



Rendiconti
Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL
Memorie di Scienze Fisiche e Naturali
123° (2005), Vol. XXIX, t. I, pp. 149-153

GIORGIO FIOCCO *

Problemi correnti relativi all'impatto ambientale delle emissioni atmosferiche

Agli esordi della letteratura italiana il Canto fornisce una breve, poetica e separata descrizione di vari aspetti del Creato: tra questi l'atmosfera. I fenomeni che la riguardano occupano attualmente una posizione di rilievo sia scientifico che politico per le temute conseguenze di carattere ambientale.

I problemi correnti relativi all'aria interessano scale spaziali e temporali diverse: globale, regionale, locale le prime e dal giorno al secolo le seconde. Di ormai consolidato interesse sono i fenomeni attribuiti all'attività umana relativi ai cambiamenti globali che riguardano in particolare lo strato di ozono, il clima, e quelli relativi alla qualità dell'aria, a scala locale e regionale. L'interpretazione di questa varia fenomenologia richiede il contributo di discipline diverse. Mentre la suddivisione in settori aria, acqua, terra, tradizionale nel passato, è rimasta una regola negli insegnamenti, nella struttura dei dipartimenti universitari, nelle professioni e nella responsabilità di vari enti preposti, sta tuttavia emergendo una visione sintetica e unificante data la crescente necessità di interpretare e possibilmente prevedere i fenomeni naturali e ambientali, ben al di là della capacità di descriverli. Esiste ormai il settore «Scienza del Sistema Terra». Il Canto in realtà è anche una sintesi.

I principali problemi possono essere riassunti come segue

L'assottigliamento dello strato di ozono è il primo episodio di dimensioni globali che si è dovuto fronteggiare in anni recenti. I temuti effetti dei radicali liberi sulla catalisi dell'ozono sono stati oggetto di studio e di preoccupazione fin dagli anni settanta, dapprima in relazione alla possibile immissione in servizio di una

* Ordinario di Fisica terrestre, Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Roma «La Sapienza». E-mail: giorgio.fiocco@uniroma1.it

flotta di aerei Concorde, le cui emissioni nella bassa stratosfera avrebbero prodotto un aumento della concentrazione degli ossidi di azoto con conseguenze sullo strato di ozono. Per questo ed altri motivi ambientali e, si disse, anche concorrenziali, gli USA intervennero a vietare l'atterraggio e il sorvolo del territorio nazionale di questi aerei, ma simultaneamente e con saggezza diedero avvio ad un grande e aperto programma internazionale di ricerche.

Dopo qualche tempo venne avanzata l'ipotesi che i clorofluorocarburi, commercialmente noti come *freon* o CFC, avrebbero rappresentato un nuovo e simile pericolo, perché questi, inattaccabili da altri composti nella troposfera, una volta penetrati nella stratosfera, per fotolisi avrebbero costituito una sorgente di cloro; questo, a sua volta, sarebbe stato l'agente catalizzatore della conversione da ozono a ossigeno molecolare. Il problema sembrava di natura più che altro accademica, dal momento che modelli basati su una chimica omogenea, cioè in fase puramente gassosa, prospettavano rischi tollerabili. Una vera sorpresa fu rappresentata dalla scoperta nel 1985 del cosiddetto buco nell'ozono la cui causa fu accertata ed attribuita a reazioni eterogenee possibili alle basse temperature della stratosfera polare. In presenza delle particelle solide costituenti le cosiddette Nubi Stratosferiche Polari, queste reazioni permettono la trasformazione stagionale di composti innocui del cloro, come il nitrato di cloro, in acido nitrico, che a quelle temperature condensa, e di cloro, libero o sotto forma di ossido, disponibile per l'attivazione dei cicli catalitici.

Attraverso varie conferenze e convenzioni si è gradualmente addivenuti al bando dei CFC. È stato relativamente semplice raggiungere un accordo che impegnava le poche società produttrici nella graduale sostituzione dei freon più aggressivi: le stesse aziende avevano contribuito con un ampio programma di ricerche.

Nonostante il blocco nelle emissioni, data la longevità dei CFC e la loro lentezza nel diffondersi a quote stratosferiche, l'evoluzione del processo di assottigliamento dello strato di ozono verso un ripristino delle condizioni iniziali procede lentamente e, secondo i modelli, dovrebbe essere in questi anni nella fase di massima estensione: nel 2005 l'area occupata dalla zona interessata alla riduzione è risultata essere di 25 milioni di km quadrati.

