

science magazine

10
GENNAIO 2016

LA SCIENZA IN CLASSE



Speciale CLIMA

ATTUALITÀ PER LA CLASSE

**Cambiamenti climatici:
suggerimenti per la
didattica**
di Valentina Murelli

2

ATTUALITÀ PER LA CLASSE

**L'accordo di Parigi
sul clima: impegni e
prospettive**
di Pietro Greco

4

ATTUALITÀ PER LA CLASSE

**Affrontare il clima che
cambia**
di Carlo Cacciamani
e Sergio Castellari

8

ESPERIENZE
DI CLASSE

Conoscere il black carbon
di Tiziana Moriconi

15

IDEE E STRUMENTI
PER INSEGNARE

**Mobilità sostenibile:
quanto sei amico del
clima?**
di Tiziana Moriconi

18

ATTUALITÀ PER LA CLASSE

**Non solo sapiens: le
ultime novità sul genere
*Homo***
di Marco Ferrari

21

CLIL - SCIENCE IN ENGLISH

**Snowflakes, a winter
wonder**
by Chiara Ceci

27

Cambiamenti climatici: suggerimenti per la didattica

di **Valentina Murelli**



PARIS2015
UN CLIMATE CHANGE CONFERENCE
COP21-CMP11

30 NOV > 11 DEC 2015

“WE ARE COUNTING ON YOU!”

cop21.gouv.fr/en

Photos © CAPA Enterprises

Il 2015 si è chiuso con un evento di portata mondiale, se non addirittura storica: la ventunesima Conferenza delle Parti sui cambiamenti climatici (COP 21), che ha portato al cosiddetto accordo di Parigi. Molto è stato detto e scritto in proposito, tra commenti negativi e giudizi positivi. A distanza di qualche settimana, Science Magazine riprende l'argomento, con un articolo che ripropone i dettagli dell'accordo di Parigi, inquadrandoli in un contesto non solo scientifico, ma anche storico e geopolitico, e con un approfondimento su un tema ancora poco raccontato a scuola e cioè gli sforzi che l'Italia sta compiendo nell'ambito delle strategie di adattamento al riscaldamento globale. Non solo: la COP 21 è caduta in un momento

particolare per la riflessione e la pratica della didattica delle scienze nel nostro Paese, che da qualche mese si è arricchita di un nuovo strumento: le Linee guida per l'educazione ambientale redatte dal Ministero dell'Ambiente in collaborazione con quello dell'Istruzione. Un documento di circa 200 pagine (link.pearson.it/2310A23C) in cui, come è logico aspettarsi, riveste grande importanza il tema dei cambiamenti climatici. L'obiettivo è semplice: portare le tematiche ambientali tra i banchi più e meglio di prima, senza lasciarle alle sensibilità dei singoli insegnanti, “ma costruendo un progetto più ampio, con un orizzonte preciso: i nativi ambientali” (vedi l'introduzione alle Linee guida link.pearson.it/4DEB1BC6).

Per questo, oltre a un inquadramento generale sul nuovo modello di educazione ambientale, le Linee guida offrono alle scuole di vario ordine e grado indicazioni concrete per la progettazione di percorsi didattici su varie tematiche ambientali: dalla gestione dei rifiuti alla biodiversità, dalla *green economy* al dissesto idrogeologico.

Già da diversi numeri, anche Science Magazine fa la sua parte in questo progetto culturale, proponendo esperienze e attività didattiche di educazione ambientale: questa è la volta di un'esperienza di cittadinanza scientifica sul cosiddetto *black carbon*, e di una semplice attività per tenere traccia proprio delle emissioni di CO₂ in ambito mobilità. Qui di seguito, inoltre, si possono trovare ulteriori spunti per approfondimenti e percorsi didattici.

In diretta da COP21 Bollettini quotidiani sulla conferenza prodotti da Italian Climate Network, con link ad approfondimenti scientifici sui temi trattati. L'associazione propone anche attività per le scuole. link.pearson.it/A3E57AEA

Riflessioni sull'accordo di Parigi Editoriali e approfondimenti raccolti dal Centro studi di Città della scienza di Napoli. link.pearson.it/537A56B3

Immagini del cambiamento Più di 300 immagini pubblicate dalla Nasa, per illustrare meglio di tante parole i profondi cambiamenti del pianeta conseguenti al riscaldamento globale. link.pearson.it/BA19F386

Aggiornamenti sul clima che cambia Si intitola *Climalteranti* ed è un blog tenuto da vari esperti italiani di clima e cambiamenti climatici. Oltre a notizie, informazioni e documenti sul tema, ci sono analisi critiche delle posizioni negazioniste, discussioni sulle politiche climatiche del nostro Paese e strumenti didattici. link.pearson.it/4A86DFDF

Teaching Climate Change Raccolta di indicazioni e strumenti per portare in classe il tema dei cambiamenti climatici, da parte del National Center for Science Education americano. link.pearson.it/CD1EC310

BBC per la scuola Si chiamano Bitesize ("bocconcini") e sono piccoli approfondimenti didattici – testi o video, con test associati – proposti dalla BBC e ovviamente sempre "sul pezzo". Nella sezione Geography se ne trovano diversi sul clima e i cambiamenti climatici. link.pearson.it/3D81EF49

Pensa al clima! Kit didattico di Oxfam Italia per introdurre in classe la questione dei cambiamenti climatici, in un contesto più ampio che parli anche di agricoltura sostenibile, sovranità alimentare e sostenibilità ambientale. Si tratta di un percorso multimediale interattivo in varie tappe, con suggerimenti per attività didattiche integrative. link.pearson.it/D4E24A7C ●

WE WON'T BE ABLE
TO TELL OUR CHILDREN
THAT WE DIDN'T KNOW.
#COP21PARIS

PARIS2015
CONFÉRENCE DES NATIONS UNIES
SUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES



L'accordo di Parigi sul clima: impegni e prospettive

di **Pietro Greco**

Si è chiusa lo scorso dicembre la ventunesima Conferenza delle Parti sui cambiamenti climatici. Quasi tutti i Paesi del mondo hanno riconosciuto che, per colpa dell'uomo, il clima sta cambiando, e che bisogna correre in fretta ai ripari. In questo articolo, un breve inquadramento storico dell'accordo e una descrizione dei suoi punti fondamentali.



La calotta glaciale artica, un ambiente in cui sono già ben visibili gli effetti dei cambiamenti climatici in corso

Forse un giorno ricorderemo il mese di dicembre 2015 come il momento della svolta, quello in cui l'umanità ha tentato di cambiare passo nel contrasto alla più grave minaccia che in questo XXI secolo incombe sulla sua testa: i cambiamenti accelerati del clima. Solo il futuro ci dirà se il tentativo è riuscito. Certo è che con

la COP 21, la ventunesima Conferenza delle Parti che hanno sottoscritto la Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, chiusa a Parigi a metà dello scorso mese di dicembre, per la prima volta i rappresentanti di quasi tutti i Paesi del mondo hanno riconosciuto che il clima sta cambiando a ritmi non usuali;

che gli effetti di questo cambiamento non sono desiderabili; che la causa principale del cambiamento accelerato è l'uomo; che è necessario contrastarlo con una seria ed equa politica sia di mitigazione (ovvero riduzione delle emissioni di gas serra) sia di adattamento. Certo, per ora gli impegni sono limitati e di natura volontaristica. L'elusione non prevede sanzioni. Ma la COP 21 di Parigi 2015 deve essere considerato il secondo passo importante di un lungo e impervio percorso iniziato a Rio de Janeiro nel giugno 1992 e che per la fine del secolo dovrebbe portare a contenere entro i 2 °C il previsto aumento della temperatura media del pianeta.

DA RIO DE JANEIRO A KYOTO

Tutto ha avuto inizio quasi un quarto di secolo fa nella città brasiliana, quando le Nazioni Unite organizzarono la Conferenza sull'ambiente e lo sviluppo (UNCED 1992), nel corso della quale fu proposta la Convenzione quadro sui cambiamenti del clima, una legge internazionale di indirizzo, in cui si riconosceva non solo che il clima stava cambiando e che la causa più probabile del mutamento era l'uomo, ma anche che le varie nazioni avevano responsabilità diverse. In particolare: l'80% del cambiamento era responsabilità del 20% della popolazione mondiale che risiede nei Paesi di antica industrializzazione (Europa dell'Ovest e dell'Est, Usa, Giappone) che sversando, nel corso degli ultimi duecento anni, crescenti quantità di gas serra in atmosfera sia attraverso l'uso dei combustibili fossili sia finanziando grandi progetti di deforestazione, stava modificando la composizione chimica dell'atmosfera stessa. Per questo la Convenzione, sottoscritta da quasi tutti i Paesi, prevedeva che a fare il primo passo per contrastare i cambiamenti del clima dovessero essere i Paesi di antica industrializzazione. La concreta realizzazione di questo primo e asimmetrico programma veniva demandata a un protocollo (una legge attuativa) che fu proposto a Kyoto cinque anni dopo, nel 1997: i Paesi storicamente responsabili avrebbero dovuto tagliare le emissioni di gas serra del 5% rispetto ai valori di riferimento del 1990 entro il 2012. Quasi tutti accettarono l'impegno.

Tra i grandi Paesi solo gli Stati Uniti si sottrassero, con due motivazioni: 1) c'è ancora troppa incertezza scientifica sulla realtà e sulla cause dei cambiamenti climatici; 2) in ogni caso gli Usa non si impegneranno in azioni che possono frenarne lo sviluppo se anche i grandi



© Guenter Rossenbach/Corbis

Già la Conferenza sull'ambiente del 1992 stabiliva che fossero i Paesi di antica industrializzazione a dover, per primi, tagliare le emissioni di gas serra

Paesi a economia e a responsabilità emergenti (leggi, soprattutto, Cina e India) non faranno altrettanto.

La Cina, l'India e gli altri Paesi in via di sviluppo assunsero un atteggiamento speculare e opposto: noi non ci muoveremo se voi non farete il primo concreto passo e non ci risarcirete dell'inquinamento pregresso.

In realtà a Rio de Janeiro nel 1992 fu anche riconosciuto questa sorta di diritto al risarcimento da parte dei Paesi in via di sviluppo: in pratica, i Paesi ricchi avrebbero dovuto trasferire ingenti risorse (dell'ordine di centinaia di miliardi di dollari l'anno) per aiutare i poveri a finanziare uno sviluppo sostenibile.

IL DIVARIO TRA CONSAPEVOLEZZA SCIENTIFICA E DECISIONI POLITICHE

Anche senza gli Usa, il protocollo di Kyoto è stato attuato. Ma i suoi effetti pratici sono stati minimi: si calcola che abbia evitato un ulteriore aumento della temperatura nell'ordine di un decimo di grado. Oggi sappiamo che la temperatura media del pianeta è aumentata di 0,9 °C rispetto all'epoca preindustriale e verificiamo, anche, che Paesi di nuova industrializzazione, come l'India e soprattutto la Cina, sono entrati nel novero dei Paesi più inquinanti. Così, dal giugno 1992 al dicembre 2015, la pressione antropica sul clima è aumentata, la temperatura e i gas serra in atmosfera sono aumentati, le incertezze scientifiche sono state dissolte (il 97% dei climatologi di tutto il mondo riconosce la realtà e la causa antropica dei cambiamenti del clima), mentre la politica di contrasto è risultata nei fatti bloccata e la forbice tra consapevolezza scientifica e determinazione politica si è progressivamente allargata. Per la prima volta in un quarto di secolo, però, COP 21 ha iniziato a ridurre questa divergenza. Certo, i risultati dei negoziati sotto la torre Eiffel sono come il classico bicchiere da considerare mezzo pieno, sebbene non sia colmo quanto necessario. Non è ancora sufficiente, ma la svolta a Parigi c'è stata. In tutti e rispetto a ciascuno dei "punti caldi" della politica sul clima.

