

Riscaldamento globale, effetto serra, clima futuro: analisi critica

Riscaldamento globale, effetto serra, clima futuro: analisi critica [Roberto Vacca non è un climatologo, ma un ingegnere sistemista che ha cercato di capire chi abbia ragione fra tanti esperti in disaccordo] La percentuale di anidride carbonica (CO₂) nell'atmosfera cresce. Nel 1958 era di 315 ppm (parti per milione), cioè in totale 670 Gt (miliardi di tonnellate) di carbonio; nel 2004 era 377 ppm (798 Gt). Da circa 30 anni sentiamo ripetere ovunque: "Questa crescita intensifica l'effetto serra e fa salire la temperatura dell'atmosfera in modo preoccupante." Il processo viene chiamato riscaldamento globale - global warming. Alcuni scienziati (fra cui J.E. Hansen, NASA, D.A. Lashhof, Environment Protection Agency USA (EPA) dicono che la temperatura dell'atmosfera crescerà di 4 o 5°C nei prossimi 50 anni. Quindi si scioglierebbero grandi masse di ghiaccio in Antartide e in Groenlandia tanto da far salire il livello dei mari che nell'ultimo secolo sarebbe cresciuto di 10 centimetri. La tesi che l'aumento del CO₂ nell'aria causato dall'uso dei combustibili fossili (carbone, petrolio, metano). Se non limitiamo drasticamente queste emissioni - dicono - il processo si accentuerà. Fra un secolo il livello dei mari si sarà innalzato di qualche metro: le città costiere andranno sott'acqua. John T. Hardy (Climate Change, Wiley, 2003) riporta il parere di esperti secondo i quali l'imminente innalzamento di 1 metro del livello del mare inonderebbe decine di migliaia di km² nelle zone costiere e forzerebbe la migrazione di milioni di persone in USA, in Europa, in Asia, in Africa.

Questi punti di vista sono considerati ormai una verità ufficiale. Li incorpora il Protocollo firmato a Kyoto nel 1997 dai governi di 150 Paesi. Questi, tutti insieme, producono circa il 60% dell'anidride carbonica immessa nell'atmosfera. L'obiettivo è diminuire le emissioni di CO₂ fino a tornare nel 2012 a un livello del 7% inferiore a quello del 1990. Il Protocollo di Kyoto è stato ratificato anche dalla Russia, ma non dagli USA che lo ritengono dannoso allo sviluppo della loro economia. Infatti, per applicarlo dovrebbero adottare misure intese ad aumentare i rendimenti, diminuire i consumi energetici, passare a tecnologie diverse e a fonti rinnovabili di energia. Sostengono che se applicassero le regole di Kyoto, creerebbero 5 milioni di disoccupati e subirebbero perdite economiche fino a 62 G\$ al 2010 e fino a 102 G\$ al 2020. Non sono cifre enormi: circa l'1% del PIL americano, ma ugualmente le considerano inaccettabili. È strano che queste teorie siano state accettate così largamente, dato che solo il 15% dell'effetto serra dipende dal CO₂ (predomina nettamente l'effetto del vapore acqueo e anche il metano ha un effetto sensibile). L'argomento critico: esiste davvero un rischio grave? I pareri sono divisi. I catastrofisti e i loro oppositori (secondo i quali le attività antropiche non influiscono quasi affatto sul clima globale) si affrontano sui giornali, in TV, in acri dibattiti pubblici. Firmano a migliaia appelli e manifesti e pubblicano commenti venefici sostenendo che i firmatari dei documenti degli avversari sono pochi e poco qualificati. Cominciamo col rileggere la storia delle teorie sull'argomento e analizziamo, poi, i numeri, le risultanze empiriche e le teorie. La storia dell'effetto serra e del clima terrestre è piena di intuizioni brillanti e anche di calcoli sbagliati - e di calcoli giusti. Curiosamente una previsione errata fu avanzata da John von Neumann, il famoso matematico di origine ungherese, davanti al quale Dennis Gabor (il fisico che vinse il Premio Nobel per aver inventato l'olografia) raccontava di essersi sentito come lo scemo del villaggio. Von Neumann, oltre ad aver elaborato teorie e fatto scoperte notevoli definì la struttura dei primi computer: quello costruito all'Università di Princeton si chiamava JOHNNIAC in suo onore. Von Neumann elaborò anche la teoria dei modelli climatici chiamati, poi, GCM o General Circulation Models. In questi modelli l'intera atmosfera viene suddivisa in decine di migliaia di celle elementari. Si calcolano le influenze meccaniche e termodinamiche fra le celle, mirando a prevedere ogni futuro evento meteorologico. L'approccio è interessante e serve a prevedere il tempo atmosferico con vari giorni di anticipo. I modelli sono inadeguati a formulare previsioni a lungo termine e von Neumann sostenne nel 1955 che l'insuccesso dipendeva dalla scarsa velocità dei computer del tempo. Vaticinò che per il 1980 la velocità dei computer sarebbe stata tanto alta da permettere previsioni a mesi o forse anni di distanza. Non andò così. Ora i computer sono molti milioni di volte più veloci di quanto lui prevedeva, ma il clima futuro non si riesce a calcolare: dipende da un numero eccessivo di fattori in modi ancora non chiariti. I calcoli giusti servono a illustrare quali siano i punti di vista più ragionevoli in merito alle variazioni del clima passate e future. I processi coinvolti sono tanto complessi che le certezze raggiunte sono scarse e le questioni opinabili. Il fisico e matematico francese Fourier formulò per primo la teoria fisico-matematica della trasmissione del calore e scoprì le serie matematiche (note con il suo nome) indispensabili per analizzare ogni tipo di fenomeni periodici (e anche le variazioni del clima come vedremo più oltre). Nel 1824 fu anche il primo a capire che l'atmosfera produce un effetto serra sul nostro pianeta: l'energia irradiata dalla Terra verso lo spazio è minore di quella ricevuta dalla radiazione solare (che ha una lunghezza d'onda minore). Se non ci fosse l'atmosfera, non ci sarebbe effetto serra e la temperatura media della superficie terrestre sarebbe di 33°C più bassa di quella attuale (che è di 15°C) cioè di -18°C (18 gradi sotto zero). Dalla metà del secolo XIX si affermò sempre più chiaramente l'idea che molti millenni fa la Terra aveva attraversato ere glaciali. Gli studiosi che la svilupparono erano K. Schimper (il primo a parlare di Eiszeit = era glaciale), lo svizzero L. Agassiz, lo scozzese J. Croll. Nessuno, però, era in grado di stimare la durata, né la successione di queste presunte ere. Nel 1896 il chimico svedese (premio Nobel) Svante Arrhenius sostenne che l'uso continuato del carbone come combustibile avrebbe raddoppiato nei prossimi tre millenni la quantità di CO₂ nell'atmosfera, accentuando l'effetto serra e producendo un aumento di 5°C della temperatura media dell'aria. Arrhenius non disponeva, però, di misure attendibili delle temperature antiche, né di serie storiche del tasso di CO₂ presente nell'atmosfera. Gli astronomi, intanto, avevano misurato con precisione le caratteristiche geometriche del moto della Terra. Già nel 1842 il matematico francese Alphonse Adhemar aveva sostenuto che le ere glaciali fossero causate da variazioni nell'orbita terrestre. L'idea fu ripresa dall'ingegnere (e astronomo) serbo Milutin Milankovitch che dal 1912 al 1940 calcolò accuratamente (a mano!) gli effetti sull'energia solare irradiata sulla terra di tre ordini di fenomeni: la variazione dell'eccentricità dell'orbita ellittica della Terra con periodo di 100.000 anni, la variazione dell'inclinazione dell'asse terrestre (tra 22° e 25°) c

