

LU

ORIZZONTI

I MUTAMENTI CLIMATICI

degli ultimi decenni non derivano solo da cause naturali ma sono il risultato anche dell'azione dell'uomo. Lo affermano tutti i dati scientifici in nostro possesso. E se non si interverrà gli effetti saranno irreversibili

di Luca Mercalli

Ma il mondo non è un malato immaginario

EX LIBRIS

Lo scienziato nel suo laboratorio non è solo un tecnico, è anche un bambino davanti a fenomeni della Natura che lo affasciano come un racconto di fate

Marie Curie



Frammenti dell'«Infinito» di Luigi Ghirri (Meltemi editore)

Nella rivista

Luca Mercalli, climatologo, presiede la Società meteorologica italiana e, oltre agli incarichi universitari, collabora a *Che tempo che fa* su Raitre. Il suo intervento apparirà sul sesto numero di *Vita e*

Pensiero, in uscita dopodomani. Tra i numerosi contributi ospitati dalla rivista dell'Università cattolica, un dialogo tra Charles A. Kupchan e Vittorio Emanuele Parsi su *La quarta era: la prossima fase*

delle relazioni atlantiche, Ludwig Van Heucke su *2007, l'anno delle megalopoli*, una discussione sul «canone» letterario tra Alfonso Berardinelli, Carlo Ossola e Uberto Motta.

Sc'è un paradiso dei luoghi comuni, questo può ben essere rappresentato dalle opinioni sul clima. Chiunque, in qualsiasi sede, si sente legittimato a pronunciarsi in merito alla normalità o eccezionalità dei fenomeni, o sulla loro mutabile stazionarietà piuttosto che capricciosa variabilità. Nulla di male, è tradizione secolare, e già Leopardi, nello Zibaldone, faceva osservare tale vizio diffuso. Ma si era allora verso il 1820 e la scienza del clima era ai suoi albori: il primo tomo di *Kosmos*, la monumentale opera di Alexander von Humboldt che pone i fondamenti della climatologia, è del 1845.

Via via che la fisica dell'atmosfera progrediva, i luoghi comuni avrebbero dovuto dissiparsi così come si sono – almeno in parte – dissipati in campo medico, farmaceutico, agronomico, biologico. Ciò invece non è avvenuto, molte acqui-

In materia di clima circolano ancora molti luoghi comuni diffusi da giornalisti ignoranti ma anche da blasonati studiosi

sizioni scientifiche continuano a rimanere confinate nella letteratura specialistica e stentano a divenire patrimonio collettivo. Perché? Certamente ciò è dovuto alla complessità del sistema clima, che è il frutto di innumerevoli interazioni dinamiche tra radiazione solare, atmosfera, ghiacci, oceani, suoli, vegetazione, microrganismi e, in ultimo in termini temporali, attività umane. Ciò chiama in causa numerose discipline e rende difficile comprendere i rapporti diretti di causa-effetto a cui la fisica deterministica e i successi tecnologici hanno abituato gran parte delle persone nel corso degli ultimi tre secoli, studiando fenomeni che possono essere isolati dal contesto reale e analizzati singolarmente in laboratorio. La climatologia, pur facendo uso di un vasto patrimonio di ferree leggi fisiche, deve infatti confrontarsi anche con la complessità, intesa come dominio dei fenomeni non lineari, laddove più che il rapporto di causa-effetto,

nell'espressione del risultato percepibile dall'uomo – la temperatura piuttosto che l'intensità di pioggia – imperano retroazioni, effetti soglia, monotone resilienze e subitane fratture. A ciò va aggiunto il fatto che il clima terrestre è uno e indivisibile, non è possibile eseguire esperimenti separati in laboratorio, e la sola astrazione semplificata possibile è la creazione di modelli matematici di simulazione a calcolatore. Tali modelli sono ovviamente una rappresentazione molto primitiva e incerta della realtà fisica, tuttavia essi sono in grado di spiegare molti comportamenti della macchina climatica fornendo, se non i dettagli che tutti vorrebbero, almeno le tendenze di fondo e gli orientamenti principali su cui basare le proprie strategie.

