

IL CLIMA E IL RUOLO DI OGNUNO DI NOI

Certo interessante, affascinante per chi ci lavora, rilevante per chi lo sperimenta, il problema del clima non è semplice. Anche dopo averlo letto e seguito nel testo, non è facile averne un'idea complessiva. Ci sono concetti, informazioni, numeri che nel loro insieme danno la fotografia della situazione, ma al tempo stesso il tutto è reso più sfuggente dal fatto che molte cose stanno mutando rapidamente. I cambiamenti storici sono avvenuti lentamente, ed era solo dai racconti dei vecchi o dai resoconti del passato che imparavamo "come erano una volta le cose". Quando, come ora, anche una persona nella prima metà della sua vita riconosce dei cambiamenti, allora vuol dire che le cose, specie in montagna, stanno cambiando molto rapidamente.

Per iniziare il nostro discorso vorrei fotografare la situazione in termini compatti, proprio per darne l'idea generale. Poi, scomodo ma istruttivo anche per me, l'idea è quantificare il ruolo che ognuno di noi ha, come singola persona, nel cambio climatico.

LA VISIONE GENERALE

Ripartiamo dal Sole. Questo ci irraggia, e la Terra riceve, 1368 Watt/m². Poiché esistono le zone prese solo di striscio (i poli) e la parte notturna, la media mondiale è 342 Watt/m². Non è poco: è come avere in una stanzetta di 4x5 m² più di 4 stufette elettriche a pieno regime, e questo giorno e notte su tutta la Terra. Ripetendo una frase già usata, "se non vogliamo andare rapidamente arrosto" tutto questo calore deve essere riemesso nello spazio. Con l'atmosfera che fa da coperta isolante, ne risulta una temperatura al suolo di 15°. Ovviamente ci sono anche gli estremi dei tropici e dei poli, ma per noi che viviamo nelle ideali medie latitudini questo è un fatto "secondario".

Tutto bene, ma l'aumento dei gas serra nell'atmosfera, soprattutto anidride carbonica CO₂ e metano CH₄, per lo più, specie la prima, prodotti della nostra società, aumenta le capacità isolanti dell'atmosfera e quindi la temperatura al suolo. Negli ultimi



100 anni siamo riusciti ad aumentare la temperatura media di più di 1°. Questo è un' enormità paragonato ai pochi gradi di differenza con l'era glaciale quando, ricordiamolo, i ghiacciai arrivavano in val Padana.

Per capire quanto poco basti per avere cambiamenti sostanziali è interessante esplorare le ragioni delle ere glaciali, le ultime con una periodicità di 100.000 anni. Sono dovute a piccole variazioni dell'orbita terrestre che implicano una leggerissima variazione della quantità di calore ricevuta dal Sole. Per quantificare la parola "leggerissima" considera-

mo nella Figura 1 la diminuzione di irraggiamento solare (anch'esso varia) avvenuta attorno al 1500. Ricordate il famoso quadro di Bruegel il Vecchio *Il ritorno dei cacciatori*? È il periodo della piccola 'era glaciale'. Dal grafico vediamo che la diminuzione di energia ricevuta dal Sole è stata di circa 0.25 Watt/m²; poco rispetto ai noti 1368. È meno di una parte su 5000. Irrilevante si dirà, eppure è stata sufficiente a mettere in crisi l'Europa. La ragione è stata una piccolissima diminuzione di temperatura che fa sciogliere un po' meno i ghiacciai d'estate, col che la temperatura locale diminuisce un

