



La crisi climatica spiegata semplice (o almeno si spera)

Overo il clima in dieci compresse effervescenti, più un lieto fine e un'appendice

di A. Ramello

I. C'è crisi?

Pare che dall'analisi dei fatti e degli eventi che quotidianamente vengono riversati nelle nostre case attraverso TV, giornali e social media, il clima sul nostro pianeta sia in effetti un po' "agitato". Ma perché? Perché succede? E se le cose stanno effettivamente così, di chi è la colpa? Oppure non c'è nessuna colpa, perché in fondo è il corso naturale degli eventi?

Scrivo queste righe perché appunto si possa cominciare a dare delle risposte a tutta una serie di domande che ci stiamo ponendo da diversi anni e anche per spiegare il motivo per cui si verificano certi fenomeni estremi. Vorrei inoltre evitare di fare la Cassandra della situazione, anche se è una faticaccia non farlo, però posso lasciare quelli che sono segni di speranza.

Cercherò anche di "entrare" un po' nella testa di chi nega che ci sia un problema col clima, sperando di compiere quel miracolo, tale da indurre il negazionista almeno ad affermare un semplice «Ah, però!». Ma non ci credo molto.

Non ci credo molto perché purtroppo soprattutto le attuali classi di potere che governano i principali Paesi inquinanti non hanno nessun interesse ad affrontare il problema, non tanto perché lo neghino, quanto invece perché sono invischiati fino al midollo negli affari della finanza del petrolio e suoi derivati, sia a livello puramente lucrativo, sia a livello di lobby di potere e quindi di voti.

Per poter raccontare tutto questo occorre però fare qualche passo indietro e costruire il nostro pensiero logico partendo da indispensabili conoscenze di base (ma senza annoiare troppo). Sono un insegnante di scienze naturali e per deformazione professionale, se non ci metto qualche nozioncina da far conoscere, non sarei felice. Abbiate pazienza.

II. L'atmosfera

Quell'involucro sottilissimo, azzurrino che avvolge il nostro pianeta tanto da paragonarlo allo spessore di una sottile buccia di arancia rispetto all'arancia stessa, è la nostra amica atmosfera. Noi ovviamente abbiamo esperienza di un pezzetto soltanto, quello dentro il quale ci muoviamo e respiriamo e che tecnicamente si chiama troposfera.

Il suo spessore è ancora più sottile rispetto alla buccia di arancia; sarebbe più corretto paragonarlo alla buccia di una mela rispetto alla mela intera! Ebbene lì, immersi in quel fluido denso poco più di 1/1000 dell'acqua, facciamo di tutto e soprattutto avvengono i principali fenomeni atmosferici legati al tempo, al clima, ai venti, alle piogge. Tutto lì, in quello spessore che varia tra i 10 e i 15 km, circa 1/100 dello spessore intero dell'atmosfera vera e propria.

La composizione dell'aria nella nostra intera atmosfera è molto variabile e soprattutto negli strati più esterni (stratosfera, mesosfera, termosfera e esosfera) non ha quasi senso parlarne perché è talmente rarefatta che i nostri polmoni scoppierebbero come palloncini troppo gonfi (eh no, inutile che ti tappi bocca e naso, l'aria uscirebbe dalle orecchie bucando i timpani).

Ci occuperemo quindi della composizione dell'aria nella sola troposfera, dove troviamo con la medaglia d'oro (udite udite!) l'azoto N_2 con il suo 78%, medaglia d'argento l'ossigeno O_2 con il suo 21% circa e lasciando poco spazio (in realtà meno dell'1%) ad altri gas, tra cui l'argon, Ar, che con il suo 0,93% conquista la medaglia di bronzo...

...E la famigerata CO₂, l'anidride carbonica o biossido di carbonio che dir si voglia, il tanto declamato gas noto al pubblico per i problemi che crea? Dimenticato? No, certamente: ebbene occupa uno stringato 0,04% nella composizione chimica troposferica. Pochissimo, penseranno i negazionisti, quindi il problema non esiste e quindi smetto di leggere queste righe inutili. Alè.

