

CHIMICA & LIMITI DELLE RISORSE



Antonio Zecca
Dipartimento di Fisica
Università di Trento
antonio.zecca@unitn.it

I PROSSIMI VENT'ANNI

In questo contributo si presentano le attuali conoscenze scientifiche in materia di cambiamenti climatici globali e vengono riassunti i punti fermi su entità del riscaldamento già realizzato, sulla sua attribuzione ai gas-serra antropogenici, sulla certezza di un ulteriore riscaldamento futuro. Vengono inoltre evidenziati alcuni risultati di ricerca apparsi dopo la chiusura del rapporto IPCC 2007.

Il mondo tra cinquant'anni non sarà lo stesso che conosciamo oggi. Non sarà lo stesso perché perfino la geografia sarà diversa: deserti più ampi che si estendono verso nord nel nostro emisfero e verso sud nell'altro. Meno ghiacci ai poli e poi tanti altri cambiamenti meno evidenti. Lo stesso aspetto delle carte geografiche sarà diverso: zone costiere più o meno ampie saranno sotto il livello del mare. Piante e animali non saranno gli stessi: le modificazioni che abbiamo imposto ai territori stanno già estinguendo molte specie e la velocità di estinzione aumenterà nei prossimi cinquant'anni. Saranno diverse le nostre città: ora sono a "misura di auto" (di più negli USA e nelle altre regioni di recente urbanizzazione - di meno in Europa); in futuro l'urbanistica porterà le nostre città verso un modello nuovo. Sarà profondamente diversa l'intera organizzazione economica. Soprattutto saranno cambiate la nostra mentalità e le nostre abitudini.

Un mio nemico mi ha detto: "Tra cinquanta anni non ci sarò più e

quindi non mi tocca". Invece ci tocca tutti: la deriva climatica è iniziata, è inarrestabile e - nonostante fluttuazioni da un anno al successivo - darà effetti già nei prossimi anni [1].

È ormai accettato da tutto il mondo scientifico il fatto che molti sistemi fisici e biologici del pianeta nonché il nostro stesso sistema sociale-economico stanno subendo cambiamenti senza precedenti nella storia dell'umanità. È inoltre senza precedenti la velocità con cui i cambiamenti avvengono ed è senza precedenti il fatto che la maggior parte dei cambiamenti hanno un'estensione globale. Queste due caratteristiche li rendono pericolosi per la stessa sopravvivenza dell'umanità. Il fatto che i cambiamenti siano veloci implica una difficoltà (o eventualmente l'impossibilità) di adattamento per il sistema economico alle nuove condizioni sotto cui dovrà operare. Per la biosfera (che ha resistito a traumi anche maggiori) la difficoltà di adattarsi in tempi brevi. Sia chiaro: la vita sulla Terra continuerà; ma potrebbe succedere che la nuova orga-

nizzazione della biosfera non sia in grado di darci da mangiare e da respirare, come ha fatto nei milioni di anni passati. In più, tutti i cambiamenti di cui parliamo si presentano globali: se nel passato una regione del pianeta veniva colpita (diciamo per esempio) da una carestia, il resto del pianeta poteva supplire attraverso i meccanismi di scambio economico e di reciprocità. Nei decenni che abbiamo avanti molti eventi negativi si presenteranno simultaneamente in tutto il pianeta: sarà mancante questo importante ammortizzatore.

I quattro cambiamenti più importanti - sia per magnitudine, che per il fatto che ne stanno determinando e ne determineranno numerosi altri - sono: il riscaldamento globale, l'esaurimento delle fonti energetiche fossili (compreso l'uranio); l'esaurimento delle risorse minerarie; la crescita della popolazione umana. In questo contributo verrà dato un aggiornamento delle conoscenze scientifiche per il riscaldamento globale. Questo cambiamento avrà conseguenze che coinvolgeranno tutte le branche della scienza e della tecnologia e richiederanno risposte in tempi brevi da tutte.

Il mondo si sta scaldando

È fuori da ogni ragionevole dubbio che:

- la Terra si è scaldata di 0,7-0,8 °C negli ultimi 150 anni;
- che la responsabilità di questo è da attribuire per almeno il 90% alle emissioni umane di gas che alterano le proprietà ottiche dell'atmosfera;
- che la Terra continuerà a scaldarsi per alcuni secoli;
- che l'entità dell'ulteriore riscaldamento dipenderà dalle scelte che l'umanità farà nei prossimi decenni in tutte le attività che comportano emissioni di gas clima-alteranti.