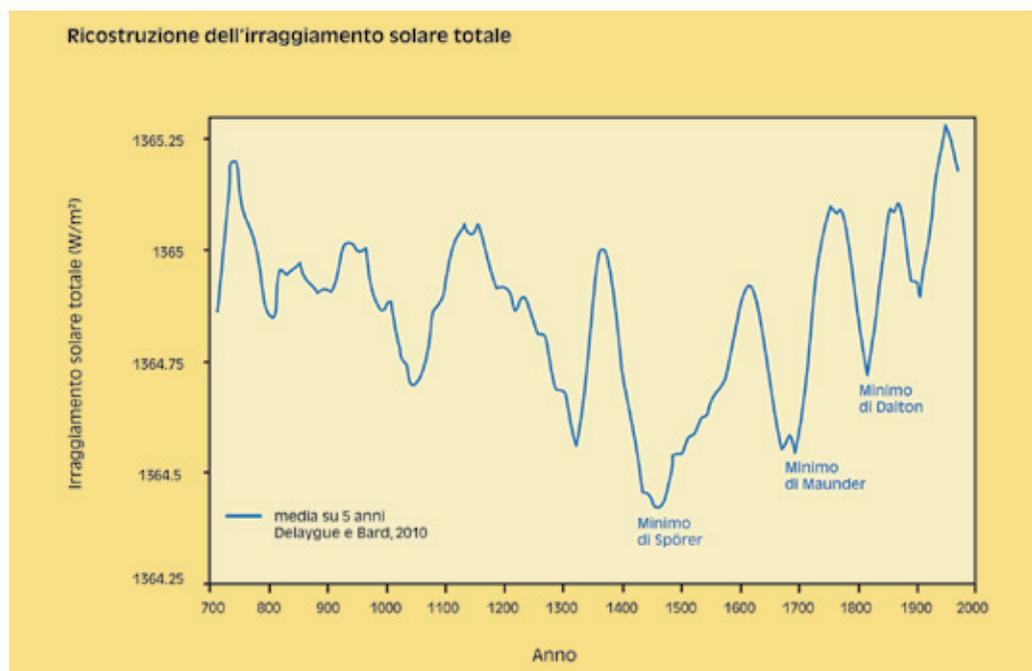


Figura 1 - Variazione dell'irraggiamento solare durante gli ultimi 1300 anni. Notare i minimi (ma la differenza è minimale) del 1500 e 1700

altro po'. Naturalmente questo fa crescere ulteriormente il ghiacciaio, e così via. Oggi siamo nella fase opposta in cui i ghiacciai si sciolgono, quindi le temperature aumentano ulteriormente, seguite da un ulteriore scioglimento del ghiaccio, e avanti così. Il sistema è estremamente sensibile, e noi lo stiamo influenzando pesantemente.

LA CO₂

Torniamo allora alla CO₂. Il metano, CH₄, sia pur 30 volte più efficace come effetto serra, è meno presente nell'atmosfera, e il suo effetto complessivo è inferiore. Dal 1958 lo Scripps Institution of Oceanography (La Jolla, California) misura la quantità di CO₂ nell'atmosfera dall'alto del vulcano Mauna Loa, nelle Hawaii. La celebrata curva di Keeling (da chi fisicamente iniziò le misure) in Figura 2a mostra bene l'evoluzione, l'aumento, e soprattutto il sempre più rapido aumento della sua quantità nell'atmosfera. Il pannello b concentra l'attenzione sugli ultimi 5-6 anni. Focalizzandosi sulle conseguenze, la Figura 3 mostra la variazione di temperatura media globale nella bassa atmosfera negli ultimi 140 anni. La variabilità di anno in anno (di questo semmai parleremo un'altra volta) tende a

