



HIGHLIGHTS LA CHIMICA ALLO SPECCHIO

di Claudio Della Volpe - claudio.dellavolpe@unitn.it

Lo sforzo del chimico-fisico

Quando ero a Napoli, la sede del Dipartimento di Chimica era ancora a via Mezzocannone 4, un edificio cui sono legati alcuni dei più bei ricordi della mia vita. Nello studio del mio capo, Vincenzo Vitagliano, c'era un quadretto che mostrava un grafico con alcuni dati ed una retta che li fittava; uno dei dati era chiaramente sballato e un sudato ricercatore in camice si sforzava di spingerlo a posto; il titolo era: *lo sforzo del chimico-fisico*.

Quante volte ho ripensato a quella vignetta! Essa rammentava due cose, egualmente importanti: 1) sbagliare è facile e 2) non si possono "imporre" le proprie teorie ai fatti. È il nocciolo del nostro lavoro di ricerca: fare buone misure ed essere capaci con *umiltà* di interpretarle. Con tutta la buona volontà, a volte non basta la propria vita per raggiungere questi due scopi.

Queste cose mi sono tornate in mente in occasione della vivace polemica sul mutamento climatico sulle pagine della nostra rivista.

Non è possibile rispondere qui alle obiezioni mosse né tanto meno elencare i molti errori nell'articolo di Battaglia; lo farò con calma in un prossimo numero, ma la mia indole chimica si ribella ad alcune assurdità e quelle, il direttore Ferruccio Trifirò mi scuserà, devo criticarle con urgenza.

La cosa più tragica è il riferimento che fa uno dei miei detrattori all'articolo di Beck [1] pubblicato su un giornale con IF sconosciuto, in cui si sostiene acriticamente il valore delle misure della CO₂ atmosferica effettuate con metodi chimici tradizionali dal 1812; tali misure sono state raccolte in vari siti in genere europei e in stazioni in cui l'inquinamento ambientale dovuto alle combustioni ad uso umano era estremamente variabile, un po' come misurare nel camino di casa nostra un valore e considerarlo poi rappresentativo dell'intero ambiente circostante. Sono state fatte con metodi fortemente dipendenti dallo sperimentatore e senza alcun uso di standard di riferimento. Un'analisi critica delle misure storiche di anidride carbonica potete trovarla in [2]; già Callendar concludeva nel 1940 che solo i dati di Reiset, raccolti a partire dal 1894 in siti lontani dalle grandi città, davano un valore accettabile ed appena inferiore a 300 ppm.

Il progresso nella comprensione della situazione della CO₂ è iniziata quando Keeling nel 1955 decise di posizionare a Mauna Loa una stazione isolata nel mezzo del Pacifico, come punto di riferimento continuo per le misure. Quelle più antiche non tenevano conto della variabilità intrinseca dei siti, dei dettagli della raccolta e non sono in grado di mostrare nemmeno l'effetto stagionale, che è invece chiarissimo nella serie di Mauna Loa, a cui si fa comunemente riferimento, e che è in ottimo accordo con le serie storiche basate sui proxy ottenuti dalle carote glaciali provenienti da molte parti del mondo. La Fig. 1 contiene sia i valori citati da Beck che quelli di Mauna Loa fino al 2004, che quelli ottenuti dai dati proxy.

Potete osservare voi stessi tre cose. La prima è che le misure chimiche sono state interrotte quando Keeling ha introdotto a Mauna Loa il