Il problema dell'evoluzione del clima dovuto alle emissioni di gas serra si presenta di assai più complessa soluzione; la dipendenza dai combustibili fossili è universale con una estremamente ampia molteplicità di utilizzo. Per quanto riguarda l'opinione del mondo scientifico circa l'evidenza scientifica, particolarmente interessante e riassuntivo è lo *statement* al Senato degli Stati Uniti dato dal professor Ralph Cicerone, presidente della National Academy of Science degli USA, il 20 Luglio 2005.¹ Questa dichiarazione riassume ed espande un documento sul quale le Accademie dei paesi del gruppo G8 e della Cina, India e Brasile si sono recente-

¹ R.J. Cicerone, Climate change science and research: recent and upcoming studies from the National Academies, *Statement before the Subcommittee on Global Climate Change and Impacts, Committee on Commerce, Science and Transportation, U.S. Senate, July 20, 2005.*

mente e unanimemente pronunciate, e può essere presa come base per una discussione. Esordisce così:

«The Earth is warming. Weather station records and ship-based observations indicate that global mean surface air temperature increased about 0,7°F (0,4°C) since the early 1970's. Although the magnitude of warming varies locally, the warming trend is spatially consistent with an array of other evidence (e.g., melting glaciers and ice caps, sea level rise, extended growing seasons, and changes in the geographical distributions of plant and animal species). The ocean, which represents the largest reservoir of heat in the climate system, has warmed by about 0,12°F (0,06°C) averaged over the layer extending from the surface down to 750 feet, since 1993». ... Nearly all climate scientists today believe that much of Earth's current warming has been caused by increases in the amount of greenhouse gases in the atmosphere, mostly from the burning of fossil fuels...²

Una riduzione nelle emissioni di anidride carbonica non si può attuare senza incidere in modo significativo sulle attività industriali, sui trasporti, sui consumi e quindi sulle abitudini, in modo da rendere potenzialmente impopolare, oltre ad essere economicamente gravoso, qualsiasi intervento politico. Il ricorso a sorgenti alternative nella misura necessaria a coprire l'attuale fabbisogno appare di difficile e non rapida attuazione.

A questo proposito risulta evidente l'errore commesso nell'impedire ogni attività ed effettivamente distruggere la capacità nazionale nel settore nucleare, che si è risolto nella necessità di acquistare energia dai paesi vicini, in un notevole aggravio della dipendenza economica del Paese dall'estero, in costi più elevati dell'energia, nella crisi di un importante settore industriale e non ha ridotto il rischio dal momento che le centrali dei paesi limitrofi dai quali acquistiamo l'energia sono a ridosso delle nostre frontiere. Solo adesso si sono avviati accordi per la gestione di centrali all'estero, ma vi sono addirittura difficoltà nel reperimento di giovani ingegneri dato l'assottigliamento, questa volta, del numero di docenti nelle università, e nella difficoltà di ricostituire un ragionevole livello di competenze, viste le disposizioni ministeriali in materia di assunzioni.

Ma per tornare alla scena internazionale, accordi sono stati presi circa un contenimento delle emissioni a determinati livelli e nell'eventuale possibilità di acquistare diritti da nazioni che siano al disotto del limite concordato, senza peraltro l'a-

² I dati delle stazioni meteorologiche ed i rilevamenti delle navi oceanografiche indicano che la temperatura media della superficie terrestre è aumentata di circa 0,7°F (0,4° C) rispetto ai primi anni '70. Benché il grado di surriscaldamento sia localmente variabile, il suo andamento a livello atmosferico rimane abbastanza costante in rapporto a tutta una gamma di altri fattori (scioglimento dei ghiacciai e delle calotte polari, innalzamento del livello del mare, allungamento delle stagioni, cambiamenti nella distribuzione geografica delle specie vegetali ed animali). Dal 1993, lo strato dell'oceano, la più importante riserva di calore nel sistema climatico, che si estende fino a 750 piedi dalla superficie, si è surriscaldato in media di circa 0,12°F (0,60 °C). Oggi, la maggior parte degli scienziati ritiene che il surriscaldamento della superficie terrestre sia dovuto all'incremento delle emissioni di gas serra nell'atmosfera, causate perlopiù dall'utilizzo di combustibili fossili.