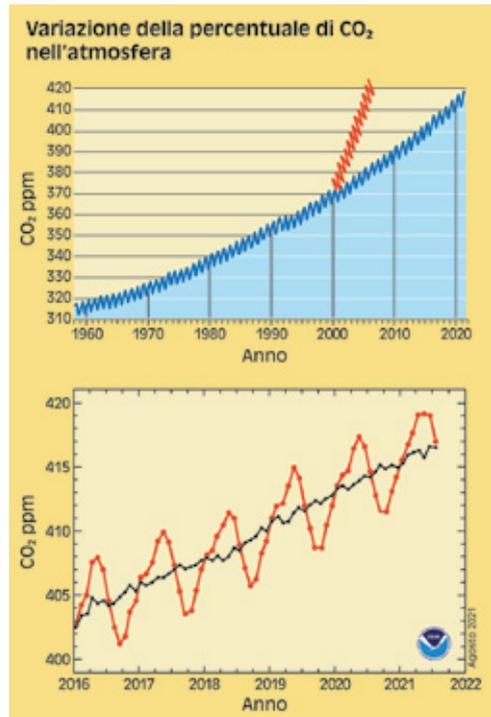


Figura 2a - Variazione (curva di Keeling) della percentuale (parti per milione) di CO₂ nell'atmosfera, misurata dalla cima del Mauna Loa nell'isola Hawaii. b) La sua evoluzione negli ultimi 5-6 anni. La linea scura è l'evoluzione mediata su 12 mesi, eliminando quindi la stagionalità. La linea rossa nel pannello a suggerisce l'evoluzione qualora l'umanità producesse CO₂ come chi scrive.

nascondere una pesante realtà che ho cercato di evidenziare con le due linee tratteggiate. Queste mettono in evidenza la velocità con cui è cresciuta la temperatura nei diversi periodi. Nel ventennio 1958-1978 (i primi della curva di Keeling) la temperatura è cresciuta di (circa) 0,2°. Negli ultimi 20 anni, 2000-2020, è cresciuta 0,5°. Troviamo paro paro

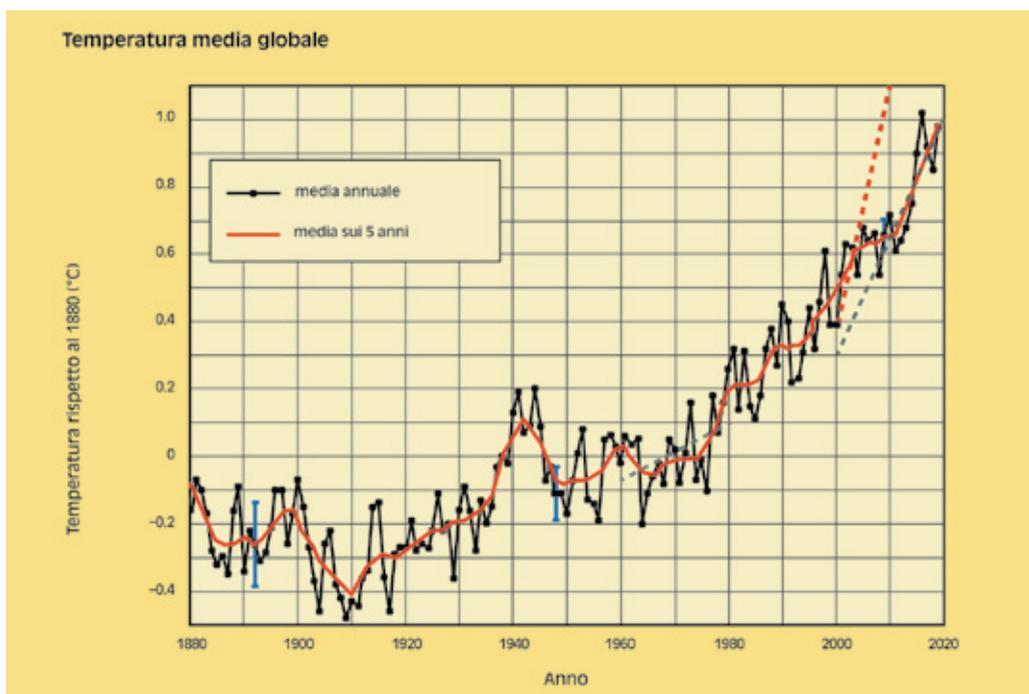


Figura 3 - Variazione della temperatura della bassa atmosfera durante gli ultimi 140 anni. La linea rossa rappresenta la media su 4-5 anni per meglio evidenziare la tendenza generale. Le due linee tratteggiate, 1960-1980, 2000-2020, evidenziano il differente aumento nei due periodi. La tratteggiata rossa mostra l'incremento di temperatura qualora tutta l'umanità producesse CO₂ come chi scrive (vedi Figura 2a).

