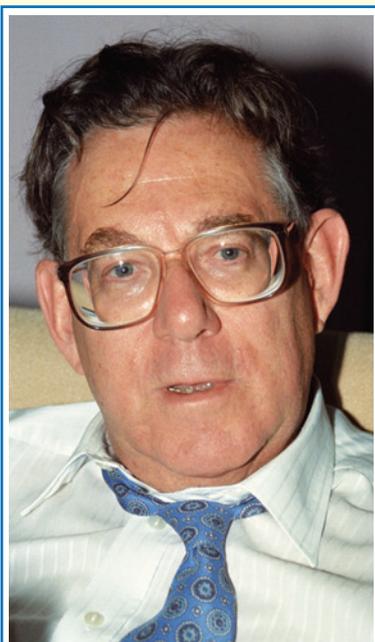


L'effetto serra



Paul J. Crutzen

“Non sappiamo ancora con certezza se gli eventi estremi sono in aumento e perché, sappiamo invece che l'innalzamento della temperatura media è dovuto all'incremento di gas serra nell'atmosfera e che questi sono dovuti alla nostra attività. Numerosi studi hanno valutato ed escluso che il riscaldamento globale, soprattutto quello registrato negli ultimi cinquant'anni, sia imputabile a cause naturali.”

(Paul J. Crutzen, *Benvenuti nell'Antropocene*, trad. it. Mondadori 2005)

Il chimico e meteorologo olandese Paul J. Crutzen (1933) iniziò la sua carriera di ricercatore come programmatore di computer presso l'Istituto meteorologico dell'Università di Stoccolma. La collaborazione con i ricercatori dell'Istituto fu per lui così stimolante da portarlo a studiare e approfondire sempre più la chimica dell'atmosfera. Proprio per gli studi relativi ai fenomeni che avvengono in atmosfera e che portano, attraverso complessi meccanismi, alla distruzione dello strato dell'ozono soprattutto nelle zone antartiche, gli fu assegnato nel 1995 il premio Nobel per la Chimica condiviso con gli scienziati statunitensi F.S. Rowland e M. Molina.

Riportiamo di seguito un brano tratto da *Benvenuti nell'Antropocene*.

«Negli ultimi cinquant'anni, con sistemi di misurazione ben precisi e diffusi sul pianeta, non è stata osservata alcuna alterazione del ciclo solare né un'altra causa naturale in grado di spiegare l'attuale aumento della temperatura media. La tendenza risale a circa un secolo fa. All'inizio è stata modesta e non si può escludere che fosse un fenomeno naturale. Ma negli ultimi cinquant'anni, in corrispondenza della forte crescita dell'economia mondiale e dell'industrializzazione, il fenomeno si è accentuato.

Su questa conclusione c'è proprio ampio consenso da parte della comunità scientifica. Nel 1996, l'Intergovernmental Panel on Climate Change (Ipc), una commissione di esperti istituita dalle Nazioni Unite allo scopo di valutare lo stato delle conoscenze, si espresse così: “Il bilancio dei dati suggerisce che si

possa distinguere l'influenza umana sul clima globale”. Nel 2001, questo giudizio venne aggiornato: “Ci sono nuove prove più consistenti che gran parte del riscaldamento globale osservato negli ultimi cinquant'anni sia attribuibile alle attività umane”. Qualcuno potrebbe pensare che sia dovuto direttamente all'uso di energia da parte nostra e delle industrie, cioè che sia generato dai motori, dai phon, dai tostapane, dalle luci elettriche. Non è così. L'uso dell'energia, di per sé, comporta perdite di calore che fanno aumentare la temperatura di appena un decimo di grado. Il riscaldamento globale, invece, è ben maggiore, ed è causato dai gas a effetto serra: anidride carbonica e metano soprattutto, ma anche clorofluorocarburi, protossido di azoto, ozono. In maniera indiretta contribuisce anche il vapore acqueo, un gas serra molto efficace che, condensando, genera le nuvole, le quali sono spesso la nostra fonte prin-

cipale di preoccupazione sul tempo che farà. La quantità di vapore acqueo presente nell'atmosfera, di per sé, non è alterata in maniera significativa dall'azione dell'uomo. A causa del riscaldamento globale, però, l'evaporazione aumenta e di conseguenza aumenta anche la percentuale di vapore acqueo nell'aria. Stiamo rendendo il pianeta nel suo complesso più umido e nuvoloso, e l'umidità aggiunta partecipa anch'essa al riscaldamento globale.