III. CO₂

Chi è l'anidride carbonica? Perché tutto 'sto casino intorno a questo gas? Noi la conosciamo direttamente perché grazie alle sue bollicine possiamo bere bibite frizzanti nelle calde giornate estive o alle feste di compleanno e fa saltare i tappi degli spumanti a capodanno. Ne usiamo tanta, tantissima, forse troppa e certamente non per colpa delle bibite frizzanti o degli spumanti.

D'altro canto l'anidride carbonica è considerata dagli scienziati un "gas-serra", che regola la temperatura media della Terra. A questo punto occorre però spiegare cos'è un gas-serra, cos'è l'effetto serra, e soprattutto: ma l'effetto serra non era dannoso? Mo' qui si viene a raccontare che "regola la temperatura della Terra" addirittura! Capito. Facciamo chiarezza.

Andiamo con ordine: i gas-serra. Sono i gas in grado di riflettere, di respingere determinate onde elettromagnetiche a bassa frequenza (leggi: luce infrarossa o calore radiante) rispedendole al mittente. Lo strato formato da questi gas crea al suo interno una gabbia di calore, proprio come accade nelle serre agricole o nelle macchine lasciate a lungo sotto il sole ad agosto. E questo è appunto l'effetto serra. In inglese: greenhouse effect.

In particolare il nostro pianeta e soprattutto la vita che si svolge nella sua biosfera, gode di questo effetto serra naturale (attenzione!), che ha garantito per milioni di anni una omeostasi termica quasi invariata. In questa omeostasi si è sviluppata e differenziata anche la nostra specie Homo sapiens, compresi gli ominidi che ci hanno preceduto.

Come in tutti i Dott. Jekyll però, c'è anche il lato Mr. Hyde. L'effetto serra che come già detto per milioni di anni è rimasto pressoché invariato, negli ultimi due-tre secoli sta subendo una brusca impennata verso l'alto, passando da una concentrazione standard naturale di 0,028% a circa 0,042%. E questo è un doppio problema.

IV. IPCC

Doppio problema: il primo è perché sta aumentando così tanto la concentrazione di CO₂ in atmosfera, il secondo è perché se aumenta la CO₂ in atmosfera ...è un problema? La risposta non è così scontata. Intanto cerchiamo di ricostruire i fatti e capire perché in miliardi di anni che esiste la Terra, proprio a noi toccava subire questo brusco aumento. Noi, vittime innocenti. Oppure no?

So già che adesso al negazionista parte l'embolo: infatti è incontrovertibile, indiscutibile, inossidabile che la causa principale dell'aumento di CO₂ atmosferico sia proprio legato alle attività umane. Ebbene sì, non ci piove proprio, ma non perché lo dico io, ma lo dice un organo fondamentale dell'ONU che è l'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change).

L'IPCC raccoglie migliaia di scienziati di tutto il mondo, tra cui climatologi, fisici dell'atmosfera, ma anche economisti e sociologi (e chi più ne ha più ne metta) che esaminano, studiano, analizzano e verificano le migliaia di pubblicazioni scientifiche che provengono anch'esse da tutto il mondo. Ogni sette anni circa producono un documento finale, che si chiama Report.

No, Report non è la nota trasmissione di RAI 3, ma questo documento che non solo riassume quanto accade nel mondo a causa dei cambiamenti climatici, ma evidenzia le responsabilità che hanno determinato questi eventi, e (guarda un po'...) individua un certo *Homo sapiens sapiens* post rivoluzione industriale come la causa principale e più significativa.

Il dito dell'IPCC è puntato contro un pensiero di sviluppo industriale che non fa sconti per quanto riguarda lo sfruttamento delle risorse primarie, e in particolar modo di petrolio e combustibili fossili.