la spiegazione nella curva di Keeling (Figura 2a): nei due periodi l'aumento di CO₂ è stato 20 ppm (parti per milione in atmosfera) 60 anni fa, oggi 50 ppm. Notate che il confronto è ancora più eclatante se si paragonano il primo e l'ultimo decennio. Restando sui periodi ventennali, abbiamo aumentato di 2,5 volte la produzione di anidride carbonica, e la temperatura è quindi cresciuta 2,5 volte più in fretta. Cosa

è successo? Semplice: nel 1960 sulle Terra c'erano 3 miliardi di persone, oggi siamo 8 miliardi, e ognuno di noi produce mediamente più CO₂ di prima.

ABBIAMO UN PROBLEMA

Ogni qual volta si parli di questi problemi, o dell'effetto serra, si tende a scuotere la testa (sempre che non siamo negazionisti) dicendo "eh sì, è un problema" prima di tornare

alle nostre regolari attività quotidiane. La domanda che allora mi sono posto è: “qual è il mio contributo a questo aumento?”. Sì perché, alla fin fine, anch’io che mi ritengo conscio del problema e scrivo perché anche altri ne siano a conoscenza e lo quantifichino, anch’io consumo e produco regolarmente e in abbondanza CO₂. Per poter illustrare adeguatamente questo aspetto ho avuto un’idea: è la seguente. Tendiamo tutti a pensare, qualsiasi cosa facciamo, qualsiasi sia la quantità di com-

bustibile che usiamo e di CO₂ che produciamo, che l’atmosfera sia così grande che il nostro contributo sia in ogni caso irrilevante. Ci dimentichiamo che al mondo ci sono altri 8 miliardi di persone che la pensano come noi. Allora, per rendere più concreto il problema, facciamo una cosa. Dividiamo tutta l’atmosfera fra gli 8 miliardi di persone e facciamo in maniera che ognuno di noi viva nel proprio angolino. Ovviamente è una cosa ideale: l’atmosfera è libera, le correnti e le perturbazio-