periodo di 40.000 anni. La precessione degli equinozi che ha un periodo di 22.000 anni

La figura precedente riporta i diagrammi dei 3 tipi di fenomeni citati con i loro periodi di 100.000, 40.000 e 22.000 anni. Il quarto diagramma da sinistra mostra l'effetto cumulativo sull'entità della radiazione ricevuta dalla terra. Milankovitch asserì che le variazioni corrispondenti sono la causa delle ere glaciali verificatesi negli ultimi 800.000 anni. La teoria destò notevole interesse, ma fu poi criticata in base alla considerazione che non dava conto in modo adeguato delle risultanze climatiche relative ai due emisferi terrestri. L'astronomo inglese Sir Fred Hoyle avanzò una teoria alternativa attribuendo la causa delle ere glaciali all'impatto di grossi meteoriti di pietra che causavano l'inizio di un'era glaciale per il polverone sollevato - tale da oscurare il sole per una decina di anni. La diminuzione della temperatura avrebbe causato il congelamento dell'umidità dell'aria a formare piccolissimi aghetti di ghiaccio (detti "polvere di diamante") che avrebbero poi riflesso la radiazione solare tenendo bassa la temperatura per millenni. La fine del freddo sarebbe stata causata dall'impatto di un grosso meteorite metallico cui conseguiva la presenza di particelle metalliche che assorbendo la radiazione solare e avendo un basso calore specifico, facevano sciogliere la polvere di diamante. Si innalzava la temperatura dell'aria e cominciava un'era interglaciale. La tesi di Hoyle fu abbandonata, mentre a partire dagli anni Settanta trova ampia conferma la teoria di Milankovitch basata sulle variazioni dell'orbita terrestre (vedi box alla pagina precedente). Furono analizzati, infatti, i carotaggi di ghiaccio eseguiti fino alla profondità di alcuni chilometri nell'Antartide dalla spedizione Vostok. Di questo ghiaccio profondo si può determinare in base alla profondità. I campioni contengono bolle d'aria: analizzandole determina la percentuale di CO2 atmosferico in epoche remote. La temperatura media dell'atmosfera in cui questi campioni si congelavano nei ghiacci si determina in funzione del rapporto fra le quantità dei due isotopi dell'ossigeno 18O e 16O. I diagrammi della figura precedente mostrano le variazioni della temperatura atmosferica rispetto a medie contemporanee (curva blu), il tasso di CO2 in ppm (curva verde) e la quantità di polveri nell'atmosfera (curva rossa). I primi due essenzialmente coincidono coi diagrammi di Milankovitch relativi alla insolazione della superficie terrestre determinata in base a elaborazioni di dati astronomici. Se ne deduce che le variazioni della temperatura sono determinate da regolarità della posizione e del moto della terra. Sono esse, quindi, a causare le variazioni della % di CO2 nell'atmosfera e non viceversa. Non è l'aumentato effetto serra che produce il riscaldamento globale, ma l'innalzamento di temperatura che fa crescere la percentuale di CO2 e questa contribuisce a sua volta all'aumento di temperatura. **BILANCIO CO2** Ma, allora, quali sono gli argomenti sui quali si basa il convincimento che sono gli uomini a influenzare la composizione dell'atmosfera e a causare il riscaldamento globale? Attualmente il contenuto di CO2 dell'atmosfera cresce di 1,6 ppm all'anno, il che corrisponde a 3,3 Gt/anno. E' un aumento notevole - e lo analizzo più oltre. Da dove viene questa anidride carbonica? Si valuta che due contributi notevoli e abbastanza facili da misurare siano: **Combustione di gas, carbone, petrolio** 5,5 Gt/anno **Deforestazione e attività agricole** 1,5 Gt/anno **Totale** 7,0 Gt/anno **Aumento CO2** 3,7 Gt/anno **Differenza assorbita dall'ambiente** 3,3 Gt/anno **Dunque, l'aumento di CO2 atmosferico costituisce poco meno del 50% del CO2 emesso nell'atmosfera per effetto di attività umane.