Questi forniscono certamente tanta, tantissima energia per mandare avanti i processi industriali, ma il prezzo da pagare si chiama "emissioni di CO₂", legate ad una semplice reazione di combustione che possiamo vedere anche con il fornello di casa: l'anidride carbonica è il prodotto di scarto della reazione stessa.

Quindi non siamo povere vittime di eventi più grandi di noi, siamo proprio noi la causa (un bel 98% di responsabilità). E questa in un certo senso sarebbe una buona notizia, perché in effetti se siamo noi la causa, potremmo essere sempre noi a rimuovere il problema. Ma è un problema, perché a nessuno di noi piace rinunciare a tante comodità moderne...

V. Il Riscaldamento globale

E veniamo al dunque: l'effetto serra, come detto prima, regola la temperatura del pianeta, funzionando un po' come una coperta del letto: sei a letto in una fredda notte di inverno e ti senti al calduccio con la tua trapunta che ti copre fino al naso. Ma non sai di avere genitori sadici in casa che di nascosto cominciano a metterti un'altra coperta ...e un'altra ...e un'altra ancora, ma non tutte insieme, sennò ti svegli. Un po' per volta, piano piano.

Inizi a sentire un po' caldo, ma vabbè ci sta, tanto fa freddo. Ma il caldo aumenta, ti disturba il sonno, respiri a fatica e ti agiti nel letto e alla fine ti svegli sudatissimo e con sorpresa vedi una catasta di coperte sul tuo letto e genitori ghignanti nell'angolo della stanza. Vabbè chiudo con il film dell'orrore, ma almeno abbiamo capito cos'è il riscaldamento globale...

L'effetto serra naturale consente al nostro pianeta di mantenere una temperatura pressoché costante durante tutto l'anno e durante l'alternanza dì/notte delle giornate (al netto delle fluttuazioni stagionali e giornaliere). Questo accade perché una parte dei raggi solari che illuminano e riscaldano il pianeta vengono assorbiti in parte dalla nostra atmosfera (aria, umidità, nuvole) e in parte dalla superficie terrestre (terre emerse, mari e oceani).

Una volta assorbiti, questi raggi vengono riemessi sotto forma di calore radiante e qui accade che i gas-serra ne lasciano filtrare qualcuno verso lo spazio, ma intrappolano i restanti. L'atmosfera è trasparente ai raggi solari diretti, ma diventa parzialmente opaca ai raggi termici, al calore, trattenendolo. E noi ci godiamo il calduccio.

Penso sia facile immaginare però che se aumentiamo la concentrazione di gas-serra nell'atmosfera, la percentuale del calore trattenuto aumenti di conseguenza. Eccoli i “genitori sadi-ci” che mettono coperte su coperte: siamo noi purtroppo. Stiamo aumentando la concentrazione dei gas-serra e quindi stiamo aumentando la percentuale di calore trattenuto su tutto il pianeta. In due parole: riscaldamento globale. In inglese: global warming.

VI. Effetti collaterali

Quando si somministra un farmaco, spesso leggiamo i possibili effetti indesiderati per capire se la cura vale più di altre conseguenze sulla nostra salute. Ovviamente per la massima parte delle volte è così, ma nel caso del riscaldamento globale non si può dire la stessa cosa, nonostante il negazionista dica: «Riscaldamento globale? Finalmente si risparmia in bolletta!»

Intanto capiamo una cosa: il riscaldamento globale non riguarda solo l'atmosfera, ma anche tutti quei fluidi in grado di assorbire calore e quindi anche laghi, mari e oceani. L'aumento di temperatura globale infatti si ripercuote anche in questi biomi con conseguenze anche gravi, come vedremo in seguito.

