Roberto Luciani

IL CLIMA CHE CAMBIA

COSA POSSIAMO FARE NOI

GIUNTI Progetti Educativi

cmcc Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici

INGV terremoti vulcani ambiente
ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

Indice

4 Un altro problema

6 Tempo o clima?

8 Il motore del clima

10 Un fatto naturale

12 La macchina in azione

14 Una coperta d'aria

16 Un nastro trasportatore

18 Mai uguale

20 Milioni e carote

22 Al rallentatore

24 Pillole e pasticche

26 Mille anni di caldo e freddo

28 Così tanto in poco tempo

30 Bruciare energie

32 Che succederà?

34 Una faccenda grossa

36 Davvero possiamo?

40 Tutti insieme

42 Niente è inutile se...

44 Clima in cucina

46 Climatest: le soluzioni

Il clima è diventato una presenza familiare nella nostra esperienza e i mezzi d'informazione di continuo ci bombardano con notizie più o meno urlate, più o meno esatte sulle sue abitudini e i suoi capricci, a volte in tono vagamente angosciante.

L'unico modo di orientarsi in questa confusione è quello di comprendere i termini scientifici del problema in maniera da poter ragionare con la propria testa. I processi fisici, chimici, biologici e geologici che determinano i dettagli delle variazioni climatiche sono ovviamente tanti e complicati, ma i principi base che regolano l'evoluzione del clima sono ben comprensibili.

Questo lavoro ha l'ambizione di poter spiegare in modo comprensibile le regole base del sistema climatico e di indicare la strada per i lettori che vogliono approfondire, avventurandosi nella comprensione dei meccanismi più sottili del clima. Rappresentare tutto questo in poche pagine è stato un lavoro avvincente, ma noi ci siamo divertiti molto a farlo; contiamo che si divertano anche i lettori.

Antonio Navarra
Direttore del Centro Euro-Mediterraneo
sui Cambiamenti Climatici
(INGV, Sezione di Bologna)

Un altro problema

Il mondo è pieno di problemi seri. Il problema a pagina 141 del libro di matematica, da fare per domani. Il problema di spiegare o no alla mamma come mai la sua scheda telefonica si è azzerata di colpo. Il problema di trovare i soldi per il regalo di compleanno del tuo migliore amico. Il problema che il tuo migliore amico è anche l'unico e nemmeno tanto simpatico. Il problema di invitare al cinema l'attuale cotta della classe accanto. Eccetera.

Nelle pagine seguenti...

Climatest

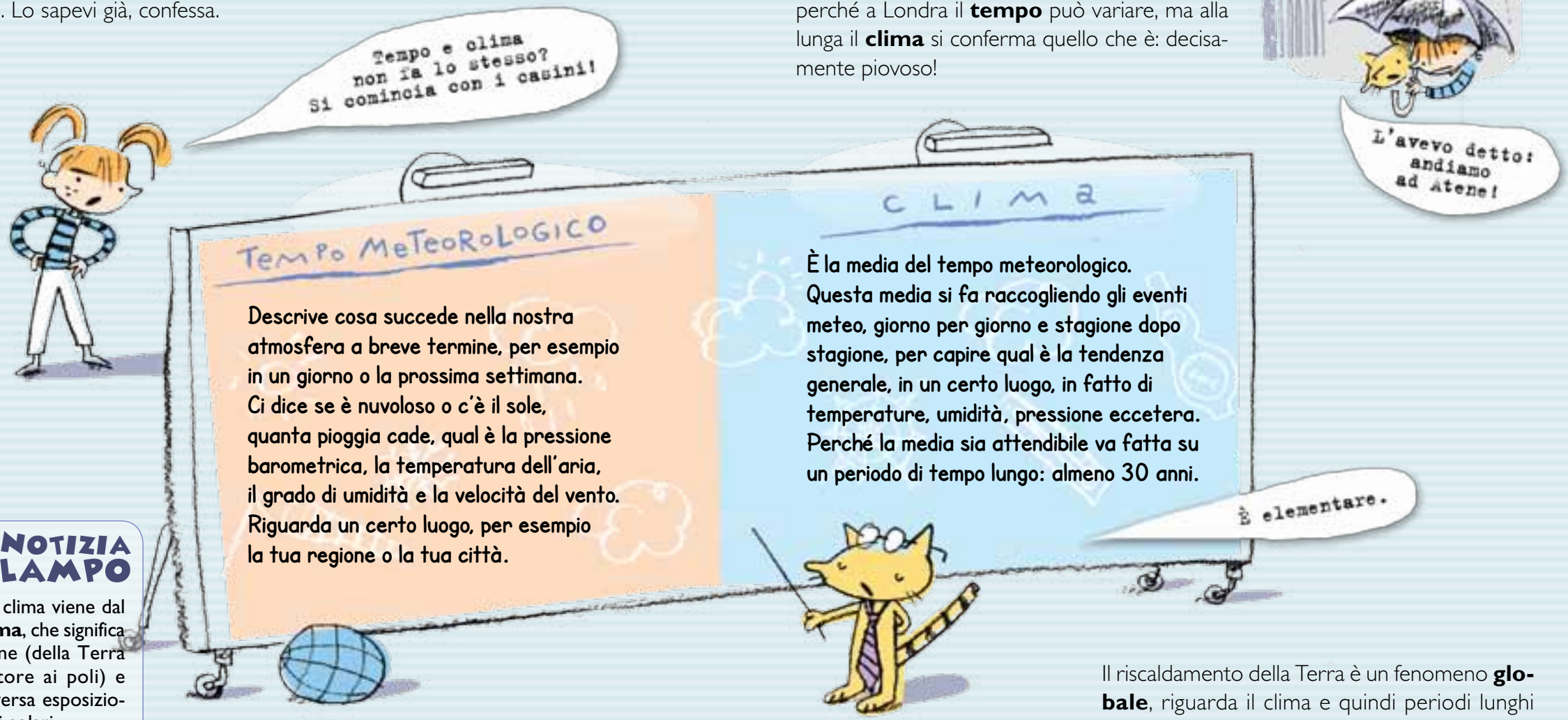
Segna le risposte che ti sembrano giuste, poi controlla le soluzioni a pag. 46. Occhio: le soluzioni giuste possono essere una, due o anche tre!

Dal momento che devi ancora risolvere questi problemi, perché dovresti romperti la testa su problemi nuovi? Il guaio è che se accendi la tv o butti un occhio sui giornali ti senti mitragliare da una quantità di problemi senza risposta, uno peggio dell'altro: avremo una terza guerra mondiale? I giovani troveranno lavoro? I vecchi andranno in pensione? Chi vincerà X Factor? Il clima della Terra sta cambiando?

Questa cosa della Terra che si riscalda sembra un problema più difficile di quello a pagina 141. Probabilmente non ti va di metterlo sulla lista delle urgenze. E poi la tv e i giornali ne dicono tante. Tuttavia, se la cosa ti incuriosisce, ti spaventa o ti affascina puoi prenderti una pausa dai tuoi problemi e girare pagina.

Tempo o clima?

Naturalmente potresti obiettare qualcosa tipo: «ma qui da me piove e fa freddo! E le previsioni dicono che il termometro scenderà ancora. Non pare proprio che la Terra si riscaldi!».
Allora ecco la prima cosa interessante: le previsioni del **tempo** non sono previsioni del **clima**. E quando si parla della Terra che si riscalda si parla di clima e non di tempo. Già: tempo meteorologico e clima non sono la stessa cosa. Lo sapevi già, confessa.



Notizia lampo

La parola clima viene dal greco **klìma**, che significa inclinazione (della Terra dall'equatore ai poli) e quindi diversa esposizione ai raggi solari.

Climatest

Tempo e clima

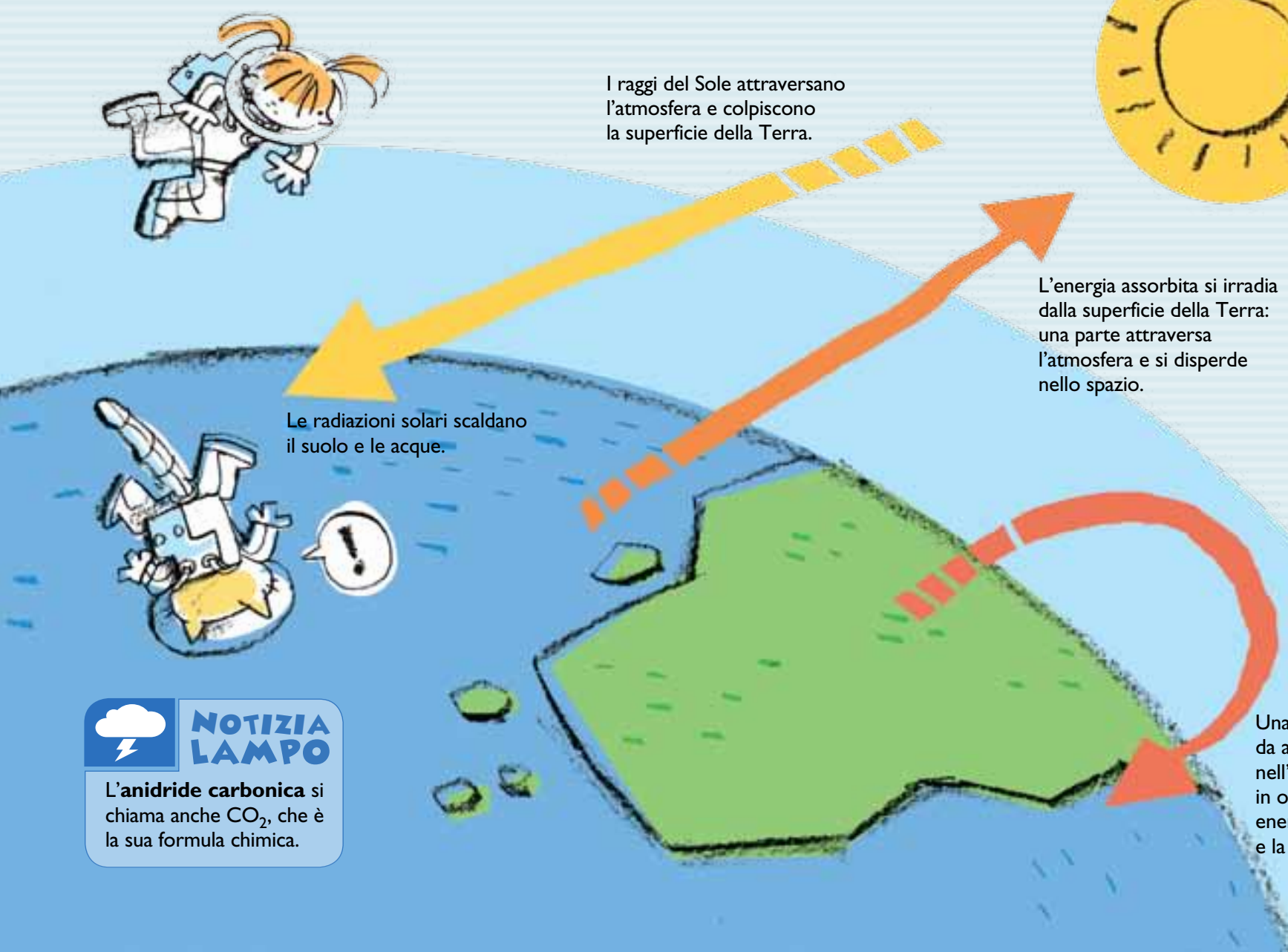
a ☐ sono cose diverse
b ☐ sono la stessa cosa
c ☐ dipende dal clima