Le previsioni scientifiche per il riscaldamento futuro sono incerte non tanto per i limiti dei modelli climatici con cui i climatologi fanno queste proiezioni, quanto per l'impossibilità di conoscere queste scelte. La scelta più stupida sarebbe quella "Business As Usual" e cioè di continuare con abitudini decotte come se non stesse accadendo niente. Questa è tuttavia la scelta più popolare tra i politici e gli incompetenti. Altre scelte prevedono miglioramenti delle tecnologie (anche di quelle chimiche), miglioramenti delle direzioni di progresso (anche in chimica) e nell'organizzazione. In

dipendenza dal grado di riduzione delle emissioni che saremo capaci di fare, si prevede al traguardo simbolico del 2100 un aumento di temperatura media globale che va dai 2 °C ai 4,8 °C. Da notare che le incertezze dovute all'imperfezione dei modelli climatici di previsioni sono molto minori di questi valori: dell'ordine di 0,5 °C allo stesso traguardo; e quindi tali da rendere le proiezioni a cui ci riferiamo del tutto sufficienti per decidere comportamenti e azioni.

È qui il momento giusto per dare un flash sulle previsioni per il bacino del Mediterraneo (e quindi per l'Italia). Tutti i modelli climatici prevedono unanimi un riscaldamento del Mediterraneo maggiore della media globale. La forbice delle previsioni va per noi da circa 3 °C a circa 7 °C. Alcuni Paesi nel mondo dovrebbero preoccuparsi più di altri del riscaldamento globale: l'Italia è tra questi [2].

È normale per i non addetti ai lavori considerare questi numeri come "piccoli". Sono al contrario numeri grandi se rapportati al clima. Per avere un'idea, basta ricordare che la Terra ha già passato periodi in cui la temperatura media era 4 °C maggiore di oggi: allora i ghiacci polari erano completamente sciolti, il livello dei mari era oltre 25-30 metri più alto di oggi, una buona parte della Pianura Padana (non solo Venezia) era sott'acqua. Oppure ricordare che appena 15.000 anni fa si era in una glaciazione: la temperatura media era "solo" 5-7 °C più bassa di oggi e sulle Alpi c'era mezzo chilometro di ghiaccio. Oppure ricordare che l'innalzamento di "soli" 0,7-0,8 °C dal 1850 ad oggi ha prodotto l'ondata di calore dell'estate 2003 (13.000 morti addizionali nella sola Italia). È previsto che tra quarant'anni le ondate di calore come quella del 2003 saranno la norma di ogni estate.



CHIMICA & LIMITI DELLE RISORSE



Le previsioni che abbiamo citato ricalcano in sintesi quelle contenute nel rapporto 2007 dell'IPCC (Intergovernmental Panel for Climate Change: www.ipcc.ch). L'IPCC sintetizza i risultati ottenuti negli ultimi trent'anni da tutti i climatologi del mondo ed è la fonte di riferimento scientifica per i cambiamenti climatici. È molto comune che quei pochi climatologi che non hanno potuto dare un contributo all'IPCC soffrano della "sindrome della volpe e dell'uva": l'uva non raggiungibile è acerba (le previsioni IPCC fanno schifo).

I negazionisti irresponsabili

Per il lato non-scientifico è necessario citare una corrente di non-pensiero guidata e foraggiata dalle multinazionali dell'energia e da altri gruppi di potere che sostiene (in maniera volubile, a seconda del giorno) che il riscaldamento non esiste; oppure che esiste ma che non è responsabilità dell'uomo; oppure che è dovuto a qualche influenza cosmica; oppure che si fermerà da domani; oppure che esiste, non si fermerà ma che farà solo del bene al pianeta e all'umanità; oppure che esiste, farà del male, ma non ci possiamo fare niente; o anche che esiste, farà male, ma costa troppo contrastarlo. Rileggete l'elenco di queste prese di posizione e vi accorgete subito che hanno tutte una cosa in comune: tendono a convincerci a consumare petrolio e carbone come deficienti. L'altra cosa in comune è che non sono mai sostenute da prove scientifiche: sono opinio-

ni vaghe, date per vere ma non dimostrate. Gli esponenti sono per lo più incompetenti e molto lontani dalla scienza del clima. Purtroppo questa corrente di non-pensiero ha larghissimi spazi in televisione e sui giornali: non vedete quasi mai intervistato un vero climatologo. Il problema è molto più grave in Italia che all'estero: da noi politici e decisori temporeggiano allegramente come se il riscaldamento globale avesse la stessa rilevanza di una partita di serie C.