Partendo dall'atmosfera, questa si sa non è una massa statica, ma in continuo movimento con le sue turbolenze, correnti ascensionali, venti. La nostra atmosfera rimescola continuamente le differenze di temperatura che si generano tra la parte illuminata del pianeta e la parte al buio, tra la stagione estiva boreale e la stagione invernale australe (e viceversa), tra il calore accumulato dai mari e quello rapidamente disperso dalle terre emerse. Tende continuamente a generare un sistema omogeneo in un sistema continuamente mutevole: una vera “Mission: impossible”.

Pensiamo alla dinamica di questi eventi con le temperature globali aumentate: questi continui scambi avverrebbero con molta più energia, che si traduce in velocità maggiori di spostamento di masse d'aria, maggiore capacità di trattenere umidità, turbolenze più accentuate. Meccanismi che anche gli stessi meteorologi e climatologi faticano a comprendere e a seguire.

Avere in atmosfera una media delle temperature costantemente più alta del solito porta anche a fenomeni come per esempio il discioglimento accelerato dei ghiacciai e delle calotte polari. Nel 2025 gli scienziati hanno rilevato che agli inizi dell'estate lo zero termico (ovvero il punto in cui la temperatura è di 0° centigradi) si trovava ad una quota di oltre 5000 metri! Vuol dire che anche sulla punta più alta della vetta del Monte Bianco, faceva “caldo”!

Eventi anomali come questo portano con se conseguenze gravi anche per gli ambienti montani, basti pensare che sulle Alpi i ghiacciai si stanno ritirando a ritmi mai registrati prima e a volte creando fenomeni franosi di portata apocalittica, come è successo in alcune valli alpine in cui sono stati cancellati interi paesi di montagna.

VII. Altri effetti indesiderati

Continuando a sfogliare il bugiardino che descrive il riscaldamento globale, ci accorgiamo di quella seconda voce che parla appunto di altri effetti indesiderati, come se i primi non bastassero!

In questa seconda parte infatti ci occupiamo di ciò che accade nelle acque, perché come detto prima, il riscaldamento globale interessa anche loro.

Se al “forno ventilato” atmosferico ci mettiamo dentro anche la nostra idrosfera, otterremo un autentico servizio completo! Le cronache nazionali – le rare volte che se ne ricordano – mettono in evidenza il fatto che il nostro Mar Mediterraneo si trovi in una condizione di surriscaldamento, con temperature rilevate di circa 4-5°C superiori alle medie del periodo.

Il negazionista è felice perché finalmente potrà tuffarsi in mare senza quel “brivido sulla schiena” dovuto all’impatto con l’acqua fredda, ma le cose non stanno proprio così. Mare più caldo vuol dire generare una serie di ripercussioni non solo a livello climatico/meteorologico, ma anche significative alterazioni degli ecosistemi marini e più in generale acquatici (come nei laghi).

Mare più caldo comporta per esempio una maggiore percentuale di evaporazione, che in una atmosfera più calda si traduce in maggior percentuale di umidità, che i romani conoscono bene nelle afosissime notti insonni tropicali estive.

Mare più caldo vuol dire minore ossigenazione (la solubilità di un gas diminuisce con l’aumentare della temperatura; ndp – nota del prof), il che rende più “svogliati” i pesci anche a riprodursi, oltre a respirare con più difficoltà.

E ancora... mare più caldo significa l’arrivo di specie “aliene” che in mancanza di predatori adatti si comportano come boss della malavita che cominciano a dettare la loro legge e a far fuori tutti quelli che si oppongono. Così abbiamo i granchi blu, le alghe killer, il pesce palla, con buona pace delle nostre specie autoctone che non riescono a competere, perché loro i predatori ce l’hanno!

E infine, ma non alla fine, mare più caldo in atmosfera più calda, vuol dire... tempeste tropicali, uragani, tornado e piogge monsoniche sulla terraferma, intensa attività elettrica (fulmini). Questo accade soprattutto quando dal nord “osa” avvicinarsi timidamente una piccola massa di aria fredda che quando impatta con i climi tropicalizzati delle nostre parti, si sente risuonare nell’aria la frase epica del generale Massimo Decimo Meridio: «Al mio segnale, scatenate l’inferno!».