I clorofluorocarburi sono conosciuti soprattutto perché sono la causa del buco dell'ozono e per questo sono da tempo banditi da accordi internazionali. Come vedremo, sono ancora in circolazione nell'atmosfera e si stima vi rimarranno per più di un secolo.

Il protossido di azoto, o gas esilarante, che viene usato anche come anestetizzante, è generato in grande quantità da microrganismi presenti nel suolo. Ha anche un ruolo di rilievo nei processi che regolano

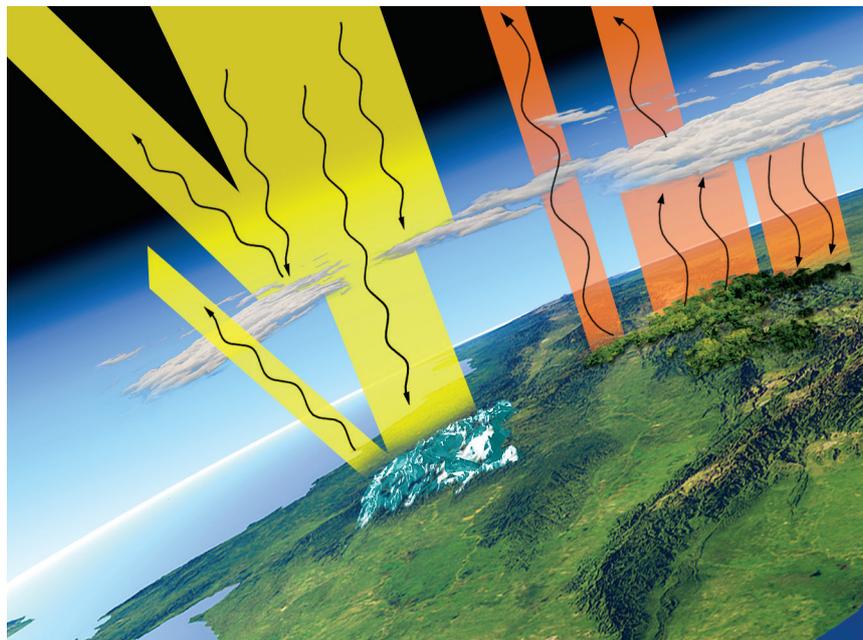
Pagine
 di scienza


Figura A

la concentrazione dell'ozono nella stratosfera. Dall'inizio dell'Antropocene, le sue concentrazioni nell'aria sono aumentate del 20%, soprattutto per l'uso di fertilizzanti, che rendono il suolo più attivo dal punto di vista biologico.

L'ozono che contribuisce maggiormente all'effetto serra è quello che si trova nella troposfera, fino a circa 15 km di quota, ed è un decimo del totale, mentre il resto si trova nella stratosfera. L'attività antropica ha avuto un duplice effetto su questo gas: ne ha distrutto grandi quantità nella stratosfera (a causa dei clorofluorocarburi) e, al contempo, ne ha creato grandi quantità nella troposfera (a causa dei processi di combustione). Perciò, quanto a responsabilità nel riscaldamento globale del pianeta, l'ozono è il terzo gas in ordine di importanza, dopo l'anidride carbonica e il metano.»

È importante sottolineare che l'effetto serra è il fenomeno naturale che consente all'atmosfera di

trattenere sotto forma di energia termica parte dell'energia che proviene dal Sole.