TUTTI GLI IMPEGNI PER LA PREVENZIONE DEL RISCALDAMENTO GLOBALE

Fino a qualche anno fa, molti governi faticavano persino a riconoscere l'esistenza di un problema "cambiamenti climatici". Gli Stati Uniti di George W. Bush, per esempio, negavano che il fenomeno esistesse o che fosse determinato dalle attività dell'uomo; Cina e India riconoscevano l'esistenza del problema, ma sostenevano che per responsabilità storica spettasse ad altri risolverlo. L'Europa si trovava a essere la locomotiva volenterosa ma debole di un convoglio formato da vagoni piombati. A Parigi tutto è cambiato. Perché 195 governi hanno riconosciuto che il problema è reale, che riguarda tutti e che tutti, sia pure con responsabilità e impegno diversi, devono concorrere a risolverlo, nell'ambito di un quadro scientifico ben definito e da tutti accettato: contenere il previsto aumento della temperatura media del pianeta entro il 2100 "ben al di sotto di 2 °C" e possibilmente "entro 1,5 °C" rispetto all'epoca pre-industriale.

Si tratta, in pratica, di modificare il paradigma

energetico, passando dai combustibili fossili alle fonti rinnovabili e *carbon free*. Un impegno realistico, ma non facile. Questa la parte piena del bicchiere. Resta, però, l'altra metà rimasta vuota. Perché non ci sono obiettivi condivisi, generali e chiari di riduzione delle emissioni di gas serra: i 195 Paesi si sono lasciati il diritto di indicare ciascuno e in maniera unilaterale i propri obiettivi specifici. L'Unione Europea, per esempio, si impegna a tagliare le proprie emissioni del 20% entro il 2020 e del 40% entro il 2030, rispetto ai livelli di riferimento del 1990. Gli Stati Uniti si impegnano a ridurre del 26-28% le emissioni entro il 2015 e poi del 32% quelle da impianti di produzione di energia elettrica, ma rispetto ai livelli (più alti) del 2005. E ancora, la Cina si impegna a raggiungere il picco delle emissioni nel 2030, solo dopo inizierà a ridurle; e l'India rivendica il suo diritto allo sviluppo economico fino a un livello paragonabile a quello occidentale, prima di assumere impegni di riduzione. Ebbene, la somma di questi variegati impegni non è sufficiente a garantire che la temperatura media del pianeta resti "ben al di sotto di 2 °C". Anzi, secondo i modelli scientifici di previsione (che sono probabilistici), con gli impegni finora assunti, l'aumento della temperatura potrebbe superare la soglia di 2,5 °C e assestarsi a un valore compreso tra 2,7 e 3,5 °C.



Principale causa del riscaldamento globale è stato, ed è, il massiccio utilizzo di combustibili fossili



Samuel Boivin/Demotix/Corbis

Gli accordi presi nel corso della COP 21 non sono risolutivi, ma aggiungono consapevolezza e impegno collettivo

RISULTATI MONITORATI MA NON SANZIONATI

A Parigi, i governi hanno accettato di monitorare i risultati delle loro politiche di mitigazione verificandoli ogni cinque anni. Insomma, hanno accettato il principio della trasparenza. E tuttavia i controllori non saranno indipendenti: ciascun Paese sarà il controllore di se stesso. Trasparenza sì, ma limitata. In ogni caso, l'eventuale mancato rispetto degli impegni assunti non è sanzionabile: chi dovesse derogare sa che non pagherà pegno alcuno.

svolta non ancora sufficiente: perché quei 100 miliardi di dollari l'anno sono considerati insufficienti dai Paesi in via di sviluppo; perché non è ancora chiaro chi dovrà trasferire quanto a chi (la Cina, per esempio, è tra i Paesi che devono dare o tra quelli che hanno diritto a ricevere?); perché l'impegno finanziario è contenuto nel preambolo e non nella parte legalmente vincolante dell'accordo. Insomma, è sì un impegno scritto, ma sulla sabbia.

AIUTI AI PAESI PIÙ POVERI

Terza decisione per nulla scontata, a Parigi è stato riconosciuto il gradiente di responsabilità tra i diversi Paesi. E un modo concreto per riconoscerlo sono gli aiuti economici e il trasferimento di tecnologie pulite dai Paesi ricchi, con maggiori responsabilità, a quelli più poveri, con minori responsabilità. Il principio, per la verità, era stato formulato e accettato fin dai tempi di Rio 92, ma finora non era stato applicato. Non in forma sostanziale, almeno. Ora i Paesi ricchi si sono impegnati a trasferire ai Paesi poveri almeno 100 miliardi di dollari l'anno da qui al 2025, anno entro il quale sarà effettuato un aggiornamento. Tuttavia, è una

UN TRAGUARDO ANCORA LONTANO

In definitiva, a Parigi l'umanità – o meglio, le nazioni unite – si sono messe in carreggiata e hanno iniziato a camminare nella giusta direzione. Ma il passo verso un futuro climatico desiderabile (o, almeno, non troppo indesiderabile) è ancora lento e incerto. Il traguardo è ancora molto lontano e potrà essere raggiunto solo se, cammin facendo, aumenteranno determinazione e velocità. Per questo è importante che scienziati e opinione pubblica si alleino e realizzino una “nuova alleanza”, facendo costantemente sentire, come usa dire, il fiato sul collo ai governi. Insomma, il futuro è, anche, nelle nostre mani. ●

PER APPROFONDIRE

- J. Flynn, *Senza alibi. Il cambiamento climatico: impedire la catastrofe*, Bollati Boringhieri, Torino 2015.
- A. Giddens, *La politica del cambiamento climatico*, Il Saggiatore, 2015.
- P. Greco, *Le febbre del pianeta*, La Cittadella, Assisi, 2012.

Pietro Greco

è giornalista e scrittore. È membro del consiglio scientifico di ISPRA (Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale) e di Fondazione Idis-Città della Scienza. Inoltre è condirettore di Scienza in rete (link.pearson.it/A488BEF3)



Affrontare il clima che cambia

di **Carlo Cacciamani** e **Sergio Castellari**

Una delle principali parole chiave quando si parla di cambiamenti climatici è *adattamento*, cioè elaborazione di misure per ridurre al minimo i rischi posti dalle nuove condizioni. L'Italia ha da poco formulato una strategia nazionale in questo ambito, e i contributi di varie discipline scientifiche e sociali sono fondamentali per tradurla in piani concreti.



La riforestazione è globalmente riconosciuta quale misura di adattamento ai cambiamenti climatici causati dal riscaldamento del nostro pianeta

Il 16 giugno scorso, con un decreto del Ministero dell'Ambiente, è nata anche in Italia, come già in altri Paesi, la Strategia nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici (link.pearson.it/D3683648): un documento che indica i principi e le misure per prevenire e ridurre al minimo i rischi derivanti dai cambiamenti climatici. Obiettivi: proteggere la salute, il benessere e i beni della popolazione, preservare il patrimonio naturale del Paese, mantenere o migliorare la resilienza e la capacità di adattamento dei sistemi naturali, sociali ed economici, nonché trarre vantaggio da eventuali opportunità che si potranno presentare con le nuove condizioni climatiche. Al termine di questo articolo cercheremo di delineare

i punti fondamentali della strategia, mostrando qualche esempio di applicazione. Adesso, però, è necessario fare un passo indietro per capire perché fosse necessaria e quale ruolo potrà avere la scienza nel trasformarla in un vero piano di adattamento, con azioni concrete.

CHE COSA STA ACCADENDO AL CLIMA DEL PIANETA?

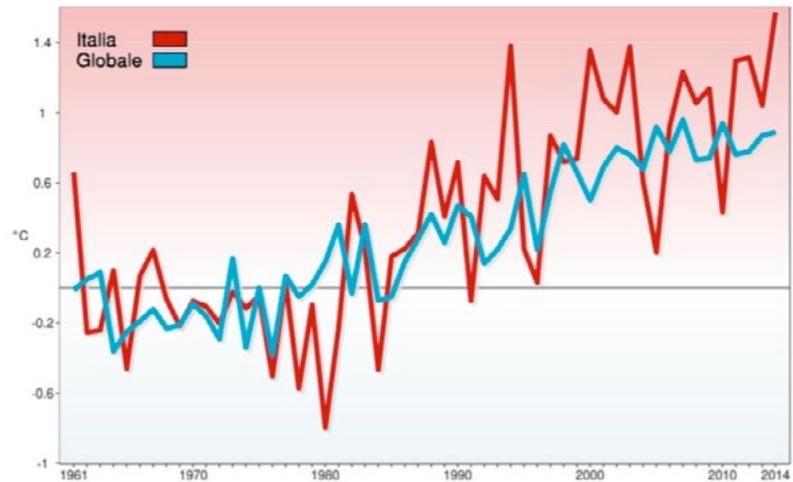
Intense anomalie climatiche verificatesi negli ultimi decenni hanno unanimemente indotto la comunità scientifica a riconoscere l'esistenza di una modificazione sostanziale del clima osservato, causata in gran parte da attività umane che hanno prodotto una crescita eccezionale delle concentrazioni in atmosfera di gas a effetto serra,

responsabili principali di queste modifiche. Dai rapporti dell'International Panel on Climate Change, un gruppo intergovernativo di esperti sul cambiamento climatico (Ipc: link.pearson.it/A46F06DE), emerge l'immagine di un mondo in via di generale riscaldamento, con le emissioni di gas serra che continuano a crescere. Tutti gli scenari climatici propongono uno stato del pianeta caratterizzato da un aumento globale delle temperature e del livello dei mari e da profonde modifiche anche degli eventi meteorologici estremi, come onde di calore, lunghi periodi di freddo intenso o siccità, precipitazioni massicce. È indubbio che tale cambiamento persisterà per secoli, e potrà essere più o meno intenso a seconda degli scenari di emissione di gas serra, e quindi dei differenti scenari di sviluppo economico che il mondo saprà darsi. È altrettanto indubbio che le modifiche del clima stanno già producendo e produrranno grandi impatti, alterando le condizioni di rischio per l'umanità. È necessario porre rimedio a queste evidenze per nulla incoraggianti, e le "cure" sono note: per diminuire i danni è necessario sia agire sulle cause, attraverso politiche di mitigazione che riducano in maniera drastica le emissioni di gas serra, sia attenuare gli effetti di tali impatti attraverso misure di adattamento.