VIII. Chimica

Niente paura, non si tratta di iniziare uno spiegone di chimica generale e inorganica anche se ne sarei molto tentato, ma semplicemente far capire che un altro effetto collaterale del riscaldamento globale riguarda proprio una questione di chimica.

Abbiamo già parlato del gas-serra CO₂, anidride carbonica, e di come questo provochi (insieme ad altri gas-serra come il metano, gli ossidi di azoto e lo stesso vapore acqueo) l’“intrappolamento” del calore sulla nostra amata e bistrattata Terra.

Quello che non ho ancora specificato è che la CO₂ non rimane solo in atmosfera, ma tende a disciogliersi anche in acqua, soprattutto nei mari e negli oceani. Qui avviene un processo chimico importante perché legandosi ad una molecola di acqua forma l’acido carbonico, quello stesso acido che “pizzica” sulla lingua e sul palato quando beviamo una bevanda frizzante.

Ora, non è che l’acqua di mare diventa “frizzante”, ma quello che hanno misurato i ricercatori è un aumento della sua acidità. E ci sono creature marine come i polipi (occhio! Non polpi, ma

polipi!!! Due creature marine mooolto diverse, diversissime!), i principali costruttori di coralli e barriere coralline che ne stanno soffrendo tantissimo di questa situazione.

Il fenomeno che si osserva è noto come “sbiancamento dei coralli”, dove troviamo un polipo già in difficoltà da una parte per l’aumento medio della temperatura dei mari, dall’altra gli arriva una sberla di acido carbonico che, come un pugno in pieno stomaco, gli fa espellere le sue alghe simbionti (quelle che danno il colore al corallo) e il poveretto deperisce e in casi estremi muore.

Se muore il corallo, la barriera corallina scompare insieme a tutto quello che ci vive attorno (pesci, molluschi, alghe), scompare la biodiversità marina e cominciano guai grossi anche per noi che vediamo impoverire il nostro pianeta di specie importanti per l’equilibrio ambientale dei mari, per l’equilibrio della nostra economia, per la ricerca scientifica e per la vita stessa.

IX. Cambiamenti climatici

E veniamo al nocciolo della questione: tutti questi “effetti collaterali” potevano passare inosservati davanti ai nostri climi? Certo che no! E quindi ecco che il riscaldamento globale porta come conseguenza principale la modifica di un regime climatico nel quale molti di noi sono nati e cresciuti.

Il clima (ricordando la definizione che ho dato nel primo capitolo di questo opuscolo) non cambia dall’oggi al domani, ma manda tanti piccoli segnali che sommandosi nel tempo (minimo 30 anni, ricordate?) alla fine, ci accorgiamo che tutto non è più come prima. Un po’ come quando facciamo tante piccole spese qua e là e ci accorgiamo poi che a fine mese sono spariti (non si sa mai come!) una marea di soldi.

Se il clima cambia... cosa cambia? Il clima è, come sappiamo, una condizione media durevole nel tempo in cui si adattano a vivere determinati organismi viventi. Determina le condizioni di base per quanto riguarda le oscillazioni delle temperature (stagionali e giornaliere), il regime delle precipitazioni e dell’umidità dell’aria.

Se il clima cambia, è ovvio che cambieranno queste condizioni di base e gli organismi viventi che popolano abitualmente un luogo cominceranno a sentirsi sempre di più fuori posto. Ora, se il cambiamento avviene in modo naturale, faune e vegetazioni troveranno il tempo o di adattarsi o di spostarsi in zone più favorevoli; se ciò avviene repentinamente, come lo è attualmente, non ci sarà tempo per riadattarsi e le faune e le vegetazioni possono andare incontro ad estinzione.