Tutti sanno che Londra ha un clima piovoso. Ma non è detto che un fine settimana a Londra debba trascorrere sotto l'ombrello, anzi potresti perfino trovarci il sole. Il fatto è che di **norma** a Londra piove ogni anno il doppio che ad Atene, in Grecia. Se invece di due giorni ti fermerai un anno intero l'ombrello ti servirà parecchio, perché a Londra il **tempo** può variare, ma alla lunga il **clima** si conferma quello che è: decisamente piovoso!

Il riscaldamento della Terra è un fenomeno **globale**, riguarda il clima e quindi periodi lunghi parecchi anni.

Il motore del clima

Il tempo meteo, insomma, è "parte" del clima. Anzi, ne è una rotellina. Il clima infatti è come una grande macchina complessa, con tanti pezzi. A mettere tutto in moto è però un solo motore, semplice e potentissimo: il Sole.



Notizia lampo

L'**anidride carbonica** si chiama anche CO_2, che è la sua formula chimica.

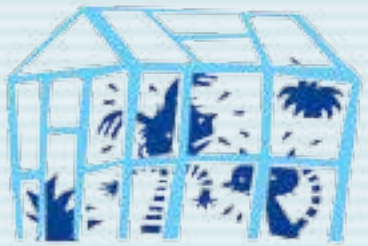
Climatest

I gas serra

a ☐ si trovano nelle serre
b ☐ si trovano nell'atmosfera
c ☐ catturano il calore

Come vedi una funzione importante nella macchina del clima è svolta da alcuni gas che si trovano nell'atmosfera. Essi intrappolano una parte dell'energia riemessa dal nostro pianeta e la rimandano indietro verso la superficie terrestre, riscaldando quindi l'ambiente. Questo è bene o è male? Lo vedremo dopo. Per ora è sufficiente capire il meccanismo.

I gas serra (**anidride carbonica**, vapore acqueo, metano, ossido nitroso, ozono e altri) si chiamano così proprio perché le loro molecole catturano e diffondono il calore fornito dalla Terra, che altrimenti si disperderebbe nello spazio. Come più o meno succede in una serra, dove i vetri lasciano entrare la luce senza far uscire il calore, creando un clima caldo e umido ideale per certe piante.



Un fatto naturale

Allora: il famoso effetto serra è buono o cattivo? Se ne sente parlare male in giro, ma in sé l'effetto serra è naturale e addirittura necessario. Una certa percentuale di gas serra fa parte del normale corredo della nostra atmosfera, anzi è una delle cose che ci permettono di vivere. Senza il loro effetto, che "cattura" l'energia riemessa dalla Terra impedendole di perdersi nello spazio, la temperatura media del pianeta non supererebbe i 18 gradi **sotto zero**. Invece grazie alla loro azione la temperatura media della Terra è di circa 15 gradi **sopra lo zero**.

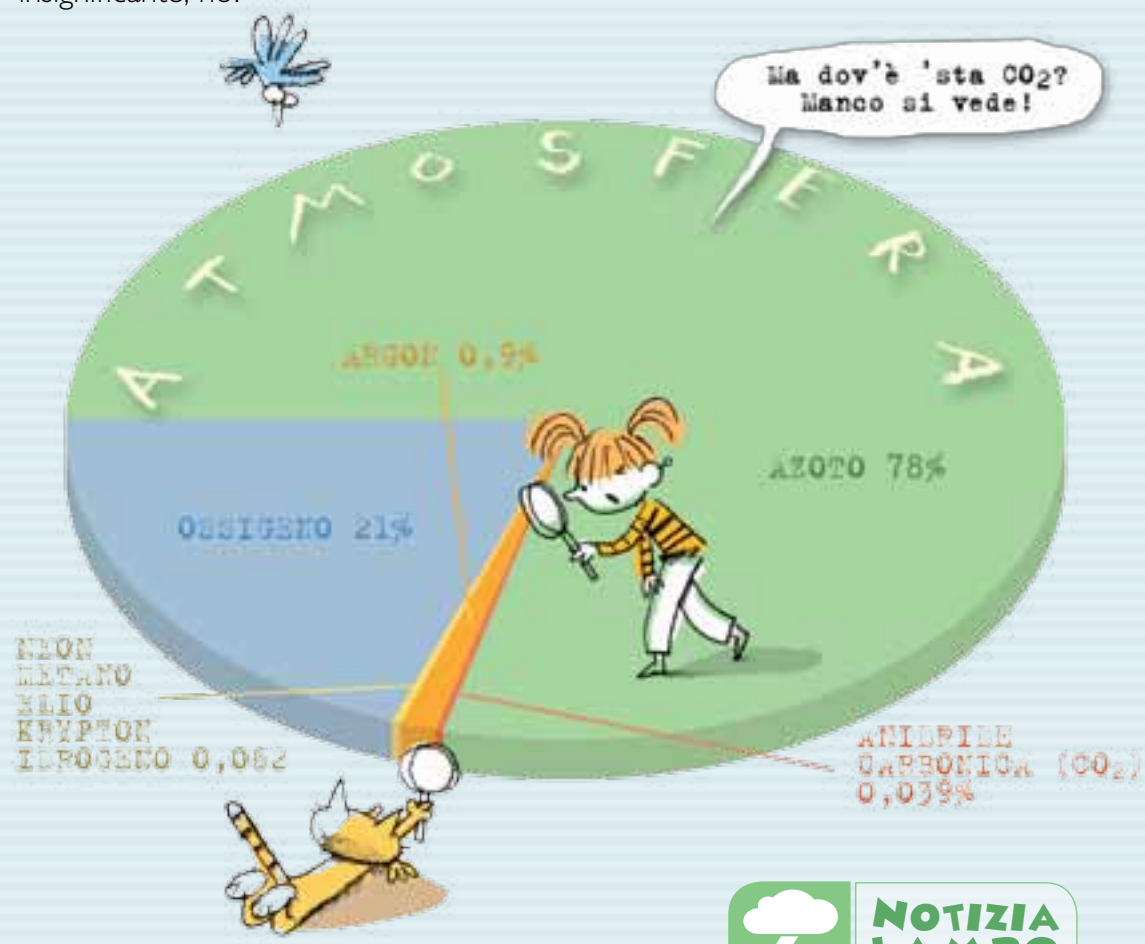
Senza effetto serra (che esiste da sempre, anche quando nessuno lo chiamava così) la vita non avrebbe potuto svilupparsi come ha fatto, e nessuno di noi esisterebbe. Quindi, perché tutti ce l'hanno con questi gas serra?

Climatest

L'effetto serra è un fenomeno

a ☐ sempre nocivo
b ☐ sempre benefico
c ☐ naturale

Il fatto è che a un certo punto gli scienziati hanno notato che la concentrazione dei gas serra nell'atmosfera è aumentata molto rapidamente, raggiungendo livelli mai osservati nell'ultimo milione di anni. L'**anidride carbonica**, per esempio, è passata dallo 0,028% allo 0,039% negli ultimi 150 anni. Si direbbe una percentuale insignificante, no?



Eppure per gli scienziati quella piccola variazione di CO_2 è capace di alterare l'equilibrio naturale dell'effetto serra e provocare un riscaldamento eccessivo del pianeta. Sarà vero?

Notizia lampo

Nel Settecento, prima della Rivoluzione industriale, l'**anidride carbonica** nell'atmosfera era lo 0,028%.

LA MACCHINA IN AZIONE

L'enorme macchina del clima ha molte componenti, che agiscono fra di loro con scambi incessanti. Le cose che "fanno" il clima sono molte, forse addirittura… tutte! La macchina del clima è il mondo intero, e ne fai parte perfino tu.

ATMOSFERA
La componente più variabile. In essa si formano le nuvole e si verificano gli eventi meteorologici, si producono reazioni chimiche e l'energia solare l'attraversa subendo varie trasformazioni.

CICLO DELL'ACQUA
Il sole riscalda l'acqua che evapora facendo aumentare l'umidità dell'aria. L'aria umida e calda è più leggera di quella che la circonda, quindi sale. Salendo il vapore si raffredda, condensa e forma le nubi. Il vapore condensato può in seguito precipitare in forma d'acqua o neve. In questo ciclo atmosfera e oceano si scambiano vapore acqueo e calore.

VUOI COSTRUIRE UNA NUVOLA IN BARATTOLO? VAI A PAGINA 44!