È da segnalare che gli appartenenti alla corrente di non-pensiero hanno sempre usato (e usano ancora) l'accusa di catastrofismo per deprezzare i risultati scientifici che provano l'esistenza del riscaldamento globale. Ora la situazione si è rovesciata; l'opinione pubblica ha sotto gli occhi gli effetti del riscaldamento dell'ultimo secolo. Anche i media danno più attenzione a tutti gli argomenti correlati. Ora gli esponenti della corrente di "non-pensiero" hanno ricevuto l'appellativo di negazionisti. L'uso del termine che indica chi nega la realtà storica della Shoah è appropriato perché da qualunque lato si guardi [3] il riscaldamento globale porterà entro il 2100 un numero di morti molto probabilmente maggiore di quello dei genocidi della seconda guerra mondiale.

Di fronte ai negazionisti irresponsabili c'è ancora un gruppo di "catastrofisti" ideologici. L'approccio scientifico si colloca in mezzo (e al di sopra).

Riscaldamento globale: gli ultimi studi

Il rapporto IPCC 2007 raccoglie in maniera critica i risultati di tutti gli articoli scientifici fino al 1° gennaio 2006. Giustamente non sono stati utilizzati gli ultimi risultati: si vuole che questi vengano sottoposti a un "filtro" che necessita un certo tempo. Tuttavia è utile fornire qualche aggiornamento sugli articoli scientifici riguardanti il cambiamento climatico che sono apparsi dal 1° gennaio 2006 a fine luglio 2008, limitandosi a quelli più significativi.

Lo scioglimento della calotta glaciale groenlandese

Misure recenti sulla dinamica di scioglimento di questa grande calotta mostrano che lo scioglimento sta accelerando oltre le previsioni fatte fino a poco fa. Questo porterà a un aumento del livello dei mari più veloce di quanto previsto. Dal punto di vista italiano, è opportuno pensare che il progetto MOSE per la laguna di Venezia potrebbe essere insufficiente pochi decenni dopo il completamento.

Lo scioglimento della calotta glaciale antartica

Altre misure in corso da anni in Antartide mostrano che in alcune regioni lo scioglimento procede più veloce del previsto. Stesso commento che per la Groenlandia - ma i due effetti si sommeranno.

L'innalzamento del livello degli oceani

È un fattore di grande importanza geopolitica: il rapporto IPCC 2007 ha alzato di poco le proiezioni rispetto al rapporto precedente. Negli ultimi mesi sono comparsi studi che rappresentano un avanzamento delle nostre conoscenze e che mostrano come l'innalzamento futuro del livello potrebbe essere sensibilmente più significativo di quello previsto da IPCC 2007.

Il ghiaccio galleggiante sull'Artico

La massa si sta riducendo in estensione superficiale e in spessore. Nell'estate 2008, per la prima volta da 100.000 anni, era possibile navigare attorno al polo nord sia sulle coste canadesi che su quelle siberiane. Le ultime proiezioni danno per probabile che entro 40-50 anni non ci sia più ghiaccio estivo sulla regione artica. Questo risultato avrebbe un effetto tale che gli stessi climatologi che studiano l'Artico hanno paura di considerare pienamente. Infatti il ghiaccio è coinvolto in uno dei numerosi cicli di retroazione che operano nel sistema climatico terrestre. Detto in maniera semplice, ghiaccio e neve riflettono bene l'energia dal sole; se a causa del riscaldamento globale vengono a mancare, più energia viene assorbita dalla superficie e questo provoca un ulteriore riscaldamento. Nell'Artico questo effetto di retroazione positivo è particolarmente efficace perché sciolto il ghiaccio rimane il mare e questo assorbe con grande efficienza la radiazione solare. Alla fine della storia un iniziale riscaldamento da gas serra provoca ulteriore riscaldamento. L'Artico si sta scaldando più velocemente del resto del pianeta. Quello a cui non vogliono pensare i miei colleghi climatologi sono le conseguenze. Dare valori quantitativi alle conseguenze è estremamente difficile, ma sappiamo che la presenza di una grande estensione ghiacciata sul

polo nord ha avuto finora un ruolo importante nel definire il clima dell'intero pianeta. Anche voi sarete d'accordo che sbilanciare l'intero sistema climatico terrestre come non è mai successo in oltre 100.000 anni può solo avere conseguenze nefaste.