L’animale-simbolo di questo disadattamento è l’orso polare: avremo tutti visto immagini di questi splendidi animali annaspere in mezzo a chilometri di acqua di mare, senza trovare una banchisa a cui aggrapparsi perché ormai inesorabilmente fusa.

Per contro, mentre alcuni animali e piante trovano sempre più difficoltà ad adattarsi alla mutazione climatica, altri invece ne traggono vantaggio e cominciano ad espandere i loro areali di distribuzione, migrando verso queste nuove zone a loro favorevoli. Sono le specie aliene, già descritte al capitolo VII tra gli “effetti indesiderati”.

Le specie aliene come facile immaginare, entrano in un contesto già in crisi per il cambiamento climatico e lo destabilizzano ulteriormente, accelerando i processi di disadattamento delle faune o delle flore autoctone e di conseguenza accelerando la loro scomparsa definitiva.

X. Negazionismi

Ma... «Il clima è sempre cambiato!», dice chi nega. Dimentica però che per cambiare un clima in modo naturale occorrono periodi che vanno dalle migliaia, alle decine di migliaia di anni (al netto di eventi catastrofici come asteroidi che cadono...). Qui stiamo di fronte a cambiamenti dell'ordine di 2-3 secoli, troppo poco per pensare ad effetti naturali.

«Eh ma nel XIV secolo c'è stata un'era glaciale in Europa!». Appunto, in Europa (e qualcosa pure in America del Nord aggiungo). Il cambiamento climatico è però un fenomeno globale, ovvero che interessa tutta la Terra contemporaneamente, dal polo nord al polo sud. Questi sono fenomeni locali, legati ad effetti di variazioni locali di umidità e temperatura.

«L'intensa attività vulcanica!». E niente, non demordono proprio, non ci stanno proprio a sentirsi almeno un po' in colpa. Niente. I vulcani sulla Terra possono effettivamente apportare modifiche al clima, ma rarissimamente a livello globale. Inoltre in 30 anni non si sono registrate attività vulcaniche talmente intense da modificare i climi a livello globale. Sorry.

«L'intensa attività solare!». E insistono pure. Se ci si riferisce al ciclo undecennale delle macchie solari, allora questo è praticamente influente sul clima e troppo breve, se invece ci si riferisce all'energia emessa dal Sole (costante solare), allora stiamo fuori con l'accuso: perché si abbia un riscaldamento della Terra oltre misura, occorrono miliardi di anni. Decisamente troppo tempo.

Ultime esternazioni dei negazionisti: i gas-serra serra non sono veri gas-serra... nel senso che si arriva a mettere in dubbio anche l'aspetto fisico-chimico della funzione di questi gas nell'intrappolare il calore emesso dal pianeta. Il problema è che se ciò fosse vero, allora avremmo una media delle temperature sulla superficie terrestre più o meno intorno ai -18°C anche ai tropici. Non mi sembra proprio.

Ex post. Lieto fine

Alla fine di questa lunga galoppata attraverso riscaldamenti globali, climi che cambiano e catastrofi imminenti, non vi posso lasciare col cerino spento in mano senza una pacca consolatoria. Certo, non posso nemmeno dirvi di continuare come se niente fosse, come se mancasse chissà quanto tempo prima che sia troppo tardi. Ma è già tardi, non troppo, ma tardi.

Scrissi all'inizio che questi fenomeni vedono la responsabilità principale e sostanziale nella nostra specie e scrissi che questa in fondo sarebbe anche una buona notizia, perché se fossimo di fronte veramente a un fenomeno più grande di noi allora effettivamente non ci sarebbe rimedio, ma non è così, per fortuna. In realtà potremmo rimediare ancora, l'ultimo treno non è ancora partito.

Ma il costo del biglietto per salirci è molto, molto caro. Un costo che ci chiede di rinunciare ad alcune cose, ma non tale da costringerci ad illuminare la casa con la candela o tornare a muoversi con carretti trainati da cavalli. In aiuto ci vengono da una parte la tecnologia (quella seria, come i pannelli solari) e dall'altra il nostro buon senso che dovrebbe regolarci nel consumo delle risorse.