OCEANO
L'acqua copre più del 70% della Terra. Dissolve e immagazzina anidride carbonica. Le correnti oceaniche trasportano enormi quantità d'acqua e calore intorno al globo, più lentamente rispetto all'aria. Oceano e atmosfera si scambiano calore e moto.

CLIMATEST

La biosfera comprende
a ☐ gli animali
b ☐ le piante
c ☐ gli esseri viventi

GHIACCI
Riflettono gran parte delle radiazioni solari, impedendo un aumento di temperatura. La riflessione dei raggi del Sole da parte della Terra si chiama albedo, e varia a seconda dell'ambiente: l'oceano, per esempio, riflette meno dei ghiacci.

CICLO DEL CARBONIO
Il carbonio sotto forma di gas (CO_2) viene catturato o rilasciato nell'atmosfera in molti modi naturali, che coinvolgono oceano, animali, piante, minerali e perfino i vulcani. La CO_2 viene immessa nell'atmosfera anche dall'uomo, quando brucia combustibili fossili come il petrolio, il carbone e il metano.

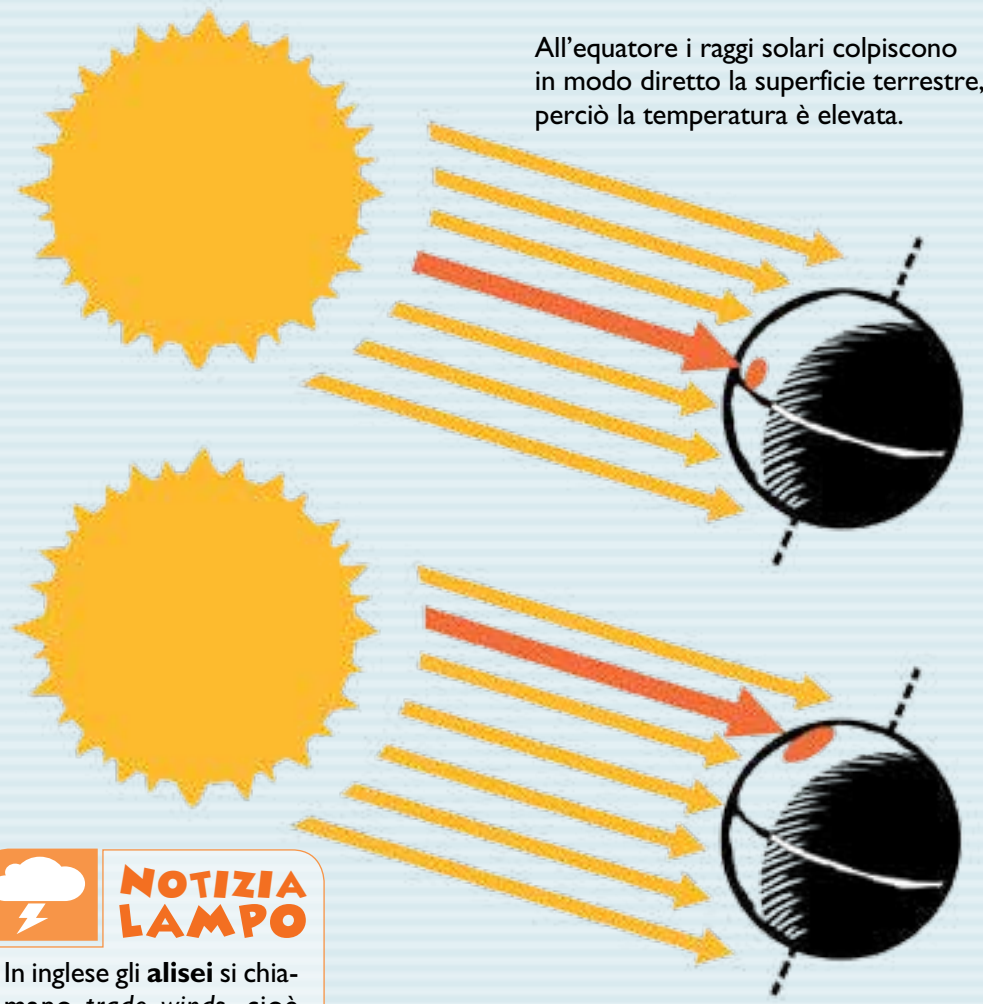
BIOSFERA
Siamo noi esseri viventi. Animali (con la respirazione) e piante (con la fotosintesi) entrano nel ciclo del carbonio. Inoltre l'aerosol composto da batteri, pollini e virus contribuisce a diffondere la radiazione solare.

GEOSFERA
Vale a dire il suolo, la terra solida, comprese le zone innevate. Il suo influsso sull'aria sovrastante e il suo assorbimento di energia solare hanno molta importanza.

NOTIZIA LAMPO
L'indice medio di **albedo** della Terra è 0.30: significa che il 30% dei raggi solari ritorna allo spazio.

Una coperta d'aria

Come hai visto l'atmosfera è una miscela di gas che permette la vita sul pianeta e lo avvolge regolandone la temperatura, come una sottile coperta. Tutta quest'aria non sta mai ferma, e i motivi sono tanti. Per cominciare, la Terra non è riscaldata in modo uniforme, e questo si deve alla sua forma sferica e all'inclinazione del suo asse.



Notizia lampo

In inglese gli **alisei** si chiamano *trade winds*, cioè venti del commercio, perché i velieri del passato sfruttavano questi venti costanti per le loro rotte commerciali.

Climatest

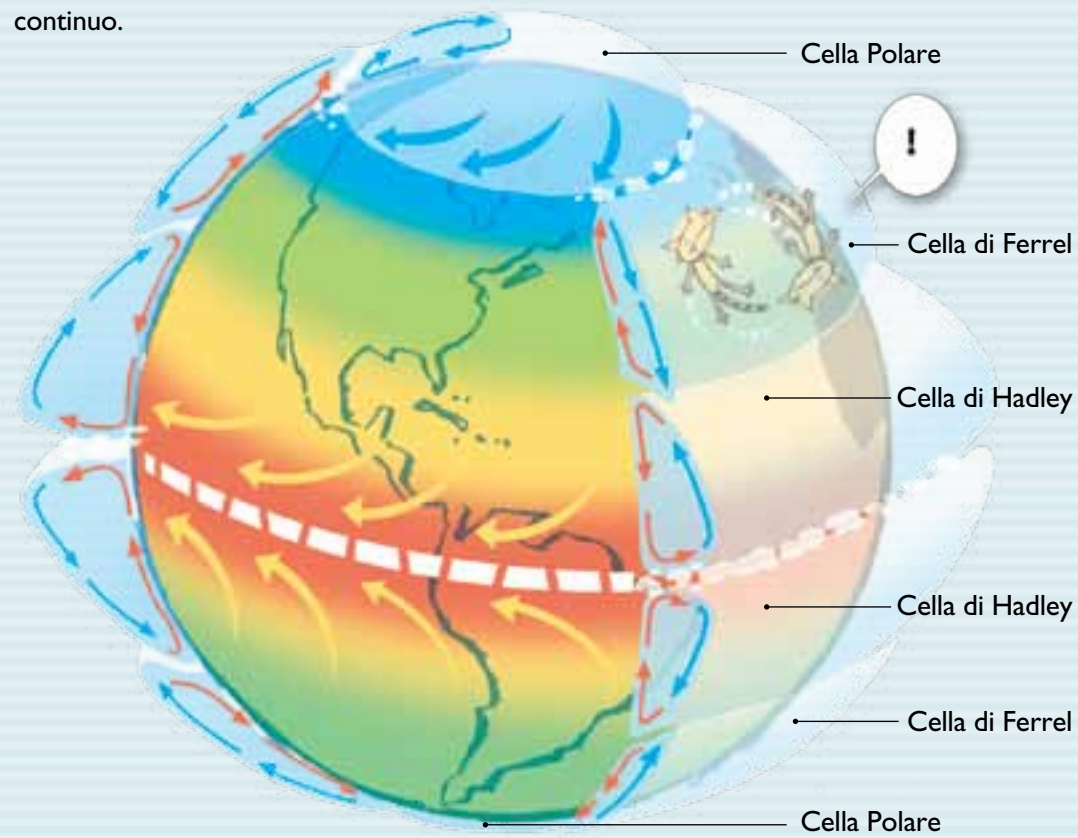
L'aria calda

a ☐ tende a scendere
b ☐ tende a salire
c ☐ si espande

Queste differenze di temperatura, insieme con la rotazione della Terra e la sua conformazione, producono moto continuo. Il forte riscaldamento delle zone equatoriali fa salire l'aria a grandi altezze nell'atmosfera.

In quota, l'aria si sposta verso i poli e raffreddandosi ridiscende, convogliandosi nuovamente in direzione dell'equatore e formando così un ciclo continuo.

