

Bartolomeo Buscema

**IL CLIMA
STA CAMBIANDO?**

C&C Communications - Roma

Disegni di **Gianluca Distefano**

***A Ettore, Marzia e Daria,
e a tutti i figli dai quali
noi genitori
abbiamo preso la Terra in prestito.***

Prefazione

Chi scriva di scienza e abbia l'intenzione di farsi capire da un pubblico specialistico ha spesso la tentazione, allo scopo di rendersi intellegibile, di eccessivamente semplificare e banalizzare i contenuti sovente complessi di cui tratta; se poi vuole anche suscitare l'interesse e tenere desta l'attenzione su tematiche che non posseggono l'attrattività del *gossip* giornalistico-politico, corre anche il rischio di partire per l'iperbole, facendo diventare l'ipotesi certezza, il rischio, catastrofe sicura, la necessità di prendere al più presto una decisione, per l'ultima spiaggia sulla quale si decide in modo ultimativo il destino dell'umanità. Ciò è tanto più facile che accada quando le questioni in ballo non riguardano algidi movimenti in lontani spazi siderali, o eventi causali nel micromondo delle particelle elementari, ma coinvolgono la vita degli uomini, il loro benessere, il futuro delle prossime generazioni e – ancora più importante – incidono su interessi economici-finanziari colossali, capaci a mobilitare risorse impensate affinché anche la scienza risulti “ubbidiente” alle loro esigenze. È quest'ultimo proprio il caso dell'oggetto di cui si occupa l'Autore di questo saggio: i cambiamenti climatici generati dall'attività antropico-economica nell'ecosistema terrestre. Ed è un merito di Bartolomeo Buscema essere riuscito, con pacatezza ed equilibrio e col tono apparentemente dimesso di un dialogo con un giovane, a districare e rendere intellegibile la complessità di una questione troppo spesso affrontata o con toni catastrofisti o con intollerabile ed irresponsabile superficialità.

Vi sono due punti che mi sembrano siano degni di nota in quanto l'autore scrive. Innanzi tutto v'è la consapevolezza della necessaria approssimazione e provvisorietà non solo dei modelli di previsione climatica che sottendono ogni discussione sulla evoluzione futura del sistema ecoterrestre, ma di ogni teorizzazione scientifica. I modelli matematici utilizzati nelle previsioni meteorologiche, ad esempio, devono tener conto di una quantità enorme di fattori ed hanno necessariamente carattere non-lineare: ogni variazione, per quanto piccola, può incidere nel tempo con un effetto valanga, sì da provocare eventi catastrofici anche a distanza di una settimana e in luoghi molto lontani tra loro. Da ciò deriva il loro carattere inevitabilmente modellistico,

proprio di ogni scienza matura. Ci ricorda l'autore che «la mappa non è il territorio», ovvero che il modello teorico utilizzato non coincide mai perfettamente con l'andamento reale dei fenomeni che esso descrive e che pertanto sarebbe un errore esiziale pretendere che esso possa fornire ciò che non è assolutamente in grado di dare: la certezza predittiva. Questa esiste, al più, in sistemi deterministici in cui intervengono pochi parametri, ben circoscritti e calcolabili, la cui azione può essere facilmente prevista. Ma anche in questi casi abbiamo a che fare con sistemi idealizzati in cui vengono omessi attriti, masse, dimensioni o quant'altro, a seconda del campo disciplinare considerato. Tenere sempre presente questo carattere peculiare della teorizzazione scientifica può evitare aspettative irragionevoli, con conseguenti disillusioni antiscientifiche. Come afferma l'autore, «nel processo della conoscenza scientifica niente è definitivo. Anzi proprio la scienza rivendica come suo il terreno del dubbio fecondo».

Il secondo aspetto che vorrei menzionare tocca il rapporto molto delicato che intreccia tra loro dimensione scientifica e necessità di assumere responsabilmente delle decisioni politiche. È infatti avvenuto di recente che gli inevitabili limiti di attendibilità dei modelli predittivi in campo climatico abbiano favorito la decisione di nulla fare, in attesa che la comunità degli scienziati raggiungesse un consenso unanime. Ebbene, non esito a dire che questo è un comportamento irrealistico ed irresponsabile; irrealistico perché prescinde da quella inevitabile approssimazione di ogni teoria scientifica, cui abbiamo prima accennato, per andare in cerca di una unanimità che nella scienza è più un mito di chi non la conosce veramente che qualcosa di attingibile in modo definitivo; irresponsabile, perché i tempi della politica non possono aspettare i tempi della formazione del consenso universale tra gli scienziati, ammesso che questo sia possibile da conseguire: bisogna decidere ora e subito ciò che bisogna fare, sulla base della conoscenza disponibile e delle più accreditate ipotesi predittive che organismi internazionali e *super partes* sono in grado di produrre. Il politico non può nascondere le proprie paure o i propri interessi dietro l'esigenza di una mitica *sound science* priva di incertezze, come si è fatto nel recente passato negli USA, sulla spinta di *corporations* che, pur di evitare regolamentazioni restrittive, non hanno esitato di dar credito ad esperti e scienziati il cui principale titolo scientifico consisteva nel produrre previsioni loro gradite. In questa *science war* – come è stata recentemente definita – non corre il rischio di rimetterci il futuro dei nostri figli, ma ne è vittima anche la scienza e la stessa ragione.

Sono questi i motivi che mi fanno essere in sintonia con l'atteggiamento dell'«ottimista seriamente preoccupato», che è la posizione dell'autore: mi sento ancora ottimista perché non ritengo che già sia stato raggiunto il punto di non ritorno, come pensano i catastrofisti, e perché penso che vi siano margini di intervento per raddrizzare il cammino dell'umanità verso un comportamento più responsabile verso l'ambiente; ma sono «seriamente preoccupato», oltre che per quanto argomenta con efficacia l'autore, anche e soprattutto perché pessimista circa la possibilità di coniugare consenso democratico e scelte economiche impopolari: la ricerca populistica del consenso (meno tasse e più beni di consumo per tutti!) è difficilmente conciliabile con decisioni che incidono sugli *status symbol* dell'odierna società opulenta occidentale. Sembra che l'umanità riesca ad imboccare certe strade sgradite solo quando è con l'acqua alla gola; e non sempre ciò avviene, visto che vi sono state società che han preferito annientarsi pur di non rinunciare a certi modi di vita distruttivi dell'ambiente in cui vivevano, come nel caso dell'Isola di Pasqua. Forse, allora, potrebbe tornar utile essere un po' «catastrofisti», per far venire la strizza ai nostri pigri politici e al tempo stesso destare l'attenzione dei nostri concittadini, troppo comodamente impoltroniti da una televisione fatta di veline e pacchi a sorpresa.

Francesco Coniglione

Introduzione

Il clima sta cambiando? Non è facile dare una risposta, perché lo studio del clima e dei cambiamenti climatici a breve medio termine è materia difficile e complessa.

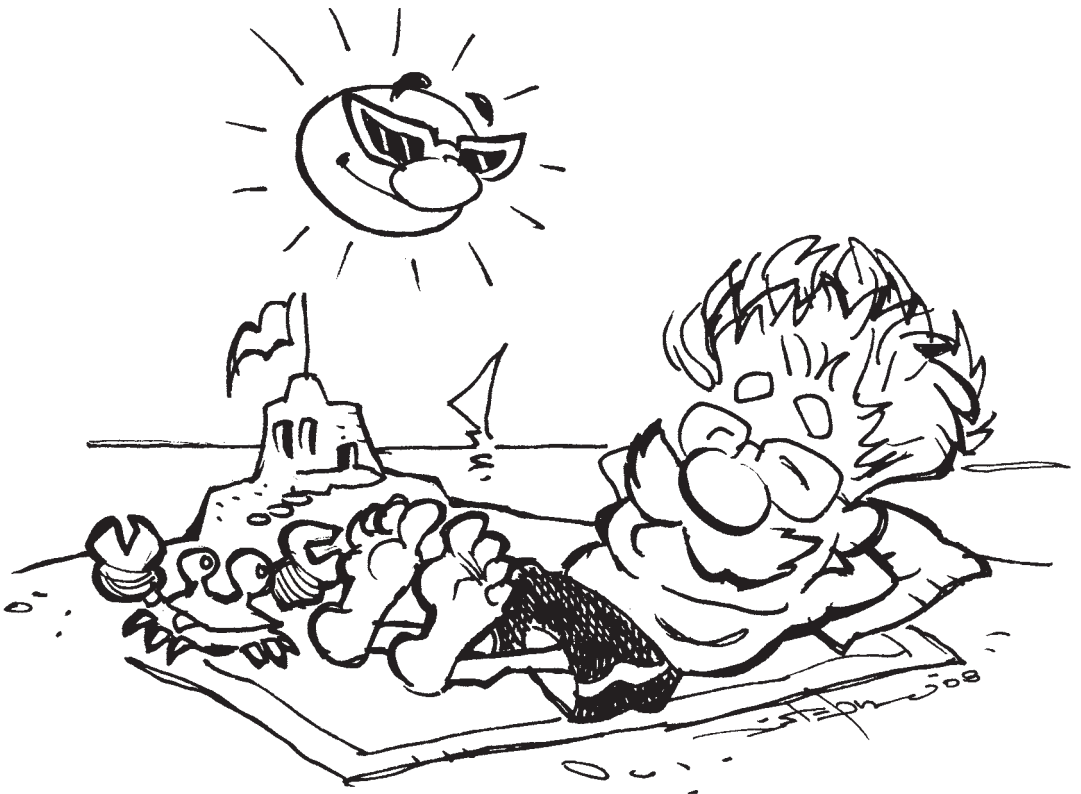
Proprio per tale peculiarità ho ritenuto opportuno adottare la forma colloquiale, che più di altre si presta alla divulgazione, sebbene non nasconda delle insidie: si rischia di formulare domande ovvie, che non stimolino le persone a pensare e ad acquisire una capacità critica, specialmente in un ambito così delicato come quello del cambiamento globale del clima.

Jean-Jacques Rousseau diceva che: *“L’arte di interrogare non è facile come si pensa. È più arte da maestri che da discepoli.”*

Conscio di tale utile avvertimento proverò a interrogarmi. Vestendo gli abiti dell’intervistante ho cercato di immedesimarmi in mio figlio Ettore, un adolescente con la naturale inclinazione alla curiosità e alla voglia di conoscere.

CAPITOLO I

IL CLIMA E I SUOI EFFETTI



Prima di iniziare il nostro colloquio, è opportuno dare una definizione di clima. Il clima è l'insieme delle condizioni atmosferiche medie che caratterizzano una determinata area per lunghi periodi di tempo.

Cosa intendi per condizioni atmosferiche?

Principalmente sono i valori in un dato istante dei parametri di temperatura, umidità, pressione atmosferica, velocità dell'aria, intensità della radiazione solare.

Come puoi intuire, i parametri che caratterizzano il clima sono tanti.

Mi pare di capire che il clima sia il risultato statistico di eventi meteorologici su un certo periodo di osservazione.

Proprio così. Quanto al periodo di osservazione, l'Organizzazione Meteorologica Mondiale¹ ha stabilito che la durata minima delle serie di dati continui per poter individuare le caratteristiche climatiche di una località debba essere di 30 anni. Non bisogna, quindi, come spesso accade, confondere il clima con il tempo meteorologico che normalmente riguarda un'area definita e limitata nell'arco di tempo di due o tre giorni.