Ebbene, a quarant'anni da quando Syukuro Manabe del Geophysical Fluid Dynamics Laboratory di Washington propose il primo modello numerico di simulazione del clima (derivato da quello della previsione del tempo, già sviluppato da Jule Charney nel 1950), la teoria del riscaldamento globale ha fatto enormi progressi, resi possibili dai supercalcolatori. Attualmente la ricerca climatica fa uso del più potente computer del mondo, il BlueGene/L. Ibm installato al Lawrence Livermore National Laboratory (Llnl) dell'Università della California, con una prestazione di 280,6 teraflops (280.600 miliardi di operazioni al secondo). Il computer giapponese Earth Simulator esclusivamente concepito per lo studio del «clima virtuale» e che fino al 2004 con 36 Tflops era in testa alla classifica mondiale, è oggi al quattordicesimo posto, a testimonianza della rapidissima evoluzione del settore (www.top500.org). Questi pochi spunti dovrebbero essere sufficienti per comprendere che la climatologia è una scienza complessa, vasta e d'avanguardia, portata avanti da svariate migliaia di qualificatissimi ricercatori in tutto il mondo: nel 1995 è stato assegnato un premio Nobel per la chimica specifico per un problema meteorologico – il buco dell'ozono – a Paul Crutzen, Mario J. Molina e F. Sherwood Rowland. Eppure i luoghi comuni a carico della scienza del clima impazzano oggi più che mai, come se si trattasse ancora di una disciplina medievale fatta di speculazioni soggettive e superstizioni. Giornalisti talora arroganti e pure blasonati docenti di materie estranee alla climatologia fanno sfoggio della loro incompetenza affermando che dati e teorie sul riscaldamento globale sono falsi, presentando, più che prove, futuri opinioni. L'intento è mostrare che la comunità scientifica è divisa e che le incertezze sono tali da scongiurare ogni presa di posizione politica ed economica per il futuro. Espressione principe di tale obiettivo è stato il libro del romanziere

americano Michael Crichton *Stato di paura* (2005) che, utilizzando ad arte citazioni estratte dalla letteratura scientifica e avulse dal loro contesto, getta discredito su un'ampia branca della geofisica.

Spesso le obiezioni nei confronti delle variazioni climatiche di origine antropica fanno riferimento a teorie ormai prive di fondamento, ampiamente smontate dalla ricerca internazionale (www.realclimate.org).

Si ripete che solo negli anni Settanta i climatologi temevano l'arrivo di una nuova era glaciale e pochi anni dopo passavano improvvisamente agli allarmi sul *global warming*: in realtà erano i romanzi di fantascienza a favoleggiare del ghiaccio, mentre ancora Manabe nel 1975 pubblicava sul *Journal of the Atmospheric Sciences* i risultati del riscaldamento dell'atmosfera attesi per un raddoppio della concentrazione di CO₂. Altro che era glaciale! Si ripete che nel Medioevo la vite cresceva in Inghilterra, dimenticando che vi cresce e fruttifica tuttora e che comunque mille anni fa sulla sua coltura, spinta anche al di là delle sue possibilità climatiche, pesavano soprattutto fattori economici e commercia-

Le ultime decadi hanno fatto registrare temperature che sfiorano i massimi termici da un milione di anni a questa parte

li. Si ripete che il riscaldamento osservato dalle stazioni meteorologiche deriva dall'espansione urbana delle città, dimenticando che è visibilissimo anche nelle serie di rilevamento d'alta quota nel cuore delle Alpi, come ha recentemente dimostrato il progetto internazionale Alp-Imp (www.zamg.ac.at/ALP-IMP/) e come dimostra visibilmente l'arretramento dei ghiacciai, ridotti del 50 per cento nel corso dell'ultimo secolo e destinati a scomparire entro il 2100 secondo i ricercatori dell'Università di Zurigo. Si ripete che l'*Intergovernmental Panel on Climate Change* (Ipc) è un organismo internazionale corrotto e di parte, ignorando che esso si limita a raccogliere e sintetizzare l'apporto scientifico di circa 3000 ricercatori di tutto il mondo, che non risultano integrati in una struttura ideologica controllabile a piacimento. Si ripete che è inutile preoccuparsi delle attuali tendenze climatiche, tanto sono solo temporanee in quan-

to nel clima esistono cicli regolari, ignorando le acquisizioni della paleoclimatologia, che mostrano l'estrema sensibilità del sistema terrestre a variazioni sia esterne (radiazione solare) sia interne (circolazione oceanica, distribuzione foreste) tali da impedire l'esatta riproducibilità futura dei climi del passato.