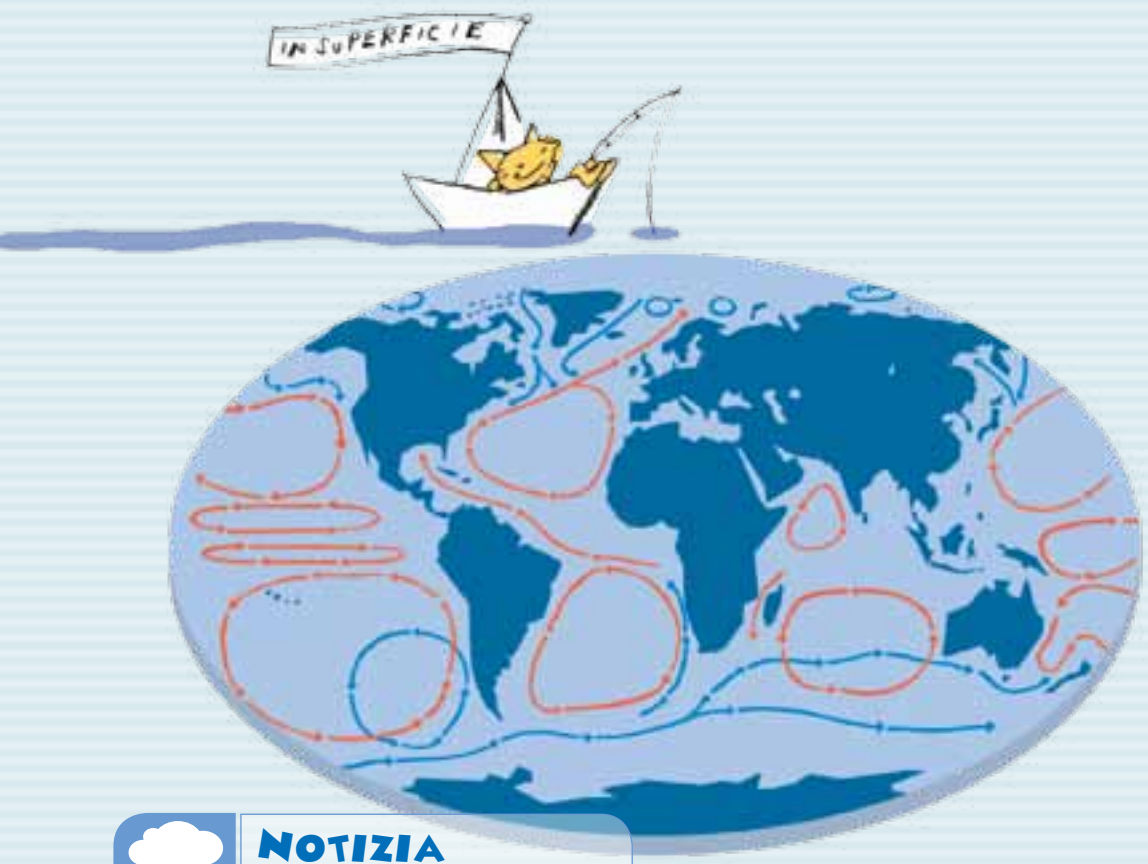
I movimenti ad anello dell'aria formano delle specie di enormi ciambelle o "celle" chiuse, che influenzano il clima di vaste zone.



La rotazione della Terra fa sì che le correnti d'aria, che nei bassi livelli dell'atmosfera si muovono verso l'equatore, siano deviate verso ovest in entrambi gli emisferi. Queste correnti si chiamano **alisei** e spirano da nord-est nell'emisfero nord e da sud-est in quello sud.

Un nastro trasportatore

L'acqua che circonda le terre emerse non è da meno dell'aria, e si muove in continuazione: puoi vederlo anche stando in spiaggia. I movimenti dell'oceano non sono casuali, anche loro seguono certe "abitudini", ed è per questo che esistono le grandi correnti.
Cosa le fa muovere? In sostanza è il complesso scambio di calore e moto con l'aria (alla base del quale c'è come sempre il Sole). Lo strato superficiale dell'acqua (fino a qualche centinaio di metri) è mosso principalmente dall'azione dei venti e dalla rotazione terrestre. La forma dei continenti determina il percorso di queste correnti superficiali.



corrente di acqua calda

corrente di acqua fredda

Notizia lampo

Il sistema di correnti profonde dovuto al calore e alla salinità dell'acqua si chiama **circolazione termoalina**.

Climatest

La circolazione delle correnti oceaniche avviene

a ☐ fra i continenti
b ☐ in profondità
c ☐ in superficie

Molto sotto la superficie, nell'oceano profondo, la circolazione è diversa e dipende dalla combinazione di sale e calore. Nel nord dell'oceano Atlantico, infatti, l'acqua diventa più fredda e salata, quindi più densa e pesante, e tende a inabissarsi. Per compensare lo spostamento verso nord dell'acqua in superficie, si spinge a sud viaggiando come un grande fiume sottomarino attraverso vari oceani, arriva nell'oceano Meridionale e circonda l'Antartide. Questo fiume o immenso nastro trasportatore torna "a galla" nell'oceano Pacifico settentrionale e in quello Indiano e riprende i suo viaggio verso l'oceano Atlantico in superficie.

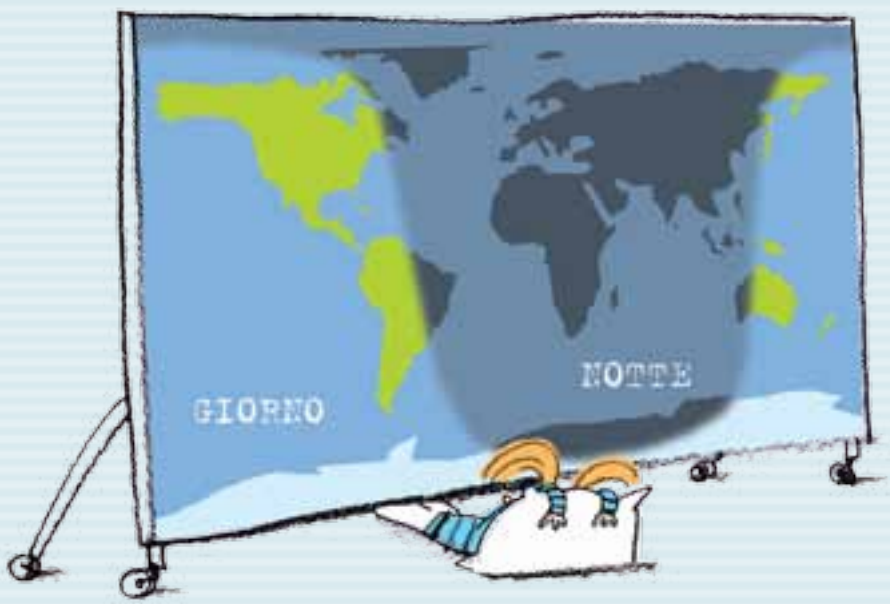
corrente profonda

corrente più superficiale

L'oceano svolge un compito importantissimo spostando dall'equatore ai poli circa la metà del calore e contribuendo alla regolazione del clima terrestre.

Mai uguale

Queste cose di clima sono terribilmente complicate! Ci sono tanti dettagli che nemmeno gli scienziati sanno ancora spiegare o prevedere. Anche perché la macchina del clima (Sole, atmosfera, oceano, Terra) è grande e complessa e non funziona sempre nello stesso identico modo.
Il clima varia in modo naturale e lo si vede confrontando, per esempio, un inverno con quello dell'anno precedente, oppure la scorsa estate con quella di tre anni fa. Ma questa, che si chiama "variabilità climatica", è un'altra cosa.



Ogni 24 ore si alternano giorno e notte, luce e buio, temperature diverse.

Notizia lampo

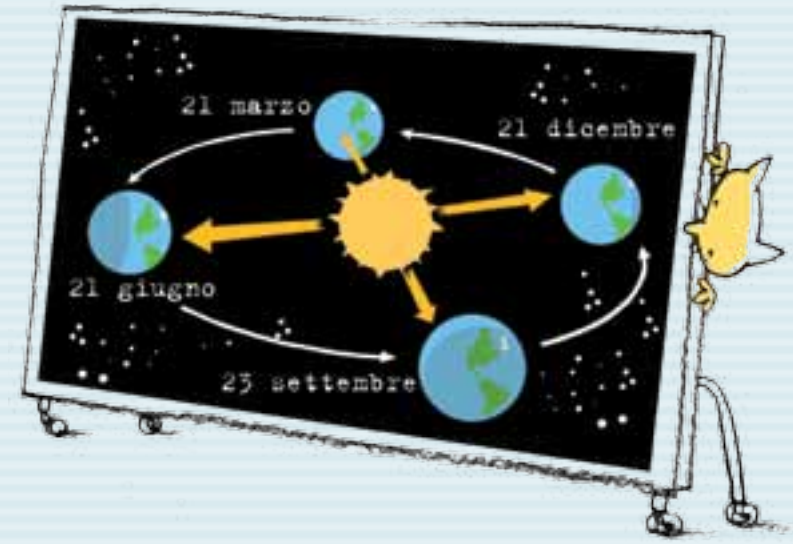
Gli equinozi sono i due giorni dell'anno in cui giorno e notte hanno la stessa durata. Nei solstizi si hanno invece il giorno più lungo (o più corto) e la notte più corta (o più lunga) dell'anno.

Climatest

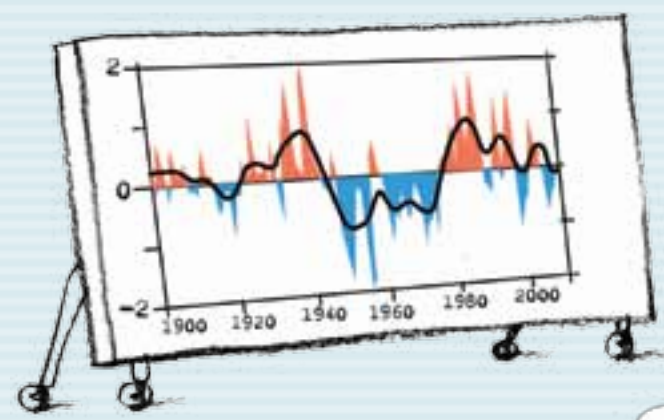
Il clima può variare

a ☐ in modo naturale
b ☐ in un centinaio di anni
c ☐ a giorni alterni

Nell'arco di un anno la Terra cambia varie volte posizione rispetto al Sole, e le sue zone si raffreddano o si riscaldano in modo diverso. È il fenomeno delle stagioni.



Nell'atmosfera e nell'oceano ci sono variazioni decennali di temperatura, i cui meccanismi non sono ancora chiari perché la loro registrazione si fa da troppo poco tempo (un secolo circa). Ecco l'indice di variazione della temperatura superficiale dell'oceano Pacifico dal 1900 al 2013: in rosso il rialzo di temperatura, in blu l'abbassamento. La curva nera rappresenta l'oscillazione decennale.



Conoscere bene tutte le complesse caratteristiche della variabilità naturale è fondamentale per chi desidera comprendere i cambiamenti in atto oggi nel nostro clima. Solo così si può cercare di capire se il clima sta cambiando per l'azione dell'uomo o per altre cause anomale ma naturali.

