

Praticamente la totalità degli studi è d'accordo: le attività antropiche sono responsabili dei cambiamenti climatici globali. Oltre il 99,9% degli articoli scientifici sottoposti a revisione paritaria concorda infatti che la crisi climatica in atto sia stata causata principalmente dalle attività antropiche. Per giungere a queste conclusioni, una recente *review* della letteratura scientifica disponibile ha analizzato 88.125 studi sul clima. La [ricerca](#) ha aggiornato un precedente studio del 2013 dal quale era già emerso che il 97% degli studi pubblicati tra il 1991 e il 2012 supportava l'origine antropogenica del riscaldamento globale [1]. Eppure, gli scetticismi a riguardo sono ancora duri a morire. Cercando così di rispondere con dovizia di fonti alle principali perplessità, abbiamo interrogato il [Dott. Antonello Pasini](#), scienziato del cambiamento climatico tra i massimi esperti internazionali sul tema.

### **Dott. Pasini, il clima è sempre cambiato, che senso ha parlare di cambiamenti climatici?**

Questo argomento è stato il primo cavallo di battaglia dei “deniers”, cioè di coloro che negano le evidenze scientifiche rispetto al cambiamento climatico recente. Quando i dati hanno cominciato a mostrare un aumento veramente deciso della temperatura media globale, almeno dagli anni '60 del secolo scorso, e non si poteva più negare che ciò stesse avvenendo, questi signori hanno cominciato a dire che il clima è sempre cambiato, sia nelle ere geologiche che negli ultimi secoli: chi non si ricorda che a scuola ci insegnavano che Annibale aveva attraversato le Alpi con gli elefanti o che la Groenlandia si chiama così (green land = terra verde) perché ai tempi della sua colonizzazione da parte di Erik il Rosso doveva essere priva di ghiacci? Ebbene, i riscaldamenti passati erano molto diversi da quello cui assistiamo oggi. Innanzi tutto, è vero che le nostre “carote” di ghiaccio estratte da Antartide e Groenlandia mostrano come negli ultimi ottocentomila anni il clima della Terra sia passato più volte da ere glaciali a periodi caldi interglaciali, ma allora si riscontrava un aumento di circa 1°C ogni mille anni, mentre adesso l'aumento è stato di 1°C in soli 100 anni, dunque il riscaldamento è molto più rapido. Inoltre, uno studio recente di [Neukom e colleghi](#) [2], facendo uso di dati di carote di ghiaccio, pollini, anelli degli alberi, sedimenti lacustri e marini, stalattiti e stalagmiti, ha stimato su tutto il globo la temperatura degli ultimi duemila anni. I risultati hanno mostrato chiaramente che il riscaldamento recente interessa il 98% della superficie terrestre ed è avvenuto tutto negli ultimi decenni, dunque è ubiquitario e sincrono. In passato si vedono certamente riscaldamenti locali (in Europa ai tempi di Annibale, in Groenlandia ai tempi di Erik il Rosso), ma negli stessi periodi altrove questo non si verificava. Questi ricercatori mostrano in particolare come questi riscaldamenti locali (che non sono né ubiquitari né sincroni) possano essere spiegati da una variabilità naturale del clima, mentre quello globale degli ultimi decenni debba avere una causa esterna che “forza” tutto il mondo a cambiare la sua temperatura.

### **L'effetto serra è un fenomeno naturale, quindi, perché allarmarsi?**

Sappiamo bene che la presenza di gas ad effetto serra in atmosfera (anidride carbonica, metano, vapore acqueo e altri) ha consentito la vita sul pianeta e la sua diffusione così come la conosciamo: senza questi gas la temperatura media alla superficie sarebbe di 33°C inferiore all'attuale. Il problema è che noi ora, con le nostre emissioni di questi gas, stiamo aumentando l'effetto serra naturale e stiamo riscaldando mari e aria. Non c'è un problema di tossicità dell'anidride carbonica a queste concentrazioni, ma sono gli [effetti sulla temperatura](#) [3] che ci rendono preoccupati.

### **Se è in corso un riscaldamento globale, perché si hanno frequenti picchi di freddo estremo?**

In questa affermazione ci sono due aspetti di fraintendimento. Da un lato, si confonde tra tempo meteorologico e clima. Il clima è un concetto statistico e rappresenta il tempo meteorologico medio che fa su una certa zona per un certo numero di anni (solitamente almeno 30 anni), insieme ad una valutazione della sua variabilità. Il tempo è quello che capita in una certa giornata o addirittura ad una determinata ora. È chiaro che il clima possiede una sua variabilità naturale per cui, anche se mediamente siamo in periodo di riscaldamento climatico globale, ci possono essere brevi periodi di freddo. Dall'altro lato, [studi recenti](#) [4] mostrano come alle nostre latitudini il riscaldamento globale possa favorire localmente certi inverni freddi. Si è visto infatti che la fusione dei ghiacci al Polo Nord (dove abbiamo perso più di 3 milioni di chilometri quadrati di superficie ghiacciata negli ultimi 40 anni) spesso non permette più il confinamento di aria fredda al Polo, ma in inverno la fa scendere alle medie latitudini in America, Europa e Asia. La temperatura media globale aumenta, ma aumenta anche la sua variabilità. In tal modo, sicuramente aumentano e diventano più probabili i casi di caldo estremo, mentre i casi di freddo diventano un po' meno probabili ma non scompaiono.