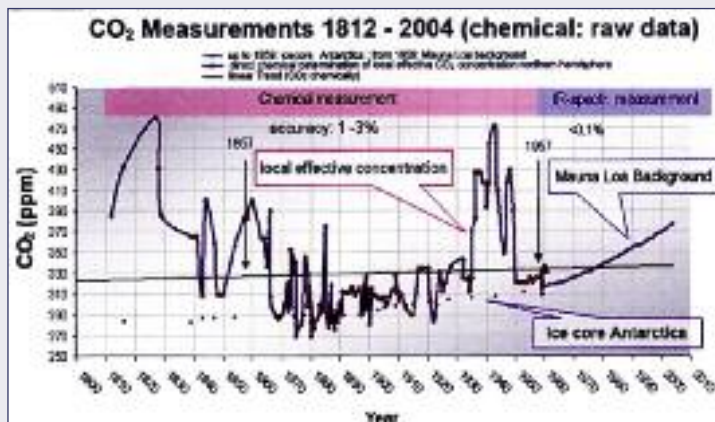


Fig. 1 - Da: <http://scienceblogs.com/deltoid/upload/2006/10/beckco2.png>

metodo ottico. Chi usava metodi chimici tradizionali ha riconosciuto che erano inadeguati. La seconda è che la curva di Beck se fosse vera comporterebbe flussi enormi di CO₂ e degli isotopi del carbonio con valori non compatibili con le leggi più basilari della fisica e della chimica e con effetti non rivelati (ovviamente) da alcun altro set di dati. La terza è che la curva di Beck implica variazioni di concentrazione verso l'alto e verso il basso troppo veloci per avere un senso geofisico. Possiamo concludere che campionamenti clamorosamente artigianali hanno portato Beck (e i suoi acritici lettori) a conclusioni molto sbagliate.

Sarebbe quantomeno bizzarro attribuire un valore diverso da quello storico a una tale serie. Se vogliamo avere risultati di interesse complessivo dobbiamo scegliere un campionamento adeguato, applicando i criteri standard della moderna analisi chimica.

La Fig. 2, ottenuta dal satellite nel luglio 2008, riporta in falsi colori nella media atmosfera (alcuni chilometri di altezza) la concentrazione della CO₂ (purtroppo con una risoluzione spaziale incapace di mostrare i picchi emissivi locali, rivelando però i meccanismi di produzione e trasporto dalle sorgenti naturali ed antropiche verso le altre zone). C'è

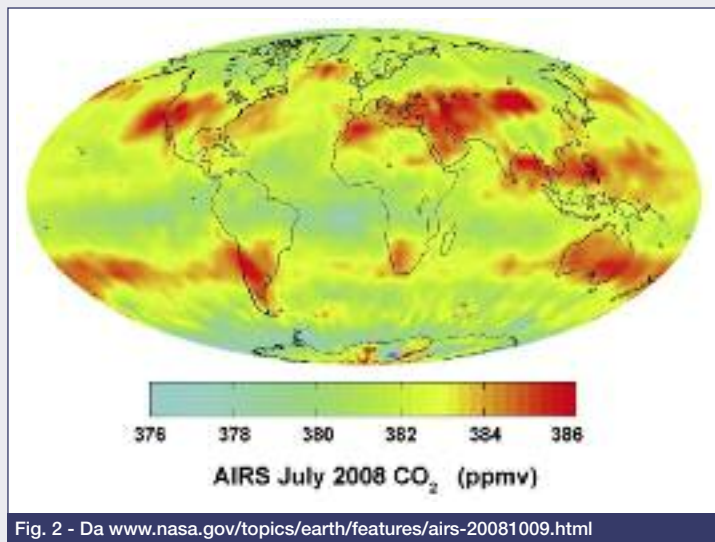


Fig. 2 - Da www.nasa.gov/topics/earth/features/airs-20081009.html

qualche collega disposto a misurare i valori di CO₂ nell'atmosfera della sua città? Li pubblicherei volentieri e sono certo che troverebbe valori in genere molto più alti di quelli di Mauna Loa, per l'ovvio motivo che siamo nel "camino del mondo". I rivelatori atti allo scopo sono strumenti commerciali usatissimi nel mondo industriale, alcuni anche propagandati sulle pagine pubblicitarie della nostra rivista.

Sono misure che si possono fare anche con metodi non spettroscopici, ovviamente; potremmo costruire una mappa della situazione italiana nelle città in cui viviamo, rendendoci conto di concetti che vengono comunemente insegnati a scuola ed all'Università.

In una bella pagina dedicata all'insegnamento di questi temi [3], e che invito ad usare a tutti i docenti di chimica e fisica dell'atmosfera, si raccontano i problemi ed i metodi usati oggi ed anche i confronti fra metodi diversi. Gerard Spain, che lavora nel centro di Mace Head sulla costa irlandese dichiara: *"Normalmente i campioni vengono prelevati solo quando le condizioni ambientali fanno presupporre assenza di inquinamento. Talvolta viene campionata anche aria non di fondo per avere campioni rappresentativi dell'aria continentale (proveniente, per esempio, dalle regioni industrializzate d'Europa) o semplicemente per evitare un lungo vuoto nella serie di dati. Questi campioni vengono comunque etichettati come "non di fondo". Per evitare di campionare erroneamente aria inquinata si utilizzano le previsioni meteo e le ipotesi sulla provenienza dell'aria (traiettorie) che evidenziano i giorni più adatti al campionamento"*.