** La domanda: "Dove va a finire il resto?" è mal posta. Come in contabilità, non possiamo calcolare questi bilanci per differenza. Infatti esistono altre fonti e altri assorbitori di CO2. Occorre considerare tutti i modi in cui l'anidride carbonica è immagazzinata sul nostro pianeta. Testi autorevoli (ad es.: Guido Visconti, L'atmosfera, Garzanti, 1989) dicono che il carbonio presente nell'atmosfera come CO2 pesa 800 miliardi di tonnellate. La biosfera (alberi e piante) ne contiene 2.000 miliardi di tonnellate e i mari 37.000. E' ragionevole pensare che comandino i mari - in base a meccanismi ancora non del tutto compresi (v. Lai, C.C. et al - Topics in Catalysis, Kluwer Academic, 2005). Ma L.C. Smith e altri hanno pubblicato sulla rivista SCIENCE (Vol.303, 16/1/2004) un lavoro sui meccanismi per cui gli enormi depositi di torba nel Nord della Russia funzionano come assorbitori di carbonio e come fonti globali di metano. [Uno solo di questi occupa 600.000 km2 (il doppio dell'area dell'Italia) e a seconda della temperatura assorbe o emette enormi quantità di metano e di CO2]. Esistono notevoli incertezze sulla quantità di carbonio contenuta in questi depositi formati durante l'olocene, cioè negli ultimi 12.000 anni. Le stime variano da 270 a 1050 Gt. L'assorbimento di CO2 e l'emissione di metano varierebbero in funzione della temperatura: le quantità coinvolte sono notevoli da superare notevolmente quelle elencate nel bilancio riportato qui sopra. L'effetto delle attività antropiche va, quindi, ridimensionato per ragioni di una. **Le variazioni della temperatura e dell'anidride carbonica atmosferica sono causate in modo predominante da eventi astronomici.** Infatti il grafico precedente mostra, una correlazione di quasi il 100% fra temperatura e CO2, ma la periodicità non è precisa, come ci attenderemmo da una sequenza di eventi che ha cause astronomiche. Gli intervalli di tempo fra i massimi di temperatura (evidenziati nella tabella seguente) a partire dall'epoca attuale sono di 130.000, 110.000, 95.000 e 85.000 anni. [Incidentalmente il massimo di temperatura attuale non sembra ancora raggiunto - per cui dovremmo attenderci un aumento della temperatura atmosferica unicamente in base alle risultanze in merito al paleoclima].

Interglaciali prima del massimo attuale	secondo	terzo	quarto	Massimi di temperatura, (k anni fa)
140-170	240-260	340-360	420	20-50

Se consideriamo, per gli intervalli fra i minimi di temperatura, vediamo che sono lunghi e che il periodo di 100.000 anni ricade ogni volta entro la variazione periodica. Dunque l'analisi di Fourier dei diagrammi di un periodo di 100.000 anni e la ripetizione dei cicli glaciali e interglaciali dipende essenzialmente dal cumulo di circostanze rilevato da Milankovitch. La forma d'onda del processo viene deformata da numerosi fattori. L'aumento del tasso di anidride carbonica (dovuto all'aumento della temperatura) causa un aumento dell'effetto serra che amplifica il riscaldamento. Effetto analogo prodotto dalla diminuzione dell'albedo le superfici ghiacciate hanno area minore e riflettono verso lo spazio meno energia solare. Si ha un forte feedback positivo, il che spiega perché le salite di temperatura alla fine delle glaciazioni sono così ripide. Entrano in gioco, poi altri fattori, fra cui l'attività solare

differenze fra valori calcolati e valori misurati, divisa per la media dei valori. La costante di tempo τ il tempo per passare dal 10% al 90% del valore dell'asintoto.