ANCHE IN ITALIA IL CLIMA CAMBIA

Le modifiche del clima sono evidenti anche a scala locale. Nel nostro Paese, oltre al generale aumento della temperatura, che mostra un andamento simile a quello rilevabile sull'intero pianeta, sono oramai sempre più frequenti prolungati periodi di anomalia termica, come l'eccezionale estate calda del 2015 (al link seguente alcuni dettagli, dal sito di Arpa Emilia Romagna link.pearson.it/3D665764), seconda solo a quella eccezionale del 2003. Ormai non destano più stupore estati con giorni e giorni di caldo eccezionale, con temperature massime anche superiori a 35-36 °C e che causano gravi impatti sulla salute delle persone.

Come se non bastasse, spesso questi periodi di super caldo sono associati a prolungati periodi di siccità, che causano carenze idriche che mettono in crisi l'agricoltura, l'industria, il turismo o addirittura i servizi di distribuzione di acqua potabile (uso idropotabile). Quanto alle piogge, si osservano sempre più spesso eventi molto intensi e rapidi che si abbattono su città e paesi, provocando alluvioni improvvise, con danni anche ingenti e talvolta perdite di vite umane. Basti citare l'alluvione di Genova nell'ottobre del



Serie delle anomalie di temperatura media globale sulla terraferma e in Italia, rispetto ai valori climatologici normali 1961-1990
Fonti: NCDC/NOAA e ISPRA. Elaborazione: ISPRA

2014, durante la quale piovvero più di 500 mm di precipitazione in poche ore, quantitativi tipici delle aree tropicali del pianeta. La lista delle alluvioni in Italia negli ultimi anni è allarmante (un elenco da Wikipedia: link.pearson.it/4A6167F2) e, si stima, purtroppo destinata a crescere rapidamente in futuro.

A livello globale, secondo il report The Globale Climate 2001-2010 dell'Organizzazione meteorologica mondiale (link.pearson.it/D405F251), nel decennio in questione sono stati ben 370 000 i decessi imputabili all'impatto dei fenomeni meteorologici estremi: il 20% in più rispetto al decennio precedente.



La siccità in Italia mette a dura prova il settore agricolo

SCENARI POCO TRANQUILLIZZANTI

Insomma, i cambiamenti climatici continueranno a produrre impatti sull'uomo e l'ambiente in cui vive, interferendo con i sistemi sociali ed economici. Concentrandoci sull'area del Mediterraneo, nella quale si colloca l'Italia, proviamo a riassumere gli impatti più rilevanti.

La maggior frequenza di episodi di precipitazione intensa farà crescere il rischio idrogeologico in aree già molto esposte. In parallelo, e quasi



L'alluvione a Genova, nell'ottobre 2014, è solo uno dei sempre più frequenti fenomeni meteorologici estremi provocati dai mutamenti climatici

paradossalmente, questi eventi saranno intervallati da lunghi periodi di siccità, con alterazione del ciclo idrologico e carenze idriche: un aspetto che aumenterà la competizione tra diversi settori della società che fanno uso di acqua (agricoltura, industria, uso civile).

L'innalzamento del livello del mare, con aumento degli eventi di invasione marina delle aree costiere più basse, potrà accelerare l'erosione delle coste e innalzare la salinità negli estuari e nei delta. Il maggior numero di onde di calore creerà problemi di salute in alcune fasce delle popolazioni coinvolte (in particolare le persone anziane), ricadute negative sul turismo, più incendi boschivi, maggiore richiesta di energia per il raffreddamento. Senza contare che l'ulteriore impoverimento delle acque superficiali e sotterranee, causate dal super caldo estivo, determinerà un maggior inaridimento del territorio con conseguenze negative sull'agricoltura, come riduzione delle rese e della qualità delle produzioni agrarie. Ce n'è abbastanza per essere preoccupati!

ADATTARSI AL CAMBIAMENTO

Date queste premesse, diventa sempre più strategico attuare sia politiche di mitigazione che conducano a una riduzione delle emissioni di gas serra, sia azioni di adattamento orientate a limitare i danni. Mentre le prime possono essere attuate solo attraverso trattati internazionali – come il trattato di Parigi del dicembre 2015 – e interventi globali di coordinamento, eventualmente declinati su scala locale, le seconde possono e devono essere soprattutto locali, in quanto dipendono dalle condizioni di vulnerabilità dei singoli territori. Le misure di adattamento possono essere di vari tipi: *infrastrutturale e tecnologico, soft*, cioè di tipo non strutturale, con costi di attuazione trascurabili rispetto ai danni derivanti dalla non applicazione o *verde*, cioè connesso all'uso di servizi ecosistemici che rendono più resiliente

il territorio. Come esempi possiamo citare la riforestazione, la riqualificazione dei corsi d'acqua, con mantenimento dei deflussi minimi vitali e della qualità ecologica, la protezione delle zone umide, l'ottimizzazione della gestione delle risorse, la prevenzione dei rischi, l'adozione di buone pratiche in agricoltura, come la rotazione delle colture o l'uso di colture che richiedano poca acqua. Rispetto alla produzione e al consumo di energia, estati più lunghe e secche potrebbero incidere negativamente su fonti energetiche come quella idroelettrica, offrendo nuove opportunità allo sviluppo di fonti rinnovabili come l'eolico, il solare termico e il fotovoltaico e di nuove reti di distribuzione in grado di far fronte a fluttuazioni consistenti di domanda e produzione di energia elettrica. Rispetto all'uso dell'acqua, infine, dovrebbero essere studiate azioni di adattamento come l'applicazione di politiche tariffarie efficienti, l'aumento del risparmio idrico e il miglioramento dei sistemi di distribuzione. Ma sono solo alcuni esempi: per un quadro veramente esaustivo, raccomandiamo la lettura completa della Strategia nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici.

LA SCIENZA AL SERVIZIO DELLA SOCIETÀ

La ricerca scientifica è fondamentale per definire le azioni di adattamento, da trasformare in piani attuabili da parte dei *policy makers*.

TUTTI GLI ADATTAMENTI POSSIBILI

Nell'allegato 3 della Strategia nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici (link.pearson.it/D3683648) viene presentato un ampio quadro di opzioni e misure di adattamento, selezionate per settore, che tiene conto della rilevanza socio-economica e ambientale e della diversa vulnerabilità agli impatti. Il documento suddivide le azioni in *non strutturali* (o *soft*), oppure più *ecocompatibili* (azioni verdi) e *infrastrutturali* (azioni grigie). Ulteriori classificazioni riguardano i tempi di realizzazione – a breve termine entro il 2020, a lungo termine oltre quella data – e la trasversalità inter-settoriale. Ovviamente, le azioni che permettano di creare benefici su più settori contemporaneamente sono da preferire.

Perché, ricordiamolo, la Snac è una strategia che offre supporto tecnico alle scelte da fare, ma la trasformazione in piani concreti di adattamento è competenza della politica.

È indubbio che, in vari settori, esistono ancora molte lacune conoscitive che devono essere colmate. Sul fronte del puro monitoraggio dello stato del clima, essenziale per predisporre qualunque azione di adattamento, certamente bisognerà mantenere i sistemi di monitoraggio e le serie storiche di dati esistenti, ma sarà anche necessario sviluppare nuove metodologie di monitoraggio delle variabili climatiche e condividere metodi comuni di utilizzo dei dati. Su quello della modellazione è necessario dare impulso allo sviluppo di modelli climatici ad alta risoluzione spaziale (cioè sotto i 5 km), più idonei alla simulazione degli eventi estremi, e all'utilizzo di strumenti in grado di quantificare l'incertezza di tali simulazioni.

E ancora: serviranno nuovi modelli di impatto dei cambiamenti climatici per molti ecosistemi,

come le aree costiere, studi di impatto economico in settori rilevanti per l'Italia, come il turismo, i trasporti, l'energia e il commercio, ulteriori modelli di valutazione dei danni potenziali causati dal cambiamento climatico a seconda dei diversi scenari di emissione e/o di stabilizzazione dei gas serra. Infine, rispetto alle azioni di adattamento, la ricerca va estesa alla valutazione dei rapporti costi/benefici tra le diverse opzioni e politiche perseguibili. ●

PAROLE CHIAVE

CICLO IDROLOGICO

Sistema di circolazione dell'acqua a livello globale.

DEFLUSSO MINIMO VITALE

Portata minima di un corso d'acqua, necessaria per garantire la salvaguardia delle sue caratteristiche tipiche e per mantenere le comunità viventi locali.

RESILIENZA

In ambito ecologico, è la capacità di un sistema di tornare alle condizioni iniziali, dopo essere stato sottoposto a una perturbazione di quelle condizioni.

RISCHIO IDROGEOLOGICO

Rischio connesso all'instabilità dei versanti collinari o montani (frane, smottamenti) o di corsi fluviali (alluvioni, allagamenti). È legato sia agli aspetti geologici e geomorfologici dei territori, sia alle condizioni ambientali e in particolare a quelle meteorologiche.

SERVIZI ECOSISTEMICI

Benefici forniti dagli ecosistemi al genere umano. Comprendono per esempio produzione di biomassa; stoccaggio e trasformazione di nutrienti, sostanze e acqua; fornitura di habitat, fornitura di materie prime come argilla o sabbia; stoccaggio del carbonio.

PER APPROFONDIRE

- *Adattamento ai cambiamenti climatici: il dissesto idrogeologico*, nelle "Linee guida per l'educazione ambientale del Ministero dell'Ambiente", percorso didattico numero 8, pag. 119. link.pearson.it/AAB48EEC

NUOVE OPPORTUNITÀ DALLA DIFESA CONTRO IL CLIMA CHE CAMBIA: L'ESEMPIO NELL'AMBITO DEL RISCHIO IDROLOGICO



Stazione di monitoraggio per la raccolta di dati climatici

Sofferamoci un istante sulle misure soft per la riduzione del rischio idrologico previste dalla Strategia nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici. Tra queste figurano il potenziamento e miglioramento dei sistemi di allertamento, le attività di monitoraggio sia delle condizioni idrologiche e meteorologiche sia della vulnerabilità dei territori, il migliore coordinamento nelle azioni di pianificazione territoriale, gli importanti temi della formazione e della comunicazione alle popolazioni. Si tratta, in sostanza, di un complesso mix di misure tecnologiche e sociali che dovrebbe portare a un sistema in grado di rispondere adeguatamente alle nuove sfide create dai cambiamenti climatici. In questo contesto, per esempio, bisognerà capire come allertare al meglio le popolazioni quando si ha poco tempo per prendere decisioni perché sono in corso eventi meteorologici molto rapidi e intensi. Servirà promuovere la "cultura del rischio" che oggi manca: una cultura che permetta ai cittadini di vivere la loro vita serenamente ma, allo stesso tempo, con la consapevolezza che il "rischio zero" non esiste (per una discussione più approfondita di queste problematiche si rimanda a questo post sul sito [Climalteranti link.pearson.it/A302C2C7](http://Climalteranti.link.pearson.it/A302C2C7)). Naturalmente, per raggiungere un obiettivo di questo tipo dovranno lavorare insieme fisici, idrologi, geologi, sociologi, psicologi e scienziati della comunicazione, cosa che suggerisce come le azioni di adattamento costituiscano anche un'eccezionale opportunità per produrre sviluppo e nuova occupazione.

Carlo Cacciamani

fisico e climatologo, è direttore del servizio IdroMeteoClima di Arpa Emilia Romagna. Si occupa di climatologia e di previsione meteorologica ad area limitata ed è esperto di sistemi di *early warning*.