E. Uherek del Max-Planck dichiara: *"Gli scienziati dedicano moltissimo del loro tempo cercando di migliorare le tecniche di analisi e di evitare ogni possibile errore. Ancor oggi, benché esistano strumenti all'avanguardia, si possono facilmente commettere errori durante la fase di campionamento, che possono causare problemi di contaminazione o di calibrazione"*.

Misure effettuate oggi nell'aria delle grandi città sono comuni in letteratura e tutte paragonabili con i valori riportati da Beck.

È da notare che la disomogeneità dell'atmosfera terrestre è un fatto, originato dalla sua condizione di non-equilibrio. La sua composizione è fortemente disomogenea sia nello spazio che nel tempo; in particolare a causa della forte variazione di temperatura che la caratterizza, le proporzioni dei vari gas sono diverse alle varie altezze; l'acqua è praticamente assente al di sopra della troposfera, la cui altezza varia dai 7 ai 17 km. Viceversa l'anidride carbonica ha una presenza molto più costante poiché non è significativamente condizionata dalla temperatura. Il ruolo e l'importanza dei vari componenti non possono essere valutati dalla sola concentrazione media, ma solo compresi nel contesto di un opportuno modello della sua struttura complessa.

Tutti i sistemi non all'equilibrio si trovano in analoghe situazioni; la concentrazione media di ferro nell'organismo umano è circa lo 0,001%, ma nel sangue esso raggiunge lo 0,05%; se tale concentrazione varia in modo significativo pur rimanendo inferiore allo 0,1% si può passare da una mortale anemia ad una cirrosi, con effetti devastanti sull'orga-

nismo. Decisamente il valore medio di concentrazione di una specie non è correlato con la sua importanza in un sistema lontano dall'equilibrio. Sono quindi inaccettabili le affermazioni attorno all'"irrelevante contributo" della CO₂.

Quasi tutti sanno che il termine "effetto serra", pur comunemente usato, è falsante della realtà fisica poiché in una serra l'effetto principale del vetro è di bloccare le correnti convettive, che dissiperebbero velocemente il calore solare; nell'atmosfera la situazione è del tutto diversa. È altrettanto sbagliato considerare l'atmosfera come un singolo strato di materiale di data composizione, poiché essa varia troppo grandemente con l'altezza e l'acqua ha un ruolo maggiore nella troposfera, ma grandemente ridotto negli altri strati. Infine i dettagli degli spettri di assorbimento variano con la pressione dei gas: minore pressione corrisponde a linee di assorbimento più distinte, maggiore pressione a bande più larghe: ne segue che la riemissione è favorita a basse pressioni.

Comprendere quantitativamente il fenomeno si può solo con un modello numerico; ma l'essenziale è il seguente: ogni strato atmosferico assorbe e reirradia in tutte le direzioni, ma solo gli strati più alti possono effettivamente rilasciare nello spazio il grosso dell'energia radiante assorbita; l'aumento della concentrazione della CO₂ sposta questa quota sempre più in alto; ecco perché l'acqua che è importante a bassa quota non svolge un ruolo predominante, ma lo svolgono la CO₂ e gli altri gas che dominano il meccanismo di assorbimento e di riemissione nell'atmosfera estrema. Torneremo su questi concetti in un prossimo articolo.

Finisco con un'osservazione su una terza questione, non citata finora su C&I ma qualcosa mi dice che è solo questione di tempo: il riscaldamento globale si è fermato negli ultimi 10 anni?

