPCC
MESOSFERA
METANO
MARE

NEVE
NO
OSSIDO
RE
SICCITÀ
SI
SUD

SOLE
TEMPO
TIR
UK
USA
VIA

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



A crossword grid with a sun illustration on the right. The grid contains the following words:

- Vertical words (down):
 - 1: A, 2: G, 3: H, 4: I, 5: A, 6: C, 7: C, 8: I, 9: A, 10: I, 11: A, 12: O, 13: T, 14: E, 15: O, 16: I
 - 17: S, 18: T, 19: N, 20: O, 21: O, 22: T, 23: C, 24: K, 25: I, 26: O, 27: S, 28: S, 29: R, 30: L, 31: S, 32: D
 - 33: F, 34: A, 35: U, 36: S, 37: A, 38: T, 39: U, 40: C, 41: A, 42: L, 43: I, 44: G, 45: O, 46: N, 47: E, 48: R
 - 49: E, 50: N, 51: M, 52: A, 53: R, 54: E, 55: O, 56: U, 57: I, 58: E, 59: D, 60: E, 61: R, 62: E, 63: R, 64: E
 - 65: R, 66: O, 67: R, 68: C, 69: A, 70: L, 71: D, 72: O, 73: A, 74: T, 75: O, 76: L, 77: E, 78: V, 79: T, 80: U
- Horizontal words (across):
 - 1: M, 2: A, 3: R, 4: P, 5: A, 6: G, 7: I, 8: P, 9: C, 10: C, 11: A, 12: C, 13: L, 14: I, 15: M, 16: A
 - 17: E, 18: E, 19: U, 20: T, 21: R, 22: O, 23: F, 24: I, 25: Z, 26: Z, 27: A, 28: Z, 29: I, 30: O, 31: N, 32: E
 - 33: S, 34: M, 35: K, 36: E, 37: S, 38: T, 39: E, 40: M, 41: P, 42: O, 43: O, 44: D, 45: T, 46: S, 47: D, 48: S
 - 49: O, 50: E, 51: S, 52: Y, 53: S, 54: I, 55: F, 56: U, 57: V, 58: S, 59: S, 60: I, 61: I, 62: I, 63: E, 64: U
 - 65: A, 66: G, 67: H, 68: I, 69: A, 70: C, 71: C, 72: I, 73: A, 74: I, 75: A, 76: O, 77: T, 78: E, 79: O, 80: I

Soluzioni:
Caccia alle lettere: gas fluorati
Cruciverbiamo insieme:

GRANDI E PICCOLI PROTAGONISTI

La sezione riporta alcune semplici attività che possono essere realizzate da ragazzi e genitori, in modo che alcuni messaggi importanti vengano trasferiti dalle mura scolastiche a quelle domestiche.

1 UNA FAMIGLIA A PROVA DI CALDO

Ci sono tante “piccole ma grandi” azioni che puoi svolgere insieme ai tuoi genitori e che possono essere di fondamentale importanza per la salvaguardia del clima. Insieme a loro prova a metterle in atto, tutte o almeno alcune.

Molte di queste azioni, oltre a ridurre molto la quantità di anidride carbonica immessa nell’atmosfera, portano anche ad un risparmio nel consumo di energia e di acqua, che si traduce in bollette meno salate. Prova a compiere le azioni riportate in tabella per una settimana segnando 1 punto per ogni azione compiuta ogni giorno. Confronta i tuoi risultati con quelli dei tuoi compagni. Continua per altre settimane; ti accorgerai che certe azioni diventeranno parte della tua quotidianità.

	Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato	Domenica
Riducete il riscaldamento di casa di almeno 1°C							
Chiudete le porte e le finestre delle stanze riscaldate o rinfrescate							
Fate la doccia invece del bagno							
Decidete cosa vi serve prima di aprire il frigorifero							
Spegnete le luci quando vi allontanate dalle stanza							
Staccate il caricabatteria dei cellulari dalle prese di corrente							
Evitate la posizione di stand-by degli elettrodomestici							
Almeno una volta al giorno, per piccoli spostamenti, andate a piedi							
Raccogliete i rifiuti in modo differenziato							
TOTALE							