È vero che il tempo meteorologico influenza il nostro stato d'animo?

Chiunque può fare l'esperienza: una bella giornata di sole mette di buon umore. Non così una fredda e uggiosa giornata invernale. Alcuni individui sono poi particolarmente sensibili. Hai mai sentito parlare di meteo-patia?

¹ L'**Organizzazione Meteorologica Mondiale** (OMM) (in inglese *World Meteorological Organization - WMO*) è un'organizzazione intergovernativa che comprende 187 Stati membri.

Si, ma non ho chiaro il concetto...

Si tratta di una sindrome, cioè di un complesso di sintomi o di reazioni patologiche, che si manifestano in certe persone quando si verificano eventi meteorologici particolari, tra cui cielo coperto, temporali, venti forti.

Tali persone accusano disturbi che spaziano dall'astenia, all'ipotensione, alla cefalea, a un aumento generalizzato della dolorabilità articolare e muscolare.

A pensarci bene succede anche a me.

Sono forse meteropatico?

Potrebbe essere.

E probabile che il tempo e il clima influenzino gli esseri umani.

Ci sono studi che correlano il clima con le misure del nostro corpo. In un clima rigido le persone sono basse e tonde, perché così il rapporto tra volume e superficie è più vantaggioso, e si perde meno calore. In un clima caldo, invece, gli individui sono lunghi e sottili.

Sinceramente non so dirti quanto siano attendibili tali teorie, ma penso che sia ragionevole credere che in natura ci sia un'adattabilità degli organismi viventi all'ambiente.

Dunque il clima plasma il nostro corpo?

Non solo. Qualche antropologo ha addirittura messo in correlazione il clima con le religioni, stabilendo un legame tra le religioni monoteiste e il deserto mediorientale; il buddhismo con la giungla tropicale e infine l'induismo con le vette himalayane. Nel deserto, ostile al mondo vegetale, era necessario mangiare gli animali per il proprio sostentamento e ciò ha generato una morale che permette l'uccisione degli animali. Invece, la natura rigogliosa e cangiante dei tropici ha evocato l'idea di impermanenza così cara al buddhismo. Capisco il fascino di tali teorie, ma desidererei parlare del cambiamento climatico globale, che molti climatologi addebitano alla crescente immissione di anidride carbonica nell'atmosfera, causata dalle attività dell'uomo. E' proprio l'anidride carbonica che favorisce l'effetto serra e il conseguente riscaldamento della Terra.

Che cos'è l'effetto serra?

Se provi ad entrare in una serra anche in un freddo giorno d'inverno, ma con il sole splendente, ti accorgi subito che all'interno la temperatura è sensibilmente più alta.

Ciò è dovuto all'interazione tra la radiazione solare, costituita da onde elettromagnetiche, e l'involucro che ricopre la serra. Quest'ultimo è "trasparente" alla componente di alta frequenza della radiazione solare, e "opaco" alla radiazione infrarossa emessa da tutto ciò che si trova ad una certa temperatura all'interno della serra stessa.

Il risultato finale è che una frazione della radiazione solare che entra nella serra non viene più reirraggiata all'esterno. L'aria della serra si riscalda, aumentando la propria temperatura.

Similmente, una quota della radiazione che cade sulla Terra è intrappolata dall'anidride carbonica dell'atmosfera, che ha la proprietà di assorbire la radiazione a bassa frequenza (infrarossa) riemessa dalla superficie terrestre, con il risultato finale di un innalzamento generalizzato della temperatura del globo.

Dunque l'effetto serra è un fenomeno naturale?

Aggiungerei anche benefico. L'effetto serra esiste da sempre ed è dovuto ad alcuni composti tra cui si possono annoverare, oltre all'anidride carbonica, il metano e il vapor d'acqua. Sono proprio tali composti, etichettati come *gas serra*, che immessi in atmosfera in gran quantità, secondo molti gli scienziati stanno determinando un innalzamento della temperatura media globale del nostro Pianeta. A tal punto che alcuni addetti ai lavori parlano, secondo me impropriamente, di surriscaldamento della Terra.

Perché impropriamente?

Non è mio mestiere, anche se mi piace, ricercare nel linguaggio scritto e parlato le gemme lessicali. Ma è opportuno chiarire che in accordo alla scienza del calore il termine surriscaldamento non è sinonimo di temperature altissime. Ad esempio, con lessico rigorosamente termodinamico, il vapore acqueo che determina l'umidità in questa stanza dove stiamo piacevolmente dialogando, si trova allo stato surriscaldato perché non è in equilibrio con il proprio vapore. E nessuno di noi ha scottature o ustioni sulla pelle.

Ecco perché preferisco parlare di *cambiamenti climatici* piuttosto che di *riscaldamento globale*. Surriscaldare ha una coloritura catastrofica. In realtà stiamo parlando di aumenti di temperatura di qualche grado rispetto alla temperatura media della Terra.

A proposito, qual è la temperatura media del nostro globo?

Secondo una recente stima della NASA², la temperatura media del nostro globo è di circa 15,4 gradi centigradi. Una crescita vertiginosa se si pensa che 10.000 anni or sono la temperatura media della Terra era di circa 10 gradi centigradi.

E le previsioni future non sono certo confortanti. I modelli climatici elaborati dall'IPCC³ indicano un probabile aumento della temperatura dell'atmosfera per la fine del XXI secolo compreso tra 1,4 e 5,8 °C nell'ipotesi di un'immissione di anidride carbonica con i tassi attuali.

Il riscaldamento globale è dunque colpa dell'anidride carbonica?

Sono tanti i fenomeni che possono influenzare la temperatura della Terra, che in prima approssimazione dipende dal bilancio termico tra radiazione incidente, radiazione riflessa e reirraggiata dalla Terra.

A tale bilancio termico contribuisce la quantità di anidride carbonica presente in atmosfera. Già nei primi anni del secolo scorso, lo svedese Arrhenius prevede che un mutamento della temperatura media terrestre avrebbe potuto verificarsi se fosse aumentata la concentrazione di anidride carbonica.

I dati rilevati dagli scienziati nel corso dei passati millenni mostrano una correlazione tra le variazioni di temperatura dell'atmosfera e le concentrazioni di anidride carbonica.

² **National Aeronautics and Space Administration** (*Amministrazione Nazionale dell'Aeronautica e dello Spazio*), meglio nota con il suo acronimo **NASA**, è l'agenzia governativa responsabile per il programma spaziale degli Stati Uniti d'America.

³ **Intergovernmental Panel on Climate Change** (Comitato Intergovernativo sui Mutamenti Climatici,) è il comitato scientifico formato nel 1988 da due organismi delle Nazioni Unite, la World Meteorological Organization (WMO) e l'United Nations Environment Programme (UNEP) allo scopo di studiare il riscaldamento globale.

Si è così rilevata, tramite carotaggi nelle zone polari, una concentrazione di 200 ppm (parti per milione in volume) durante la fase di glaciazione e un valore di 280 ppm nel periodo interglaciale più caldo. Tale correlazione a rigore non garantisce un nesso di causa-effetto.

Che ruolo ha il vapore acqueo?

Anche se si parla quasi esclusivamente dell'effetto serra dovuto all'anidride carbonica, il vapore d'acqua è responsabile per circa il 60% dell'effetto serra.

In realtà, la percentuale media di vapore acqueo presente in atmosfera è poco influenzata dal vapore prodotto dalle attività umane. La quantità di vapore presente è pressoché costante e quindi non altera l'equilibrio radiativo della Terra, anche se il vapore acqueo trattiene il calore riemesso. E' invece preoccupante l'immissione di anidride carbonica in quanto costituisce una *forzante* al sistema. Se la quantità di anidride carbonica aumentasse, l'effetto serra produrrebbe un incremento di temperatura che favorirebbe l'evaporazione dell'acqua e quindi la formazione di vapore che è un *gas serra*. Ma contemporaneamente il vapore formerebbe le nubi che causano una maggiore riflessione dell'energia solare che entra in atmosfera. Ecco già due effetti contrastanti. La realtà, come vedremo, è molto complessa.

La famigerata anidride carbonica.

Non sono d'accordo sull'aggettivo famigerata. L'anidride carbonica è nociva solo se supera una certa soglia.

Guai se nell'atmosfera non ci fosse l'anidride carbonica, grazie alla quale è possibile la funzione clorofilliana delle piante che producono ossigeno, così vitale per gli esseri umani. Guai se non esistesse l'effetto serra. Avremmo oggi una temperatura media globale al suolo di circa 20°C sotto lo zero.

Una temperatura troppo bassa...

A tal punto che sul nostro Pianeta non esisterebbe l'acqua allo stato liquido, non esisterebbero i fiumi, i laghi, gli oceani. Buona parte degli esseri viventi, come puoi immaginare, non potrebbe vivere.

Per fortuna e grazie all'effetto serra la temperatura media globale è oggi di circa 15°C sopra lo zero, ideale per la meravigliosa biodiversità che la natura ci regala ogni giorno.

Fin qui abbiamo fotografato lo stato attuale.

Ma quel è il futuro che ci attende?

Ti avverto che con la tua domanda entriamo nell'ambito estremamente delicato delle previsioni che non sono le predizioni.

Le previsioni per loro stessa natura ammettono una certa incertezza che aumenta quanto più ci si sposta temporalmente in avanti.

Ecco perché certe previsioni al 2.050 mi lasciano estremamente perplesso. Detto questo, non voglio sottrarmi alla tua domanda.

L'orientamento della maggior parte degli scienziati del clima è che nonostante l'esistenza di fenomeni di rimozione naturale dell'anidride carbonica dall'atmosfera, dovuti alla fotosintesi clorofilliana, e ai complessi fenomeni che accadono negli oceani, tra i quali la fotosintesi della vegetazione acquatica, per la fine del prossimo secolo dovrebbe raddoppiare la percentuale di anidride carbonica presente in atmosfera.

E con quale effetto?

Gli scenari evocati sono tanti. Si parla di un innalzamento del livello medio del mare compreso tra 30 e 120 cm, con qualche spiacevole e immaginabile conseguenza, di una diminuzione della produzione di grano nelle regioni tropicali a cui è legato il problema della fame in Africa, di una diffusione di molte malattie, tra cui la malaria, che faranno ritorno in Europa e in America del nord.

E ancora. Gli incendi potrebbero aumentare a dismisura, come pure le alluvioni con i conseguenti smottamenti. Il tutto con perdite economiche da capogiro.

E' un quadro davvero catastrofico.

Ti ricordo che in gioco ci sono molte variabili con effetti che spingono in direzione opposta.

Bisogna ben capire il ruolo della decomposizione delle piante, dell'attività eruttiva della Terra che immette enormi quantità di anidride carbo-

nica: le eruzioni vulcaniche e la decomposizione delle piante producono annualmente 200 miliardi di tonnellate di anidride carbonica contro sette miliardi riversati nello stesso arco temporale nell'atmosfera dalle attività dell'uomo. E poi ci sono gli oceani.

Cosa c'entrano gli oceani?

La presenza degli oceani è fondamentale per il clima globale e la sua variazione nel tempo. Prima di tutto perché gli oceani sono un'immensa riserva termica che ha un effetto mitigante in quanto trattengono il calore più a lungo rispetto al suolo: senza gli oceani la differenza di temperatura tra l'equatore e i poli sarebbe più marcata. Le acque degli oceani si spostano dall'equatore ai poli trasportando notevoli quantità di calore. Sappiamo, inoltre, che gli oceani sono sia *pozzi*, sia *sorgenti* di anidride carbonica, ossia sono in grado di assorbire o emettere anidride carbonica influenzando profondamente il *ciclo globale del carbonio*. Sorvoleremo sui meccanismi fisico-chimici di tale comportamento, anche perché i processi di scambio di anidride carbonica tra atmosfera e oceani non sono del tutto chiari.