Serie storica	Asintoto	Errore standard	Costante di tempo	B	C	1959-76
512 ppm	5.12 E-04	513 anni	.856	-0.897	1976-2006	424 ppm
2.865	-3.829	Questa analisi indica che a partire dal 1976 la concentrazione atmosferica del CO2 aumenta piú velocemente che negli anni precedenti, ma mira a un asintoto piú basso, di 424 ppm, che dovrebbe essere raggiunto nei primi decenni del XXII secolo (vedi diagramma seguente). I due valori dell'errore standard riportati in tabella sono estremamente bassi, il che indica che questa analisi è molto plausibile. Se le rilevazioni future effettuate a MaunaLoa confermeranno che la tendenza attuale del fenomeno mira a un valore della concentrazione di 424 ppm (solo il 13% maggiore del livello del 2003), avremo un altro elemento che ci induce a ridurre (o ad annullare) il timore che l'aumento della temperatura atmosferica dipenda dalla concentrazione crescente del CO2 atmosferico. Nella terza colonna della tabella alla pagina precedente è riportata la differenza fra il valore di ogni anno e quello dell'anno prima. Tale differenza supera 2 ppm negli anni: 1973, 1988, 1995, 1998 e 2002-2006. Appare dunque improbabile che esista una correlazione fra l'aumento della concentrazione di CO2 e il fenomeno ENSO (El Niño Southern Oscillation = Oscillazione Meridionale El Niño) dato che El Niño (il noto riscaldamento della superficie marina nel Pacifico meridionale) si verificò intensamente negli anni 1973, 1983, 1993 e 1998 - solo in 2 anni (ma non in altri 7) coincisero l'ENSO e un aumento maggiore di 2 ppm.				

Non è ragionevole pensare, dunque, che gli uomini stiano causando danni ecologici gravi e irreversibili per il fatto che bruciano combustibili fossili. Non stiamo producendo, noi, un riscaldamento globale su scala planetaria. Ancora meno ragionevole sembra una teoria che taluno ha avanzato recentemente. Secondo questa, già migliaia di anni fa i primi agricoltori hanno iniziato la tendenza al riscaldamento globale perché distruggevano le foreste, bruciavano vegetali, allagavano campi per piantare il riso, allevavano animali. In quei tempi remoti, infatti, la popolazione umana del globo era tanto piccola che non ha senso pensare a suoi impatti globali sul clima. In ogni caso, quando le idee erano meno chiare di oggi, alcuni studiosi hanno pensato a rimedi per il caso che effettivamente l'aumento del CO2 atmosferico potesse rappresentare un rischio grave. Il fisico Freeman Dyson propose di piantare mille miliardi di sicomori. Se a regime ogni albero immagazzina 500 kg di carbonio, la quantità totale sarebbe di 500 Gt (miliardi di tonnellate) cioè il 60% della quantità esistente nell'atmosfera nel 2004 sotto forma di CO2. (Nel suo libro *A Many Colored Glass* (University of Virginia, 2007) Dyson demolisce l'ipotesi che un riscaldamento globale abbia causa antropica. Il fisico Cesare Marchetti suggerì nel 1988 ["How to Solve the CO2 Problem Without Tears" - Come risolvere il problema del CO2 senza lacrime, Conferenza sull'idrogeno, Mosca, 1988] di centralizzare la produzione di CO2 usando energia nucleare nelle steppe per riformare il gas naturale, estraendone l'idrogeno da usare come vettore energetico. Il CO2 prodotto potrebbe essere liquefatto e immesso nelle profondità degli oceani oppure in pozzi di petrolio esauriti. Quest'ultima soluzione permetterebbe di far emergere il petrolio restante. Il CO2 conservato sotto terra potrebbe essere di nuovo immesso nell'atmosfera per far crescere l'effetto serra e innalzare la temperatura, se si profilasse una nuova era glaciale. Una misura efficace da prendere in ogni caso, consiste nello sviluppare energie alternative che evitino di bruciare i combustibili fossili. Fra