2

UNA FAMIGLIA IN GAMBA

Come abbiamo già ripetuto tante volte ogni combustione porta alla liberazione di anidride carbonica, quindi ogni volta che utilizziamo la macchina contribuiamo ad aumentare l'effetto serra. Infatti:

- la combustione di 1 litro di gasolio produce 2,7 kg di CO₂
- la combustione di 1 litro di benzina produce 2,4 kg di CO₂
- la combustione di 1 metro cubo di metano produce 1,9 Kg di CO₂

Fatti aiutare dai tuoi genitori e dal tuo benzinaio di fiducia per ottenere i seguenti dati:

- capienza in litri o in metri cubi del serbatoio della macchina dei tuoi genitori
- quantità di litri o metri cubi consumati per percorrere 1 km.

Ora che hai ottenuto questi dati prova a considerare un giorno standard della settimana; calcola quanti chilometri percorre la tua famiglia e quanta anidride carbonica produce per i suoi spostamenti.

Ora un altro dato: 2,3 Kg è la quantità di CO₂ assorbita da circa 250 alberi di medie dimensioni in un giorno.

Prova a fare qualche calcolo:

- 1) calcola quanti alberi ci vorrebbero per assorbire tutta questa anidride carbonica
- 2) se hai un giardino, conta gli alberi che ci sono e calcola quanta anidride carbonica sono in grado di assorbire ogni giorno.



VERIFICA

In questa sezione riportiamo un questionario finalizzato sia alla comprensione del percorso didattico sia all'analisi delle abitudini comportamentali dei ragazzi e delle loro famiglie. Il questionario è un test a scelta multipla; le risposte date definiranno l'appartenenza ad una di tre categorie di diversa attenzione all'ambiente. Sugeriamo di sottoporre il questionario ai ragazzi non come un "esame finale", quanto piuttosto come un gioco e un confronto ironico con i propri compagni. I risultati del questionario possono essere il punto di partenza per eventuali approfondimenti, ricerche e rielaborazione dei dati, che possono coinvolgere altre discipline.

DIMMI COSA FAI E TI DIRÒ CHI SEI

Rispondi alle domande poi controlla nella tabella le tue risposte. Il disegno che ha totalizzato più punti ti svelerà quanto sei amico dell'ambiente.

- 1 Che cosa si intende per "clima"?**

 - A) La situazione del tempo rilevabile guardando fuori dalla finestra
 - B) L'andamento medio del tempo rilevato in una determinata regione in un periodo di almeno 30 anni
 - C) L'andamento medio del tempo rilevato in una determinata regione in un periodo di almeno 100 anni

- 2 Quale tra queste situazioni è quella che più si avvicina alla tua?**

 - A) Faccio la raccolta differenziata di almeno quattro tipi di rifiuti
 - B) Faccio la raccolta differenziata di almeno due tipi di rifiuti
 - C) Non faccio la raccolta differenziata

- 3 Che cosa si intende con la sigla "IPCC"?**

 - A) International Panel on Climate Change
 - B) International Public on Climatic Customer
 - C) International Planet on Climate Change

- 4 Utilizzi i trasporti pubblici?**

 - A) Qualche volta
 - B) Mai
 - C) Sempre

- 5 Qual è stato l'aumento della temperatura media negli ultimi 100 anni?**

 - A) 2° C su scala globale e 2,5°C in Europa
 - B) 1°C su scala globale e 0,6°C in Europa
 - C) 0,6°C su scala globale e 1°C in Europa

- 6 Il tuo cellulare è carico. Stacchi il caricabatteria dalla presa di corrente?**

 - A) Sempre
 - B) Spesso
 - C) Mai o quasi mai

- 7 Quali tra questi gas hanno il maggiore potenziale di riscaldamento globale?**

 - A) Metano
 - B) Gas fluorurati
 - C) Ossido nitroso

8 Normalmente fai la doccia o il bagno?
 A) Faccio sempre la doccia
 B) Faccio sempre il bagno
 C) A volte faccio la doccia e a volte faccio il bagno

9 Quale tra questi gas contribuisce di più al riscaldamento del pianeta?
 A) Ossido nitroso
 B) Metano
 C) Anidride Carbonica