Cosa pensi dei fattori astronomici evocati da qualche scienziato?

Nel corso della storia del nostro Pianeta si sono succedute ciclicamente modificazioni climatiche che hanno alternato le ere glaciali alle epoche più calde. Non si conoscono bene le cause delle glaciazioni, ma sappiamo che sono un fenomeno ciclico sincronizzato con le variazioni di radiazione solare incidente sulla Terra e con le variazioni dell'orbita e dell'inclinazione terrestri. Il legame tra le glaciazioni, l'orbita e l'inclinazione terrestri è stato trovato dal fisico Milutin Milankovic⁴.

Alcuni scienziati però non sono del tutto convinti che la diminuzione o l'aumento del flusso di calore che incide sulla Terra sia sufficiente da solo a spiegare la differenza di temperatura tra periodi glaciali e interglaciali. Credono, comunque, che tale variazione di flusso sia il fattore scatenante del cambiamento climatico.

⁴ Ingegnere civile e matematico serbo (1879 - 1958).

Ci sono dati che corroborano tale tesi?

Uno studio condotto dal fisico giapponese Shigeru Moriyama⁵ sulla periodicità della temperatura media terrestre su un arco temporale di circa un milione di anni, concorda più con un'oscillazione dovuta alla mediazione delle variabili dell'ecosfera che con una semplice risposta alla quantità di radiazione solare ricevuta dalla Terra.

Anche se non mancano climatologi, in verità pochi, che contestano l'attribuzione del riscaldamento globale all'aumento dei gas serra causato dalle attività umane.

Mi sembra di capire che non ci sono dati certi.

Proprio così. Lo studio sui cambiamenti climatici è molto articolato e necessita di complessi modelli matematici. Ne parleremo nel prossimo capitolo.

⁵ Scienziato del Central Research Institute, Maruha Group Inc., 16-2 Wadai, Tsukuba, Ibaraki 300-4295, Giappone.

CAPITOLO II

I MODELLI MATEMATICI E IL CLIMA

*Se i modelli senza misure non hanno alcun valore
per prevedere l'evoluzione dei sistemi,
le misure senza modelli generano solo confusione*

Jacques Louis Lions

professore del Collège de France



Cos'è un modello climatico?

E' una rappresentazione matematica dei fattori che influenzano il clima, costruita sulla base di misure attuali e passate con lo scopo di comprendere e simulare il passato e di azzardare previsioni.

Perché hai usato il termine azzardare?

Purtroppo c'è ancora oggi un'oggettiva difficoltà nel considerare tutte le possibili interazioni che avvengono nel nostro ecosistema. Penso alla complessità della chimica dell'atmosfera, alla biologia degli oceani, nelle quali avvengono tantissime reazioni chimiche sia negli strati superiori che profondi. L'interdipendenza atmosfera- oceani non è facile da capire a causa delle diverse scale temporali entro cui evolvono i parametri influenti. In atmosfera le condizioni cambiano molto più velocemente rispetto agli oceani.

Puoi quantificare?

Sì, certo. Per l'atmosfera si tratta di ore o al massimo giorni; per gli oceani la scala temporale è dell'ordine di anni.

E poi ci sono i cicli bio-geochimici, che determinano lo spostamento sulla Terra di elementi chimici quali l'azoto, lo zolfo, il carbonio, l'ossigeno e che influiscono anche sulla concentrazione atmosferica dei gas serra.

Evidentemente, oltre alle modificazioni naturali c'è l'attività dell'uomo, che a partire dagli inizi della rivoluzione industriale ha riversato in atmosfera quantità sempre crescenti di anidride carbonica che, ti ricordo, è il principale imputato in quella sorta di tribunale scientifico che è l'IPCC.

Deduco che ancor oggi c'è una certa difficoltà a costruire modelli matematici che tengano in conto quest'enorme numero di variabili, che sono anche di difficile misurazione.

Proprio così: la mappa non è il territorio. Oggi è difficile conoscere esattamente gli effetti del riscaldamento globale, sia perché il clima globale è un sistema non lineare multifattoriale, per cui si possono stabilire tendenze ma non eventi di dettaglio, sia perché il cambiamento climatico in atto è un evento senza nessun precedente.

Che cos'è un sistema non lineare multifattoriale?

Forse è meglio prima tentare di spiegare cos'è un sistema lineare e un sistema non lineare. Nei sistemi lineari, una piccola variazione nello stato iniziale di un sistema (fisico, chimico, biologico, economico) provoca una variazione corrispondentemente piccola nel suo stato finale: per esempio, colpendo leggermente più forte una palla da biliardo, questa andrà più lontano. Al contrario, sono non lineari le situazioni di un sistema in cui piccole variazioni nelle condizioni iniziali producono sensibili differenze non prevedibili nello stato finale. Per esempio, da un rubinetto leggermente aperto le gocce cadono in una sequenza regolare; aumentando l'apertura del rubinetto le gocce cadono, invece, in modo irregolare, appunto caotico.

E multifattoriale che vuol dire?

Che dipende da più fattori. Oggi è possibile costruire un modello matematico del clima globale considerando molti fattori interconnessi tra di loro. Si tratta di risolvere in tempi ragionevoli sistemi matematici con molte equazioni. Ciò è oggi possibile grazie alla rapidità di calcolo dei moderni elaboratori elettronici.

Sono concetti difficili.

Per meglio spiegarli, nel 1979, il fisico Edward Lorenz⁶ presentò alla Conferenza annuale dell'*American Association for the Advancement of Science* una relazione in cui sosteneva la possibilità che il battito delle ali di una farfalla in Brasile potesse provocare una tromba d'aria nel Texas.

⁶ **Edward Norton Lorenz** (1917-2008) matematico statunitense, è considerato il padre della teoria del caos.

Continuo a non capire...

Immagina una secca giornata estiva. Un uomo passeggia in un bosco per godersi un po' di fresco. Dopo aver fumato una sigaretta, getta il mozzicone in una piccola radura. Il mozzicone cade su un fazzoletto di carta gettato da un villeggiante (tanto la carta non inquina!). Il fazzoletto prende fuoco e trova facile esca in un arbusto secco, ucciso da un coleottero. L'arbusto prende fuoco. Le fiamme si levano più alte. C'è un leggero venticello. Qualche scintilla e prende fuoco un arbusto lì vicino. Il fuoco, attizzato dal vento, si propaga ad altri tre alberi. Ognuno dei quattro alberi in fiamme ne incendia altri quattro: gli alberi in fiamme diventano 20, poi 100 e poco dopo tutto il bosco è in preda alle fiamme. Tutto questo per un minuscolo parassita che ha ucciso un piccolo arbusto e per un mozzicone di sigaretta caduto su un fazzoletto usato.

Mi sa di suggestiva speculazione.

Niente affatto: Lorenz dimostrò che utilizzando un modello climatico e ripetendo la stessa simulazione con valori leggermente diversi (una serie di dati veniva prima arrotondata a sei cifre decimali, e successivamente a tre), l'evoluzione del "clima" elaborata dal computer si discostava nettamente dai risultati precedenti.

Proprio perché piccole perturbazioni possono fare evolvere il clima in maniera imprevedibile, gli scienziati hanno elaborato la *Teoria del Caos* che pone limiti precisi alla prevedibilità dell'evoluzione di sistemi complessi non lineari.

Credo di aver capito.

Voglio chiarirti meglio cosa intendo per limiti precisi alla prevedibilità dell'evoluzione di un sistema non lineare. In un sistema complesso non lineare, data la grande sensibilità del sistema agli agenti che lo sollecitano, un piccolo errore nella misura delle condizioni iniziali, oppure una modifica apparentemente irrilevante dei dati immessi (ed ovviamente anche il loro successivo arrotondamento durante il calcolo) cresce esponenzialmente con il tempo, producendo un radicale cambiamento dei risultati. Questo significa che per ottenere valori esatti, i dati relativi alle condizioni iniziali dovrebbero essere misurati con un'accuratezza teoricamente infinita. E ciò è praticamente impossibile.

Ciò potrebbe spiegare perché le previsioni meteorologiche si estendono a non più di cinque o sei giorni?

Proprio così. I processi atmosferici sono estremamente vari e complessi, in quanto comprendono fenomeni locali e di breve durata (come temporali e trombe d'aria) e fenomeni estesi per migliaia di chilometri, stabili per alcuni giorni o mesi (gli anticloni, i monsoni). Poi, ci sono altri fattori che possono modificare sensibilmente il comportamento delle perturbazioni: le catene montuose, la presenza di ampie zone boschive, i laghi, il mare.

Ecco perché le previsioni meteorologiche a dieci giorni, sebbene descritte con le equazioni deterministiche della fisica (fluidodinamica e termodinamica) ed elaborate con raffinate tecniche di calcolo eseguite da super computer, producono risultati molto approssimativi.

Mi rendo conto che i fattori che influenzano il clima sono tanti.

Non solo. C'è anche un'enorme mole di dati da rilevare. Per far "girare" un modello meteorologico di norma sono necessari 6 milioni di dati che devono essere misurati con la massima accuratezza e ciò non sempre è possibile.

Ad esempio, gli strumenti a terra sono molto accurati, ma le sonde in quota possono rilevare la temperatura con un errore di un grado. Per non parlare dei satelliti che pagano lo scotto di sondare spazi altrimenti irraggiungibili con errori anche di 2 gradi.

Tanto per intenderci, il computer del Centro Meteorologico Europeo ⁷ di Reading in Inghilterra, per le previsioni climatiche a medio termine, esegue fino a 400 milioni di calcoli al secondo, riceve 100 milioni di rilevamenti climatici diversi da tutto il mondo ogni giorno ed elabora dati in tre ore di lavoro continuo per ottenere una previsione valida per dieci giorni. In realtà, oltre i 2 o 3 giorni queste previsioni non sono più certe, perdono qualsiasi valore oltre i 6 o 7 giorni.

Credo di capire che i modelli del clima sono ancora da affinare e che bisogna percorrere molta strada.