Milioni e carote

La Terra non è sempre stata quella di oggi. Moltissimi milioni di anni fa, all'inizio della storia della Terra, la sua atmosfera non conteneva nemmeno ossigeno, ma grandi quantità di anidride carbonica, e i continenti erano saldati in una sola grande terra emersa. Logico che il suo clima fosse molto diverso da quello odierno!
I lentissimi mutamenti del pianeta si sono accompagnati sempre a cambiamenti climatici altrettanto lenti. Ma cosa sono per gli scienziati i cambiamenti climatici?

Un cambiamento climatico è una variazione significativa dal punto di vista statistico dello stato medio del clima e della sua variabilità naturale, e dura centinaia o migliaia di anni. Nel passato della Terra ci sono stati molti cambiamenti climatici, lunghi anche milioni di anni, in cui la Terra è passata da fasi glaciali ad altre di clima più caldo. Com'è possibile capire cosa è successo in epoche tanto remote? La natura ha conservato delle tracce… parlanti. Uno dei sistemi più comuni è quello di studiare i ghiacci dei poli, che al loro interno conservano pollini, pulviscolo o bolle d'aria, intrappolate centinaia di migliaia di anni fa, in grado di darci informazioni precise sulla composizione di quelle antiche atmosfere.

Gli scienziati estraggono dalle calotte polari delle "carote" di ghiaccio e le sezionano per studiarle. Più profonda è la carota, più antica la sua composizione.

Climatest

Un cambiamento climatico è

a ☐ una variazione irrilevante
b ☐ una variazione rilevante
c ☐ una variazione qualunque

I sedimenti in fondo a oceani e laghi conservano tracce di vegetazione, animali e pollini del passato.

Gli anelli dei tronchi degli alberi fossili possono dirci le variazioni del clima anno per anno.

Le **rocce sedimentarie** ci dicono come sono cambiati gli oceani, le correnti e la Terra nel corso di milioni di anni.

Notizia lampo

Le **rocce sedimentarie** sono il risultato dell'accumulo di materiali solidi che derivano in gran parte dalla degradazione ed erosione di rocce preesistenti.

Al rallentatore

In un certo senso il clima della Terra cambia continuamente, ma in modo così lento che non ce ne accorgiamo perché la nostra vita è troppo breve. In periodi lunghi cento, mille o centomila anni le cose cambiano, si spostano, si trasformano e questo influenza il clima. Ma cos'è che può cambiare, e come?

IL SOLE
Esiste da 4 miliardi e mezzo di anni, e durerà altrettanto. Ma la sua attività non è sempre identica, e la quantità e qualità delle sue radiazioni possono variare nel tempo, con effetti sul nostro clima.

PLACCHE TERRESTRI
Le placche su cui sorgono i continenti si spostano continuamente, da 1 a 15 cm l'anno. Pochissimo, ma in milioni di anni i centimetri diventano migliaia di chilometri e l'aspetto della Terra cambia tanto da influenzare correnti, venti e clima.

Notizia lampo

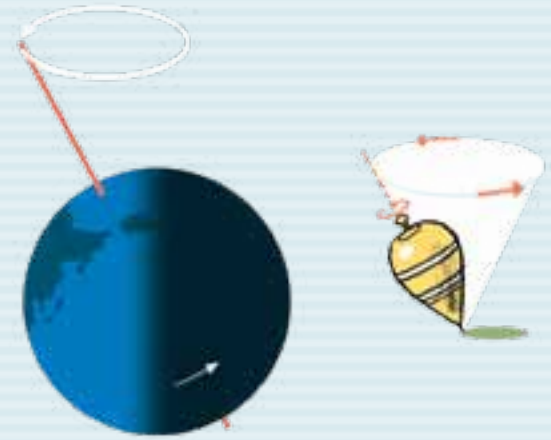
Una trottola che gira con asse inclinato oscilla e descrive una specie di cono rovesciato. Questo fenomeno è detto **precessione.**

Climatest

Un grosso meteorite può

a ☐ aumentare la temperatura globale
b ☐ alterare gli effetti del Sole
c ☐ modificare il clima

PRECESSIONE
La parola è difficile, il fenomeno meno! L'asse della Terra ruota: ogni 25.800 anni traccia un cono, proprio come fa una trottola girando su se stessa. Questo per esempio cambia le date degli equinozi e quindi il clima. Naturalmente noi non possiamo accorgercene se non con degli strumenti sofisticati!



METEORITI
A differenza degli altri fenomeni questo è improvviso, in più non è detto che capiti in futuro. L'impatto di un meteorite sufficientemente grosso è capace di influenzare il clima a lungo. Potrebbe essere, come sai, la spiegazione della scomparsa dei dinosauri.

Pillole e pasticche

Un po' di questo e un po' di quello a proposito di clima

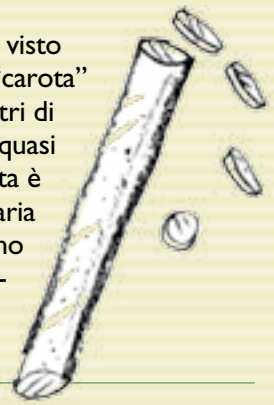
L'aria calda sale, quella fredda scende. Lo stesso accade alle correnti marine.

Un pugno di aria atmosferica è composto da un numero praticamente illeggibile di molecole: sono 45.000.000.000.000.000.000.

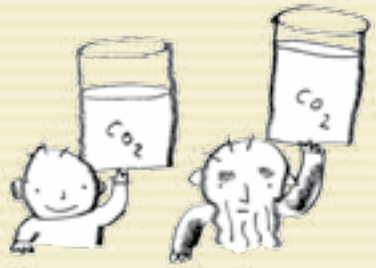
La pressione atmosferica è data dalla concentrazione delle molecole che la compongono. Una concentrazione maggiore di molecole significa maggiore pressione, meno molecole minor pressione.

I pianeti del sistema solare hanno atmosfere molto diverse. Quella di Marte è sottile, quasi tutta la CO_2 si trova al suolo. La sua temperatura media è di –50 °C. Venere ha invece un'atmosfera pesante fatta al 96% di CO_2, e la sua temperatura media è di +420 °C.

Una caratteristica della pressione atmosferica alla superficie della Terra: l'aria riscaldata si dilata e diventa meno pesante, mentre l'aria fredda è più densa e pesante. Quindi la pressione sulla superficie della Terra diminuisce con l'aumentare della temperatura e aumenta con il diminuire di essa.



Il più antico ghiaccio mai visto finora appartiene a una "carota" scavata a più di 3000 metri di profondità in Antartide: quasi un milione di anni. Questa è anche l'età delle bolle d'aria intrappolate al suo interno e capaci di darci informazioni sulle temperature delle ere glaciali.



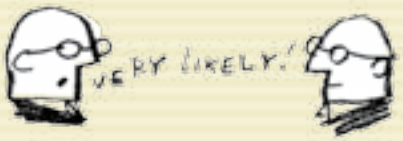
Negli ultimi 50 anni la concentrazione di CO_2 in atmosfera è aumentata del 19%.

Nonostante il riscaldamento globale progressivo, può anche capitare che un inverno sia improvvisamente freddissimo, perché quel che conta nel clima è l'andamento nei tempi lunghi. Proprio come succede alla crescita dei ragazzi!

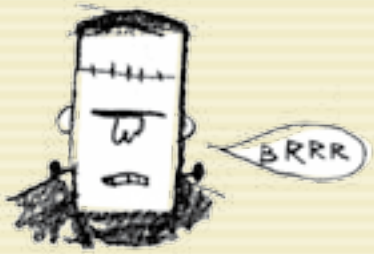
Groenlandia significa Terra Verde: un nome strano per un'isola coperta di ghiaccio! È probabile che i Vichinghi islandesi che la colonizzarono nel 980 d.C. l'abbiano chiamata così perché all'epoca le sue coste erano davvero verdi, grazie al periodo caldo medievale. A meno che non fosse tutta propaganda per invogliare i coloni!

L'aria respirabile che avvolge il pianeta è sottilissima: se la Terra misurasse un metro di diametro, questo strato sarebbe spesso circa due millimetri e mezzo.

Molti quadri del pittore fiammingo Pieter Brueghel il Giovane mostrano paesaggi innevati. Brueghel infatti visse a cavallo fra XVI e XVII secolo, in piena piccola era glaciale.



Gli scienziati dell'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) dell'ONU dicono che è "estremamente probabile" che la causa dominante del riscaldamento globale dalla metà del secolo scorso sia di origine umana. Nel linguaggio scientifico dell'IPCC, questo equivale a più del 95% di probabilità.



Senza l'eruzione esplosiva del vulcano Tambora (Indonesia) chissà se avremmo avuto il personaggio di Frankenstein! A crearlo per scommessa fu Mary Shelley, in vacanza a Ginevra con i suoi amici. Non potendo uscire per via del tempo freddo e piovoso si erano sfidati a scrivere storie di fantasmi e mostri. Era l'estate del 1816, l'eruzione del Tambora era avvenuta l'anno prima, causando nell'emisfero nord il cosiddetto "anno senza estate".

Mille anni di caldo e freddo

L'animale più longevo del mondo sembra sia un mollusco di 400 anni. Ma anche per lui come per noi mille anni sarebbero molti, mentre per la Terra sono un battito di ciglia. Negli ultimi mille anni tuttavia ci sono stati alcuni noti cambiamenti di clima piuttosto repentini e facilmente avvertiti anche dall'uomo, dovuti all'attività solare e perfino a quella dei vulcani.

Fra il 950 e il 1250 l'attività del Sole fu tanto intensa da provocare in alcune aree del nostro pianeta un riscaldamento comparabile a quello globale che abbiamo ora. Ad esempio, nel nord Atlantico il clima si fece più caldo. Tanto che i Vichinghi islandesi colonizzarono la Groenlandia approfittando del fatto che i mari non erano ghiacciati.

In Gran Bretagna cresceva dell'ottima uva e si faceva del buon vino! È il cosiddetto periodo caldo medievale.