10 Come si chiama il protocollo con il quale i governi di tutto il mondo si sono impegnati a ridurre le emissioni di anidride carbonica?
 A) Protocollo di Tokio
 B) Protocollo di Rio de Janeiro
 C) Protocollo di Kyoto

Controlla ora le tue risposte:

	A	B	C
1			
2			
3			
4			
5			

	A	B	C
6			
7			
8			
9			
10			

Grandioso! Sei un tipo veramente ok! L'ecologia per te non ha segreti! Sai sempre come comportarti per salvaguardare la tua salute e quella dell'ambiente che ti circonda. Ma attento: non abbassare mai la guardia! La natura è un bene che va costantemente curato!



*Se hai totalizzato soprattutto la terra offuscata
 Sei sulla strada giusta! Sei abbastanza attento all'ambiente ma c'è ancora qualche piccola abitudine da correggere... puoi ancora migliorare e, se ti impegni, ce la farai sicuramente.*



*Se hai totalizzato soprattutto la terra bollente
 Ah, ah, ah amico/a... sei un tipo "con la testa calda"! Per te l'ambiente e la sua salvaguardia sono argomenti sconosciuti. Se continui così, il tuo stile di vita accentuerà il problema dei cambiamenti climatici. Ma non disperare: si può sempre imparare, prova a considerare l'ambiente che ti circonda come il TUV ambiente! Cerca di ragionare su ogni tua singola azione e vedere quale effetto può avere sul tuo pianeta.*



GLOSSARIO

Antartico: regione situata intorno al Polo Sud. Lo strato di ghiaccio che la copre è il più spesso del pianeta e ha una profondità che raggiunge i 4.800 metri. I 9/10 del ghiaccio presente sulla Terra si trovano in quest'area.

Atmosfera: involucro gassoso che avvolge un pianeta o in generale un corpo celeste, le cui molecole sono trattenute dalla forza di gravità del pianeta stesso. L'atmosfera terrestre è ricca di ossigeno (21%) e azoto (78%). Essa è suddivisa in 5 strati concentrici chiamati sfere con temperatura, densità e spessore differenti e classificate, in ordine di altezza, come: troposfera, stratosfera, mesosfera, termosfera, esosfera.

Carota di ghiaccio: lungo cilindro di ghiaccio che viene estratto da una perforazione. Grazie alle bolle di aria in essa contenute è possibile ricostruire la composizione dell'aria e il clima di altre ere.

Clima: insieme delle condizioni meteorologiche riscontrabili in una certa regione in un periodo piuttosto lungo.

Climatologia: scienza che studia il clima e il suo andamento nel tempo

Dengue: malattia virale trasmessa dalla zanzara *Aedes Aegypti* e presente nelle zone tropicali e sub tropicali di Africa, Sud Est Asiatico, Cina, India, Medioriente, America Latina, America Centrale, Australia. Si manifesta con brividi, febbre, cefalea, dolori muscolo-scheletrici ed esantema. In alcuni casi porta ad emorragie ed epatiti.

Effetto serra: effetto per cui, grazie ai gas contenuti nell'atmosfera, viene trattenuto il calore del sole, responsabile della temperatura media terrestre.

Eutrofizzazione: processo naturale di arricchimento in sostanze nutritive di un ambiente che di quelle sostanze è povero. I fertilizzanti usati in agricoltura favoriscono tale fenomeno a livello marino e causano un aumento abnorme di alghe.

Equatore: è una circonferenza immaginaria di 0 gradi di latitudine perpendicolare all'asse di rotazione della Terra e la divide in due emisferi: quello dalla parte del Polo Nord viene detto emisfero boreale (o emisfero Nord terrestre), mentre quello dalla parte del Polo Sud è chiamato emisfero australe (o emisfero Sud terrestre). L'equatore terrestre fa parte, insieme al Circolo Polare Artico, Tropic del Cancro, Tropic del Capricorno e Circolo Polare Antartico, dei cinque paralleli di riferimento.

FAO: Food and Agriculture Organization, organizzazione delle Nazioni Unite per l'alimentazione e l'agricoltura.

Gas fluorurati: gas ad effetto serra di origine antropica.