Sergio Castellari

fisico e climatologo, lavora all'Istituto nazionale di geofisica e vulcanologia e dal 2015 è esperto nazionale distaccato presso l'Agenzia ambientale europea. Esperto di adattamento ai cambiamenti climatici, già *focal point* per l'Italia di Ipcc, è coordinatore della Snac.



Scheda Didattica / Affrontare il clima che cambia

di **Giulia Realdon**

DOMANDE DI COMPRESIONE

1. Spiega con parole tue che cos'è la Strategia nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici (SNAC).

2. Quale istituzione ha prodotto questo documento?

3. Quale dei seguenti NON è un obiettivo dichiarato della SNAC?

- (A) Conservare l'ambiente naturale.
- (B) Tutelare la salute dei cittadini.
- (C) Favorire la capacità di adattamento dei sistemi sociali.
- (D) Modificare il PIL (prodotto interno lordo) del paese.
- (E) Sfruttare eventuali vantaggi del cambiamento climatico.

4. Qual è la differenza tra riscaldamento globale ed evento meteorologico estremo?

5. Per ciascuno dei fenomeni sotto elencati scrivi se si riferisce al riscaldamento globale o a un evento meteorologico estremo:

- (A) Aumento delle onde di calore.
- (B) Aumento di precipitazioni massicce.
- (C) Aumento della temperatura media degli oceani.
- (D) Aumento del livello dei mari.
- (E) Aumento dei periodi di siccità.
- (F) Riduzione dei ghiacci polari.

6. Basandoti sull'articolo di Castellari e Cacciamani, elenca quali modifiche del clima sono evidenti anche a scala locale, nel nostro caso in Italia.

7. Filippo Giorgi, un membro italiano dell'IPCC (International Panel on Climate Change) ha scritto che dovremo «manage the unavoidable and avoid the unmanageable», cioè gestire ciò che è inevitabile ed evitare ciò che non è gestibile. A tale proposito, nell'articolo si parla di «politiche di mitigazione che riducano in maniera drastica le emissioni di gas serra» e di «attenuare gli effetti di tali impatti attraverso misure di adattamento». Spiega con parole tue che cosa significano nell'ambito della SNAC:

- a. Mitigazione.
- b. Adattamento.

8. Quanti tipi di misure di adattamento al cambiamento climatico sono citati nell'articolo?

9. La riqualificazione dei corsi d'acqua è una misura di adattamento infrastrutturale o verde?

10. Il risparmio energetico (per esempio con l'uso di lampade a basso consumo) è una misura di adattamento di tipo _____

11. Che cosa sono le misure di adattamento grigie?

PICCOLE RICERCHE

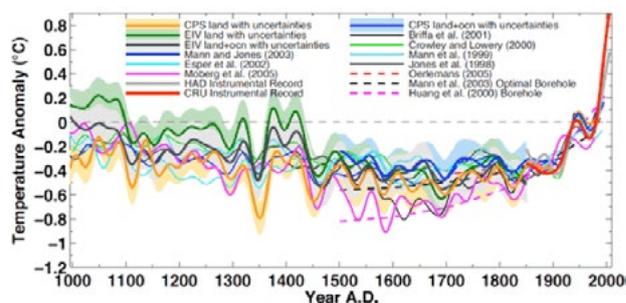
12. Il riscaldamento globale e la sua storia

Utilizzando il libro di testo e le risorse sulla rete esplora come e quando si è giunti alla scoperta di questo preoccupante fenomeno e del suo legame con l'effetto serra dovuto all'aumentata concentrazione di CO₂ (e di altri gas) nell'atmosfera.

Suggerimenti: cerca il contributo di Svante Arrhenius (il famoso chimico cui si deve la prima definizione moderna di acido e base) nella scoperta dell'effetto serra, quello di Milutin Milanković sulle oscillazioni climatiche di origine astronomica e quello di Charles David Keeling nella misurazione della concentrazione atmosferica di CO₂ a partire dagli anni '50.

13. La "curva a mazza di hockey"

Il grafico sottostante è una versione aggiornata (e integrata con dati di altre ricerche) della "curva a mazza di hockey" pubblicata da Michael E. Mann nel 1998 per illustrare il fenomeno del riscaldamento globale nel XX secolo. Il grafico si riferisce alle temperature dell'emisfero Nord. Dopo esserti documentato sul riscaldamento globale, scrivi un paragrafo di commento all'immagine descrivendo l'andamento della temperatura sulla Terra negli ultimi 1000 anni.



Scheda Didattica / **Affrontare il clima che cambia**

di **Giulia Realdon**

RISPOSTE

1. La SNAC è il documento ufficiale dello stato italiano che indica i principi e le misure per prevenire e ridurre al minimo i rischi derivanti dai cambiamenti climatici.

2. Il Ministero dell'Ambiente (per esteso: Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - MATTM).

3. **D**

4. Il riscaldamento globale è un fenomeno climatico che consiste nell'aumento della temperatura media della Terra, dovuto in gran parte a fattori antropogenici, a partire dal XX secolo. Un evento meteorologico estremo è un fenomeno locale di tempo insolitamente pericoloso/dannoso o eccezionale per la stagione rispetto a quanto osservato nel passato.

5. Scrivi se si riferisce al riscaldamento globale o ad un evento meteorologico estremo:

- A** Aumento delle onde di calore - **evento meteorologico estremo**
- B** Aumento di precipitazioni massicce - **evento meteorologico estremo**
- C** Aumento della temperatura media degli oceani - **riscaldamento globale**
- D** Aumento del livello dei mari - **riscaldamento globale**
- E** Aumento dei periodi di siccità - **evento meteorologico estremo**
- F** Riduzione dei ghiacci polari - **riscaldamento globale**

6. Modifiche del clima evidenti anche a scala locale, nel nostro caso in Italia: generale aumento della temperatura, prolungati periodi di anomalia termica con siccità, aumento delle alluvioni.

7.

Mitigazione: misure che conducono a una riduzione delle emissioni di gas serra, cioè interventi finalizzati a incidere sulla principale causa del riscaldamento globale.

Adattamento: azioni orientate a limitare i danni prodotti dal riscaldamento globale, ossia interventi che agiscono sugli effetti del cambiamento climatico per limitarne le conseguenze dannose per la popolazione, l'economia e l'ambiente.

8. Tre tipi: misure di adattamento infrastrutturale e tecnologico ("grigie"), misure di adattamento non strutturali ("soft"), misure di adattamento connesse all'uso dei servizi ecosistemici ("verdi").

9. La riqualificazione dei corsi d'acqua è una misura di adattamento verde.

10. Il risparmio energetico (per esempio con l'uso di lampade a basso consumo) è una misura di adattamento di tipo soft.

11. Le misure di adattamento grigie sono quelle che coinvolgono soluzioni ingegneristiche (infrastrutture) o tecnologiche.

PICCOLE RICERCHE

12. Alla fine del 1800, quando ancora si disponeva di dati scientifici limitati sulla temperatura della Terra, Svante Arrhenius lavorò sul bilancio termico della Terra, attribuendo alla presenza di CO₂ nell'atmosfera quello che sarebbe stato poi chiamato "effetto serra". Arrhenius sostenne che un aumento nella quantità di CO₂ nell'atmosfera avrebbe portato a un aumento della temperatura sulla Terra.

Intorno al 1930 Milutin Milanković calcolò l'influenza sul clima terrestre delle variazioni astronomiche dei moti della Terra (moti millenari), attribuendo a essi la causa delle glaciazioni pleistoceniche.

Nella seconda metà del '900, ulteriori ricerche (per esempio sulle carote di ghiaccio antartico) rivelarono che il clima della Terra era ripetutamente cambiato nel corso delle ere geologiche.

A partire dallo stesso periodo lo sviluppo industriale portò ad un rapido aumento della concentrazione atmosferica di CO₂, come rivelato dalla serie di misurazioni effettuate da David Keeling sul Mauna Loa, nelle Hawaii, a partire dal 1958.

Sulla base di questi elementi (aumento della CO₂, disponibilità di dati climatici e meteorologici sempre più numerosi) negli ultimi decenni si è fatto strada il concetto di riscaldamento globale causato dalle attività umane. Questo concetto ha incontrato ampio consenso nella comunità scientifica, ma anche alcune contestazioni, basate sul fatto che il clima è già cambiato nel corso della storia della Terra.



» Scheda Didattica / **Affrontare il clima che cambia**

Nel 1988 è stato costituito l'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), organismo dell'ONU incaricato di fornire una consulenza scientifica sul cambiamento climatico ai decisori politici, cioè ai governi.

Nei cinque Rapporti di Valutazione pubblicati finora dall'IPCC, l'esistenza di un rapporto causa/effetto tra azione antropica e riscaldamento globale è stato affermato con sempre maggiore certezza.

13. Nel 1998 Michael E. Mann (con collaboratori) pubblicò il primo di una serie di articoli contenenti un grafico sull'andamento della temperatura media (globale o dell'emisfero Nord) negli ultimi 500-100 anni, basandosi su dati misurati dopo il 1850 e su proxy (parametri misurabili conservati in substrati fisici) correlati alla temperatura dei periodi precedenti.

L'andamento della curva ricordava la forma di una mazza da hockey (leggera inclinazione verso il basso seguita da un'impennata nel XX secolo), nome con cui il grafico è stato descritto e commentato.

Mentre le prime versioni presentavano ampi margini di incertezza, il grafico in figura, del 2008, mostra la concordanza tra i dati prodotti da diversi ricercatori e quindi illustra con ragionevole fedeltà il cambiamento climatico degli ultimi 1000 anni nell'emisfero Nord, confermando il riscaldamento globale dell'ultimo secolo, in contrasto con la tendenza al raffreddamento dei secoli precedenti.

Conoscere il black carbon

di **Tiziana Moriconi**

Una polvere nera, impalpabile, fatta di carbonio. È il black carbon, potenzialmente pericoloso per la salute dei cittadini, ma anche per il clima del pianeta. Al Muse, museo delle scienze di Trento, un progetto di cittadinanza scientifica porta gli studenti delle scuole a saperne di più, lavorando in prima persona a un vero esperimento scientifico.

Emergenza smog e temperature sopra la media stagionale. Sono due argomenti che hanno dominato i media negli ultimi giorni del 2015, quando i dati sul PM10 diffusi dalle agenzie per la protezione ambientale davano una misura precisa di quelle impalpabili cappe nere che hanno avvolto per settimane le città italiane. Complice il bel tempo, in molti luoghi la soglia limite di 50 microgrammi per metro cubo è stata di gran lunga superata per molti giorni consecutivi. Le conseguenze più temute sono quelle per la salute – in particolare delle vie respiratorie – di chi vive nelle aree “da bollino rosso”. Ma c'è almeno un altro buon motivo per tenere a bada le polveri sottili, e ha a che fare sia con l'innalzamento delle temperature locali, sia con il riscaldamento globale.