L'interrogativo è stato rilanciato da vari blog, fino ad arrivare alle pagine di *Science* [4], anche se solo come breve articolo editoriale e con la indicazione degli articoli e siti web dove trovare le spiegazioni del rallentamento. La questione è che se si guarda al *trend di breve periodo*

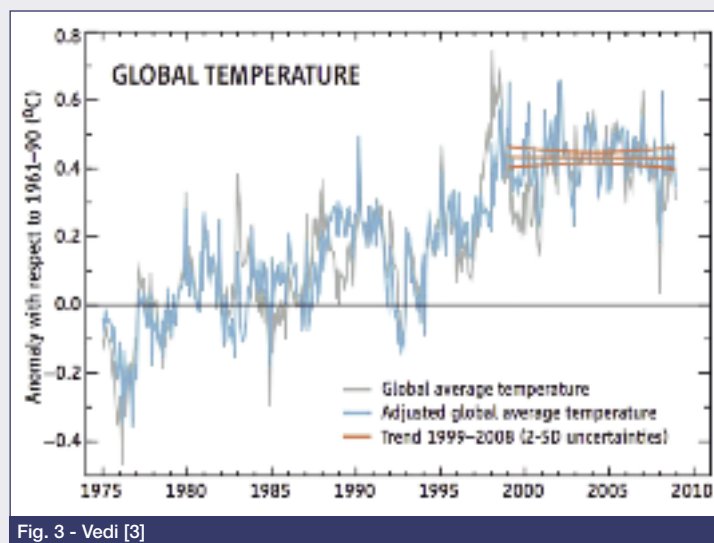


Fig. 3 - Vedi [3]



HIGHLIGHTS LA CHIMICA ALLO SPECCHIO

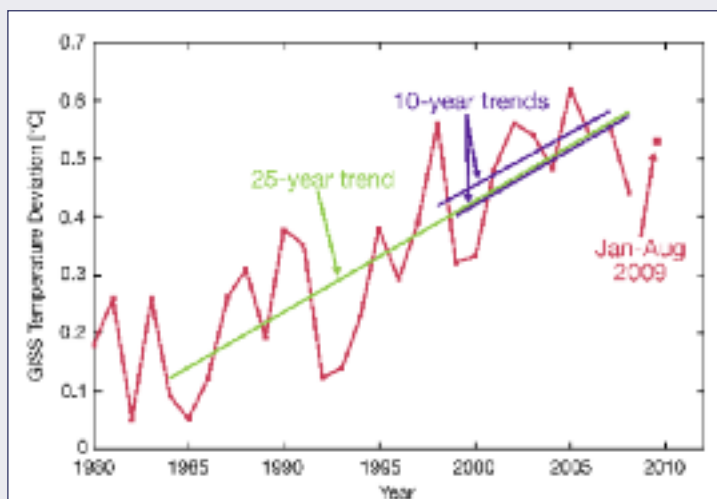


Fig. 4 - Da www.realclimate.org/index.php/archives/2008/01/uncertainty-noise-and-the-art-of-model-data-comparison/

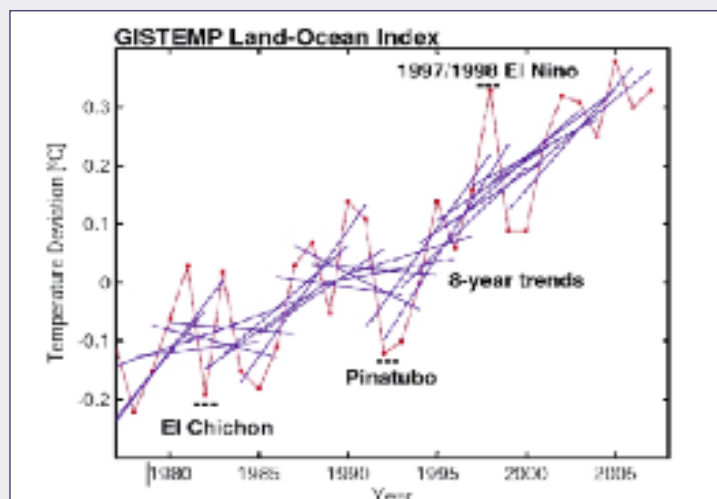


Fig. 5 - Da www.realclimate.org/index.php/archives/2008/01/uncertainty-noise-and-the-art-of-model-data-comparison/

delle temperature medie globali si nota un rallentamento dell'aumento medio; il primo dei tre grafici (Fig. 3) riporta i dati dell'Hadley Center; questo set di dati ha una copertura mondiale inferiore in alcune zone, in particolare nella zona artica dove si è avuto negli anni recenti un maggiore riscaldamento.