Questo appena descritto è conosciuto come "ice-albedo feedback", ma è solo uno dei feedback operanti nel sistema climatico. È anche quello che conosciamo meglio ed è un feedback positivo (peggiora le nostre prospettive). Gli altri feedback sono meno conosciuti e qualcuno potrebbe migliorare le prospettive. Ma il risultato complessivo è plausibilmente peggiorativo. Scommettere come fanno certi sconsiderati/incompetenti che qualche feedback negativo sconosciuto metterà a posto le nostre cretinate, ha lo stesso valore che sperare che la prossima pioggia spenga l'incendio che abbiamo appiccato.

Gli effetti collaterali

Abbiamo finora parlato degli effetti climatici, ma il riscaldamento globale avrà numerosissimi "effetti collaterali" sulla biosfera e sulla vita umana e, in definitiva, su tutta la nostra organizzazione sociale/economica. Ne citiamo solo pochi che possono dare l'idea.

L'innalzamento del livello del mare e la desertificazione di fasce a latitudini intermedie ridurrà la superficie utile per abitare e per produrre cibo. La produzione di cibo verrà influenzata negativamente (se si escludono regioni molto limitate che potrebbero avere qualche vantaggio) anche dalla nuova diversa distribuzione delle precipitazioni: meno acqua in certe regioni e troppa acqua in altre. La riduzione del terreno utile e il cambiamento del regime delle piogge produrranno migrazioni di dimensioni crescenti con il passare degli anni. L'acidificazione degli oceani provocherà una riduzione



CHIMICA & LIMITI DELLE RISORSE

della produttività biologica: in altre parole ci sarà meno pesce da pescare e ci sono indizi seri che indicano questa riduzione come già iniziata. La nuova distribuzione delle temperature (spostate verso i poli) e delle precipitazioni causerà spostamenti delle malattie tropicali verso le nostre latitudini.

La diversa distribuzione delle precipitazioni ridurrà la produzione di energia idroelettrica in quelle regioni (come le Alpi) dove la tecnica è sfruttata. Questo ultimo effetto aggraverà la scarsità energetica conseguente al raggiungimento del picco di produzione annuale dei combustibili fossili e dell'uranio [4].

Nonostante l'impegno dei negazionisti, si sta diffondendo dal mondo scientifico verso l'opinione pubblica e più lentamente verso il mondo politico la consapevolezza del fatto che sarà inevitabile prendere misure per rallentare il riscaldamento globale. L'obiettivo che viene proposto come fattibile - ma anche come minimale - è di limitare l'aumento di temperatura globale a 2 °C per il 2100. Questo significa anche rallentare la velocità con cui le temperature aumenteranno nei prossimi anni. Si ritiene che un riscaldamento maggiore di 2 °C produrrebbe cambiamenti che non potrebbero essere assorbiti dal nostro sistema economico mondiale.

Rallentare il riscaldamento globale

I provvedimenti per rallentare il riscaldamento appartengono ad una sola categoria: ridurre le nostre emissioni di gas-serra [5]. I gas di serra principali sono CO₂, CH₄ e CFC. CO₂ è responsabile di oltre 50% del riscaldamento, CH₄ è in gran parte emesso in atmosfera nei

processi legati all'energia. Quindi ridurre le emissioni di gas-serra implica ridurre le combustioni di combustibili fossili.

La riduzione dovrà essere fatta in modo da garantire una ragionevole fornitura energetica al pianeta. Le strategie di riduzione sono di due categorie. La prima prevede la sostituzione dei fossili con altre fonti energetiche a basse emissioni. E queste rientrano in due gruppi: l'energia nucleare e le energie rinnovabili. Va detto esplicitamente che non esiste un'unica fonte energetica che potrà rimpiazzare il petrolio e risolvere i nostri problemi: la soluzione verrà da un mix di nuove fonti energetiche. L'energia nucleare, in particolare, dipende dalla disponibilità di uranio e questa consentirebbe di rimpiazzare al più pochi percento del totale odierno per 10 o 20 anni [6]. È utile anche stabilire un fatto molto ovvio ma che non viene considerato: tra un centinaio di anni le fonti rinnovabili forniranno la stragrande percentuale dell'energia. Questo viene dal fatto che a quell'epoca - comunque venga affrontato il problema clima/energia - tutte le fonti fossili, compreso l'uranio saranno quasi esaurite. La conseguenza diretta di questa constatazione è che sarebbe più utile ed efficiente indirizzarsi verso le rinnovabili sin da ora.