IDENTIKIT DEL PM10

Prima di tutto, capiamo cosa si intenda, esattamente, con la sigla PM10. “PM” sta per materia particolata: particelle solide e liquide che si trovano in sospensione nell'aria. Il numero 10 indica invece il diametro massimo di queste particelle, misurato in micrometri (un micrometro è un millesimo di millimetro). La composizione del PM10 è molto varia: vi si trovano, per esempio, metalli pesanti, solfati, nitrati, ammonio, carbonio, idrocarburi, diossine. Alcune di queste polveri derivano da processi naturali, come l'erosione del suolo, la dispersione dei pollini, l'eruzione dei vulcani e gli incendi boschivi; in altri casi, invece, sono legate all'inquinamento antropico. Tra le principali fonti vi sono i processi di combustione degli impianti termici e dei motori, e questo è il motivo per cui spesso le amministrazioni comunali stabiliscono il blocco del traffico e fissano limiti alla temperatura del riscaldamento delle case.



Nella composizione del PM10 emerge il black carbon quale sostanza importante tra le cause del riscaldamento globale

SORVEGLIATO SPECIALE: IL BLACK CARBON

Tra le tante particelle che formano il PM10, ce n'è una che sta richiamando l'attenzione di scienziati, medici e politici. Si chiama black carbon per via del suo colore scuro e per il fatto di essere formata principalmente da carbonio: deriva dalla combustione incompleta di combustibili fossili e di biomasse (legname, scarti agricoli, letame), dai motori diesel e dai vecchi fornelli domestici, molto diffusi nei Paesi in via di sviluppo. Si tratta di un “composto clima-alterante a vita breve” (Short-Lived Climate Forcers): rimane sospeso nell'atmosfera solo per alcuni giorni (e non per decenni, come il biossido di carbonio), per poi depositarsi sul suolo.

Alti livelli di black carbon possono contribuire a innalzare anche di due gradi la temperatura

locale, ma non solo. Sebbene sia prodotto nelle aree più densamente popolate, le correnti atmosferiche possono trasportarlo molto lontano, fin sui ghiacciai. E dal momento che il colore scuro assorbe l'energia dei raggi solari molto più del bianco (che li riflette), l'effetto del black carbon è quello di scaldare la superficie, velocizzando la fusione del ghiaccio.

QUANDO UNIVERSITÀ, MUSEI E SCUOLE SI ALLEANO

Per sensibilizzare i cittadini sugli effetti del black carbon, il Muse, museo delle scienze di Trento, ha lanciato un progetto di cittadinanza scientifica che sta coinvolgendo molte scuole, con percorsi che si adattano a tutte le classi secondarie, sia di primo sia di secondo grado.

Il progetto è nato nel 2012 da un'idea di David Tombolato, fisico, ricercatore presso l'Università di Trento fino al 2010, poi curatore scientifico al Muse: «Il black carbon è un inquinante di cui si sente parlare ancora poco – racconta Tombolato – e per questo al Muse abbiamo pensato a un'attività che facesse conoscere questa sostanza e i suoi effetti a livello sia locale sia globale. Nell'ottica di coinvolgere il più possibile gli studenti e di contribuire a formare una cittadinanza scientificamente consapevole e attiva, abbiamo inoltre messo in piedi un esperimento di citizen science: invitiamo i ragazzi a misurare loro stessi il black carbon in classe, in modo da costruire, dal basso, una prima mappa di questo particolato. Oltre al Muse, in questo progetto sono coinvolti l'Azienda provinciale per la protezione dell'ambiente, la facoltà di ingegneria dell'Università di Trento, e l'Università della California di Los Angeles, che fornisce i campionatori dell'aria ed elabora i dati raccolti dai ragazzi». L'attività proposta dal Muse si divide in tre momenti: i primi due si svolgono all'interno del museo, il terzo in classe.

PARTE PRIMA: SCIENCE ON A SPHERE

Per prima cosa, ai ragazzi vengono spiegate le dinamiche delle correnti aeree attraverso lo spettacolare exhibit *Science on a Sphere* (SOS) della National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), l'agenzia statunitense che si occupa di ricerca nel campo delle scienze atmosferiche. L'exhibit è una sala allestita con computer e videoproiettori che visualizzano su una grande sfera (di quasi due metri di diametro) le immagini delle tempeste atmosferiche, delle temperature oceaniche, dei cambiamenti climatici in atto, per citare solo alcuni esempi.



© Enrico Pretto/Demotix/Corbis

Il Muse di Trento

In pratica, la sfera si trasforma in un modello animato e interattivo del globo terrestre, basato su enormi quantità di dati reali. Tra i programmi messi a disposizione dalla NOAA ve n'è uno specifico sul black carbon, che permette di visualizzare i movimenti di questo particolato, dalle zone più densamente popolate a quelle meno abitate.

Per chi volesse provare l'attività in classe, la NOAA mette a disposizione SOS Explorer (link.pearson.it/5A2BA2B5): un programma per Pc e Mac che ricrea sullo schermo il modello interattivo del globo. Per il momento è disponibile gratuitamente una prima versione introduttiva.

PARTE SECONDA: LO SCIoglimento DEI GHIACCIAI IN MINIATURA

La seconda parte dell'attività prevede un esperimento empirico, sempre al museo, per dimostrare l'influenza del black carbon sulla velocità di scioglimento dei ghiacciai. Due piccoli blocchi di ghiaccio (di circa dieci centimetri di diametro) vengono posti sotto due lampade identiche. Entrambi sono appoggiati su un imbuto che convoglia l'acqua in un cilindro graduato. Uno dei blocchi viene poi ricoperto di un sottile strato di black carbon, in modo da simulare la reale deposizione del particolato sui ghiacciai. Dall'inizio dell'esperimento e per la durata di un'ora, due studenti, a turno, controllano la fusione dei blocchi, misurando il livello dell'acqua nei cilindri graduati, ogni cinque minuti. I dati vengono annotati su un foglio, e alla fine dell'esperimento verranno utilizzati per disegnare i grafici delle velocità di fusione dei due ghiacciai in miniatura, che dimostreranno come il black carbon influenzi in maniera diretta l'ecosistema dei ghiacciai.

Durante l'esperienza, viene spiegato nel dettaglio cosa sia il black carbon e i suoi effetti sulla salute,

cercando di coinvolgere i ragazzi in riflessioni e discussioni. Sul sito del Muse è presente un breve video in lingua inglese, prodotto dalla NOAA, che può essere usato anche in classe:

link.pearson.it/2D2C9223.

QUANTO BLACK CARBON IN CLASSE?

Come abbiamo anticipato, l'attività non si esaurisce con la visita al museo. Alle classi che lo desiderano viene consegnato un campionatore dell'aria. Si tratta di una piccola pompa che aspira l'aria, facendola passare attraverso un filtro in fibre di quarzo, che si anneriscono a contatto con i composti del carbonio.

Lo strumento può essere posizionato sia all'esterno (protetto dalla pioggia e dai raggi diretti del sole), sia all'interno di un edificio, e deve essere tenuto in funzione per 24 ore. Il filtro viene poi prelevato e fotografato seguendo istruzioni molto precise, per non alterare in alcun modo i colori.

Da questa fotografia, i ricercatori dell'Università di Los Angeles saranno in grado di stimare i valori della concentrazione di black carbon presente sulla superficie del filtro e nel volume di aria aspirata, grazie a un algoritmo creato *ad hoc*.

Una volta spedita la fotografia al Muse e ottenuto indietro il dato, questo potrà essere inserito nella mappa italiana del black carbon

(link.pearson.it/87742F97).

Agli studenti viene chiesto di riportare quante più informazioni possibile per contestualizzare e interpretare al meglio il valore registrato, come la data del campionamento, la posizione della scuola, l'altezza a cui è stato posto il campionatore, le condizioni meteorologiche del giorno della misurazione, e dei giorni precedenti, dal momento che tutte queste variabili influiscono sulla quantità di black carbon che si trova sospeso in atmosfera.

L'UNIONE FA LA FORZA

Ma a chi e a che cosa servono realmente questi dati? Va detto, in effetti, che l'errore delle misurazioni può essere grande. Inoltre i dati non sono omogenei. Ma allora perché fare la fatica



© Momaluk - Eastcott/Corbis

La deposizione di particolato sulla superficie dei ghiacciai ne accelera i processi di fusione

di raccogliarli e condividerli? «È un argomento di cui abbiamo discusso molto al Dipartimento di ingegneria ambientale di Trento», risponde Tombolato: «E siamo arrivati alla conclusione che, sebbene si tratti di dati inquinati, non per questo non potranno essere utili. Si tratta per ora di informazioni qualitative e non quantitative, ma ci stanno comunque dicendo qualcosa su un inquinante che non verrebbe monitorato in altro modo. È come se stessimo tutti insieme conducendo uno studio pilota: dimostriamo che gli studenti e i cittadini, informati e dotati degli strumenti giusti, possono contribuire allo sviluppo urbano e diventare parte attiva di una *smart city*. Il concetto che vogliamo far passare non è che chiunque, da solo, può fare misurazioni scientifiche corrette, di cui fidarsi ciecamente, ma che tutti possiamo essere d'aiuto a chi fa ricerca. Soprattutto nel momento in cui queste misurazioni vengono condivise e messe a disposizione di chi è in grado di interpretarle». ●

Tiziana Moriconi

giornalista scientifica, collabora con Galileo, Le Scienze, D la Repubblica online, Wired.it



Scheda Didattica / Educazione ambientale

di **Tiziana Moriconi**

MOBILITÀ SOSTENIBILE: QUANTO SEI AMICO DEL CLIMA?

Può sembrare un obiettivo irraggiungibile o davvero poco realistico, ma ci sono comuni che puntano a un bilancio di emissioni di CO₂ pari a zero. Uno di questi è Bolzano, che vuole essere una città "clima-neutrale". Da alcuni anni, infatti, l'intera Provincia autonoma sta portando avanti una serie di progetti sulle energie rinnovabili, sul risparmio energetico nell'edilizia e sulla mobilità sostenibile. Senza dimenticare l'educazione ambientale nelle scuole. Il programma *educational* promosso dall'Agenzia provinciale per l'ambiente si chiama Scuola.Ambiente (link.pearson.it/4DOCA3EB), e raggruppa numerose iniziative destinate alle scuole di ogni ordine e grado.

Il Diario del clima

Ne è un esempio il Diario del clima, per il bilancio di CO₂ nel settore traffico. Si tratta di un'attività facilmente replicabile per gli studenti delle scuole secondarie di primo grado. L'obiettivo è far riflettere sul contributo, in positivo o in negativo, che ogni persona può dare al bilancio globale delle emissioni di CO₂ in base alle proprie scelte in tema di mobilità. È possibile scaricare il Diario del clima in formato pdf dal sito della Provincia di Bolzano (questo il link: link.pearson.it/DDB3BE7A). Tuttavia, dal momento che stampare non è un'azione particolarmente "amica del clima", suggeriamo che ogni studente lo replichi sul proprio diario scolastico o su un quaderno. L'esperienza può durare quanto tempo si vuole: quella proposta a Bolzano ha la durata di due settimane.

Come creare il Diario

A ogni giorno di ciascuna settimana (dal lunedì alla domenica) verrà dedicata una pagina intera del diario (Tabella giornaliera).

A sinistra di ciascuna pagina si riporteranno i vari spostamenti effettuati: per esempio, si possono fin dall'inizio indicare i due percorsi base da casa a scuola e da scuola a casa, eccetto che per la domenica.