queste: il fotovoltaico solare ad alto rendimento: teoricamente si potrebbe salire dal 15% attuale all'85%. Anche se bruciare petrolio e metano non è rischioso ai fini dell'impatto sul clima, tali sostanze sono la base dell'industria petrolchimica e della plastica con utilità ben maggiore di quella ottenuta bruciandole. Le incertezze recenti ipotesi ed esperimenti Certo molti fenomeni e situazioni influiscono sul clima. Sono: regolarità ed eventi astronomici, fenomeni biologici (i cianobatteri, miliardi di anni fa, scomposero le molecole d'acqua assorbendo l'idrogeno e rilasciando ossigeno che formò l'atmosfera), impatto di meteoriti, eruzioni vulcaniche. Gli esperti hanno capito parecchie cose, ma non tutte. Non siamo in grado di fare previsioni a lungo termine sul clima. Il fisico danese H. Svensmark, dell'Istituto Danese di Ricerche Spaziali, nel suo *The Chilling Stars* (Le stelle gelide Books, 2007) cita 6 possibili cause dell'aumento di 0,6°C della temperatura atmosferica nell'ultimo secolo. 1. Aumento dell'effetto serra dovuto all'aumento del CO2 atmosferico 2. Aumento temperatura superficiale del Pacifico per via di El Niño 3. Variazioni nell'atmosfera di fumi e polveri 4. Effetto serra dovuto a O3, CH4 5. Aumento dell'albedo dovute ad aumento della vegetazione 6. Diminuzione delle nuvole a bassa altitudine. Svensmark ritiene che l'ultima ipotesi sia la piú credibile. Cicli climatici di circa 1000 anni sono causati da variazioni del campo magnetico solare: se è forte, devia dalla Terra i raggi cosmici galattici per cui diminuisce la condensazione a bassa quota del vapore acqueo e la scarsità delle nuvole basse causa un aumento della temperatura. [V. grafici seguenti: le variazioni di raggi cosmici hanno andamenti simili a quelli delle nuvole a bassa quota (non di quelle ad alta quota). Questo sta succedendo da qualche secolo e successe anche 1000 anni fa. Succede il contrario se il campo magnetico solare è debole: i raggi cosmici galattici sono forti e ci sono piú nuvole a bassa quota: la temperatura si abbassa come accadde nella mini era glaciale fra il XIII e il XVII secolo. Svensmark e Marsh hanno calcolato che negli ultimi 100 anni la copertura di nuvole basse è diminuita dell'8,6% che corrisponde a un aumento dell'energia radiante del sole di 1,4 W/m². Curiosamente tale ammontare è uguale a quello stimato dall'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) come l'impatto causato dalla CO2 prodotta da attività umane dall'inizio della rivoluzione industriale. Tale stima, però, basata sull'uso di modelli e non rispecchia adeguatamente gli effetti di altre fonti e assorbitori di CO2 (nei mari, nei depositi di torbe, etc.). La teoria di Svensmark è stata confermata dall'esperimento SKY condotto a Copenhagen. Il vapore acqueo in una camera con il volume di 7 m³ si condensava marcatamente in presenza di raggi cosmici. La condensazione diminuiva di molto quando i raggi venivano deviati per mezzo di un forte campo magnetico sopra la camera. Un esperimento simile (CLOUD) è stato progettato al CERN di Ginevra, simulando i raggi cosmici mediante raggi di particelle prodotti da un acceleratore. È significativo che Svensmark abbia avuto la collaborazione del Consorzio CLOUD formato da scienziati di 17 istituti di ricerca (in USA, UK, Russia, Danimarca, Germania, Finlandia, Austria, Norvegia)