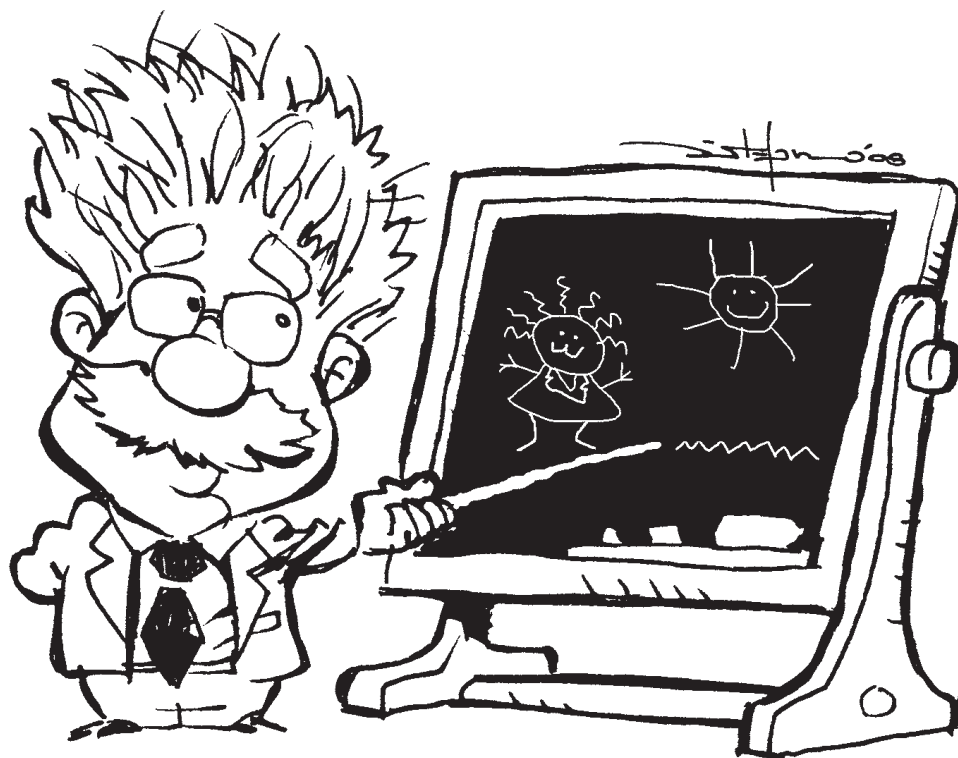
Proprio così.

⁷ ECMWF - European Center for Medium-range Weather Forecasts.

CAPITOLO III

GLI SCIENZIATI E IL CLIMA

*Compito degli scienziati è richiamare l'attenzione
sull'urgenza delle tematiche ambientali,
chiarendo nel frattempo quello che si conosce,
che non si conosce, che si crede di conoscere.*



La Terra si sta riscaldando.

Qual è la terapia che gli scienziati propongono ?

Prima di risponderti credo sia opportuno operare una suddivisione nel vasto insieme degli scienziati del clima, dove troviamo i negazionisti, i catastrofisti, gli ottimisti incauti e gli ottimisti seriamente preoccupati.

Una tale diversità di posizioni e quindi di vedute rende oggettivamente difficile farsi un'opinione sui cambiamenti climatici e sulle loro possibili conseguenze.

Sono disorientato.

Capisco il tuo stato d'animo, ma per avere un'idea corretta dei problemi del cambiamento climatico globale non bisogna essere super esperti, ma è necessaria una solida capacità generale di giudizio, senza fidarsi di certi elzeviristi parrucconi, imbonitori scientifici, ipersemplicificatori di turno.

Non credo sia semplice.

Ti possono aiutare alcune istantanee sui quattro atteggiamenti degli scienziati di cui ti accennavo prima.

Cominciamo con gli scienziati negazionisti che sono scettici sul ruolo antropico nell'attuale riscaldamento della Terra.

Fra i tanti ne scegliamo due: il premio Nobel Kary Mullis e l'italiano Antonino Zichichi. I due scienziati affermano che non è possibile stabilire una relazione causa-effetto tra aumento di CO₂ e riscaldamento globale, rimarcando piuttosto il ruolo di altri fattori naturali tra cui il principale sarebbe la variazione dell'attività solare e l'effetto dei raggi cosmici. Mettono, inoltre, in dubbio la validità degli attuali modelli matematici utilizzati.

Tu che ne pensi?

Quanto ai raggi cosmici, recentemente è stato pubblicato uno studio basato sui dati dell' International Satellite Cloud Climatology Project ⁸.

Dall'analisi dei dati si rileva che per effetto della riduzione nell'irraggiamento di raggi cosmici registrata sulla Terra nel corso degli ultimi cento anni, c'è stata una riduzione nella formazione di nubi basse e quindi una più ristretta e meno efficiente copertura nuvolosa del globo, che avrebbe permesso a una maggior quantità di radiazione solare di raggiungere la Terra e restarvi.

Perché si parla di nuvole basse?

Le nuvole, quando sono presenti in gran quantità, a bassa quota riflettono una maggiore quantità di radiazione solare, oppure assorbono più radiazione infrarossa emessa dalla Terra se presenti a elevata altezza.

Secondo te il riscaldamento terrestre è legato all'attività del sole?

E difficile dirlo. Un recente studio⁹ mostra che non è possibile stabilire un'effettiva correlazione fra intensità dei raggi cosmici e formazione della copertura nuvolosa. E che neppure le periodiche tempeste di raggi cosmici - come quella di grande intensità del 1989, che arrivò a provocare un imponente *black out* in Quebec - sembrano influenzare né in positivo né in negativo la produzione di nubi. Come vedi i pareri degli scienziati che studiano l'aspetto relativo ai raggi cosmici sono discordanti.

Come mai interpretazioni scientifiche così diverse?

In ambito climatico i modelli interpretativi non sono verificabili galileianamente mediante una serie di esperimenti ripetuti.

⁸ The International Satellite Cloud Climatology Project (ISCCP) fondato nel 1982 fa parte del the World Climate Research Program (WCRP). Scopo del progetto è la misura della radiazione solare e l'analisi della distribuzione delle nubi sul globo terrestre, per lo studio del clima globale.

⁹ Condotta da ricercatori delle Università di Lancaster e di Durham, diretti da T. Sloan e da Arnold W. Wolfendale.

E quindi possiamo solo immaginare scenari futuri sulla base dell'analisi dei fenomeni passati.

Insomma non possiamo confutare i negazionisti?

In senso stretto no. Ma neanche loro possono dimostrare il contrario.

Chi sono gli scienziati catastrofisti?

Te ne voglio citare uno emblematico: James Lovelock¹⁰, considerato tra i padri dell'ambientalismo internazionale. Lo scienziato, senza mezzi termini, nella sua recente pubblicazione "La vendetta di Gaia" afferma che il riscaldamento globale è già oggi irreversibile. Si è già superato il punto di non ritorno, con la conseguenza che più di sei miliardi di persone moriranno entro la fine del secolo.

Un'ecatombe?

Sono posizioni che fanno tremare e che renderebbero vano il protocollo di Kyoto, di cui ti parlerò più avanti. Secondo Lovelock addirittura lo smog prodotto dalle industrie ha un effetto benefico sul clima in quanto schermava la Terra dai raggi solari, evitandone così il riscaldamento. La logica conseguenza è che non bisogna ridurre l'inquinamento se non si vuole accelerare il processo di riscaldamento globale in atto.

Non capisco. Bisogna non combattere l'inquinamento atmosferico e credere che più di sei miliardi di persone moriranno entro la fine del secolo?

Sono posizioni che personalmente non condivido e che nel caso di Lovelock suonano come una vera e propria apostasia, un rinnegamento pubblico delle sue passate convinzioni. Lo scienziato britannico fa bene a lanciare l'allarme, ma è presto per decretare la fine dell'umanità. Quello

¹⁰ **James Ephraim Lovelock** (1919) è un biologo britannico, uno scienziato indipendente, scrittore e ricercatore ambientalista che vive in Cornovaglia, nel sud ovest dell'Inghilterra. Il suo maggiore merito scientifico è di aver interpretato, con la teoria di Gaia, la terra. Egli per primo ha inteso la Terra con tutte le sue funzioni come un unico superorganismo.

che mi preoccupa sul piano dell'informazione è che certo catastrofismo ambientale sta prendendo piede anche in ambiti diversi da quello scientifico. Penso al film *The day after tomorrow* (L'alba del giorno dopo): il film di Roland Emmerich, uscito nel 2004, che offre una sconcertante visione del futuro sulla Terra.

Ci sono anche uomini politici catastrofisti?

Il primo che mi viene in mente è Al Gore, l'ex vicepresidente statunitense, il quale, secondo me, ha alzato eccessivamente i toni nel grido di allarme sui cambiamenti climatici. In Europa lo hanno seguito Tony Blair, che nel 2006 affermava "abbiamo solo 10-15 anni per adottare le misure necessarie per scongiurare la catastrofe", e Nicolas Sarkozy che poco prima di insediarsi all'Eliseo, dichiarava: "Ad essere in gioco è il destino stesso dell'umanità". Voglio subito sottolineare che tali posizioni non combaciano perfettamente con i contenuti dei vari rapporti dell'Ipcc. Si tratta, in realtà, di audaci estrapolazioni, con una forte connotazione congetturale. Ma che hanno catturato buona parte dell'opinione pubblica.

E gli ottimisti incauti?

Qualcuno li chiama eco scettici o lietopensanti. Il primo che mi viene in mente è di Bjorn Lomborg¹¹ che col suo libro, apparso nel 2003, *The Skeptical Environmentalist* (*L'ambientalista scettico*), costituisce ancora una sorta manuale contro le "menzogne degli ambientalisti". Penso anche ad un altro sedicente scienziato, Michael Crichton¹², che ha pubblicato un libro dal titolo eloquente *State of Fear* (Stato di paura), nel quale si sostiene che il riscaldamento della Terra è un'invenzione degli scienziati.

Che ne pensi?

Se provi a leggere l'inserto speciale, pubblicato agli inizi del 2007 sull'autorevole rivista scientifica internazionale *Nature* concernente gli esiti della Conferenza IPCC di Parigi sui cambiamenti climatici del 2-3 feb-

¹¹ Bjorn Lomborg. Quarantun'anni, Phd in Scienze politiche all'Università di Copenhagen e un passato dentro Greenpeace.

¹² John Michael Crichton (Chicago 1942) è uno scrittore, sceneggiatore, regista e produttore cinematografico statunitense. Tra i suoi più celebri romanzi spicca il best-seller *Jurassic Park*.

braio 2007, scopri che c'è un'ampia convergenza di vedute tra i climatologi, i quali quasi all'unanimità sostengono che il cambiamento climatico in atto è dovuto principalmente alle emissioni umane di gas serra.

Non hai risposto alla mia domanda

Mi fido degli scienziati dell'IPCC, anche se esistono delle singolarità.

Come afferma un recente studio dell'Ohio State University presentato a San Francisco in occasione del convegno annuale dell'American Association for the Advancement of Science, negli ultimi 50 anni le temperature nel continente più a Sud del mondo non sono aumentate come il riscaldamento della Terra lascerebbe presagire.

Tale studio è corroborato anche da recenti osservazioni satellitari che impiegano radiometri a elevatissima risoluzione per la registrazione dello spettro termico dei raggi infrarossi riemessi della superficie terrestre.

I dati raccolti hanno evidenziato che dal 1982 al 2004, la temperatura superficiale dell'Antartide è diminuita pur in presenza di iceberg che si sono staccati dalle aree perimetrali.

Ciò contraddirebbe gli scienziati dell'IPCC?

Non credo. Le cause di una diminuzione di temperatura in Antartide possono essere molteplici: non ultima l'allargamento del buco dell'ozono che proprio si sta verificando in quell'area. Voglio puntualizzare che a Parigi gli scienziati non hanno escluso categoricamente che altre variabili, tra cui quelle di natura astronomica, possono avere qualche effetto sul clima globale, ma si tratta comunque di un effetto non determinante.

Come vedi certezze non ce ne sono. Del resto nel processo della conoscenza scientifica niente è definitivo. Anzi proprio la scienza rivendica come suo il terreno del dubbio fecondo.

Dunque a chi credere?

Non possiamo ignorare il responso degli oltre duemila climatologi dell'IPCC, anche se a volte la storia ci insegna che i pochi hanno avuto ragione sui molti. Penso a Galileo e a Copernico.

Ho però il dubbio che certe campagne che deresponsabilizzano l'attività umana siano pilotate. In questi casi è bene sempre ricorrere alla locuzione latina "*cui prodest ?*".