A destra, invece, per ciascun percorso si indicherà il mezzo utilizzato: se si va a piedi, in bicicletta, con lo skate o con un altro mezzo ecologico, se con mezzo pubblico, oppure se si usa un mezzo privato che aumenta il livello di CO₂, come l'automobile o il motorino, e i relativi tempi di spostamento. Il diario verrà compilato ogni giorno. Nelle giornate nelle quali non è mai stato utilizzato un mezzo privato inquinante, in fondo alla pagina si potrà segnare un punto, chiamato "passo per il clima".

La tabella di valutazione

Per poter valutare il bilancio di CO₂, alla fine delle due settimane si dovranno conteggiare tutti i dati raccolti. Per fare questo, è necessario disegnare altre due tabelle, una per ciascuna settimana (Tabella di valutazione).

Per prima cosa, a sinistra, si riporteranno i giorni, dal lunedì alla domenica, mentre a destra si indicherà il tempo di spostamento totale con i diversi mezzi utilizzati. In fondo alla tabella, verranno conteggiati i totali, trasformando i minuti in ore. Infine si riporterà il numero complessivo di "passi per il clima".

Il calcolo della CO₂

A questo punto, calcolare le proprie emissioni di CO₂ sarà molto semplice. Basta sapere che muovendosi a piedi o con un mezzo non a motore non si emette alcun gas serra, che un'ora di spostamento con l'autobus (a motore e non elettrico) equivale all'emissione di 0,8 kg di CO₂, mentre nello stesso tempo un'automobile ne emette 8 kg.

I profili

A seconda della quantità di CO₂ emessa, ogni studente potrà capire a quale "profilo" appartiene, e cioè se contribuisce attivamente a contrastare i cambiamenti climatici (emissioni inferiori a 10 kg di CO₂ a settimana) o se, al contrario, con il suo comportamento partecipa nel suo piccolo al riscaldamento globale (emissioni superiori a 30 kg a settimana).

Il poster e la statistica

Sulla base dei dati di tutti gli studenti, si calcolerà anche l'emissione di CO₂ media dell'intera classe, e i passi per il clima totali. Alla fine del progetto, tutti i dati potranno essere presentati attraverso la realizzazione di un poster.

BOLZANO: TUTTI I PASSI PER IL CLIMA

Ogni anno, l'Unione europea celebra la Settimana della mobilità sostenibile. Nel settembre 2015, le scuole della Provincia di Bolzano hanno partecipato collezionando oltre 62 mila passi per il clima, equivalenti alla riduzione di emissioni per 3,5 tonnellate di CO₂. In tutto sono state coinvolte circa 200 classi.



» Scheda Didattica / **Educazione ambientale**

TABELLA GIORNALIERA

GIORNO DELLA SETTIMANA

DESCRIZIONE STRADA					
Percorso scuola andata					
Percorso scuola ritorno					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					

TEMPO COMPLESSIVO

Passi per il clima

GIORNO DELLA SETTIMANA

DESCRIZIONE STRADA					
Percorso scuola andata					
Percorso scuola ritorno					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					

TEMPO COMPLESSIVO

Passi per il clima

» Scheda Didattica / **Educazione ambientale**

TABELLA DI VALUTAZIONE

SETTIMANA 1						Passi per il clima
Lunedì						
Martedì						
Mercoledì						
Giovedì						
Venerdì						
Sabato						
Domenica						
TOTALE SETTIMANA 1						
SETTIMANA 2						Passi per il clima
Lunedì						
Martedì						
Mercoledì						
Giovedì						
Venerdì						
Sabato						
Domenica						
TOTALE SETTIMANA 2						
TOTALE						

Non solo *sapiens*: le ultime novità sul genere *Homo*

di **Marco Ferrari**

Fino a non molto tempo fa non eravamo gli unici rappresentanti del genere *Homo* sulla Terra: c'erano anche gli uomini di Flores, di Neanderthal, di Denisova. Ed è appena stata scoperta in Sudafrica una specie più antica, *Homo naledi*. In questo articolo una panoramica sull'origine della nostra specie e sui suoi rapporti con gli altri *Homo*.



Lo studio delle origini dell'uomo da sempre ci affascina

Luomo è sempre stato interessato ai suoi antenati, anche e soprattutto quelli lontanissimi. Lo testimonia la maggior parte dei libri sacri delle religioni mondiali, che inizia con la creazione della nostra specie (e, marginalmente, di tutto il resto dell'Universo). Ma solo la scienza è riuscita

veramente a chiarire quali possono essere stati gli avvenimenti che hanno portato alla comparsa di *Homo sapiens*. Per questo ogni nuova scoperta viene accolta con grande eccitazione dal mondo dei paleoantropologi, dalla stampa specializzata e spesso anche da mezzi di comunicazione più generali.

L'UOMO DELLE STELLE

L'ultimo "uomo" ritrovato, in una stretta grotta in Sud Africa, è stato chiamato, dal suo scopritore Lee Berger, *Homo naledi*. Significa circa "uomo delle stelle", perché scoperto in una grotta nota come *Dinaledi chamber* ("grotta delle molte stelle"). È una specie che appartiene al nostro genere (*Homo*) e non a quello che si presume comprenda i nostri antenati più antichi (*Australopithecus*); lo scheletro ha alcune caratteristiche molto interessanti, che contribuiscono a chiarire parecchi aspetti fondamentali della nostra evoluzione.

UN ESEMPIO DI EVOLUZIONE A MOSAICO

La parte inferiore del corpo di *Homo naledi* può essere descritta molto genericamente come quella di una specie che camminava su due gambe, proprio come noi, mentre quella superiore, soprattutto il cranio, aveva tutte le caratteristiche di specie molto precedenti. *Homo naledi* sembra così costituito da pezzi presi da scheletri diversi: un esempio della cosiddetta evoluzione a mosaico. Vediamo perché. È vero che delle migliaia di ossa ritrovate (che formano almeno 15 scheletri praticamente completi, un numero altissimo) la parte inferiore è adattata alla camminata bipede. Ma, allo stesso tempo, le ossa delle dita dei piedi sono più incurvate: una caratteristica che fa pensare che sia stato anche in grado di arrampicarsi sugli alberi molto meglio di noi. Lo stesso si può dire delle mani: sono forti e hanno quasi sicuramente la presa di destrezza tipica degli uomini, anche se le dita curve, ancora una volta, fanno pensare che *Homo naledi* fosse un abile arrampicatore. Il cranio, infine, non era una scatola tondeggianti che ospita un cervello di dimensioni notevoli, ma un contenitore non molto più grande di quello degli australopitechi, le numerose specie che precedettero il genere *Homo*. Pur avendo un cervello piuttosto minuscolo (circa 500 centimetri cubi, poco più di un terzo del nostro), quindi, questa specie aveva un corpo quasi moderno. Ecco il perché della definizione *evoluzione a mosaico*; significa che alcune parti del corpo di un animale o di una pianta si modificano, evolvono, mentre altre parti non cambiano, e rimangono simili a quelle di specie più antiche.

DALLA MARCIA DEL PROGRESSO ALL'ANELLO MANCANTE: CONCETTI DA RIVEDERE

Homo naledi, insomma, è la dimostrazione che l'evoluzione, a differenza di quanto si pensa comunemente, non è un processo lento e costante in cui un organismo marcia da una tappa all'altra con cambiamenti che lo modificano tutto.



C-C

Lee Berger, con la scoperta dell'Uomo di Naledi, ha contribuito ad affermare la teoria dell'evoluzione "a mosaico"

La raffigurazione dell'evoluzione umana che si trova praticamente ovunque, e che va da una scimmia antropomorfa indeterminata agli australopitechi fino ad arrivare all'uomo, è quindi sbagliata in più di un senso. Non esiste per esempio nessuna linea "obbligata" che porta dai nostri antenati a noi, e le scimmie antropomorfe non possono ovviamente essere nostri predecessori, semplicemente perché sono nostre contemporanee. Le ultimissime scoperte di fossili, inoltre, distruggono una volta per tutte anche un concetto molto caro alla scienza e alla divulgazione di qualche decennio fa, quello di anello mancante. Secondo questa antica idea si pensava che le diverse specie fossero come anelli appartenenti a una catena lineare, con una precisa direzione nel tempo, in cui ogni specie è più avanzata delle altre che l'hanno preceduta, e meno di quelle che l'avrebbero seguita, fino ad arrivare, alla specie più avanzata, l'uomo moderno. I fossili non consentono di ricostruire con precisione tutte le specie (gli anelli) della catena, e si dice che alcuni di questi non siano ancora stati scoperti: che siano, appunto, mancanti. Per questo a ogni nuovo ritrovamento si inneggia alla "scoperta dell'anello mancante", che sarebbe meglio dei precedenti e peggio dei successivi.



©Xinhua/Xinhua Press/Corbis

Fossili di *Homo Naledi* ritrovati in Sud Africa, sulla importante dell'evoluzione umana

Ma abbiamo visto che *Homo naledi* è fatto di "frammenti" appartenenti a specie molto antiche, e di altri che invece sono più simili a specie più moderne. Nessuna catena, quindi, ma un continuo nascere e morire di "uomini" differenti, che come dicono gli evolucionisti si sono adattati alla situazione di quel momento, e non hanno nessuna visione di un futuro lineare, di una linea dritta come il tronco di un albero. Se non ci sono catene, non ci sono neppure anelli della stessa catena; niente anelli, niente mancanze. Per questo si preferisce adesso parlare degli uomini che ci hanno preceduto come di un cespuglio, un gruppo di specie costituito da tanti rametti al termine dei quali c'è una specie. E delle quali solo una, la nostra, è sopravvissuta.

ORIGINE AFRICANA

È sempre più chiaro quindi che l'evoluzione degli uomini moderni non è molto diversa da quella di tutti gli altri animali, anche se il risultato è molto particolare. Quello che è stato chiarito al di là di ogni ragionevole dubbio è che le prime specie che possono essere definite Homininae (la sottofamiglia cui apparteniamo) provengono tutte dall'Africa. E che la maggior parte della nostra evoluzione, almeno dal punto di vista temporale, si è svolta in quel continente, e in particolare nella parte sud-orientale dell'Africa stessa. Altri punti abbastanza chiari sono i passi anatomici che hanno portato da specie dalle abitudini arboricole ad altre che erano più adattate alla vita nella savana. E che quindi furono selezionate per camminare su due zampe invece che su quattro, come la maggior parte delle specie di mammiferi. Per costruire un affresco completo dell'evoluzione umana i paleoantropologi devono però ancora chiarire il perché dei passaggi che hanno portato a *Homo sapiens*. Per esempio, perché questa trasformazione di alcune specie che vivevano sugli alberi in abitanti della savana.

NOI E I NEANDERTHAL

I rapporti tra *Homo sapiens* e *Homo neanderthalensis* sono sempre stati oggetto di discussione tra gli studiosi, anche perché l'arrivo della nostra specie in Europa ha corrisposto, anche se qualche migliaio di anni dopo, alla scomparsa dei neanderthaliani. Si pensava qualche tempo fa che gli uomini moderni avessero addirittura combattuto contro l'altra specie, fino a sterminarla. Ora si sa che la scomparsa è stata piuttosto lenta, e molto probabilmente dovuta a molti fattori diversi. Per esempio la maggiore coesione sociale di *Homo sapiens*, che gli consentiva gruppi più ampi e strategie di caccia più sofisticate. Altre spiegazioni hanno a che fare con la struttura anatomica delle due specie: la nostra sarebbe stata più efficace nella corsa e quindi nella caccia. Non sembra invece ci siano prove di una persecuzione diretta da parte di *Homo sapiens* contro i neanderthaliani. Inoltre, il fatto che ci siano stati accoppiamenti tra le due specie fa pensare che per anni esse avessero convissuto relativamente in pace, e che la scomparsa di *Homo neanderthalensis* sia dovuta a fattori diversi dal vero e proprio genocidio.