coordinati da Jasper Kirkby. E se, invece, venisse un'era glaciale? Atsumu Ohmura è un geografo e lavora al Politecnico Federale Svizzero. Nel 1985 analizzava le serie storiche della radiazione solare registrata sulla superficie terrestre negli ultimi 30 anni e rimase basito: stava diminuendo di circa lo 0,3% all'anno. In tre decenni era calata del 10%. Esitò quattro anni prima di pubblicare i suoi risultati. Quando lo fece, fu ignorato. Altri ricercatori sostenevano che la luce solare sulla terra tendeva a diminuire negli ultimi due decenni del secolo scorso. Stanhill e Shabtai Cohen (del Centro Vulcani a Bet Dagan, Israele) ritennero di aver dimostrato che la radiazione solare che raggiunge la terra è diminuita dal 1958 al 1992 fra lo 0,23 e lo 0,32% all'anno. Questi studiosi furono presi sul serio da Graham Farquhar, biologo australiano dell'Università di Canberra, che studiava la velocità di evaporazione dei mari e sosteneva che fosse diminuita di pari passo con la calante radiazione registrata al suolo. Quando Farquhar ne parlò a un famoso esperto (che non nomina), questi rispose: "Baggianate, Graham! Se fosse vero, saremmo tutti congelati." Le polemiche divamparono. Un articolo di Farquhar fu accettato nel 2002 dalla rivista Science. La diminuzione della radiazione pare avvenga nella gamma dello spettro visibile e nell'infrarosso, non nell'ultravioletto. Altri, invece, sostengono che la radiazione solare è aumentata negli ultimi 150 anni. Come si conciliano queste osservazioni con l'aumento della temperatura atmosferica che è in atto da 3 secoli e che ha dato adito al panico per il riscaldamento globale? Secondo i ricercatori citati, la radiazione solare diffusa non danneggia la flora: la favorisce. La temperatura crescerebbe, mentre la luce cala. Le controversie continuano. Un fattore enorme che influenza il clima è l'energia trasportata dalle correnti oceaniche: migliaia di volte maggiore di quella prodotta dall'uomo. A causa della corrente del Golfo l'Europa Settentrionale ha un clima ben più dolce delle regioni atlantiche di Canada e USA, che sono alla stessa latitudine. L'equilibrio di queste grandi correnti è influenzato dalla deriva dei continenti, fenomeno ben noto e lentissimo. Una previsione preoccupante è stata pubblicata da Peter Wadhams, professore di fisica degli oceani all'Università di Cambridge e capo del gruppo di studio sulla fisica degli oceani polari. Dopo campagne di rilevazioni in Groenlandia e sotto il Polo Nord (con un sommergibile britannico) lo scienziato riferì di aver misurato un assottigliamento della calotta polare artica del 45% e una netta diminuzione delle correnti verticali fredde e dense discendenti (fino ai fondali a 3000 metri di profondità) provenienti dal Polo. Esse richiamavano in superficie l'acqua calda della Corrente del Golfo molto meno di prima. Quindi Wadhams considera probabile che entro il 2020 la calotta polare artica sia del tutto disciolta. Ritiene che tale evento si verificherà di sicuro entro il 2080. La temperatura delle Isole Britanniche scenderebbe allora di una decina di gradi. Queste affermazioni suonano avventate, anche se espresse da un noto esperto. Io ritengo che dovremmo essere modesti e stare attenti a non accettare certezze gratuite. Certo l'immaginazione va coltivata: è alla base del progresso e dell'invenzione scientifica e fornisce i concetti che sono alla base di ogni modello mentale o matematico. Ricordiamo, però, che i modelli matematici, anche se ci impressionano mentre girano velocemente sui computer, devono essere usati con prudenza. Prima di essere validati, non danno certezza alcuna. In questo settore della climatologia a lungo termine finora non abbiamo validazioni. Nessun modello ha previsto accuratamente eventi futuri con decenni di anticipo. Ricordiamo sempre la frase di Galileo Galilei: "Ciò che l'esperienza e i sensi ne dimostrano deve anteporre a ogni discorso ancorché ne paresse assai fondato." I LIBRI DI ROBERTO VACCA SI TROVANO SU www.printandread.com