E proprio la graduale e capillare indagine di ricostruzione dei climi del passato è stata fondamentale nel reperire dati utili alla verifica a posteriori dei modelli teorici di simulazione. In sostanza, per validare i processi fisici introdotti in un modello climatico, lo si fa funzionare nel passato, al fine di confrontare i risultati ottenuti con i dati reali e apportare le necessarie correzioni fino alla corretta ricostruzione del segnale. La paleoclimatologia è divenuta così una vivacissima scienza interdisciplinare (si veda la banca dati Pages, www.pages.unibe.ch/index.html) che integra i contributi della glaciologia, della palinologia (analisi dei pollini fossili), della sedimentologia (analisi di antichi depositi di organismi marittimi o lacustri, coralli), della dendrocronologia (analisi degli anelli di accrescimento degli alberi), della geochimica (analisi di rapporti isotopici, depositi di ceneri vulcaniche e di inquinanti antropici). Uno dei maggiori successi in questo campo è derivato dalle carote glaciali profonde estratte in Groenlandia e in Antartide. L'ultimo risultato è relativo alla carota antartica «Dome C» Epica (European Project for Ice Coring in Antarctica), di oltre 3200 metri di profondità, che ha permesso la ricostruzione di alcuni parametri atmosferici fino a 750 mila anni dal presente, dalla quale emerge come la concentrazione di CO₂ durante gli 8 cicli climatici esplorati è rimasta compresa tra 190 parti per milione in volume (ppmv) nei periodi glaciali e 300 ppmv negli interglaciali. Tale analisi conferma che l'attuale valore di 381 ppmv di CO₂, causato dalle emissioni di origine umana e peraltro in continua crescita, è un massimo assoluto in grado di alterare gli equilibri climatici in modo del tutto inedito, almeno alla scala dell'ultimo milione di anni. C'è effettivamente qualcosa di nuovo sotto il sole. Anche il recente studio di James Hansen e collaboratori (Nasa-Giss), confrontando dati strumentali dell'ultimo secolo con il contenuto di magnesio dei gusci di organismi fossili del Pacifico, è giunto alla conclusione che gli ultimi decenni sono i più caldi da 12 mila anni e sfiorano i massimi valori termici dell'ultimo milione di anni, dai quali non distano per più di 1°C; oltrepassata tale soglia la Terra si trasformerà in un pianeta diverso da quanto conosciamo. Negli ultimi trent'anni l'incremento termico globale è stato di 0,2°C per decennio, un tasso di

crescita che ci avvicina pericolosamente ai limiti noti.

In sintesi, da un punto di vista delle prove scientifiche non sembrano più esservi dubbi che sia in atto un rapido aumento termico a scala planetaria. Il dibattito è ora spostato sul fatto che il legame causa-effetto del riscaldamento globale con le emissioni di gas serra di origine antropica sia più o meno evidente rispetto alle sole cause naturali – quali le variazioni di intensità della radiazione solare – ritenute trascurabili. Su ciò si basano le – ancora troppo timide – scelte politiche ed economiche di riduzione delle emissioni tramite il Protocollo di Kyoto, ma la comunità scientifica è in netta prevalenza orientata verso l'ipotesi di forte legame tra aumento termico e concentrazione di CO₂ e metano, da cui consegue l'assunzione di responsabilità internazionale prima che un ulteriore aumento dei gas serra inneschi fenomeni climatici irreversibili alla scala dei tempi umani. Sotto questo aspetto, a fini decisionali si chiede ai modelli di simulazione del clima futuro una certezza e una precisione che essi non sono ancora in grado di dare (si veda G. Visconti, *Clima estremo*. Un'introdu-

Se non si ridurranno le emissioni di gas le previsioni sono concordi nell'indicare un aumento da 2 a 6 gradi entro il 2100

zione al tempo che ci aspetta, 2005) ma gli scenari prospettati sono piuttosto concordi nell'individuare un aumento termico compreso tra 2 e 6°C entro il 2100, a seconda dei carichi di emissione e delle scelte di contenimento che verranno attuate. L'incertezza dei modelli non deve dunque rappresentare un pretesto per la mancata attuazione di politiche volte alla riduzione dell'uso dei combustibili fossili e all'arresto della deforestazione: sarebbe come evitare di prescrivere una cura a un malato che non presenta ancora i sintomi inequivocabili di una malattia grave, ma mostra tuttavia negli esami del sangue una serie di parametri fortemente al di fuori della norma. In questo contesto delicato e complesso, la continua propagazione di luoghi comuni ormai ampiamente smentiti, è un fattore di inquietante incertezza sociale ben superiore all'incertezza fisica dei modelli climatici.