Già, a chi giova?

Chi sta sminuendo l'operato dell'IPCC, lanciando campagne all'insegna di un ottimismo incauto, ha probabilmente forti interessi che le cose stiano come sono: consumo crescente di petrolio e gas naturale e forse anche di carbone.

Un cocktail micidiale per il clima, ma sicuramente un elisir di lunga vita economica per quelle lobbies che guardano all'efficienza energetica e alle fonti rinnovabili con sospetto.

E sugli scienziati ottimisti seriamente preoccupati cosa puoi dirmi?

Sono quelli che guardano con diffidenza ai catastrofisti o come qualcuno li chiama profeti di sventura, ai negazionisti, agli ottimisti incauti. Evocare catastrofi imminenti non solo è fuorviante, ma non fa bene alla causa di chi vuole davvero cambiare il corso delle cose. Quando il primo treno andò da Stockton a Darlington, nel 1825, toccò i 36 all'ora. Sai cosa dissero gli scienziati dell'epoca? «Per carità, questa è la velocità massima a cui può andare l'uomo: se va più forte, avrà problemi di cuore...». Credo che il riscaldamento globale sia un problema reale che rischia di innescare in futuro dinamiche molto pericolose. Ma evocare che la nostra civiltà sia sull'orlo dell'estinzione è assolutamente infondato e prematuro.

Credo di capire che sei d'accordo con quest'ultima categoria di scienziati?

Sì. Il riscaldamento globale è inconfutabile. Sono le cause a creare le varie posizioni all'interno del vivace dibattito tra gli scienziati. E a proposito di fattori influenti voglio citarti le conclusioni del libro *The Chilling Stars* di H. Svensmark¹³, che evidenzia sei possibili cause dell'aumento della temperatura media globale del nostro Pianeta nel secolo scorso.

a) Aumento dell'effetto serra per la crescita del tasso di CO₂ nell'atmosfera

¹³ H. Svensmark, fisico danese dell'Istituto Danese di Ricerche Spaziali.

- b) Aumento della temperatura superficiale dell'Oceano Pacifico
- c) Variazioni delle quantità di fumi e polveri nell'aria
- d) Effetto serra dovuto all'ozono e al metano
- e) Variazioni dell'albedo per aumento della vegetazione
- f) Diminuzione delle nubi a bassa quota

L'autore però sostiene che proprio l'ultima ipotesi è la più credibile.

Ti ricordo che le nuvole a bassa quota riflettono una maggiore quantità di radiazione solare, mentre quelle ad alta quota assorbono più radiazione infrarossa emessa dalla Terra. Ma torniamo a Svensmark. Insieme ad alcuni collaboratori ha calcolato che la copertura media delle nuvole basse nel secolo scorso è diminuita dell' 8,6%, determinando un aumento della potenza termica proveniente dalla radiazione solare di $1,4 \text{ W/m}^2$. Curiosamente uguale a quella stimata dall'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) per effetto del riscaldamento dovuto alla CO_2 prodotta da attività umane.

Dunque c'è concordanza tra gli scienziati?

E' una coincidenza che secondo me andrebbe meglio spiegata, anche se c'è da dire che il modello di Svensmark dà un'indicazione semicompleta per il semplice fatto che non tiene conto adeguatamente di altre fonti e assorbimenti di CO_2 tra cui gli oceani, i depositi di torbe, la distribuzione della vegetazione sulla Terra.

Che cosa puoi dirmi delle varie associazioni ambientaliste?

Molte sono abbastanza equilibrate e perseguono obiettivi condivisibili in campo climatico. Mi preme, però, evidenziare che altre sedicenti associazioni ambientaliste tendono a ideologizzare il cambiamento climatico, arroccandosi spesso su posizioni catastrofiche. Non a caso R.S. Lindzen, professore di meteorologia presso il M.I.T., ha scritto: "I credenti nel riscaldamento dell'atmosfera causato dall'anidride carbonica di origine umana si comportano spesso come fanatici e chiamano i dissenzienti *pericolosi eretici*".

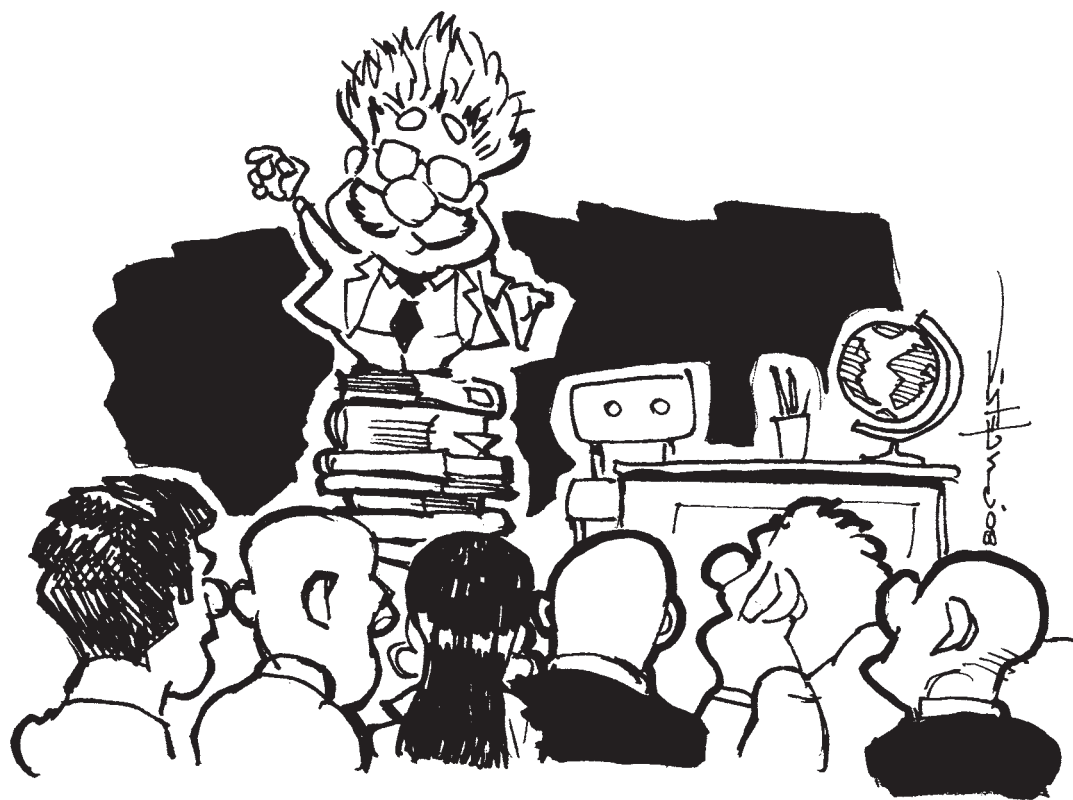
Certo. Le posizioni assolutiste sono deleterie per risolvere il problema del clima.

Personalmente sono a favore di un contraddittorio costruttivo.

Dissentire ed essere dubbiosi è sempre stato fecondo: il pericolo è la fede cieca nelle proprie convinzioni. E poi ammettere che non si sa rende e fa apparire più intelligenti.

CAPITOLO IV

LE ORGANIZZAZIONI INTERNAZIONALI
E IL CLIMA



Quali sono gli organismi internazionali che si occupano del cambiamento climatico globale?

Principalmente l'IPCC, anche se sono molti i centri di ricerca pubblici e privati che stanno studiando il cambiamento climatico attraverso la costruzione di modelli matematici previsionali sempre più attendibili.

C'è da aggiungere che l'IPCC si prefigge anche di individuare azioni di mitigazione, concertate internazionalmente, capaci di contrastare l'aumento crescente della temperatura media della Terra.

Come agisce in concreto l'IPCC?

Per meglio capire l'azione dell'IPCC è opportuno spendere due parole su due tappe importanti: Rio de Janeiro e Kyoto.

A Rio de Janeiro nel 1992 si è tenuto il primo significativo summit della Terra su ambiente e sviluppo.

E' stata la conferenza più numerosa della storia per il numero di partecipanti: 183 Paesi rappresentati da oltre 10.000 delegati ufficiali, un centinaio fra capi di stato e di governo, 15.000 fra ambientalisti e rappresentanti di organizzazioni non governative.

Tutti riuniti per discutere sul futuro dell'umanità con riferimento a temi che spaziavano dall'esaurimento delle risorse, alla lotta all'inquinamento, alla protezione del patrimonio forestale e marino e della biodiversità naturale e soprattutto del riscaldamento globale del Pianeta.

Quali furono gli esiti della conferenza di Rio de Janeiro?

In concreto poco. Le posizioni tra i partecipanti erano diverse, se non contrapposte, e gli stessi approcci alla discussione evidenziarono molti punti di vista completamente differenti sulle priorità e gli impegni da affrontare.

Allora si decise di accontentarsi della redazione di un documento comune su basi minimaliste, che non rappresentasse un vincolo giuridico ma semplicemente una dichiarazione di intenti politici per un futuro ancora da definire.

E' la cosiddetta "Dichiarazione di Rio", che in ventisette punti ribadisce i grandi principi in materia di ambiente e sviluppo, riprendendo e affinando quelli dell'analoga Dichiarazione di Stoccolma del 16 giugno 1972.

Dunque solo buone intenzioni?

Proprio così. La dichiarazione di Rio de Janeiro non fu altro che una sorta di codice di comportamento etico ambientale, un documento non vincolante per i Paesi firmatari. L'unico risultato giuridico veramente ascrivibile all'UNCED¹⁵ furono le due Convenzioni approvate al termine della Conferenza, in particolar modo la Convenzione sui cambiamenti climatici.

E a Kyoto?

Nella città giapponese, l'11 dicembre 1997, 160 Paesi si riunirono in occasione della Conferenza COP3 della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC) e firmarono il Protocollo di Kyoto.

Una sorta di trattato internazionale riguardante il riscaldamento globale che con vicende alterne, che per non annoiarti non elenco, è entrato in vigore il 16 febbraio 2005.

Quali sono i punti salienti del protocollo?

La riduzione delle emissioni di gas clima alteranti, primo fra tutti l'anidride carbonica, mediante serie di misure che spaziano dalla revisione del modo di produzione industriale, alle modalità di utilizzo dell'energia con particolare attenzione alle tecnologie ad alta efficienza energetica e allo sviluppo delle fonti rinnovabili.

¹⁵ United Nations Conference on Environment and Development (UNCED) Conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente e lo sviluppo.

Gli Stati che hanno ratificato il protocollo dovranno, pena l'applicazione di sanzioni pecuniarie, ridurre le emissioni di gas serra entro il quinquennio 2008 - 2012 ai livelli di rilascio in atmosfera del 1990.

Per agevolare la riduzione delle emissioni, il Protocollo prevede il ricorso a meccanismi di mercato che dovrebbero a parità di investimento massimizzare le riduzioni ottenibili.

Quali sono questi meccanismi?

Si tratta sostanzialmente di tre procedure flessibili per l'acquisizione di crediti di emissioni di anidride carbonica. Cercherò di sintetizzarteli.

Il Clean Development Mechanism (CDM), che consente ai Paesi industrializzati di realizzare nei Paesi in via di sviluppo progetti che producano benefici ambientali in termini di riduzione delle emissioni di gas-serra, di sviluppo economico e sociale. Il tutto finalizzato all'ottenimento di crediti di emissione per i Paesi che promuovono gli interventi. Il credito di emissione consente di rilasciare in atmosfera più anidride carbonica di quella assegnata internazionalmente a una data Nazione.