UN CESPUGLIO INTRICATO

I nostri antenati costituivano quindi un gruppo piuttosto folto, vissuto a partire da circa 3 milioni di anni fa. Un cespuglio complesso, come abbiamo visto, in cui ogni specie aveva caratteristiche avanzate o più antiche. Se ci fossimo trovati in Africa qualche milione di anni fa, non sarebbe stato facile scegliere quale specie avesse la maggior probabilità di sviluppare cervello, intelligenza, complessi rapporti sociali e una cultura avanzata come la nostra. Ecco perché è molto difficile anche decidere, pur con tutte le informazioni che abbiamo, quale e se ci sia stata una linea precisa che ha condotto a noi.

UOMO: UN ANIMALE TRA TANTI O UN ANIMALE SPECIALE?

I biologi fanno spesso notare che ogni specie animale o vegetale è particolare, perché derivata da circa 3,8 miliardi di anni di evoluzione. Da un semplice batterio alle balene, tutti hanno una lunga storia evolutiva alle spalle, e tutti sono a loro modo speciali, con caratteristiche che distinguono gli uni dagli altri. Non si può però fare a meno di notare che l'uomo moderno sia molto diverso da tutte le altre specie. Dall'evoluzione darwiniana (che ha plasmato ogni essere vivente sulla Terra) ha avuto in dote un cervello molto più complesso di quello della maggior parte degli altri animali, che ha, forse unico sul pianeta, la capacità di produrre idee e artefatti derivati da una cultura, oltretutto a un ritmo che non è comparabile a quello di altre specie. Tutto ciò, unito a una capacità unica di trasmettere ed elaborare le informazioni molto velocemente, ha permesso alla nostra specie di diffondersi su tutto il pianeta e modificare anche profondamente gli ambienti che incontrava. L'uomo è quindi un animale speciale: anche se, come dicono gli ecologi, questo non vuol dire che sia onnipotente e possa stravolgere gli equilibri naturali senza conseguenze.



Homo naledi raccoglie la memoria di specie antiche e più moderne

NOVITÀ DALLA GENETICA

Il cespuglio è complesso e difficile da capire per un'altra ragione, che questa volta deriva da dati che ci ha svelato la genetica. Negli ultimi anni infatti alcuni laboratori nel mondo sono riusciti a leggere il patrimonio genetico di due specie che ci hanno preceduto, l'uomo di Neanderthal (*Homo neanderthalensis*) e l'uomo di Denisova (che non ha ancora una classificazione precisa, con il suo nome latino). Se il primo è conosciuto fin dal Diciannovesimo secolo, la seconda specie è nota solo da pochi anni, per alcune piccole ossa trovate in una grotta in Siberia. Di entrambi, con metodi sofisticatissimi e molta pazienza, si è riusciti a determinare la sequenza del DNA, e si è scoperto che alcuni dei geni presenti nelle due specie sono anche nel patrimonio genetico dell'umanità. Circa il 2-4% dei geni nelle nostre cellule provengono dall'uomo di Neanderthal, e una percentuale variabile secondo le popolazioni della Terra deriva dai cosiddetti Denisoviani. Questo significa che, oltre a essere un intricato cespuglio, nell'intero gruppo dei nostri antenati potevano verificarsi anche scambi di geni, cioè accoppiamenti tra maschi e femmine tra specie che noi pensiamo siano diverse. Che dovevano, inoltre, essere contemporanee. La nuova paleoantropologia ha infatti stabilito che la presenza della sola nostra specie sulla Terra è un'eccezione, perché, per esempio, circa 40.000 anni fa sul nostro pianeta esistevano almeno 3, se non 4, specie di uomini. Assieme all'uomo moderno c'erano infatti l'uomo di Neanderthal, l'uomo di Flores (*Homo floresiensis*, una specie molto piccola che abitava una minuscola isola nel sud-est asiatico) e l'uomo di Denisova. Delle quattro specie solo la nostra è passata al vaglio della selezione naturale, ed è ora dominante sul pianeta. Unita alle nuove tecniche di indagine genetica, la paleoantropologia sta costruendo quindi una nuova visione di *Homo sapiens*. ●



Dell'uomo di Neanderthal è oggi possibile indagare anche il patrimonio genetico

PER APPROFONDIRE

- Ferrari M., a cura di, *L'evoluzione dell'uomo*, "Focus Extra", n. 67, primavera 2015.
- Manzi G., *Il grande racconto dell'evoluzione umana*, Il Mulino, Bologna, 2013.
- Tattersall I., *I signori del pianeta. La ricerca delle origini dell'uomo*, Codice edizioni, Torino, 2013.
- Tuniz C., Manzi G., Caramelli D., *La scienza delle nostre origini*, Laterza, Bari, 2013.
- Pievani T., *Homo sapiens. Il cammino dell'umanità*. De Agostini, Novara, 2012.
- *Olduvai. La culla dell'umanità*, documentario della Scuola di paleoantropologia dell'Università di Perugia. Per informazioni scrivere a mirko.lombardi@gmail.com
- *Speciale Homo naledi*, "National Geographic Italia", ottobre 2015. Alcuni articoli sono disponibili anche sul sito della rivista. link.pearson.it/3A0B937D

Marco Ferrari

laureato in scienze biologiche, è giornalista e comunicatore scientifico. Ha scritto su mensili, settimanali e quotidiani e collaborato ad alcune enciclopedie scientifiche. Attualmente è caposervizio scienza di Focus. Il suo ultimo libro s'intitola *L'evoluzione è ovunque* (Codice edizioni).



Scheda Didattica / **Non solo sapiens: le ultime novità sul genere Homo**

di **Antonio Varaldo**

DOMANDE E ATTIVITÀ

1. L'uomo e i suoi progenitori rientrano nel vasto ordine dei primati (*Primates*). Dopo aver cercato sul tuo libro di biologia le informazioni essenziali sui caratteri distintivi dei primati e sulla loro evoluzione, completa il brano seguente scegliendo i termini appropriati tra quelli elencati:

50 - colori - carnivora - opponibile - 70 - onnivora - mesozoica - allungato

I placentati che hanno dato origine ai primati sono comparsi circa _____ milioni d'anni fa, cioè sul finire dell'era _____, nel vasto continente australe di Gondwana che aveva iniziato a frammentarsi. Tra le principali caratteristiche del gruppo vi sono le cinque dita distinte in ogni arto, con pollice _____ atto alla presa nella vita arboricola, la vista binoculare frontale che conferisce profondità di campo e la visione dei _____, oltre a una dentatura varia idonea per una dieta _____.

2. Come hai potuto leggere nell'articolo, è ormai ampiamente noto che *Homo sapiens* abbia convissuto con altre specie più o meno strettamente imparentate: l'uomo di Neanderthal, l'uomo di Flores e quello di Denisova. Riguardo a essi, rispondi alle seguenti domande aiutandoti

con ogni fonte che ritieni utile:

- Ⓐ Per quanto tempo *Homo sapiens* e *Homo neanderthalensis* hanno convissuto?
- Ⓑ In quale area si diffuse l'uomo di Neanderthal?
- Ⓒ Dove si trova l'isola di Flores?
- Ⓓ Come si spiega la presenza di geni di *Homo neanderthalensis* nel genoma umano?
- Ⓔ È nota anche una contaminazione genetica con l'uomo di Denisova?

3. Quali sono le differenze fondamentali tra i due principali gruppi di primati, ossia catarrine e plattirrine?

4. A quale evento è legata la divergenza evolutiva tra catarrine e plattirrine, collocata a circa 40 milioni d'anni fa?

5. Qual è il nome delle scimmie che rimasero isolate in Madagascar? E quali sono i loro caratteri distintivi?

6. In relazione alla graduale e inarrestabile diffusione di *Homo sapiens* sulla Terra, scrivi un brano in cui sia sintetizzata la storia delle migrazioni con appropriati riferimenti temporali.

7. La storia dei progenitori più o meno diretti dell'uomo inizia nell'Africa sud-orientale alcuni milioni d'anni fa con la comparsa della caratteristica andatura bipede, evidenziata dalla perdita dell'opponibilità del pollice negli arti inferiori. Consultando le pagine Web che ritieni utili, completa il seguente schema assegnando ai vari ominidi bipedi termini, date e caratteristiche appropriate.

NOME	EPOCA (maf sta per milioni di anni fa)	CAPACITÀ CRANICA	CARATTERISTICHE
Australopitechi			Altezza adulti di circa 130 cm, dentatura forte ma con canini poco sviluppati
<i>Homo habilis</i>	da 2,5 a 1,5 maf		Capace di costruire utilizzare e conservare manufatti elementari di pietra
<i>Homo erectus</i>		Fino a 1000 cm ³ , quasi il 75% rispetto a <i>Homo sapiens</i>	
<i>Homo neanderthalensis</i>	da 200 000 a 40 000 anni fa	Fino a 1500 cm ³ , persino il 10% superiore a <i>Homo sapiens</i>	

Scheda Didattica / **Non solo sapiens: le ultime novità sul genere Homo**

di **Antonio Varaldo**

RISPOSTE

1. 70; mesozoica; opponibile; colori; onnivora.

2.

- Ⓐ La sovrapposizione temporale è di almeno 160 000 anni, terminata al momento dell'estinzione dell'uomo di Neanderthal.
- Ⓑ Tutt'intorno al Mediterraneo con particolare presenza nell'Europa meridionale oltre che in Medio Oriente e fino ad alcuni settori dell'Asia centrale.
- Ⓒ In Indonesia.
- Ⓓ Si ritiene che vi siano stati incroci con le popolazioni umane in migrazione fuori dall'Africa circa 60 000 anni fa, infatti tali geni si trovano in tutte le popolazioni attuali eccetto quelle africane.
- Ⓔ Sì, in alcune popolazioni, per esempio nell'area del Pacifico, è stata effettivamente provata la presenza di geni denisoviani.

3. Le platirrine hanno un naso piatto con apertura frontale e si sono sviluppate nei territori americani, le catarrine hanno un naso allungato verso il basso e si trovano nel "vecchio mondo".

7.

4. All'ampliamento dell'Oceano Atlantico, con la separazione definitiva dei continenti ai suoi margini.

5. Lemuri, primati caratterizzati da grandi occhi per la visione notturna e lunghe code appariscenti ma non prensili.

6. Tutti gli uomini presenti oggi sulla Terra sono discendenti di un gruppo primitivo che si trovava circa 150-200 mila anni fa in Africa orientale. Pertanto, con l'eccezione di occasionali incroci, tutte le altre popolazioni preesistenti di bipedi non sono da considerare nostre progenitrici; gli studi sul DNA mitocondriale, che viene trasmesso solo per via materna, hanno confermato in pieno l'ipotesi. L'uscita definitiva dall'Africa risale a poco più di 60 000 anni fa e da quel momento le varie popolazioni hanno preso strade diverse colonizzando dapprima la fascia tropicale fino in Estremo Oriente e Oceania e poi anche le altre aree: circa 45 000 anni fa l'Europa, e solo 25 000 anni fa il vasto territorio asiatico fino a riuscire a passare in Nord America per poi scendere gradualmente in Sud America, probabilmente 10-15 mila anni fa.