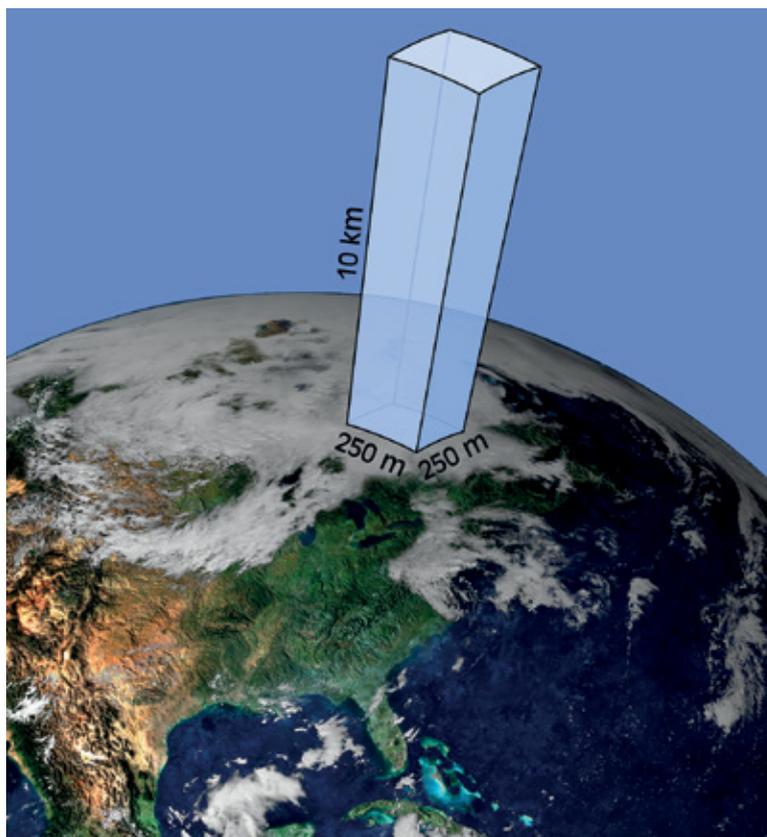


Figura 4 – La nostra atmosfera personale. Ad ognuno di noi spetta una colonna d’aria di 250×250 m² di base. Tutto quello che produco rimarrà nella “mia” atmosfera, con tutte le conseguenze.

ni fluiscono, ma, sia pur come gioco ideale, servirà a rendere più evidente l'influenza che ognuno di noi ha sul clima. Ci sarà qualche numero, ma cercheremo di renderlo facile.

L'ATMOSFERA PERSONALE

Cominciamo dalla nostra scatoletta di atmosfera. La Terra ha un diametro di 12.742 km che corrisponde, oceani compresi, a una superficie totale di 510 milioni di km². Siamo 8 miliardi (tutte cifre approssimate, ma significative), quindi a ognuno di noi spetta un'area di 250x250 m² (più o meno). Bene, questa è, in tutta la sua altezza, la mia atmosfera (Figura 4), quella in cui io vivo e in cui finisce, con tutte le conseguenze, tutto ciò che produco. In effetti l'atmosfera è molto più estesa verso lo spazio, ma, come sappiamo tutti salendo di quota, il grosso è nella sua parte bassa. Ognuno di noi ne ha una analoga, diversa dalle altre. Ognuno la sua. Il problema è quantificare cosa produciamo e le conseguenze all'interno delle nostre scatolette.

Dovendo iniziare con numeri grossi è opportuna qualche convenzione. Siamo tutti abituati al suffisso Giga (es., i 20 o 100 Gigabyte del nostro smartphone). Bene: le parole 10⁹

(1 seguito da 9 zeri), Giga, miliardo sono assolutamente equivalenti. Così possiamo dire che sulla Terra siamo 8x10⁹ persone, 8 Gigapersonone, 8 miliardi di persone. È assolutamente la stessa cosa. Io userò G (=Giga) per semplicità.

L'anno scorso l'umanità ha prodotto 40 GT(onnellate) di CO₂. Siamo 8 Gpersone, quindi mediamente sono 5 T di CO₂ a persona. Ovviamente l'indiano del villaggio o l'esquimese del nord producono probabilmente 50 o 100 volte meno di un cittadino USA, ma partiamo dall'attuale stato di fatto. D'ora in poi sia l'indiano che l'americano avranno ognuno la propria atmosfera.

Pensando a noi, una buona parte (diciamo 80%) delle 5 T(onnellate) che ci spettano fanno parte del sistema. L'energia elettrica in casa, i mezzi pubblici di trasporto, l'illuminazione stradale, quello con cui ci vestiamo, quello che mangiamo, l'auto che guidiamo, la casa in cui viviamo: qualcuno ha prodotto e produce tutto questo, e consuma energia per noi producendo inevitabilmente CO₂. Una specifica: per carità, sfatiamo il mito che l'elettricità, comprese le automobili elettriche, siano verdi e non producano CO₂!

Qualcuno quell'elettricità l'ha prodotta, e per il 90% o più con centrali a combustibile. A parte questa divagazione, in sostanza a noi resta una fiche di 1 Tonnellata = 1000 kg di CO₂ all'anno per rimanere nella media. Questo corrisponde a circa 400 litri di benzina (poca differenza se gasolio). Non è molto: 300 km per una giornata in montagna? Voilà, sono già 20 litri. Ossia, 20 puntate in montagna e siamo fuori media. Penso a me stesso. Le 20 puntate in montagna sono una buona media (sono di più, ma spesso in compagnia, quindi i conti tornano). Poi però ho i viaggi di lavoro: l'ultimo anno prima della pandemia diciamo 5 in Europa e 2 a grande distanza. Totale 60.000 km in aereo. Un aereo di linea produce 0,1 kg di CO₂ per ogni passeggero e ogni kilometro percorso. Quindi i miei spostamenti di lavoro hanno prodotto nella mia atmosfera 6000 kg = 6 T di CO₂. In pratica nella mia atmosfera la CO₂ è aumentata più del doppio della media mondiale, ed altrettanto è stato l'aumento di temperatura. Le curve rosse nelle Figure 2a e 3 mostrano, se continuassi così, l'aumento di CO₂ e temperatura nell'atmosfera di Gigi Cavalieri.