Il Joint Implementation (JI), che consente ai Paesi industrializzati di realizzare fra loro progetti per la riduzione delle emissioni di gas-serra e di utilizzare i relativi crediti di emissione congiuntamente con il Paese nel quale il progetto è attuato.

L'Emissions Trading (ET), che consente lo scambio di crediti di emissione tra i Paesi industrializzati (che in genere non rispettano i propri impegni di riduzione delle emissioni di gas-serra) e i Paesi che abbiano già conseguito una diminuzione delle proprie emissioni di gas serra superiore al proprio obiettivo prefissato.

Sono concetti un po' difficili.

Me ne rendo conto. Cercherò di spiegarmi meglio. Ogni governo nazionale stabilisce un proprio piano di distribuzione di permessi di emissione, ossia la possibilità per le singole imprese di emettere un certo quantitativo di anidride carbonica nell'ambiente.

Le aziende che superano tale ammontare consentito possono, in una sorta di "borsa" dell'inquinamento, acquistare dalle aziende energeticamente più efficienti o da Paesi in via di sviluppo il diritto di emettere una certa quantità di anidride carbonica oltre la soglia loro assegnata.

Mi faresti qualche esempio concreto?

Chi vuol continuare a immettere anidride carbonica in atmosfera può comprare il diritto di inquinare pagando chi pianta una foresta che in media assorbe circa 10 tonnellate di anidride carbonica all'anno per ogni ettaro. Così facendo compra il diritto di continuare a consumare tremila litri di benzina all'anno, al di sopra di quella che gli sarebbe consentita dal protocollo di Kyoto.

Mi sembra una furbata ingiusta. Chi ha soldi può inquinare.

Non solo. Chi può pagare può mantenere un alto tasso di produzione e di consumi anche se alla fine sarà il Pantalone di turno a pagare gli inevitabili aumenti dei prezzi.

Come sta andando il Protocollo di Kyoto?

Nel corso degli ultimi due anni ci sono stati tre importanti summit internazionali tra gli scienziati e i responsabili di governo per fare il punto sui mutamenti climatici.

Il primo si è tenuto a Nairobi, il secondo a Bangkok e il terzo a Bali.

Cercherò di sintetizzarti gli esiti dei tre summit.

A Nairobi, dal 6 al 17 novembre 2006, scienziati e rappresentanti di governo si riunirono con l'obiettivo di gettare le basi per il rinnovo del protocollo di Kyoto che, come sai, scadrà nel 2012.

Lo scenario che fece da cornice al summit fu il *Rapporto Stern*, commissionato dal governo britannico a Sir Nicholas Stern.¹⁶

Un rapporto, secondo me, caratterizzato da una coloritura catastrofica sugli effetti del cambiamento climatico, ma che però contiene una ragionevole idea di buon senso: intervenire subito costa relativamente poco, farlo dopo avrebbe un prezzo esorbitante.

¹⁶ Sir Nicholas Stern è il Direttore del Servizio Economico Statale del Regno Unito, già Chief Economist della Banca Mondiale.

Mi sembra un'idea condivisibile.

E' un'affermazione ragionevole ma che allora trovò l'elemento dissonante dell'amministrazione Bush contraria al Protocollo di Kyoto. A dispetto della realtà degli Stati Uniti dove circa il 5% di popolazione mondiale è responsabile del 25% delle emissioni di gas serra.

I rappresentanti americani sostennero che i vincoli del protocollo di Kyoto avrebbero frenato l'economia americana.

Ricordo che ci un vibrante controcanto: Tony Blair e Angela Merkel si dissero convinti che la sfida di Kyoto, che si inserisce di fatto in un modello di sviluppo sostenibile che tiene conto delle risorse della Terra, avrebbe potuto essere un formidabile volano economico.

Quali furono le posizioni di Cina e India?

Come sai, Cina e India sono tra i maggiori emettitori di anidride carbonica rispettivamente con 2.630 milioni e 538 milioni di tonnellate all'anno. Per avere un confronto gli Stati Uniti e la Russia, già firmataria del protocollo, emettono rispettivamente anidride carbonica per circa 2.790 milioni e 661 milioni di tonnellate all'anno.

Ricordo che in quel summit India e Cina non ratificarono il Protocollo di Kyoto, continuando a ripetere che i maggiori responsabili dello sconvolgimento climatico sono i Paesi industrializzati, che da decenni rilasciano in atmosfera anidride carbonica, e che tocca a loro, per primi, porvi rimedio.

In sintesi il summit di Nairobi fu un fallimento nel senso che si continuò a non decidere nonostante l'ammonizione dell'allora segretario generale delle Nazioni Unite Kofi Annan, che senza perifrasi ammonì che i disastri dello sconvolgimento climatico purtroppo colpiranno, in maggior misura, proprio i paesi in via di sviluppo.

Un monito che condivido e che mi preoccupa.

E a Bangkok come andarono le cose?

In quel summit fu redatto un documento, nel quale si evidenziava che con le attuali politiche sulla mitigazione dei cambiamenti climatici, le emissioni globali di gas serra sarebbero cresciute nei prossimi decenni con conseguenze negative per il clima globale.

Si auspicava dunque un'accelerazione negli interventi di riduzione delle emissioni di anidride carbonica.

Ricordo che fu fissato un tetto massimo di concentrazione di anidride carbonica compreso fra 445 e 550 parti per milione, condizione indispensabile per evitare l'innescò di un'instabilità climatica incontrollabile.

Ciò vuol dire che bisogna frenare lo sviluppo, che come noto è legato all'emissione di anidride carbonica?

Non sono d'accordo che sviluppo ed emissioni siano strettamente correlati.

Condivido in toto ciò che disse al summit di Bangkok Ogulande Davidson, vice-presidente dell'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC):

“Aumentare il reddito delle persone e ridurre contemporaneamente le emissioni di gas serra non è impossibile”.

Tale affermazione fu allora (e lo è tutt'oggi) corroborata da un grafico nel quale si evidenziava che il Prodotto Interno Lordo (PIL) dell'intera umanità cresce più rapidamente delle emissioni di anidride carbonica

Che significa in concreto tale grafico?

Ti rispondo concisamente: le emissioni di CO₂ non sono ineluttabilmente legate alla crescita economica.

E' dunque possibile uno sviluppo senza problemi climatici per il nostro Pianeta se, come indicato dagli scienziati, si ricorrerà principalmente ad un uso estensivo delle fonti rinnovabili e all'efficienza energetica.

Recentemente Amartya Sen ¹⁶ ha scritto che lo sviluppo può essere compatibile con la conservazione dell'ambiente; si tratta di renderlo sostenibile.

Sulla sostenibilità dello sviluppo c'è in atto un acceso dibattito. C'è chi propone di raffreddare i consumi globali e quindi individuali. Andando contro le regole su cui si fonda l'economia di mercato e proponendo un'economia stazionaria *steady state economy*. Altri invece sostengono

¹⁶ **Amartya Kumar Sen** (1933) è un economista indiano Premio Nobel per l'economia nel 1998.

che un'economia asfittica che non cresce sarebbe il preludio per un mondo meno ricco e più ingiusto.

Veniamo al summit di Bali.

Il summit di Bali con circa diecimila convenuti è stato la più grande conferenza sul clima della storia.

In quell'occasione ci fu un fatto positivo: l'Australia decise di ratificare il protocollo di Kyoto.

E gli Stati Uniti?

Il loro orientamento fu quello di un accordo non cogente in cui i tagli alle emissioni fossero attuate su base volontaria e non obbligatoria.

Il protocollo di Kyoto scadrà nel 2012. Ci sarà un dopo Kyoto?

Mi piace risponderti con una frase del discorso di apertura di Yvo de Boer, segretario esecutivo della conferenza sul clima globale di Bali: «Gli occhi del mondo sono puntati su di voi... Il mondo si aspetta un balzo in avanti».

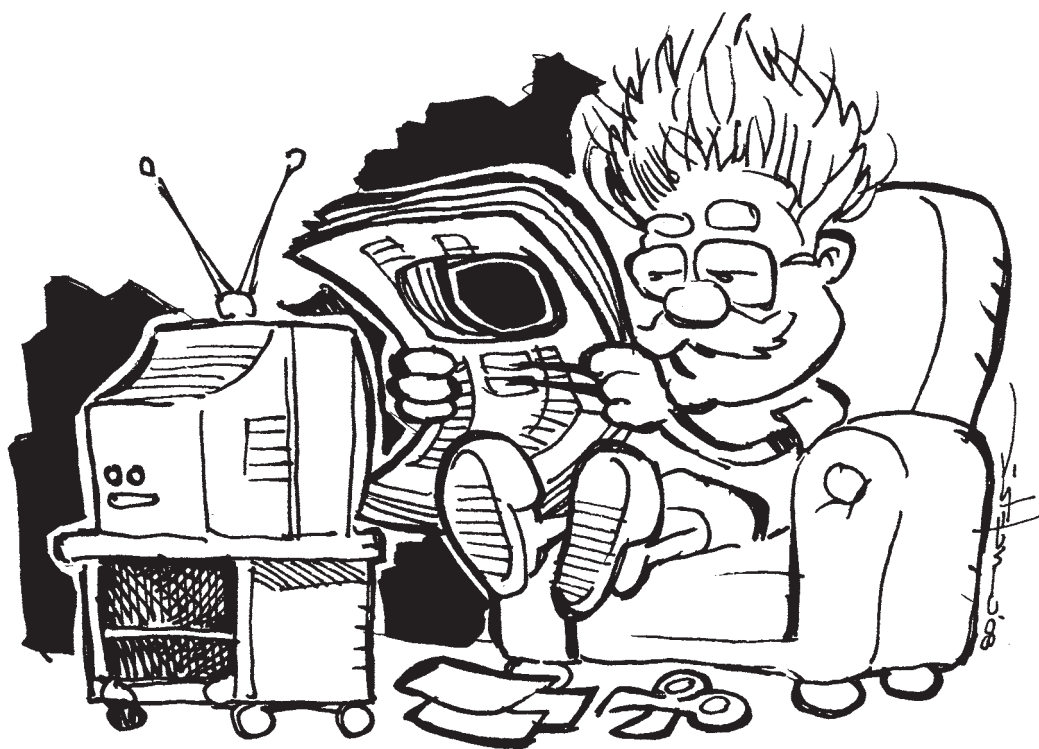
Noi tutti ci aspettiamo molto dagli scienziati e dai governanti.

Nel nostro piccolo dobbiamo impegnarci per una riduzione delle emissioni di anidride carbonica, per il semplice fatto che non possiamo ignorare la possibilità di un legame tra il rilascio in atmosfera di ingenti quantità di anidride carbonica e l'instabilità del clima globale.

CAPITOLO V

INFORMAZIONE E CLIMA

*Il pubblico non deve essere lasciato
alla mercé di ciarlatani, catastrofisti,
miracolisti, sensazionalisti,
imbonitori abili nell'arte della vuota magniloquenza*



Secondo te, in Italia, c'è abbastanza informazione sul clima globale?

Mi piace risponderti con una premessa. Sono convinto che le questioni ambientali siano in primo luogo un problema d'informazione chiara e corretta. Al contrario, certo sensazionalismo giornalistico diffonde notizie che pendolano tra un incauto ottimismo, quasi una sorta di fideismo tecnologico, e un avventuroso quanto ingiustificato catastrofismo.