Metano: gas ad effetto serra di origine naturale prodotto dall'azione di batteri che si nutrono di sostanze organiche in assenza di ossigeno.

Krill: piccoli crostacei che rappresentano il cibo di balene, pinguini, foche e vari uccelli marini.

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change (comitato intergovernativo sul mutamento climatico), organizzazione istituita nel 1988 dall'Agenzia per l'Ambiente delle Nazioni Unite e dalla World Meteorological Organization allo scopo di studiare il clima.

Tempo: insieme degli elementi meteorologici che caratterizzano l'atmosfera in un preciso istante.

Tornado: tempesta a vortice di limitata estensione ma di terrificante potenza distruttiva. Origina da una nube temporalesca.

Uragano: tempesta violenta che si forma sopra un oceano tropicale, frequente nei Caraibi. Questi fenomeni tropicali, con diametro da 300 a 1000 km, percorrono migliaia di chilometri, per circa una settimana, a una velocità di 20-25 km/h su percorsi difficilmente prevedibili. Intorno alla zona di depressione, si formano venti fino a 300 km orari e l'umidità portata in alto si condensa e ricade al suolo sotto forma di piogge intense. Il livello del mare può alzarsi di parecchi metri provocando inondazioni.

PER SAPERNE DI PIÙ

In questa sezione sono riportati testi, siti e altri materiali che possono essere consultati per approfondire il tema del cambiamento climatico.

BIBLIOGRAFIA UTILE

Materiali di approfondimento tecnico-scientifico

- P. Gagliardo, F. Sirimarcò, *Per capire l'effetto serra*, Milano, Angeli, 1994
- R. Gelbspan, *Clima*, Milano, Baldini & Castoldi, 1998
- S. Palmieri (a cura di), *Il mistero del tempo e del clima: la storia, lo sviluppo, il futuro*, Napoli, CUEN, 2000
- J. Oldani, *Meteorologia: conoscere e prevedere il tempo*, Milano, De Vecchi, 2000
- G. Dauncey, P. Mazza, *Clima tempestoso: 101 soluzioni per ridurre l'effetto serra*, Roma, Muzzio, 2003
- D. Godrej, *I cambiamenti climatici*, Roma, Carocci, 2003
- B. Lomborg, *L'ambientalista scettico: non è vero che la Terra è in pericolo*, Milano, Mondadori, 2003
- L. Sartorio, *Vivere in nicchia, pensare globale*, Torino, Bollati Boringhieri, 2005
- *Un percorso interdisciplinare di conoscenza sull'acqua: atti del seminario*, Torino, Regione Piemonte, 2005
- A. Pasini, F. Antonioli (a cura di), *Kyoto e dintorni: i cambiamenti climatici come problema globale*, Milano, Angeli, 2006
- L. Lombroso, *Il tempo in fattoria*, Bologna, Edagricole, 2006

Materiali divulgativi

- *A proposito di... cambiamenti climatici*, Padova, ARPAV, 2002

Materiali per ragazzi

- V. Wyatt, *Tempo da lupi: focchi di neve, bagni di sole, l'acchiappanuvole...*, Trieste, Editoriale Scienza, 1994
- J. Challoner, *Cicloni e uragani*, Bologna, Grafica editoriale, 2004

SITOGRAFIA UTILE

Siti sul tema dei cambiamenti climatici

www.europa.eu

Indirizzo per accedere al portale ufficiale dell'Unione europea. Dalla home page, navigando attraverso la sezione "attività" e poi "settore ambiente" si può consultare la pagina dedicata alla politica climatica comunitaria.

www.climatealliance.it/public/

Sito della sezione italiana di Alleanza per il Clima, l'associazione di Comuni ed Enti territoriali europei impegnata in una unione con i popoli indigeni delle foreste pluviali con l'obiettivo comune della salvaguardia del clima globale.

www.ipcc.ch

Pagine web dell'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), il comitato scientifico intergovernativo sul mutamento climatico formato nel 1988 da due organismi delle Nazioni Unite, la World Meteorological Organization (WMO) e l'United Nations Environment Programme (UNEP) allo scopo di studiare il riscaldamento globale, vincitore, nel 2007, del Premio Nobel per la pace.

www.acs.enea.it

Sito del Progetto Speciale Clima Globale (CLIM) dell'ENEA che ha il compito di fornire un contributo alla comprensione del clima e dei cambiamenti climatici, con una particolare attenzione all'area sud-europea e mediterranea.

www.greenpeace.org

Dalla home page di "Greenpeace", attraverso la sezione dedicata alle campagne condotte dal movimento ambientalista, si accede, tra le altre, anche a quella dedicata all'energia e ai cambiamenti climatici.