Nei secoli successivi, in particolare tra il 1450 e il 1850, ci fu un raffreddamento eccezionale in varie aree del nostro pianeta, soprattutto nell'emisfero settentrionale. Questo periodo freddo fu chiamato piccola età glaciale.
Per le carestie legate agli scarsi raccolti la popolazione islandese si dimezzò e un terzo dei finlandesi morì…

Climatest

Nell'Europa del Settecento

a ☐ faceva più caldo di oggi
b ☐ faceva più freddo di oggi
c ☐ c'era la stessa temperatura di oggi

… il Tamigi e i fiumi olandesi erano spesso ghiacciati in inverno…

… nel 1780 le acque del porto di New York gelarono, tanto che si poteva andare a piedi da Manhattan a Staten Island…

… in Etiopia e Mauritania (Africa) i monti si ricoprirono di neve.

Nel 1815 il **vulcano Tambora** in Indonesia esplose. Migliaia di metri cubi di polveri proiettate nell'atmosfera schermarono il Sole a lungo, tanto che l'anno dopo in Europa non ci fu praticamente estate.

Questi cambi di clima, vicini nel tempo e perciò ben documentati, dimostrano che le conseguenze di un cambio di temperatura possono essere per noi molto serie o addirittura drammatiche.

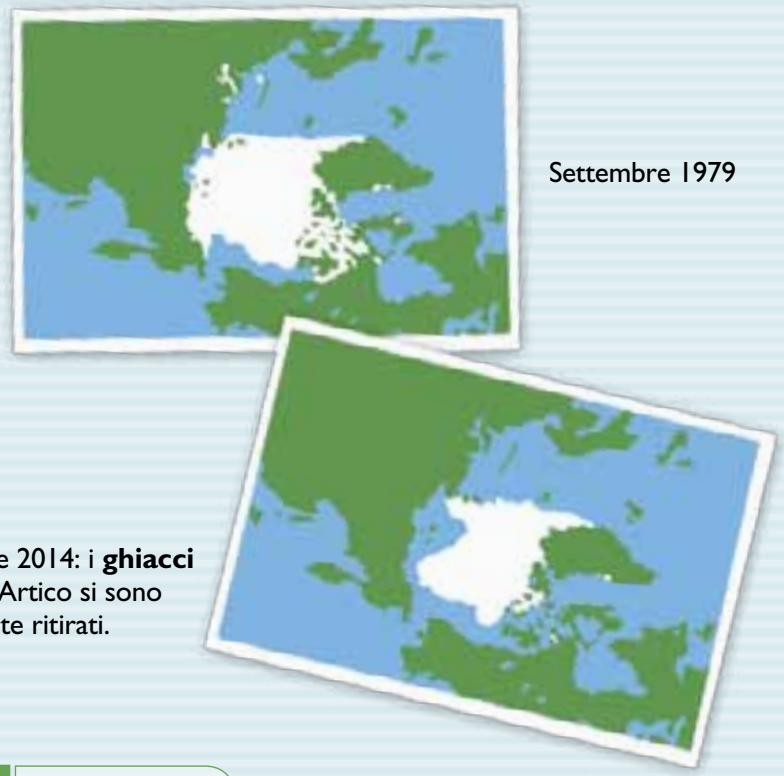
Notizia lampo

Cosa hanno in comune il **vulcano Tambora** e Frankenstein?
Scoprilo a pagina 25.

Così tanto in poco tempo

E negli ultimi 150 anni? Cosa è successo alle vecchia cara Terra? È presto detto: la sua temperatura media globale è salita di 0,78 gradi centigradi.

Sembra veramente un'inezia, vero? Ora però sai che la macchina del clima è delicata: basta cambiare una piccola rotella per ottenere grandi effetti. Questo aumento di temperatura, misurato con gli strumenti, ha prodotto risultati visibili a occhio nudo perfino negli ultimi decenni, specialmente nelle zone ghiacciate.



Settembre 1979

Settembre 2014: i **ghiacci** del mare Artico si sono visibilmente ritirati.

Notizia lampo

La riduzione dei **ghiacci** artici è del 3,5-4,1% per decennio, più accentuata in estate e autunno.

Nel corso degli ultimi vent'anni, le calotte glaciali di Groenlandia e Antartide hanno perso la loro massa, i ghiacciai hanno continuato a ritirarsi in quasi tutto il pianeta, mentre l'estensione del ghiaccio marino artico e la copertura nevosa primaverile nell'emisfero nord hanno continuato a diminuire in estensione.

Climatest

Attualmente i ghiacci del Polo Nord stanno

a ☐ aumentando
b ☐ diminuendo
c ☐ ritirandosi

Antartide: nel 2002, in pochi giorni, la piattaforma di ghiaccio Larsen B, grande come la Val d'Aosta, si è staccata dalla banchisa, dividendosi in piccoli iceberg.

Eventi del genere preoccupano gli scienziati. Come hai visto, i ghiacciai dei poli sono necessari alla macchina del clima per riflettere la luce del Sole che altrimenti andrebbe a riscaldare troppo il mare, e per regolare la temperatura della Terra influenzando le correnti oceaniche. La maggior parte dei climatologi è arrivata anzi alla conclusione che questo rapido aumento della temperatura non si debba a cause naturali, ma all'uomo.

Ma cosa può aver fatto di così determinante l'uomo in soli 150 anni per cambiare addirittura il clima del suo pianeta?

3 Bruciare energie

Negli ultimi 150 anni l'uomo ha forse fatto più scoperte e invenzioni che in tutta la sua storia precedente. Il vapore, l'elettricità, il motore a scoppio e quello a reazione, il nucleare, l'elettronica hanno migliorato la nostra vita e risparmiato molta energia umana. Ma di energia ne serve lo stesso, anzi più di prima: per far funzionare auto, aerei, computer e macchinari, per assicurarci luce, acqua e riscaldamento e per produrre quello che ci serve.

Ci siamo procurati l'energia necessaria usando le enormi quantità di combustibili fossili sottoterra e in fondo al mare, che derivano dall'accumulo dei resti degli organismi vissuti tanto tempo fa. Carbone, petrolio, gas metano: in un secolo e mezzo abbiamo molto probabilmente quasi esaurito giacimenti accumulati nel corso di milioni di anni.

Notizia lampo

Intergovernmental Panel on Climate Change significa Comitato Intergovernativo sui Cambiamenti Climatici. È un organismo dell'ONU.

Climatest

L'uomo ha immesso nell'atmosfera

a ☐ anidride carbonica
b ☐ gas serra
c ☐ CO_2

Bruciando combustibile abbiamo l'energia che ci serve, ma emettiamo anche CO_2 e altri gas serra che si concentrano nell'atmosfera. Negli ultimi cinquant'anni i Paesi ricchi, che consumano grandi quantità di energia, hanno prodotto anche molta anidride carbonica, ben più di quella che serve al naturale ciclo del carbonio. Anche il disboscamento massiccio delle foreste tropicali ha ridotto l'emissione di ossigeno e aumentato la concentrazione di CO_2 nell'atmosfera. Se ti ricordi, questa concentrazione è aumentata nello stesso periodo in cui è aumentata la temperatura media della Terra. Secondo un organismo mondiale che si chiama **IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)**, il riscaldamento del pianeta si deve "molto probabilmente" all'uomo e alle sue attività.

Non è una certezza al 100%, ma la maggior parte degli scienziati è d'accordo con il rapporto dell'IPCC: le cause del veloce riscaldamento della Terra sono umane. Ora alle emissioni di anidride carbonica dei Paesi ricchi si sono aggiunte quelle di Paesi come la Cina, l'India e il Brasile, tutti in forte e veloce sviluppo economico e tecnologico.

Che succederà?

Gli scienziati non sono indovini, prendono in considerazione solo fatti noti. Non possono prevedere il clima della Terra tra cinquanta o cento anni, ma possono fare delle proiezioni climatiche ipotizzando certe situazioni socio-economiche. Tenendo conto di tutte le possibili proiezioni nel 2100 potremmo avere sulla Terra da 1 a 3,8 gradi di temperatura in più rispetto a quella attuale. 3,8 gradi sono già una variazione molto grande: la metà di quella che è servita per provocare un'era glaciale, ma in riscaldamento invece che in raffreddamento. Inoltre sempre nel 2100 potremmo avere il livello medio dei mari più alto, tra i 40 e i 63 cm. Gli scienziati tentano di immaginare le possibili conseguenze sull'ambiente e sugli esseri viventi. Non è facile: nella macchina del clima, lo sai, ogni evento è legato a un altro.

Aumento del livello del mare

Ritiro dei ghiacciai

Desertificazioni

Notizia lampo

Le osservazioni su tutti i continenti e la maggior parte degli oceani mostrano che molti sistemi naturali sono o stanno per essere colpiti dai cambiamenti climatici regionali, in particolare dall'aumento della temperatura.

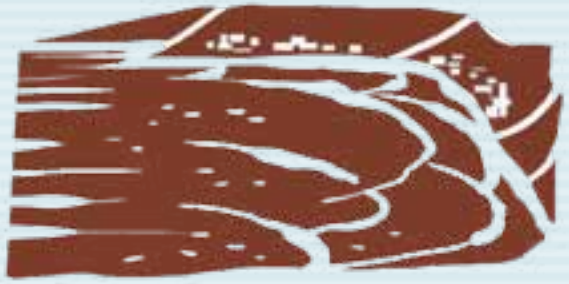
Alluvioni e inondazioni

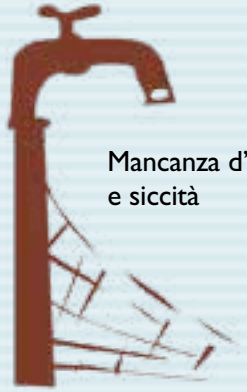
Climatest

Le conseguenze del riscaldamento sarebbero

a ☐ sociali
b ☐ ambientali
c ☐ cosmiche

Erosione delle spiagge





Mancanza d'acqua e siccità

Raccolti scarsi e carestie

Gli effetti del riscaldamento potrebbero manifestarsi in modo molto diverso nelle diverse aree: alcune potranno essere soggette ad alluvioni, altre a carestie e desertificazione, altre ancora a fenomeni di erosione.