L'obiettivo è quello di tagliare le emissioni di CO₂ in modo drastico e quindi di abbandonare definitivamente quella tecnologia consumistica e predatrice che ha fatto abbondante uso di petrolio

e combustibili fossili di varia natura. Tagliare tutto quello che emette questo gas serra, senza se e senza ma, ma non è impresa facile.

Le lobby di potere come dicevo all'inizio sono molto forti e non hanno nessuna intenzione di rinunciare alle fonti fossili, infischandosene del futuro nostro e del pianeta. I governi che potrebbero veramente dare una svolta significativa, quando non sono complici con questi cartelli finanziari, sono troppo deboli e balbettanti per dare quella spinta necessaria.

E allora ci siamo noi, noi siamo tanti, tantissimi e ciascuno possiede un proprio granellino di buon senso. Se tutti questi granellini cominciano ad essere posati sul piatto giusto della bilancia, allora comincerà a pesare di più rispetto a quello degli interessi privati e, piano piano, l'ago della bilancia comincerà a spostarsi sempre più dalla parte giusta della storia.

Non saremo mai soli, perché avremo dalla parte nostra i cervelli più intelligenti e saggi del pianeta, pronti a cercare soluzioni e strategie per proteggere tutti, comprese le future generazioni. Con noi infatti ci saranno migliaia di scienziati, tecnici, ricercatori, ingegneri, economisti, sociologi e Politici (con la "P" maiuscola) che studieranno, analizzeranno, troveranno millemila soluzioni.

E allora non perdiamolo sto treno: corriamo in biglietteria!

- - - - -

P.S.: sfatiamo un ultimo mito. Noi non stiamo distruggendo il nostro pianeta, non siamo in grado di farlo. Con o senza di noi o con pochi di noi, la Vita sul nostro pianeta andrà comunque avanti e nuove specie prenderanno il nostro posto e il posto di tutte quelle creature innocenti che ci siamo trascinati dietro. Resteremo una breve parentesi nella storia della Terra, un istante più breve di un battito di ciglia.

Appendice

Elenco ragionato degli effetti prodotti dal riscaldamento globale:

A) Impatti ambientali

- Acidificazione degli oceani: vedi il capitolo VIII.
- Cambiamenti climatici: vedi il capitolo IX.
- Cambiamenti nella circolazione atmosferica: si tratta di modifiche agli spostamenti di masse d'aria che coinvolgono sia la bassa troposfera, con le zone di alta e bassa pressione, sia l'alta troposfera (correnti a getto), che possono indurre dei cambiamenti durevoli nel tempo fino a modificare il clima stesso.
- Cambiamenti nella circolazione oceanica: in questo caso si tratta di modifiche agli spostamenti delle masse d'acqua. Gli scienziati sono preoccupati per il destino della Corrente del Golfo ad esempio, che rende i climi subpolari più miti. Una sua modifica o scomparsa, farebbe precipitare le temperature rendendole più rigide soprattutto in inverno.
- Desertificazione: processo dovuto ad un regime di piogge alterato che nell'insieme consiste in una diminuzione consistente dell'apporto idrico o ad una maggiore concentrazione di rovesci a carattere monsonico in periodi molto brevi dell'anno alternati a lunghi periodi di siccità. Fauna e flora deperiscono e scompaiono, lasciando suoli nudi e aridi.
- Diminuzione della biodiversità: la vita sulla Terra è tanto più stabile quanto maggiore è la forma e la varietà delle specie viventi che la popolano. Una diminuzione comporta conseguenze sugli ecosistemi e soprattutto una maggiore difficoltà per la specie umana di mantenersi e sostentarsi con ciò che offre la natura.
- Eventi meteorologici estremi: vedi il capitolo VII.
- Innalzamento medio del livello dei mari: lo scioglimento delle calotte polari e l'aumento della temperatura media dei mari, comporta una espansione volumetrica della massa d'acqua che può tradursi in variazioni che vanno dal metro, metro e mezzo, fino a quasi 8

metri di innalzamento, a seconda delle aree interessate.