La figura ►A mostra che le radiazioni elettromagnetiche che arrivano sulla superficie terrestre vengono in parte riflesse (a sinistra nella figura) e in parte rimesse dalla Terra stessa sotto forma di radiazioni infrarosse (a destra nella figura). Queste radiazioni, prima di disperdersi nello spazio, vengono in buona parte assorbite dalle mo-

lecole di alcuni gas presenti nell'atmosfera.

Una radiazione elettromagnetica viene assorbita quando la sua frequenza è la stessa di quella di un moto interno alla molecola con cui interagisce; nel caso della frequenza delle radiazioni infrarosse i movimenti interessati sono quelli vibrazionali degli atomi nelle molecole. Le molecole che presentano moti vibrazionali con frequenza simile a quella delle radiazioni infrarosse, e che quindi assorbono maggiormente tali radiazioni, sono quelle di CO_2 , CH_4 , CFC, N_2O , O_3 e H_2O . L'energia assorbita aumenta i moti vibrazionali delle molecole, che acquistano quindi energia cinetica che viene trasmessa attraverso gli urti anche alle altre molecole presenti nell'atmosfera.

Il risultato è un aumento dell'energia termica e quindi della temperatura dell'atmosfera.

Oggi quasi tutti gli scienziati concordano nel ritenere l'aumento della concentrazione di CO_2 in atmosfera come un fattore determinante per l'aumento dell'effetto serra. Nel grafico della figura ►B è riportato l'andamento della concentrazione di CO_2 rilevata dalle tre stazioni del CNR: al di là delle oscillazioni legate al ciclo stagio-

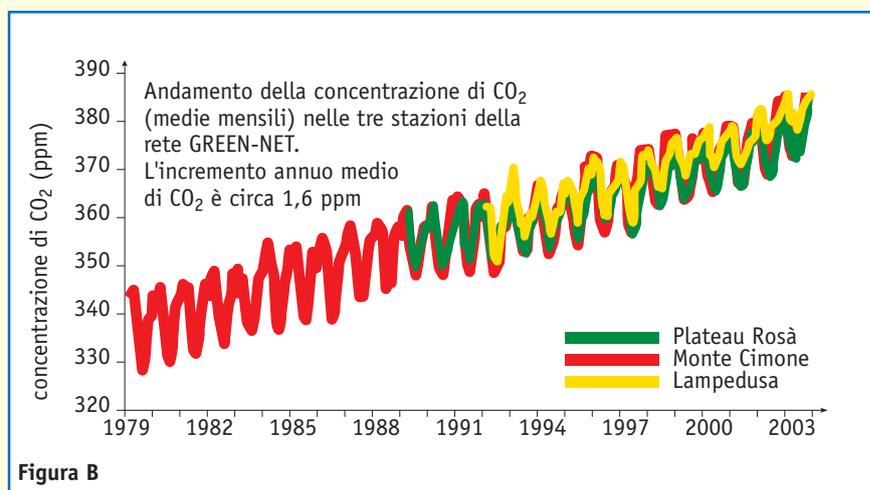


Figura B

**Pagine
di scienza**

nale (il picco più alto si riferisce al periodo invernale) si osserva che la concentrazione di CO₂ cresce progressivamente. Dall'inizio della Rivoluzione industriale la concentrazione è mediamente aumentata del 30-35%; solamente negli ultimi 50 anni la concentrazione è addirittura passata da 315 a 380 ppm, con un incremento del 20%. Questo aumento sembra essere la causa principale del surriscaldamento del pianeta e delle variazioni climatiche i cui effetti hanno già incominciato a manifestarsi. Nel 2006 si è stimato

che sono state emesse nell'atmosfera circa 24 miliardi di tonnellate di CO₂. Per farsi un'idea della quantità in gioco, si può considerare che, un'automobile di media cilindrata classificata «Euro 4» emette da 130 a 150 g di CO₂ per ogni kilometro percorso. Proprio per ridurre tale massiccia produzione, l'Unione Europea ha previsto che dal 2020 le automobili di qualsiasi cilindrata debbano emettere al massimo 95 g di CO₂ per kilometro percorso.