Estinzione di alcune specie animali

Aumento delle malattie infettive e cardiopolmonari

Tutti i Paesi del mondo sono comunque interessati, anche se quelli più vulnerabili sarebbero i Paesi in via di sviluppo, perché più poveri. Affrontare scenari come questi sarebbe infatti anche enormemente costoso. Il riscaldamento climatico è inequivocabile, e su una cosa sono tutti d'accordo: le emissioni di gas serra vanno ridotte.

Una faccenda grossa

Perché grossa? Semplice, perché riguarda tutto il mondo, e quindi anche noi. Negli ultimi dieci anni le nostre emissioni di gas serra sono aumentate in maniera importante, tanto che la CO_2 che ora è nell'atmosfera è circa il 25% in più rispetto a quella di cinquant'anni fa! Qualcosa però è cambiato. Se infatti prima erano i Paesi industrializzati i maggiori responsabili dell'emissione dei gas serra, negli ultimi anni lo sono diventati i Paesi in via di sviluppo, primo tra tutti la Cina. Insomma, la responsabilità è veramente di tutti, ed è per questo che è urgente che tutti i Paesi agiscano insieme per ridurre le emissioni dei gas serra, fermare la deforestazione, attuare azioni di mitigazione dei cambiamenti climatici.

Notizia lampo

I cambiamenti climatici sono già cominciati! Per questo motivo, oltre a ridurre i gas serra, dobbiamo imparare a conviverci e a difenderci.

Climatest

Il protocollo di Kyoto impegnava

a ☐ a eliminare i gas serra
b ☐ a fermare i gas serra
c ☐ a ridurre i gas serra

Un primo tentativo è stato fatto con il Protocollo di Kyoto, che dal 2008 al 2012 ha obbligato i Paesi che l'avevano firmato a ridurre le emissioni di CO_2 e altri gas serra del 5% rispetto al 1990. Non tutto però è andato per il meglio: alcuni Paesi come gli Stati Uniti – tra i maggiori responsabili di emissioni – non hanno aderito al Protocollo, e non tutte le nazioni hanno raggiunto i loro obiettivi. Adesso però la nuova speranza è che entro il 2015 tutti i Paesi, industrializzati e in via di sviluppo, possano arrivare a un accordo che entrerà in vigore nel 2020. Ma quali sono gli obiettivi? Ecco un po' di numeri. Per salvare il nostro pianeta, entro il 2050 le emissioni di gas serra devono essere tagliate di una percentuale che va dal 40% al 70%, per arrivare a un numero vicino allo 0% entro la fine del secolo. Impossibile? No, se ci affideremo alle nuove energie rinnovabili e pulite, come quelle ottenute grazie al sole, al vento e alle maree, e se verrà ridotta la deforestazione. Se i governi faranno leggi per la salvaguardia della natura e quindi del clima, se le aziende avranno sempre più un occhio per l'ambiente, se tutte le persone assumeranno nuovi comportamenti ecosostenibili. La sfida ha inizio...

Davvero possiamo?

Sì, possiamo. Possiamo fare qualcosa. Ognuno di noi può portare il suo contributo per ridurre il problema. Come si fa? Con azioni semplici, ma importanti se sommate tutte insieme. Non devi cambiare vita, solo seguire quattro regole: Abbassa, Spegni, Ricicla, Cammina.

ABBASSA

Usa il termostato
Programmalo per spegnere il riscaldamento la notte e quando in casa non c'è nessuno.

Non surriscaldare la casa
Riduci la temperatura di 1 °C. Ridurrai la bolletta ma anche le emissioni di CO_2, fino a 300 kg ogni anno.

Non usare acqua troppo calda
Non è necessario regolare la caldaia o il boiler oltre i 60 °C. Non dovrai raffreddarla con altra acqua e consumerai molto meno.

Evita di mettere in frigo cibi caldi
Lasciali raffreddare prima e risparmierai altra energia.

Isola la tua casa
La fuga di calore è spreco di energia. Isolare tubature del riscaldamento, serbatoi di acqua calda e cavità murali e mettere doppi vetri alle finestre riduce moltissimo gli sprechi.

Climatest

Un condizionatore d'aria immette nell'ambiente

a ☐ fresco
b ☐ calore
c ☐ CO_2

SPEGNI

Usa lampadine a basso consumo, meglio se a Led
Durano 10 volte più di quelle normali e hai un risparmio di energia di quasi il 90%!

Spegni le luci inutili
Spegnendo le luci lasciate accese inutilmente non solo risparmi ma riduci le emissioni.

Non lasciare apparecchi in standby
Una Tv accesa 3 ore al giorno consuma il 40% della propria energia durante lo standby delle altre 21 ore. Stacca il caricabatterie se non lo usi.

Usa lavatrice e lavastoviglie solo a pieno carico
Altrimenti seleziona la modalità mezzo carico o equivalente.

Preferisci la doccia al bagno
Una doccia può richiedere 4 volte meno energia di un bagno.

Rinfrescati con un ventilatore
I condizionatori divorano energia e in un'ora producono circa 650 g di CO_2. In genere ricorda: il freddo si fa solo generando caldo da qualche altra parte!

Chiudi il rubinetto!
Dosa l'acqua quando ti lavi i denti, per esempio. Se un rubinetto perde fallo aggiustare.

Davvero possiamo?

Ricicla

Fai la raccolta differenziata
Usa le campane e i cassonetti del tuo Comune, separando carta, vetro, lattine ecc. Riciclare una lattina significa risparmiare il 90% dell'energia per farne una nuova!

Ricicla i rifiuti organici
Se il tuo Comune raccoglie separatamente i rifiuti organici partecipa anche tu. Se hai un giardino riciclali per fare compost.

Riutilizza le borse di plastica
Richiedi solo buste in plastica biodegradabili: riducendo il consumo di plastica si risparmia e si inquina meno.

Acquista con criterio
Una bottiglia da un litro e mezzo richiede meno energia e produce meno rifiuti di tre da mezzo litro!

Climatest

Consumare meno carburante
- **a** ☐ produce meno energia
- **b** ☐ produce più CO_2
- **c** ☐ produce meno CO_2

Cammina

Usa la bicicletta
Oppure vai a piedi invece di usare la moto o la macchina. Ogni litro di benzina bruciato da un motore rilascia più di 2,5 kg di CO_2.

Usa i trasporti pubblici
Anche un autobus emette CO_2, e un treno funziona con elettricità prodotta da combustibili fossili, ma trasportano molte persone tutte in una volta!

DA RICORDARE AGLI ADULTI

Occhio ai consumi ma non solo
Quando cambi l'automobile, considera anche quanto consuma. Scegli modelli più efficienti, con basse emissioni di CO_2, ad alimentazione elettrica o ibrida.

Evitate i brevi percorsi in auto
In genere un percorso urbano su due è inferiore ai 3 chilometri, una distanza facilmente percorribile a piedi o in bici.

DA RICORDARE AGLI ADULTI

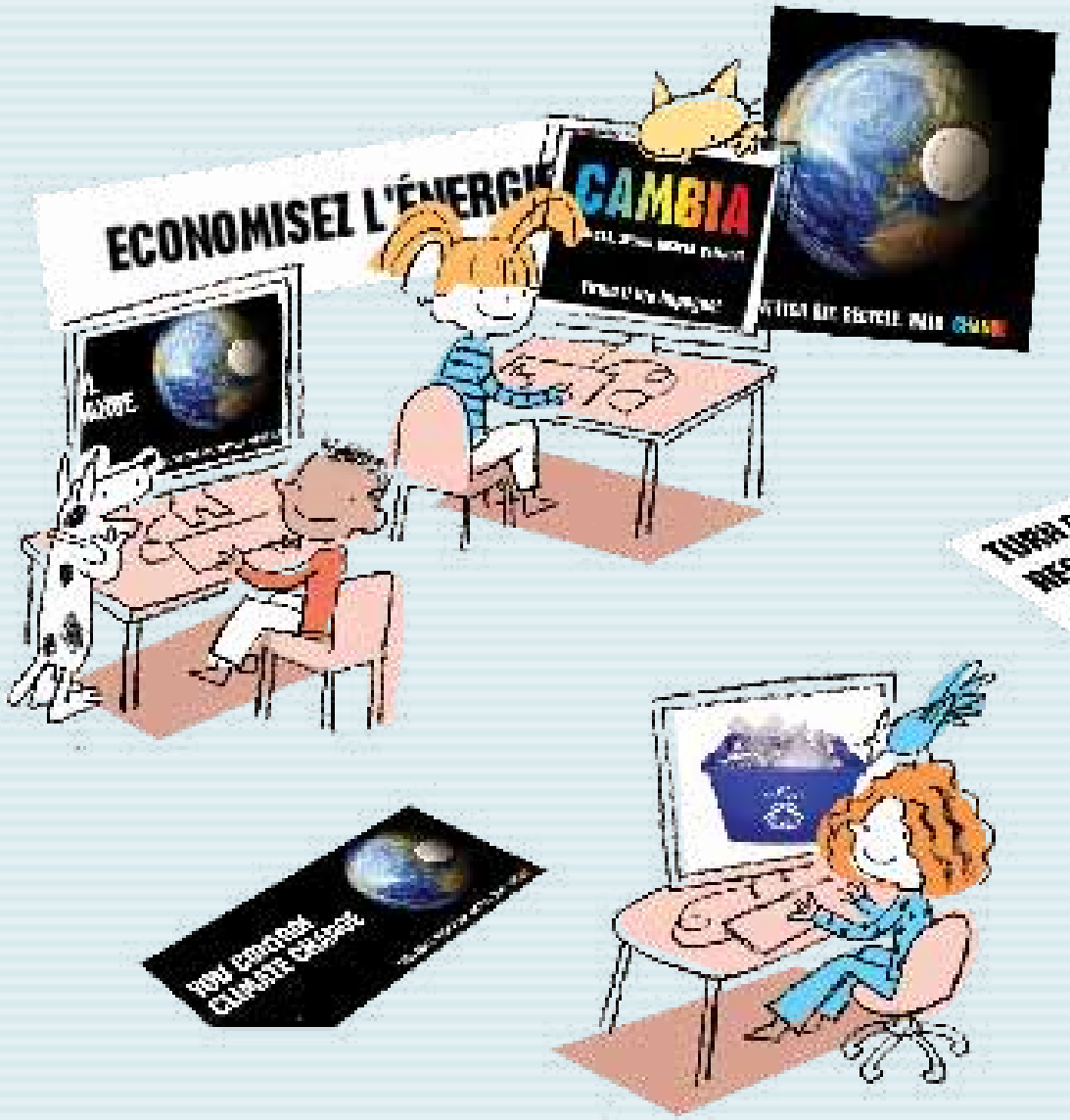
Non correre
Moderare la velocità fa risparmiare grandi quantità di carburante... ed è più prudente.