- Ondate di calore: persistenza anomala di aree anticloniche tropicali su latitudini normalmente di climi più temperati; è il caso dell'anticiclone africano che ormai da diversi anni condiziona il clima mediterraneo soprattutto in estate, portando alte temperature e umidità elevata. Ha scalzato da tempo l'anticiclone delle Azzorre che persisteva nelle calde, ma più sopportabili, estati del secolo scorso.

B) Impatti socio-economici

- Crisi agricole e alimentari: il mutamento climatico comporta inevitabilmente mutamenti nella coltivazione dei prodotti, soprattutto se questi richiedono molta acqua per la crescita e la maturazione. Se l'agricoltura non si adatta, la crisi sarà inevitabile.
- Crisi idrica: l'acqua è un bene preziosissimo che solo in una società distorta come la nostra non la quota più del petrolio. Se manca acqua in un luogo, questo diventa incoltivabile e inabitabile, costringendo chi ci vive a spostarsi altrove.
- Crisi imprenditoriale: colpisce soprattutto quelli che intendono l'imprenditoria come un qualcosa di stabile e inamovibile. L'imprenditoria non conoscerà crisi se questa sa prevedere e modificare i propri investimenti in linea con i mutamenti dell'ambiente circostante.
- Guerre: non è una novità. L'unica cosa che alla specie umana riesce sempre benissimo, figuriamoci. Solo che il quadro futuro sarà un po' diverso, perché se le risorse non saranno ridistribuite equamente (acqua soprattutto), ci sarà sempre qualcuno che accamperà diritti su qualcun altro, e pioveranno bombe anziché acqua.
- Migrazioni climatiche: cosa che spaventa molti politici nostrani (ma solo per propaganda). I migranti climatici sono già da tempo in arrivo alle nostre latitudini, perché provengono da zone ormai rese inabitabili dai cambiamenti climatici e da politiche ambientali inesistenti o insufficienti. Il futuro potrebbe portare a migrare non centinaia di persone come oggi, ma milioni... (e forse anche noi).

- Salute umana: questo aspetto riguarda l'arrivo di malattie che erano tipicamente confinate nelle aree tropicali e che a causa dei mutamenti delle condizioni ambientali alle nostre latitudini (temperatura, umidità) trovano aree idonee per la loro proliferazione. Ed ecco malattie esotiche come la dengue, la chikungunya e la febbre del Nilo, portate da vettori come le zanzare (*Aedes* o *Culex*) o le zecche.
- Estinzione di massa (sesta): la scomparsa completa e definitiva di specie animali e vegetali sulla Terra a causa della alterazione degli habitat e degli ecosistemi indotta dalle attività umane. Siamo come l'asteroide caduto sulla Terra circa 66 milioni di anni fa e che fece estinguere il 75% delle specie (tra cui i dinosauri).
- Spopolamento di aree geografiche: gli scienziati ipotizzano che se il processo dovesse andare avanti senza porre alcun rimedio, in futuro vaste aree della Terra (soprattutto quelle tropicali) potrebbero essere inabitabili per la nostra specie. Attualmente ci vivono circa due miliardi di persone; saremmo di fronte ad una delle più grandi migrazioni umane mai viste prima (i cosiddetti profughi climatici).

C) Impatti a lungo termine

- Crisi climatica irreversibile: processo di cambiamento del clima dal quale non è più possibile ripristinare le condizioni iniziali. Il mutamento climatico è una macchina inerziale che ha tempi di arresto e recupero lunghissimi, superiori ai cento anni. Un treno ad alta velocità che ha bisogno di chilometri di binario prima di arrestarsi.