NOME	EPOCA (maf sta per milioni di anni fa)	CAPACITÀ CRANICA	CARATTERISTICHE
Australopitechi	da 4 a 2 maf	Circa 480 cm ³ , 35% rispetto a Homo sapiens	Altezza adulti di circa 130 cm, dentatura forte ma con canini poco sviluppati
<i>Homo habilis</i>	da 2,5 a 1,5 maf	Circa 700 cm ³ , quasi il 50% rispetto a Homo sapiens	Capace di costruire utilizzare e conservare manufatti elementari di pietra
<i>Homo erectus</i>	da 1,8 maf a 150 000 anni fa	Fino a 1000 cm ³ , quasi il 75% rispetto a Homo sapiens	Forte e robusto con altezza fino a 180 cm, fu il primo capace di migrare fuori dall'Africa fino nel sud-est asiatico
<i>Homo neanderthalensis</i>	da 200 000 a 40 000 anni fa	Fino a 1500 cm ³ , persino il 10% superiore a Homo sapiens	Corporatura robusta e tozza con altezza di circa 160 cm, ha comportamenti sociali, usa pelli, pietre e ossa e attua la sepoltura dei morti

Snowflakes, a winter wonder

by **Chiara Ceci**

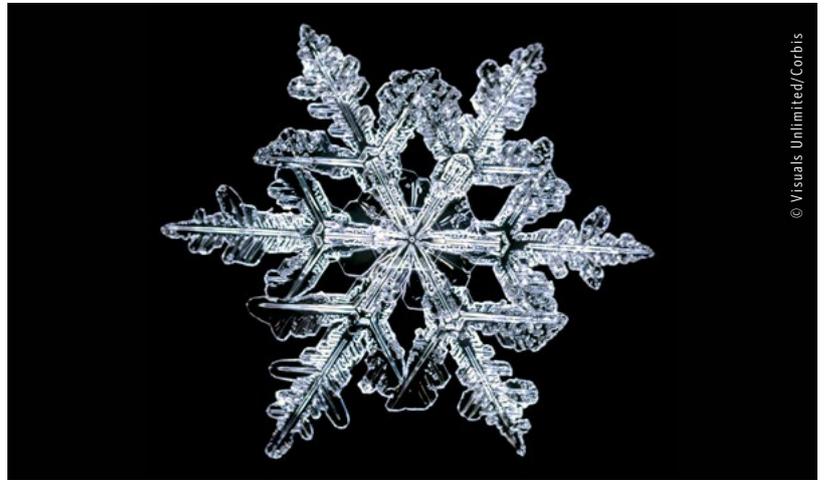
Every second about a million billion of them fall to the ground, and yet, half of the world's population has never seen them close up. Snowflakes are ice crystals that fall through the Earth's atmosphere. Snowflake formation starts off in clouds of water vapour, where water molecules, which consist of two hydrogen atoms bonded to one oxygen atom, are orientated further apart than when they are in solution or solid state (ice).

Snowflake formation is **seeded** from a pollen or a **dust particle** that comes into contact with water vapour. In cool air, water vapour adheres to the dust particle until it forms tiny drops of liquid water. When the temperature falls to zero degrees Celsius (or below), the **water droplets** freeze, forming snow crystals. Crystal faces start to appear on the frozen droplet, forming a prism with six faces (hexagonal prism). Ice growth occurs more rapidly near the **edges**, thus a cavity forms on each of the six faces of the prism. Due to faster growth at the corners, the branches start to spread and six arms begin to extend from each corner. Each snowflake can comprise two or many snow crystals held together through hydrogen bonds.

All snow crystals adopt a hexagonal **shape** due to the way the molecules arrange themselves during ice formation.

It can take from 15 to 45 minutes for a snowflake to form and fall to the ground, and as it descends towards the ground, more tiny droplets land and freeze on the crystal and the snowflake continues to grow. As it reaches warmer air, the crystal warms up and its tips become longer and narrower, radiating out from the core of the ice-particle.

Snowflakes are often said to be unique, but this is only true for snowflakes that have had time to fully develop and not to those that fall to the ground during the initial stages of formation. Nevertheless, there is a high level of variation between snowflakes, due to the complex nature of their formation; thus, it is extremely unlikely to observe two identical snowflakes. Their exact shape and structure is a product of temperature, humidity, water quantity, and the size of the initial dust particle. In colder air, snowflakes tend to form thin hexagonal **needles**, whereas at higher



© Visuals Unlimited/Corbis

Snowflake

temperatures and higher humidity levels, they show highly intricate shapes.

When the opportunity arises, we should admire their beautiful and surprisingly complex shapes. The next time it snows, get out your magnifying glass and some dark coloured paper (the sheets must be cold to prevent the flakes from melting quickly – put them in the freezer before you start your observation). Let the snowflakes fall onto your sheet of paper and observe the many diverse forms and types of snow crystals.

VOCABULARY

To seed Seminare, inseminare

Dust particle Particella di polvere

Water droplet Gocciolina d'acqua

Edge Bordo

Shape Forma

Needle Ago

TO FIND OUT MORE

Snowflakes classification and shapes link.pearson.it/6621F028

Online guide to snowflakes, snow crystals, and other ice phenomena

link.pearson.it/F69EEDB9

AUDIO VERSION

by **Louise Jane Gourlay**

• Listen at: link.pearson.it/BD938FB2

Chiara Ceci

è naturalista, appassionata di evoluzione (ha scritto una biografia della moglie di Charles Darwin, Emma Wedgwood Darwin) e si occupa di comunicazione della scienza. Lavora nel Regno Unito, nell'ufficio stampa della Royal Society for the Protection of Birds.



» Scheda Didattica / **Snowflakes, a winter wonder****TRADUZIONE****Focchi di neve, una meraviglia dell'inverno**

Circa un milione di miliardi di fiocchi di neve cade a terra ogni secondo, eppure metà della popolazione mondiale non ne ha mai visto uno da vicino. I fiocchi di neve sono cristalli di ghiaccio che cadono attraverso l'atmosfera terrestre. Ogni fiocco di neve incomincia a formarsi nelle nubi di vapore acqueo dove le molecole di acqua, costituite da due atomi di idrogeno legati a uno di ossigeno, sono più distanziate tra loro di quanto lo siano nell'acqua allo stato liquido o solido (ghiaccio).

La nascita di un fiocco di neve prende il via quando un granello di polvere o di polline entra in contatto con il vapore acqueo. Nell'aria fredda il vapore acqueo si attacca alla particella di polvere finché non produce una gocciolina di acqua liquida. Quando la temperatura scende al di sotto di 0 °C (o anche meno) le gocce d'acqua congelano diventando cristalli di neve. Le faccette dei cristalli iniziano a fare la loro comparsa sulla goccia congelata che assume così la forma di un prisma a sei facce (prisma esagonale). La crescita del ghiaccio è più rapida alle estremità, di conseguenza si genera una cavità in ognuna delle sei facce del prisma. A causa della più rapida crescita agli angoli, le ramificazioni incominciano ad allungarsi proprio in corrispondenza di ciascun angolo dando origine a sei bracci. Ogni fiocco di neve può includere due o più cristalli uniti insieme mediante legami idrogeno. Tutti i cristalli acquisiscono un profilo esagonale che dipende dal modo in cui le molecole si dispongono quando l'acqua congela.

Sono necessari da 15 a 45 minuti perché un fiocco di neve si formi e cada a terra, inoltre numerose goccioline possono aderire al fiocco e congelare mentre questo scende verso il suolo e continua a crescere. Quando raggiunge l'aria più calda, anche il cristallo si riscalda e le sue estremità appuntite diventano via via più strette e allungate, irradiandosi verso l'esterno a partire dal nucleo della particella di ghiaccio.

Spesso si sente dire che i fiocchi di neve sono tutti diversi, ma questo vale soltanto per quelli che hanno avuto il tempo di crescere completamente e non per quelli che cadono a terra durante gli stadi iniziali di sviluppo. Comunque tra fiocchi di neve c'è un alto livello di variabilità, che dipende dalla natura complessa del loro meccanismo di formazione: insomma è estremamente improbabile riuscire a osservare due fiocchi identici. La forma e la struttura esatte di un fiocco di neve dipendono dalla temperatura, dall'umidità e dalla quantità di acqua oltre che dalla dimensione della particella di polvere iniziale. Nell'aria più fredda, i fiocchi di neve tendono a produrre sottili aghi esagonali, mentre dove la temperatura è maggiore e il livello di umidità è più elevato, le loro figure risultano assai più intricate.

Quando capita l'occasione dovremmo fermarci a osservare le forme splendide e sorprendentemente complesse dei fiocchi di neve. La prossima volta che nevicata, tirate fuori la lente di ingrandimento e qualche foglio di carta scura (il foglio dovrebbe essere freddo per evitare che i fiocchi si sciolgano troppo in fretta: tenetelo per qualche tempo in frigorifero prima di procedere con le osservazioni). Lasciate allora che qualche fiocco cada sul foglio di carta e ammirate la varietà di figure dei diversi tipi di fiocchi.

[Traduzione a cura di **Allegra Panini**]

RISPOSTE

1. This is due to the hydrogen bonds and the way in which the molecules arrange themselves as they form ice.
2. Because ice grows faster near the edges of the prism.
3. The shape of snowflakes can be influenced by temperature, humidity, the quantity of water in the atmosphere and the size of the initial dust particle.
4. F 5. F 6. T
7. *Water vapour condenses around dust particles - water droplets freeze to form snow crystals - crystal faces appear on the frozen droplet - hexagonal prisms are formed - cavity forms in each of the six faces of the prism - snow crystals grow following the hexagonal shape*
8. To be trapped somewhere because of too much snow.
9. To be overworked, or especially busy.
10. To do something that is risky or might get a person into trouble.
11. To start a conversation in order to get to know someone or to make them feel at ease.
12. To get scared and decide to do something at the last minute.
13. There's no chance of that thing happening.
14. To ignore someone, to treat them in a cold way.

Comitato editoriale: Valeria Cappa, Marika De Acetis, Cristina Gatti, Valentina Murelli
Coordinamento e progettazione: Valentina Murelli
Redazione e ricerca iconografica: Jacopo Cristini
Coordinamento realizzazione editoriale: Marco Palvarini, Triestina Giannone
Progetto grafico: Shiroy Studio srl
Impaginazione: Giorgia De Stefani
Immagine di copertina: Flood waters
Credit: Greg Vote / Corbis

Si ringrazia per la collaborazione a questo numero Louise Jane Gourlay

Pubblicazione aperiodica distribuita gratuitamente nelle scuole, pubblicata da Pearson Italia S.p.A. Corso Trapani 16, 10139, Torino. L'editore è a disposizione per gli aventi diritti per eventuali non volute omissioni in merito a riproduzioni grafiche e fotografiche inserite in questo numero. Si autorizza la riproduzione elettronica e cartacea per l'uso didattico in classe.

Tutti i diritti riservati © 2015 Pearson Italia. www.pearson.it