PENSIERI

Confesso che tutto questo mi ha dato e mi dà da pensare. Se ho potuto, e se abbiamo potuto e possiamo vivere così è perché siamo dei privilegiati. La stragrande maggioranza delle 8G persone al mondo non può permetterselo altrimenti, a parte ogni altra considerazione, la curva di Keeling e quella delle temperature sarebbero quelle rosse nelle Figure 2a e 3 e probabilmente di più. La nostra produzione singola di CO₂ in Europa, in Italia, è ben più delle 5 T annue citate. Anche questa è una media mondiale, e stiamo ancora approfittando dei limitati consumi dei paesi mediamente poveri.

Pensieri? Sì, penso al futuro, anche se con ogni probabilità i problemi a venire del clima, quelli seri, non riguarderanno né noi né i nostri figli. Il problema, o un cruciale aspetto del problema, è che le conseguenze di tutto quello che facciamo saranno sentite nel futuro, non necessariamente prossimo. La chiave di tutto è che siamo tanti, tanti per un pianeta che, sia pur grande sulla nostra scala, è pur sempre limitato. Una delle difficoltà nel "toccare con mano", "avere la sensazione del problema" è che è difficile, se non impossibile, rendersi conto di cosa voglia dire '8



miliardi', 8 miliardi che consumano sempre di più. Potremmo approfondire l'argomento, parlare della disponibilità delle risorse, di quanto consumiamo e usiamo ogni giorno, del giorno X, ma per ora, adesso, qui è sufficiente rendersi conto del problema. Il resto, come rispose il vecchio santone indiano, "questa, sahib, è un'altra storia".

NOTA

Per chi voglia avere un'idea più precisa della distribuzione della CO₂ prodotta nel mondo, il sito www.globalcarbonatlas.org/en/CO2-emissions offre una precisa quantificazione per nazione, valida per il 2019. C'è anche la popolazione, per cui è facile fare il conto per persona. Non voglio togliere il piacere della scoperta, ma è istruttivo notare come gli estremi che ho esplorato passino dalle 16 GT annue per persona negli USA alle 0.03 (500 volte di meno) della Repubblica Democratica del Congo.

RINGRAZIAMENTI

Alcune delle cifre citate sono tratte da due libri: Luca Mercalli, *Non c'è più tempo. Come reagire agli allarmi ambientali*, Einaudi, 2018, pp. 262, e Eelco J. Roling, 2017, *Gli oceani: una storia profonda*, Edizioni Ambiente,

2020, pp. 288 [Princeton University Press 2017].

Lo Studio Grafico tapirodesign ha gentilmente ritoccato le Figure 2a e 3 aggiungendo quanto richiesto dal testo. Angela Pomaro ha contribuito con la Figura 4. Marina, Davide, Elena, Franco, Andrea, Luciana e Tiziano hanno letto la prima bozza e suggerito gli opportuni cambiamenti per renderlo più scorrevole e comprensibile. Grazie a tutti.

Luigi Cavaleri
(CNR, CAI Venezia)

Questo scritto di Cavaleri è stato pubblicato su "Le Alpi Venete", autunno-inverno 2021-22, pp. 213-217 con il titolo Il clima e le montagne. Ringraziamo LAV per averci concesso di riprodurlo (con alcune varianti dell'autore) sul nostro Annuario.