Siti di approfondimento sui temi ambientali

www.apat.gov.it

Sito dell'APAT, l'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici, che svolge i compiti e le attività tecnico-scientifiche di interesse nazionale per la protezione dell'ambiente, per la tutela delle risorse idriche e della difesa del suolo

www.ermesambiente.it

Il portale ambientale della Regione Emilia Romagna. L'aggiornamento costante delle pagine lo rende un punto di riferimento per enti locali, agenzie scientifiche, associazioni ambientaliste, nonché un importante punto di osservazione regionale per monitorare il "che cosa si fa", "di che cosa si parla" e il "chi se ne occupa" dell'ambiente e dello sviluppo sostenibile.

www.legambiente.com

Sito dell'associazione ambientalista Legambiente, una delle organizzazioni più conosciute in Italia grazie alle campagne di informazione che conduce a livello nazionale come, ad esempio, Goletta verde, Mal'aria, Cambio di clima... Popolarissima l'iniziativa di volontariato Puliamo il mondo.

www.nonsoloaria.com

Sito che fornisce un servizio gratuito di informazione e formazione sull'inquinamento atmosferico allo scopo di rafforzare la coscienza ambientale di chi sente la necessità di preservare la natura anche per le generazioni che verranno.

Siti di carattere informativo-divulgativo

www.lescienze.it

Sito della rivista scientifica Le Scienze edizione italiana di Scientific American.

www.pianetascuola.it

Portale dedicato al mondo della scuola

FILM DA VEDERE

• **Waterworld**, regia di Kevin Reynolds, 1995. Genere: fantascienza, durata 136'

Il mondo è sommerso dalle acque e gli ultimi umani vivono su atolli artificiali in preda a razzie di pirati e sbandati. La leggenda di Dryland, l'ultima terra che ancora affiora dalle acque, ritorna alla ribalta quando una bambina con una mappa tatuata sulla schiena viene vista da alcuni dei pirati. Un mutante, nato con le branchie e le dita palmate, si erge a sua difesa.

- **Twister**, regia di Michael Crichton, 1996. Genere: azione, durata 113'

Jo, una cacciatrice di tornado, si lancia insieme a Bill, meteorologo, e ad una strampalata squadra di storm-chasers in un grande progetto: immettere all'interno di un tornado (in inglese detto anche *twister*, appunto) uno speciale strumento scientifico che permetterà di ricavare tutte le informazioni necessarie per costruire un piano di emergenza al verificarsi di tali violenti fenomeni. I primi tentativi di Bill e Jo falliscono. Alla fine riusciranno a far funzionare il loro strumento all'interno di un devastante tornado di categoria F5.

- **The day after tomorrow**, regia di Roland Emmerich, 2004. Genere: fantascienza, durata 100'

Inaspettati avvenimenti atmosferici, fanno ipotizzare al paleoclimatologo americano Jack Hall e al suo collega scozzese Rapsom l'avvento di una nuova glaciazione. Il loro sospetto viene confermato quando scoprono che sta per prepararsi una tempesta globale che investirà il pianeta e lo farà piombare in una nuova era glaciale. Hall deve avvertire la Casa Bianca dell'imminente disastro ambientale e, allo stesso tempo, raggiungere la città di New York per salvare suo figlio che si trova nella biblioteca pubblica di Manhattan.

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

An Inconvenient Truth è un film-documentario che tratta del problema mondiale del riscaldamento globale e che ha come protagonista l'ex vice-presidente degli Stati Uniti, Al Gore, vincitore, nel 2007, del Premio Nobel per la pace. Il documentario si basa in larga parte su una presentazione multimediale che Gore crea e sviluppa nell'arco di molti anni come una parte della sua campagna di informazione sui cambiamenti climatici.