Nella seconda categoria di misure ricadono tutte le azioni di efficienza energetica. Il nostro sistema economico/sociale è di un'inefficienza energetica incredibile. L'origine di questa inefficienza è negli interessi di certi gruppi economici e nel fatto che bruciare energia (anche a vuoto) fa crescere il PIL. In assenza di un'organizzazione economica che faccia affidamento su un indicatore migliore del PIL, questo fatto è una spinta all'inefficienza. Per dare una misura dell'attuale

inefficienza, basterà citare che la Comunità Europea riconosce la possibilità di ridurre i nostri consumi energetici del 20% entro il 2020. Nel campo industriale qualcuno ha dichiarato che però i margini di efficienza in Italia sono minimi. Questo punto di vista è basato su un'ideologia "Business As Usual"; ma il mondo va nella direzione opposta. Non possiamo per pigrizia o mancanza di imprenditorialità invocare il Business As Usual. Anche in Italia si potrebbe fare il 20% senza soffrire molto e a un costo netto vicino a zero. L'opzione per un ritorno al nucleare potrebbe fornire al più pochissimi percento, ad un costo molto alto.



Effetti di ritardo e misure di riduzione

Gli effetti di ritardo sono ben conosciuti in fisica, ma quasi ignorati nella pratica economica.

Se viaggiate in autostrada a una certa velocità, sapete che la vostra auto impiega 100 metri per fermarsi. Allora se vedete un ostacolo a 100 metri dovete iniziare immediatamente la frenata. Se aspettate altri 10 metri vi sfasciate. Il sistema climatico ha tempi dell'ordine di 100 anni per "raffreddarsi"; ma - peggio - è attualmente in accelerazione. Iniziare la "frenata" con 10 anni di ritardo significa "sfasciarsi": cioè non riuscire a tenere la tabella di marcia che da ora al 2100 dovrebbe mantenere l'innalzamento di temperatura sotto i 2 °C. Quelli che lavorano nei campi della climatologia, della biologia e dell'economia ritengono che non possiamo aspettare altri 10 anni per iniziare la "frenata".



Note

- [1] Al momento dello scrivere (agosto 2008) l'estate si è manifestata come moderatamente calda in Italia. Come al solito è ingenuo considerare che il clima sulla piccola Italia sia rappresentativo del clima globale. I dati globali per luglio presentano il quinto anno più caldo degli ultimi 150 (<http://data.giss.nasa.gov/gistemp/taledata/GLB.Ts+dSST.txt>).
- [2] La peculiarità del Mediterraneo è dovuta a più fattori tra cui l'elevata "assorbitività" del mare rispetto ai continenti, la posizione ai limiti delle celle di Hadley.
- [3] Queste affermazioni si ritrovano - con accenti differenti - nei contributi di S. Carrà e di U. Romano in questo stesso numero.
- [4] U. Bardi e M. Pagani in questo numero trattano dell'esaurimento delle risorse minerarie, fornendo gli elementi riguardo al "picco" del petrolio.
- [5] Fino a qualche anno fa sono state avanzate proposte (contromisure) per ridurre il riscaldamento continuando a bruciare combustibili fossili "business as usual". Tutte le proposte avanzate avrebbero effetti quantitativamente minimi. Il fatto che tutte meno una sono state lasciate cadere, significa che anche i proponenti ne hanno riconosciuto l'inefficacia. L'unica in via di sperimentazione è la Carbon Capture and Sequestration. Ci sono molte incognite sulla fattibilità, ma se fosse fattibile potrebbe sequestrare al più qualche percento delle emissioni odierne di CO₂.
- [6] Valutare le riserve mondiali di uranio è più difficile che per i combustibili fossili, per l'importanza militare di questa risorsa. Tuttavia le valutazioni dell'IEA (International Energy Agency) prospettano una scarsità di uranio già dai prossimi anni - se il numero di reattori nel mondo rimanesse costante. Se invece il numero aumentasse secondo uno scenario WEO 2006 Alternative, tra 15-20 anni non ci sarebbe più uranio per farli funzionare.

ABSTRACT

Next Two Decades

This paper deals with the state of the art scientific knowledge about global climate changes. The present value of the warming, the attribution to anthropogenic greenhouse gases, and the oncoming further warming are outlined. Stress is given to the notion that the warming in the next decades will be determined by the decisions taken by the mankind about climate-altering gases emissions. A short discussion is given on historical reasons which have led until now to underscore the global warming dangers. Some new scientific results appeared after the IPCC2007 report are briefly listed, underlining the role of positive feedbacks in the climate system. A partial list of "collateral effects" of global warming is given. The scientific grounds which strongly suggest the urgency of greenhouse gases emission reduction are given.