Questa diversa copertura ha accentuato la differenza che vedete in confronto al secondo set di dati, che è invece il dato medio della NASA-GISS, che non soffre di problemi di copertura artica (Fig. 4).

Nel set Nasa il rallentamento è nettamente inferiore e non si notano differenze significative nell'ultimo decennio, rispetto ai precedenti. Il fatto che l'aumento della temperatura nel decennio sia leggermente inferiore a quanto preventivato dall'IPCC non ha alcun significato particolare; il modello IPCC non è deterministico, ma statistico.

Ma proviamo a fare il medesimo ragionamento di molti negazionisti applicando un'analisi basata su un arco temporale di pochi anni ai dati della NASA-GISS. Come vedete in Fig. 5, se raggruppiamo i punti in segmenti di 8 anni, si ottengono pendenze molto diverse (anche se quasi tutte a crescere) che dipendono dalla scelta arbitraria del primo punto. Si tratta di un fenomeno che va sotto il nome di "rumore sperimentale", noto perfino ai giovani studenti dei laboratori di fisica e chimica.

Nel nostro caso sul breve periodo innumerevoli fattori (vulcani, El Niño, altri) - oltre al fattore antropogenico - influenzano l'andamento. Se si parla di clima non ci interessa sapere se l'anno prossimo pioverà: vogliamo sapere come andrà nel lungo periodo. Questo lo sappiamo già: il mondo si sta scaldando e continuerà a scaldarsi: i negazionisti non lo possono fermare con funambolismi e distorti giochi di parole. Una cosa è il clima che mostra trend chiari sull'arco dei decenni o dei secoli; una cosa del tutto diversa l'analisi di breve periodo, influenzata da innumerevoli fattori, alcuni esplicitamente indicati nell'ultimo grafico, come il fenomeno El Niño, le eruzioni vulcaniche del Pinatubo o del Chichon.

Vorrei notare che per un chimico è grave propagandare come vere e degne di attenzione misure fatte secoli fa con metodi non sufficiente-

mente verificati e che spinsero la comunità internazionale di scienziati che li faceva già nel 1955 a cambiare strategia; la fondazione del centro di Mauna Loa risale al primo anno geofisico internazionale! I risultati pubblicati da Beck hanno solo importanza storica ed erano stati già ampiamente commentati in passato; non comprendere i limiti di quelle misure implica non comprendere i metodi e la logica del campionamento analitico. Anche negare il ruolo della CO₂ solo sulla base della sua concentrazione rivela la incomprensione degli assunti base della termodinamica reversibile ed irreversibile.

Il riscaldamento climatico continua; nonostante lo "sforzo" dei negazionisti i trend individuati negli ultimi secoli sono purtroppo ancora al lavoro; la comunità internazionale dei climatologi e di tutti gli scienziati "concerned" non può che attivamente partecipare allo sforzo di denunciare con costanza e pazienza all'opinione pubblica la situazione e di criticare attivamente coloro che negano l'evidenza sperimentale con argomenti totalmente inaccettabili dal punto di vista scientifico, difendendo nei fatti la causa di chi, per interessi diretti o per pigrizia intellettuale, è interessato a mantenere lo status quo.

Nei prossimi mesi, per esempio a dicembre a Copenhagen, sono previste importanti decisioni sulle iniziative da intraprendere per ridurre l'impatto del nostro attuale modo di produrre sulla composizione atmosferica; i chimici devono dare il loro contributo: lo dobbiamo ai più deboli della nostra specie ed anche al Pianeta che ci ospita di cui siamo custodi in nome e per conto dei nostri figli.

Bibliografia

- [1] E.G. Beck, *Energy & Environment*, 2007, **18**, 2.
- [2] E. From, C.D. Keeling, *Tellus*, 1996, **38B**, 87.
- [3] www.atmosphere.mpg.de/enid/No_ss_maggio_2_5_vegetazione/CO2/R_Monitoraggio_dell_anidride_carbonica_4ud.html
- [4] R.A. Kerr, *Science*, 2009, **326**, 28.