Non sei soddisfatto del modo in cui i media parlano del clima?

Ti confesso che non sono completamente soddisfatto perché se molte notizie sono strillate sensazionalisticamente è facile ingenerare emozioni e far sì che la gente veda bianco o nero.

E' ora di pensare ad un'informazione ecologicamente corretta, che spieghi anche come la questione della salute della nostra Terra non deve essere solo retaggio degli altri, in questo caso gli scienziati e i tecnologi, ma è un fatto che ci investe in prima persona.

Se si continua a mettere in luce solo le posizioni estreme degli scienziati, la reazione della gente non può che essere emotiva, con il risultato di avere una visione distorta e aberrata della realtà ecologica.

E' colpa dei giornalisti?

Per i giornalisti che si dedicano alla scienza, la chimera del sensazionalismo è sempre in agguato.

Il lettore ha necessità d'informazioni chiare e scientificamente provate, che sono poi quelle che realmente accrescono la sensibilità ecologica, senza cui non solo non è possibile emarginare il dicotomico di turno, ma non è possibile nemmeno discernere, secondo l'aureo "cui prodest", dove è situato il confine tra scienza e interesse economico.

Anch'io ho l'impressione che ci siano molti profeti del clima.

Il clima del nostro Pianeta è il risultato di moltissime interazioni tra l'atmosfera, gli oceani e la terraferma comprese tutte le specie esistenti, per cui è estremamente difficile costruire un modello matematico previsionale che contenga tutte le variabili in gioco. La principale difficoltà di previsione deriva dalla constatazione che piccole variazioni nelle condizioni iniziali producono grandi variazioni nel comportamento a lungo termine.

Quindi, diffida delle certezze e dei dogmi. Il procedere della scienza, anche quella del clima, è lento e faticoso e non può prescindere dall'applicazione rigorosa del metodo scientifico.

E sulle previsioni a lungo termine che cosa puoi dirmi?

In un sistema caotico come quello climatico gli errori di approssimazione dei dati in ingresso possono determinare errori sul risultato del 100%.

Da ciò discende che le previsioni climatiche hanno una scarsa attendibilità se si spingono molto in là nel futuro.

Ma evidentemente qualcuno non se ne cura. Mi è capitato di leggere che a causa del riscaldamento repentino del nostro Pianeta ci sarà una diminuzione dell'acidità degli oceani di 0,7 punti nel 2.250 e che tale fenomeno avrà conseguenze nefaste sulla fauna marina e sulla popolazione ittica.

Lascio a te ogni possibile commento.

Capisco che è difficile guardare così lontano.

Il problema è che tali previsioni o predizioni, come sarebbe più opportuno chiamarle in questo caso, hanno poco di scientifico e molto di profetologico.

Purtroppo alimentano molte cassandre che con mirabolante lessico precognitivo delineano scenari catastrofici che evidentemente poggiano su inconsistenti previsioni.

Sono convinto che ancora non c'è una teoria certa del clima globale: abbiamo in mano alcuni tasselli ma non il mosaico intero. Ed è per questo che bisogna essere molto cauti.

Hai detto che l'attendibilità dei risultati è fortemente dipendente dai dati in ingresso, ovvero dall'accuratezza delle misurazioni.

Proprio così. L'accuratezza delle misure è un fattore determinante nelle previsioni del clima futuro e nella fotografia del presente. Ad esempio, le reti di dati di rilevamento delle temperature al suolo sono concentrate vicino alle grandi città dei paesi industrializzati e non nei deserti o sulla superficie degli oceani, che coprono i tre quarti della superficie della Terra. Non si può quindi parlare di temperatura globale media del globo per il semplice fatto che non la si conosce in maniera puntuale.

Mi rendo conto.

Voglio aggiungere che è proprio per la mancanza di dati puntuali che anche i superpotenti computer quale *l'Earth Simulator* giapponese restituiscono non singoli valori ma intervalli di valori, che palesemente sottendono e rendono evidente l'incertezza di calcolo.

Se provi a spulciare i resoconti tecnici di svariati centri di ricerca puoi leggere che per “la fine del secolo si prevede un innalzamento della temperatura media del globo compreso tra 1,4 e 5,8 gradi centigradi e un aumento del livello del mare di variabile tra 9 e 90 centimetri”.

Quindi non sono sufficientemente attendibili?

Vedi, oltre all'incertezza delle condizioni iniziali, ossia la “fotografia” attuale dei parametri meteorologici globali, c'è anche l'impossibilità di prevedere come varieranno in futuro i cicli solari e le eruzioni vulcaniche, fattori che notoriamente hanno un'influenza sul clima.

Le analisi quantitative previsionali bisogna evidentemente farle, ma voglio metterti in guardia: i numeri, che hanno in sé un'aura di oggettività e rigore scientifico, spesso consentono di affermare tutto e il contrario di tutto. Possono ingannare più delle parole, trasformandosi in uno strumento potentissimo per far sembrare fatti quelle che sono solo opinioni.

Come fa un non addetto ai lavori a orientarsi?

La bussola del comune cittadino è la corretta informazione scientifica che non è soltanto necessaria ma è anche indispensabile. Oggi purtroppo siamo letteralmente bombardati da notizie contraddittorie che creano

confusione e smarrimento nei lettori e qualche volta anche negli addetti ai lavori.

In un tale contesto è facile cedere alle emozioni e lasciarsi catturare da certa profetologia scientifica.

Ecco perché l'informazione sul clima deve essere estremamente chiara e deve dare risposte esaurienti che evidentemente devono tener conto del grado di incompetenza del pubblico.

Tu che criterio usi per orientarti?

Personalmente mi fido solo di quegli scienziati che basano le loro idee sull'analisi dei fatti osservabili, come la chiara evidenza dell'aumento dell'anidride carbonica, che non offrono certezze future, che sono lontani da un certo presenzialismo scientifico sui mass media e da certe strutture economiche di potere.

Mi sembra un buon criterio.

E' un fatto risaputo quello della tendenza di qualche scienziato di pubblicare anche su autorevoli riviste di scienza notizie non sempre veritiere, che rispondono più a criteri economici che scientifici.

Non è un mistero per nessuno che ancora oggi scienziati di fama mondiale sono coinvolti in gravi scandali relativi alle loro ricerche.

A tal punto che qualcuno ha coniato il termine di "imbroglionica" per descrivere con lessico contemporaneo l'arte antica di imbrogliare.

Del resto non devi meravigliarti: la storia della scienza è piena di bugie, ne hanno dette Tolomeo, Galileo, Newton per citarne alcuni.

Non pensavo sinceramente che anche Galileo e Newton dicessero bugie.

Preciso che si tratta di piccole bugie che non intaccano minimamente l'onestà scientifica e il genio dei due giganti della scienza.

Quello che ciascuno di noi deve chiedere agli scienziati è l'umiltà di dire con chiarezza quello che si conosce, che non si conosce, che si crede di conoscere.

Sono d'accordo. Ma come la mettiamo con certo catastrofismo che imperversa ancora sui giornali?

Sono convinto che non si sia abbastanza riflettuto sulle emozioni negative di un'informazione confezionata e colorata con le più variegata tinte di catastrofismo.

Voglio ricordarti un episodio esemplificatore di paure ecologiche evocate negli utenti dell'informazione.

Qualche lustro addietro, un famoso rapporto elaborato dal Massachusetts Institute of Technology per il Club di Roma¹⁷, ha indotto molti a guardare all'utilizzo delle risorse naturali del nostro globo, compresi i combustibili fossili, come ad un vero e proprio attentato al Pianeta destinato a risolversi in un'inevitabile catastrofe. La crisi petrolifera degli anni settanta con le note conseguenze inflazionistiche e recessive, sembrò dar ragione ad alcune ipotesi del rapporto.

Ma ben presto ci si accorse che tale crisi aveva poco a che fare con la scarsità di risorse di combustibili fossili: si trattava di un esaurimento artificiale delle riserve petrolifere, determinato e voluto dai paesi arabi produttori di petrolio ostili ad Israele.

C'è da dire però che l'andamento dei principali indicatori ha sinora seguito piuttosto bene quanto previsto dagli scienziati del Club di Roma. L'umanità è comunque destinata a confrontarsi nei prossimi decenni con le conseguenze del superamento dei limiti fisici del Pianeta che secondo molti osservatori non sono poi così lontani.

E sulle prospettive catastrofiche della Terra, agitate ancora oggi da alcuni ambientalisti, che cosa puoi dirmi?

Mi lasciano indifferente specialmente dopo aver letto il libro "The end of Nature¹⁸" di Bill Mckibben. Un libro un po' fantasioso confezionato con il carisma della scientificità.

¹⁷ Il **Club di Roma** fu fondato nell'aprile del 1968 dall'italiano Aurelio Peccei e dallo scienziato scozzese Alexander King, insieme a premi Nobel, leader politici e intellettuali, fra cui Elisabeth Mann Borgese. Il nome del gruppo nasce dal fatto che la prima riunione si svolse a Roma, presso la sede dell'Accademia dei Lincei alla Farnesina.

¹⁸ Bill Mckibben è uno scrittore ambientalista americano.

Non lo voglio commentare perché il titolo si commenta da sé. Però mi dà lo spunto per sottolineare che il vero problema è la previsione a lungo termine degli effetti negativi del riscaldamento globale.

Ciò non è né facile né semplice: i modelli previsionali sull'evoluzione del clima hanno ancora margini di incertezza non trascurabili a causa dell'enorme massa dei parametri in gioco.

Sono sicuro che in futuro la capacità di previsione sarà sempre più elevata, ma sono convinto che nel frattempo, senza aspettare il verificarsi degli eventi, bisogna in ogni caso ridurre le emissioni dei gas ad effetto serra compatibilmente con la crescita economica mondiale.

Mi rendo sempre più conto dell'importanza di una corretta informazione scientifica.

Si, perché l'analfabetismo scientifico in campo ecologico, energetico, ambientale è un terreno fertile per i catastrofisti, i negazionisti, gli ottimisti incauti, i venditori di fumo.

Sono d'accordo.

Vorrei, però, precisare che a me piace essere propositivo. Detesto il ruolo del fustigatore- polemico. Ma con forza mi batto contro certe notizie catastrofiche perché sono comunque deleterie.

Chi legge ha necessità d'informazioni scientificamente provate che sono poi quelle che realmente accrescono la sensibilità ecologica.

Lasciami citare un proverbio cinese, risalente al 645 avanti Cristo.

“Quando fai piani per un anno, semina grano. Se fai piani per un decennio pianta alberi. Se fai piani per la vita, forma e educa le persone”.

Quindi molta informazione e soprattutto corretta?

E' una sana diffidenza verso certi sedicenti ecologisti che si dichiarano impegnati a riannodare i legami spezzati tra l'uomo e l'ambiente, autoproclamandosi paladini di salvezza contro quella parte dell'umanità che si diverte, in nome del progresso e della crescita economica, a rompere i grandi cicli naturali che governano l'ecosfera.