### **Su che base i modelli che valutano le variazioni di temperatura sono affidabili?**

I modelli climatici standard si basano sulla nostra conoscenza teorica del funzionamento dei singoli sottosistemi (i "pezzi") del sistema clima. Questa conoscenza è ben posta perché acquisita in laboratorio. Ma quando vogliamo studiare l'intero sistema, cioè tutti i pezzi in interazione tra loro, non riusciamo a farlo in laboratorio, anche per problemi di scala: ci vorrebbe una Terra gemella su cui fare esperimenti, ma non ce la possiamo permettere... Inoltre, non abbiamo il controllo di tutti gli elementi. Allora, da qualche decennio si simula il funzionamento del sistema clima in un laboratorio virtuale, il computer. Qui abbiamo sviluppato modelli al calcolatore che sono in grado di ricostruire il clima passato e, facendo

esperimenti in questo laboratorio virtuale, capiamo anche che la responsabilità del riscaldamento globale recente è delle nostre azioni in termini di combustioni fossili, deforestazione e cattivo uso del suolo. Ovviamente tali modelli climatici standard sono validati sul passato e ci permettono di ottenere dati previsti di temperatura e altre variabili anche per il futuro sotto la spinta di diversi scenari di emissione di gas serra. Ma alcuni deniers sostengono che la nostra conoscenza, inserita in questi modelli, è ancora incerta e potrebbe portare a risultati sbagliati. Allora, con alcuni colleghi abbiamo applicato [altri modelli](#) [5] (come sistemi di intelligenza artificiale) che sono in grado di imparare le "leggi" di funzionamento del sistema clima solo analizzando i dati, senza nessun apporto di conoscenza da parte nostra. Ebbene, anche tutti questi modelli mostrano chiaramente come il riscaldamento globale recente sia stato creato soprattutto dalle nostre azioni antropiche. La nostra conoscenza scientifica risulta dunque molto robusta e affidabile.

### **Perché mai 2-3°C in più dovrebbero fare la differenza?**

Il vero problema non è certo il fatto di sudare un po' di più, ma sono le conseguenze di questo aumento di temperatura sul cambiamento del clima e gli impatti sui territori, gli ecosistemi e l'uomo che vanno attentamente considerati, ad esempio le variazioni indotte sulla violenza degli eventi di precipitazione che stiamo tristemente vedendo in Italia in questo autunno caratterizzato da un Mar Mediterraneo molto caldo. Ciò fornisce un surplus di energia ai sistemi atmosferici, i quali non possono far altro che scaricarlo sui territori, con piogge estremamente intense e venti forti. In altre zone del mondo, ad esempio nei paesi della fascia del Sahel, che non hanno responsabilità nell'aumento di temperatura in quanto emettono pochissimi gas serra, gli impatti sono ancora più gravi, con perdite di raccolti, lotte per le risorse, innesco di conflitti ed infine migrazioni. Questi fenomeni si vedono già oggi ma in futuro, se non riusciremo a ridurre le nostre emissioni, la deforestazione e un'agricoltura non sostenibile, tali impatti sono destinati ad aggravarsi.

In quest'ultimo caso mi permetto di segnalare i miei due ultimi libri: "[Effetto serra, effetto guerra](#)" [6] e "[L'equazione dei disastri](#)" [7]. In entrambi c'è una buona quantità di riferimenti ad articoli pubblicati su riviste internazionali.

[di Simone Valeri]

### **Riferimenti**

1: Lynas et al. (2021). *Greater than 99% consensus on human caused climate change in the peer-reviewed scientific literature*. Environmental Research Letters, volume 16, numero 11.

## Le prove scientifiche sull'origine antropica dei cambiamenti climatici

2: Neukom et al. (2019). *No evidence for globally coherent warm and cold periods over the preindustrial Common Era*. Nature, volume 571, pagine 550-554.

3: Arrhenius (1896). *On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground*. Philosophical Magazine and Journal of Science Series 5, Volume 41, pagine 237-276.

4: Mori et al. (2019). *A reconciled estimate of the influence of Arctic sea-ice loss on recent Eurasian cooling*. Nature Climate Change volume 9, pagine 123-129.

5: Mazzocchi e Pasini (2017). *Climate model pluralism beyond dynamical ensembles*. WIREs Climate Change, Volume 8, Issue 6 e477.

6: Mastrojeni e Pasini (2020). *Effetto serra, effetto guerra*. Casa Editrice: Chiarelettere, pagine: 176, ISBN: 8832963000.

7: Pasini (2020). *L'equazione dei disastri*. Casa Editrice: Codice, Pagine: 184, ISBN: 9788875788650.