desione degli USA. Ma, a qualche anno dalla data dell'accordo, i consumi, in particolare quelli italiani, sono cresciuti ben al di là di quanto concordato e si prospetta una notevole spesa per l'acquisto di quote, se non addirittura una ridiscussione generale di quanto aderito a Kyoto. Per uscire dalla impasse una ampia, ma direi ingenua, campagna informatica è stata imbastita dal nostro Governo per mettere in dubbio quanto accertato e la bontà delle previsioni, basata sulle opinioni controverse di un limitato numero di scienziati. Inutile nascondere le presenti difficoltà economiche del Paese. Peraltro l'acquisto di quote non produrrebbe una immediata riduzione dei consumi. Un serio programma di ricerca e sviluppo potrebbe costituire una interessante alternativa.

Da ultimo consideriamo i problemi di qualità dell'aria a scala locale o regionale. A confronto con le città industriali dell'ottocento la situazione attuale è assai migliorata soprattutto dopo l'adozione di provvedimenti come il Clean Air Act (UK, 1970 circa); ma l'attesa di vita allora era largamente minore rispetto ad oggi e ben altre erano le insidie alla salute. I problemi da risolvere riguardano come allora il controllo delle emissioni ma soprattutto la riduzione del traffico automobilistico, limitandolo non a scadenze fisse ma specificamente nei casi di prevedibile superamento dei limiti. Oltretutto tale limitazione, che è quasi automatica data la saturazione della superficie stradale disponibile, ha riflessi non indifferenti sulla mobilità, sul costo del lavoro e sul benessere degli abitanti. L'unica soluzione consiste nello sviluppo di ferrovie metropolitane sotterranee: realizzate all'estero da tempo immemorabile nelle grandi capitali, con ragionevole rapidità in tempi recenti anche in città di dimensioni intermedie, e con ingiustificata lentezza e modestia di percorsi nella città di Roma.

In definitiva è chiaro che la soluzione dei problemi ambientali può comportare costi ingenti, di cui occorre valutare l'impatto sia economico sia su aspetti che riguardano l'autonomia del Paese, e richiedere soluzioni di compromesso che incidono pesantemente sulle decisioni politiche. È comprensibile che si tenda a minimizzare, nel timore della impopolarità e del costo di eventuali provvedimenti. Tuttavia sarebbe opportuno evitare di far leva sulle emozioni e sull'ignoranza, ma educare l'opinione pubblica alla franchezza e alla ragionevolezza e, quando necessario, spiegare i termini di un eventuale compromesso. Converrebbe adottare un atteggiamento prudente ma realistico, e tenere nel giusto conto l'opinione degli scienziati. Questi ultimi a loro volta dovrebbero evitare invasioni di campo facendosi essi stessi portatori di messaggi politici. I finanziamenti della ricerca dovrebbero essere assicurati sulla base di competenze specifiche e accertate e non di schieramenti, come sembrano avvenire. La moltiplicazione, alle varie scale, di autorità preposte all'ambiente non è necessariamente un vantaggio. Un rapporto più stretto tra il mondo della ricerca e quello politico, nel rispetto delle rispettive prerogative, sarebbe auspicabile al fine di ridurre la confusione e affrontare le problematiche in modo sinergico.

Per concludere vorrei ricordare l'insegnamento di un francescano di rilievo, Guglielmo di Occam, il quale ricorreva ad un canone metodico di semplificazione,

noto come Rasoio di Occam: *Entia non sunt multiplicanda praeter necessitatem*. Circa la tendenza alla moltiplicazione di spiegazioni, talvolta fittizie o puramente dilatorie, questo principio, noto anche come *law of parsimony*, dovrebbe essere di guida; governare è scegliere ma anche e soprattutto decidere.

Compiti della Scienza (che include ricerca e servizi) sono fornire una descrizione precisa dei fenomeni, sviluppare modelli interpretativi, valutare la attendibilità delle previsioni. Compiti della Politica sono prendere decisioni in grado di minimizzare i rischi ed assicurare le risorse necessarie alla Scienza per svolgere i relativi compiti. *Unicuique suum*.