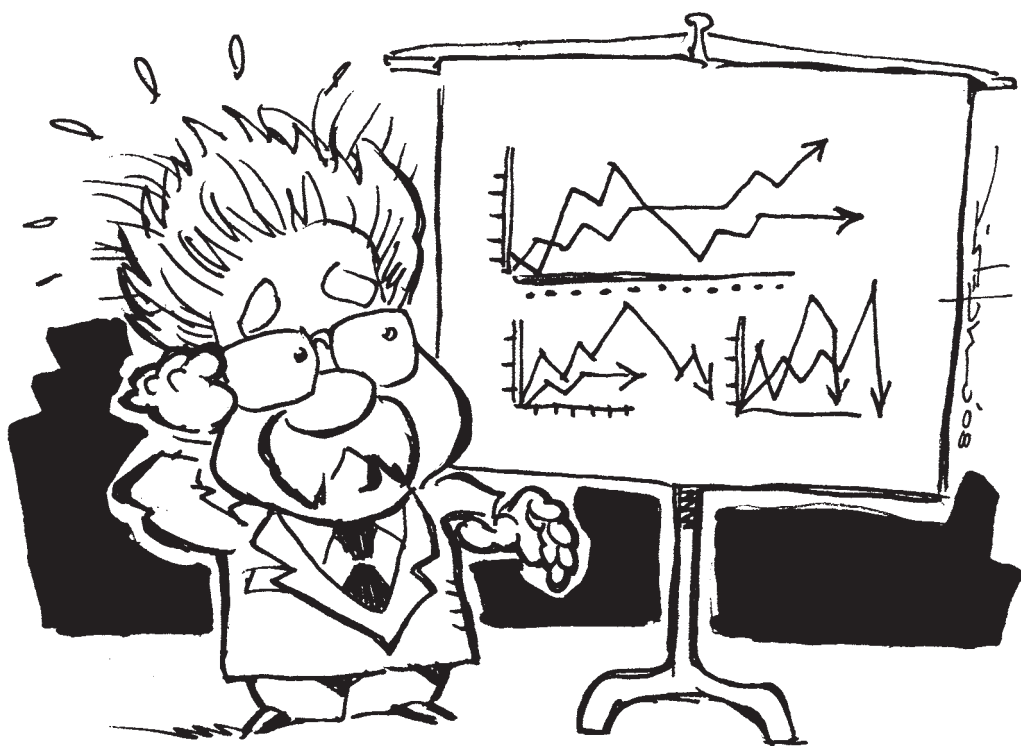
Gli eccessi come sempre non giovano a nessuno specialmente se conducono ad una contrapposizione pericolosa uomo - ambiente.

CAPITOLO VI

CLIMA ED ECONOMIA

*Non puoi prevedere l'avvenire,
puoi permetterlo.*

Antoine de Saint Exupery
(Citadelle)



Qual è l'accusa di fondo che gli ecologisti muovono ai modelli economici?

Fondamentalmente quella di non tenere conto, nella formazione del prezzo di un prodotto, dell'eventuale inquinamento degli elementi naturali quali l'acqua, l'aria, il suolo.

E' emblematico l'esempio del Prodotto Nazionale Lordo, ossia l'indicatore della ricchezza prodotta da una nazione in un anno, cioè il valore monetario di tutti i beni e di tutti i servizi. Il calcolo del Prodotto Nazionale Lordo prevede che al valore globale monetario sia sottratta una quota che rappresenta l'obsolescenza delle strutture produttive della nazione, senza ulteriori decrementi che quantifichino il deterioramento delle risorse naturali.

Che vuol dire tutto ciò?

Una nazione che distrugga rapidamente le proprie foreste per venderne il legname, o sfrutti i propri giacimenti di petrolio avrà certamente un Prodotto Nazionale Lordo elevato e quindi sarà considerata una nazione ricca poiché i guadagni sono considerati nelle statistiche economiche, le quali ignorano però il depauperamento del "capitale naturale".

Persino una petroliera che s'incaglia provocando un inquinamento marino appare, se si guarda al Prodotto Nazionale Lordo, come un incremento della ricchezza nazionale: le risorse umane, le attrezzature, la produzione di solventi, le barriere gonfiabili, sono considerati nel Prodotto Nazionale Lordo come attivo, ma nessuna voce passiva è considerata per i danni alla flora e alla fauna marina.

Mi sembra irrazionale.

Considerare i danni ambientali come "fattori esterni", cioè che non concorrono alla formazione del prezzo, a differenza dei costi del denaro e del

lavoro, considerati “fattori interni”, è grave errore che può, in futuro, ingenerare problemi di difficile soluzione.

L'economia dunque detta legge sull'ecologia?

Le ragioni dell'economia e della politica di rado coincidono con quelle dell'ecologia, anche per un aspetto molto importante: le scale temporali dell'ecologia sono incomparabilmente più lunghe delle scale dell'economia, che come noto sono estese a qualche decennio.

Per esempio, se oggi il petrolio fosse a buon mercato il problema del risparmio o meglio dell'efficienza energetica sarebbe poco sentito. Di contro, se come succede oggi il petrolio supera i 140 dollari al barile, risparmiare energia e aumentare l'efficienza energetica diventa una necessità indifferibile.

Riusciremo in un prossimo futuro a coniugare economia ed ecologia?

Senza uno sviluppo economico compatibile ed in equilibrio con l'ambiente difficilmente eviteremo che il nostro pianeta diventi una sterminata discarica pullulante di esseri umani. Dobbiamo sforzarci di cambiare modello di sviluppo perché è possibile creare ricchezza senza insultare l'ambiente come si sta facendo.

E' un compito arduo. Se ne parla da quasi dieci lustri.

Già agli inizi degli anni sessanta Galbraith¹⁹ in un libro poi divenuto famoso²⁰ mise in dubbio la validità del Prodotto Nazionale Lordo pro capite quale indicatore di benessere sociale.

Mi sono rimaste delle curiosità. Si può misurare il danno ambientale?

Recentemente, alcuni ricercatori hanno escogitato gli *ecopunti d'impatto* affidando all'eloquenza dei numeri la missione di far chiarezza nell'ormai aggrovigliato universo dell'ecologia.

¹⁹ John Kenneth Galbraith (1908 –2006) è stato un economista canadese naturalizzato statunitense. Insegnò nelle università di California, di Princeton, di Cambridge e di Harvard. Ebbe una notevole influenza sul pensiero economico del XX secolo, anche per il suo diretto impegno in politica.

Che cosa sono gli ecopunti?

Gli ecopunti si sono affacciati nel mondo degli ambientalisti qualche anno fa per effetto di uno studio di ricerca spagnolo.

Consideriamo l'energia elettrica che come sai si può produrre con il petrolio, con il sole, con il vento e anche con l'uranio e così via.

Se prendiamo in esame ciascun modo di produzione possiamo individuare gli effetti sull'ambiente del riscaldamento totale, del depauperamento dello strato di ozono, di acidificazione, eutrofizzazione, metalli pesanti, sostanze cancerogene, radiazioni ionizzanti, scorie radioattive, nebbia fotochimica.

Tali effetti si possono concentrare in cifre ovvero in *ecopunti di impatto* che rappresentano il valore monetario del danno ambientale prodotto nelle diverse fasi del ciclo di vita di ogni tecnologia di produzione di energia elettrica.

Gli ecopunti danno subito un'immediata percezione della bontà ambientale di una tecnologia di produzione. Evidentemente più ecopunti d'impatto sono assegnati ad una tecnologia, più alto è il livello di penalizzazione ambientale.

Il quadro che ne viene fuori premia l'energia eolica e il fotovoltaico rispettivamente con 65 e 461 ecopunti. Il petrolio e l'energia nucleare ricevono rispettivamente 1398 e 672 ecopunti.

Ti avverto che sono dati più qualitativi che quantitativi. Il problema di misurare l'impatto ambientale o se preferisci le esternalità è complesso e non sempre preciso perché sono tanti i fattori che entrano in gioco.

Che significa esternalità?

E' un termine, preso a prestito dall'economia, per monetizzare l'effetto delle pressioni sull'ambiente delle varie attività dell'uomo. Un po' come gli ecopunti. Purtroppo, al mondo non mancano le nazioni che in barba agli ecopunti continuano a inquinare vantaggiosamente.

²⁰ J.K. Galbraith, *La società opulenta*, Boringhieri, Torino 1970.

Vuoi dire che inquinare è vantaggioso?

Su scala mondiale chi riesce a scaricare nei fiumi, nel suolo o in aria i rifiuti della produzione industriale è economicamente premiato, poiché non sostenendo le spese di depurazione, potrà vendere a prezzi più bassi. Chi, come nei paesi più industrializzati, è soggetto a leggi che definiscono con molta precisione la composizione e la concentrazione limite degli inquinanti che si possono rilasciare in ambiente, ed è quindi “co-stretto” a non inquinare, a meno, in teoria, di multe salatissime, è sotto l’aspetto economico più svantaggiato.

Ciò spiega la delocalizzazione di alcune industrie inquinanti?

Proprio così. Molte industrie emigrano nei Paesi in via di sviluppo dove, accanto ad una manodopera a basso costo, le autorità locali chiudono un occhio sugli inquinanti rilasciati in ambiente.

Allora non c’è compatibilità tra sviluppo e tutela dell’ambiente?

Sarebbe opportuno definire cosa intendiamo per sviluppo. Sono d’accordo con il Nobel Amartya Sen quando afferma che lo sviluppo non può essere inteso soltanto come incremento del reddito nazionale lordo o dei redditi personali.

E che non può essere separato dalle preoccupazioni ecologiche e più in generale dalla prospettiva più ampia della lotta alla povertà e delle libertà effettive degli esseri umani. Non ci può essere qualità della vita con una terra inquinata.

Ma è possibile uno sviluppo compatibile con l’ambiente?

Lo sviluppo umano non può prescindere dall’ambiente. Già nel 1987, il rapporto della Commissione Mondiale per l’Ambiente, presieduta da Gro Brundtland, metteva in evidenza tale nesso.

Dipenderà dal punto d’incontro tra i promotori dello sviluppo, a cui si collega la riduzione della povertà, e i sostenitori ad oltranza della conservazione dell’ambiente che troppo spesso, ed erroneamente, è considerato come lo stato di natura.

L’ambiente si trasforma, non è pensabile un ambiente immutato nel tempo.

Bisogna trovare un punto di equilibrio tra le opportunità che l'ambiente offre e i bisogni dell'uomo.

Bada bene, non quelli figli di un certo consumismo nevrotico e dissennato, ma quelli naturali e necessari di epicurea memoria.

Troveremo il punto di equilibrio?

E' difficile dirlo. Dipenderà dalle scelte che l'umanità farà rispetto ai limiti delle risorse e alla capacità di adattamento del nostro Pianeta.

Noi non sappiamo con certezza se è tardi o se c'è ancora un margine per invertire la rotta.

Comunque sia, è opportuno e necessario mettere mano alla barra e dotarsi di una bussola.

INDICE

<i>Prefazione</i>	pag.	5
<i>Introduzione</i>	»	9
1. Il clima e i suoi effetti	»	11
2. I modelli matematici e il clima	»	21
3. Gli scienziati e il clima	»	27
4. Le organizzazioni internazionali e il clima	»	37
5. Informazione e clima	»	47
6. Clima ed economia	»	55

Note sull'Autore

Laureato al Politecnico di Milano in Ingegneria Meccanica, ha svolto attività di ricercatore industriale nei settori delle fonti rinnovabili e del risparmio energetico.

Attualmente svolge attività di consulenza energetica e di divulgazione scientifica in ambito ambientale.

È iscritto nell'Albo dei Giornalisti ed è socio UGIS (Unione Giornalisti Italiani Scientifici).

Finito di stampare nel mese di Luglio 2008
Tipolitografia A. SPADA - Ronciglione (VT)
per C&C COMMUNICATIONS s.r.l. - Roma - Tel. 06.85387151