DA RICORDARE AGLI ADULTI

Non abusare dell'aria condizionata
Se l'auto è bollente, guida qualche minuto a finestrini aperti, poi chiudili e accendi il condizionatore. Questo fa risparmiare il carburante necessario ad abbattere la temperatura iniziale.

Tutti insieme

I tuoi semplici gesti possono aiutare a ridurre le emissioni, facendoti risparmiare senza peggiorare il tuo stile di vita. Non è facile da credere, vero? Eppure sono in molti a scommettere che le azioni di uno, moltiplicate per miliardi di persone e per migliaia di giorni, portano alla fine a risultati di vasta portata. L'Unione Europea si impegna molto su questo, promuovendo iniziative, progetti e campagna informative. Se vuoi scoprirle, ricercale su internet.



Climatest

Noi possiamo

a ☐ spegnere la luce
b ☐ dare il nostro contributo
c ☐ stare a guardare

L'Europa pensa che sarete tu e i tuoi amici a decidere il futuro del clima, e che le vostre scelte saranno importanti e decisive. Ma anche il Paese in cui vivi, l'Italia, la tua Regione e il tuo Comune la pensano così. Perché allora non informarsi e partecipare a una delle tante iniziative locali a favore dell'ambiente? Può essere l'occasione per imparare tante nuove cose sul clima e la natura.

È un po' la storia del bicchiere e dello zucchero. Se in un bicchiere pieno d'acqua metti un granello di zucchero la differenza di sapore non si sentirà. Un granello è troppo poco. Se però continui ad aggiungere un granello per volta prima o poi l'acqua diventerà dolce.
È tutto.

No, quasi tutto!

Niente è inutile se si fa la cosa giusta

Niente è inutile: rispetta l'ambiente e rispetterai te stesso!

Clima in cucina

Esperimenti da fare con quattro carabattole e il permesso delle autorità competenti.

Acqua, aria e calore sono gli ingredienti base del clima. Ma anche la forma delle cose ha a volte la sua importanza. Con questi elementi e con pochi oggetti facili da trovare, diventa uno scienziato e controlla da te perché accadono certi fenomeni!

Per tutti questi esperimenti ti bastano:

Salta moneta

Riempi un catino di acqua fredda (non gelata). Immergici una bottiglia piccola di vetro e una moneta che possa tapparne l'apertura (da un euro o da 50 centesimi) e aspetta che si siano raffreddate. Prendi la bottiglia, svuotala e tappala velocemente con la moneta. Metti le mani intorno alla bottiglia e aspetta.

Cosa succede alla moneta?

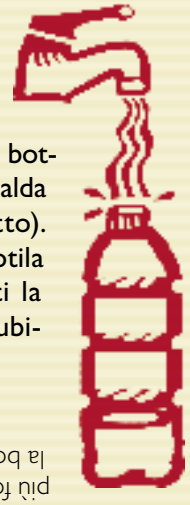
La moneta viene spinta via. Infatti l'aria nella bottiglia, scaldata dalle tue mani, si dilata abbastanza da premere più forte dell'aria che da fuori grava sulla moneta. In questo esperimento l'acqua è particolarmente indicata anche per sigillare meglio il "tappo" fatto con la moneta.

La nuvola in barattolo

Prepara 3-4 cubetti di ghiaccio su un piattino. Riempi un barattolo con acqua molto calda e aspetta che si riscaldi bene. Togli metà dell'acqua e copri velocemente il barattolo col piattino.

Osserva cosa succede.

L'aria calda e umida nel barattolo, a contatto con il freddo del piattino, si condensa tanto da produrre goccioline sempre più grandi e pesanti, finché queste si staccheranno dal fondo del piattino e cadranno giù. È quello che succede a una nuvola quando si raffredda e il suo vapore acqueo si condensa in pioggia.



Spremi bottiglia

Riempi per un quarto una bottiglia di plastica di acqua calda (basta quella del rubinetto). Chiudila col tappo e scuotila bene per scaldarla. Metti la bottiglia chiusa sotto il rubinetto dell'acqua fredda.

Cosa succede?

La bottiglia si accartoccia! L'aria calda è dilatata al suo interno, infatti, raffreddandosi si contrae e occupa meno spazio. A quel punto la pressione esterna intorno alla bottiglia è più forte della pressione interna e la bottiglia si deforma.

Ascensore d'acqua

Versa dell'acqua in un barattolo, e colorala con qualche goccia di acquarello liquido, per esempio blu. Metti il barattolo nel freezer e lascia che si raffreddi bene (non deve congelare). Riempi un secondo barattolo di vetro trasparente con acqua calda. Tira fuori l'altro barattolo dal freezer e aspira un po' d'acqua colorata con una siringa senza ago. Immergi la punta della siringa nell'acqua calda e spingi lentamente il pistone.

Cosa farà l'acqua che esce dalla siringa?

L'acqua fredda, resa visibile dal colorante, scenderà sul fondo, proprio come succede alle correnti fredde oceaniche. Puoi anche fare l'esperimento contrario: immettendo acqua calda in un barattolo di acqua fredda cosa potrà accadere? Per la riuscita dell'esperimento è importante pompare l'acqua dalla siringa molto lentamente, o si mischierà troppo con l'acqua intorno.

Spegni moccolo

Accendi una candelina: l'ideale è un lumino basso da scaldavivande. Metti un barattolo cilindrico (tipo quelli usati per il sale o lo zucchero) proprio davanti alla candela. Metti la bocca al livello del barattolo e soffia forte.

Cosa pensi che succederà?

La candela si spegnerà immediatamente, perché l'aria segue la superficie curva del barattolo da entrambi i lati e si congiunge dietro. Puoi fare una prova usando un barattolo a forma di paralelepipedo: cosa dovrebbe accadere?

Vento in bottiglia

Prendi una bottiglia di vetro col collo stretto, vuota, e coricala sul tavolo. Prendi un foglietto di carta di 5 cm di lato e fanne una pallina. Colloca la pallina all'imboccatura della bottiglia. La pallina non deve ostruire l'apertura. Con la bocca a livello della bottiglia soffia forte sulla pallina.

Cosa pensi che dovrebbe accadere?

La pallina cadrà all'esterno, e non dentro la bottiglia. Questo perché l'aria del tuo soffio, entrando nella bottiglia, aumenta la pressione verso l'esterno e crea un mulinello di corrente che torna indietro e spinge fuori la pallina.

Climatest
cambia o non cambia?

Le soluzioni dei quiz

Quanto hai capito di tutta la faccenda? È il momento di saperlo. Ma qualunque sia il tuo punteggio, complimenti per l'impegno che hai dimostrato arrivando fin qui.

	a	b	c
pag. 7	☒	☐	☐
pag. 9	☐	☒	☒
pag. 11	☐	☐	☒
pag. 13	☒	☒	☒
pag. 15	☐	☒	☒
pag. 17	☒	☒	☒
pag. 19	☒	☒	☐
pag. 21	☐	☒	☐
pag. 23	☐	☒	☒
pag. 27	☐	☒	☐
pag. 29	☐	☒	☒
pag. 31	☒	☒	☒
pag. 33	☒	☒	☐
pag. 35	☐	☐	☒
pag. 37	☐	☒	☒
pag. 39	☒	☐	☒
pag. 41	☒	☒	☐

0 - 8 punti

Meteorite

Il tuo difetto forse è la velocità! Con più calma e riflessione avresti ottenuto un punteggio migliore. Che dici, ci riprovi?

9 - 17 punti

Albedo

Sei più efficiente nel respingere che nell'assorbire informazioni. L'argomento non è difficile come sembra: puoi certo fare di meglio!

18 - 25 punti

Gas serra

Sei abile nel catturare molecole di informazioni, ma con troppa… dispersione! C'è sempre il secondo tentativo.

26 - 32 punti

Aliseo

Congratulazioni: sei costante e affidabile, e non ti manca l'orientamento. Nel tuo futuro c'è un ruolo da protagonista del clima?

Progettazione editoriale: Giunti Progetti Educativi
Direzione editoriale: Rita Brugnara, M. Cristina Zannoner
Coordinamento e supervisione per il progetto EDURISK: Romano Camassi, Anita Grezio
Testi e illustrazioni: Roberto Luciani
Comitato scientifico: Sergio Castellari, Anita Grezio, Silvio Gualdi, Marcello Vichi
Impaginazione: Carlo Boschi
Redazione: Fabio Leocata
Ufficio tecnico: Veronica Urbano

EDURISK significa educazione al rischio. EDURISK è un progetto promosso dal Dipartimento della Protezione Civile e dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, che propone strumenti e percorsi formativi finalizzati alla riduzione del rischio. ***Il clima che cambia*** è uno degli strumenti formativi del progetto.

www.giuntiprogettieducativi.it
www.cmcc.it
www.edurisk.it

© 2007 Giunti Progetti Educativi S.r.l., Firenze
© 2007 INGV-CMCC, Bologna
Seconda edizione: maggio 2015

Ristampa	Anno
6 5 4 3 2 1 0	2018 2017 2016 2015

Stampato presso Giunti Industrie Grafiche S.p.A. – Stabilimento di Prato

GIUNTI Progetti Educativi

INGV terremoti vulcani ambiente — ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE