*Claudio Della Volpe**
Dipartimento di Ingegneria dei Materiali
e Tecnologie industriali
Università di Trento
Antonio Zecca
Dipartimento di Fisica
Università di Trento
Luca Chiari
Dipartimento di Fisica
Università di Trento
Stefano Caserini
DIIAR - Sez. Ambientale
Politecnico di Milano
**claudio.dellavolpe@unitn.it*

I CAMBIAMENTI CLIMATICI: DISTINGUIAMO LE TESI SCIENTIFICHE DALLE OPINIONI

Nelle questioni climatologiche, spesso con forte contenuto chimico e chimico-fisico, è importante distinguere fra le opinioni e le tesi scientificamente fondate. Nel presente articolo un gruppo di chimici, fisici e climatologi critica le recenti tesi negazioniste di alcuni colleghi basandosi sui più moderni risultati della climatologia.

Il 2007 è stato un anno importante per i problemi del riscaldamento globale (GW); in aprile fu pubblicato il IV rapporto IPCC, organo delle Nazioni Unite, che ribadiva il ruolo antropico nella modificazione climatica in atto.

Nello stesso mese, durante un workshop a Vienna, fu fondato il Not-IPCC o NIPCC [1], una organizzazione diretta da Fred Singer, un fisico dell'atmosfera, che nel corso degli anni ha variamente sostenuto il non legame fra UV e melanoma, la non importanza dei rilasci di gas CFC in rapporto alla distruzione dell'ozono stratosferico. NIPCC è una sigla che richiama in modo ingannevole il panel scientifico dell'Onu e sembra essere stata creata proprio per generare confusione nell'opinione pubblica. Esso, lungi dall'essere connesso ad alcun progetto delle Nazioni Unite, è stato invece creato includendo scienziati di scarsa competenza e produzione scientifica sulle tematiche climatiche; nella stesura del suo rapporto non è stato previsto alcun processo di controllo e di verifica da parte del resto della comunità scientifica. Il Not-IPCC è un'organizzazione la cui pagina web è mantenuta e le cui pubblicazioni sono diffuse dallo Hearthland Institute [2], che ha come motto: "Free market solutions". Si tratta di un'organizzazione della destra conservatrice americana, che ha ricevuto finanziamenti dalle industrie petrolifere (la Exxon) e che è estremamente attiva nel campo della riduzione delle tasse, nel contrastare la riforma sanitaria, nel contrastare tutte le iniziative volte a combattere l'effetto serra. Negli USA esiste un'organizzazione, Cooler Heads Coalition, che raggruppa una serie di comitati ed altre organizzazioni che hanno come scopo di contrastare "il mito del riscaldamento globale", difendendo gli interessi dei principali inquinatori del pianeta. L'NIPCC ha pubblicato un rapporto rintracciabile sulla sua pagina web il cui contenuto è stato costruito senza alcun dibattito con la comunità scientifica di riferimento ed i cui contenuti sono ampiamente sbagliati; non meraviglierà sapere che persone risultanti iscritte all'NIPCC (in Italia Franco Battaglia, FB) sostengono poi posizioni totalmente diverse da quelle della comunità scientifica italiana ed europea che si occupa dei cambiamenti climatici.

Il 12 ottobre 2007 fu assegnato ad Al Gore ed all'IPCC il premio Nobel

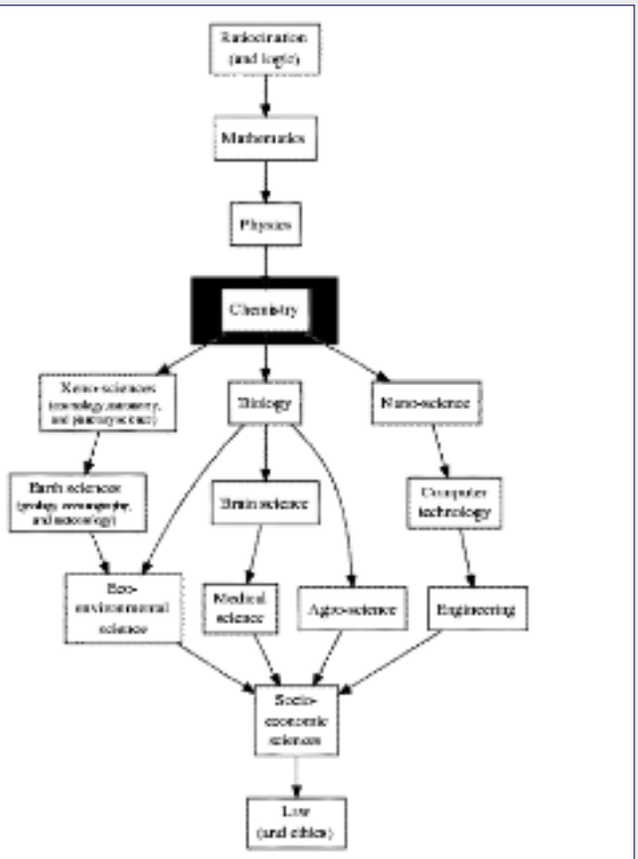

Fig. 1 - Chimica come "central science" (da A.T. Balaban, D.J. Klein, Scientometrics, 2006, 69, 615)

per la Pace, con la motivazione: *"per i loro sforzi per costruire e diffondere una conoscenza maggiore sui cambiamenti climatici provocati dall'uomo e per porre le basi per le misure necessarie a contrastare tali cambiamenti".*

Il premio "a qualcuno piace caldo" [3], per quel medesimo anno fu assegnato, invece, a Franco Battaglia; si tratta di un premio che viene assegnato ogni anno dal comitato scientifico del gruppo "Climalteranti", costituito da ricercatori e scienziati alcuni dei quali si occupano professionalmente di clima; la motivazione fu: *"Per la vastissima produzione negazionista, che ha riguardato articoli su quotidiani, riviste e interventi in radio e in televisione, con una serie incredibile di affermazioni clamorose quanto infondate, senza il minimo tentativo di confronto e dialogo con la comunità scientifica nazionale ed internazionale".*

La chimica e il clima

Gli uomini sono esseri sociali ed è impossibile per loro distaccarsi da tale socialità, perfino nella più nobile ed astratta delle loro arti: la scienza. Ne segue che quando i risultati scientifici toccano interessi precostituiti si scatena uno scontro che è contemporaneamente di idee e di interessi. La scoperta della limitatezza della biosfera, iniziata fra alcuni intellettuali già nell'Ottocento (si pensi a Malthus e a Podolinski) diventa coscienza comune con il movimento ambientalista degli anni Sessanta. Dopo il libro della Carson (Silent Spring) e le scoperte sul ciclo del DDT fu impossibile ignorare che l'azione dell'Umanità ha effetti planetari, che l'uomo è un'agente di livello planetario e che deve misurare le proprie azioni a questo livello. Il bando del DDT e l'accordo sui CFC per contrastare la distruzione dello strato di ozono (e più recentemente il Reach o l'accordo di Kyoto) sono esempi positivi della possibilità effettiva di misurare tali azioni, e non è assolutamente un caso che si tratti di accordi su classi di sostanze chimiche.

La chimica è "the central science" [4], lo snodo fra le scienze più astratte e la loro applicazione nella nostra attività produttiva e trasformatrice della natura ed è quindi il terreno principale dello scontro per realizzare compiutamente una diversa socialità ed una diversa umanità (Fig. 1).

La conferenza di Copenhagen, che tenterà di trovare un accordo sulle emissioni di CO_2, rappresenta un ulteriore passo su questo cammino (V. riquadro sottostante).

Perché Copenhagen

È ormai diffusa la consapevolezza della gravità della situazione climatica/energetica mondiale e delle pesanti conseguenze che potrebbe avere tra pochi anni sulla nostra organizzazione economica e industriale. D'altra parte i gas serra sono inquinanti globali: ci danneggiano anche quelli emessi da nazioni lontanissime. Sono necessari accordi internazionali.

Gli antefatti. La conferenza di Kyoto del 1997 aveva deciso una serie di azioni per ridurre le emissioni di gas serra. L'attuazione degli accordi è stata boicottata da alcune nazioni.

Cosa ci si aspetta da Copenhagen. Accordi vincolanti per tutti. Indicativamente: riduzione delle emissioni di circa il 20% entro il 2020 e di circa il 50% entro il 2050.

Cosa può succedere. Mentre queste righe venivano scritte è arrivata la notizia di un accordo bilaterale USA - Cina. Tralasciando ricami e merletti, i due si sono messi d'accordo per affondare la Conferenza. Una chiave di lettura può essere nella dichiarazione di voler riprendere le trattative tra un anno. Infatti sono note le difficoltà interne che Obama sta attraversando; in particolare per il progetto sulla sanità e le difficoltà in Afganistan. Circolano voci secondo cui Obama vorrebbe rafforzare la sua posizione interna prima di affrontare un'altra battaglia sul clima. La posizione cinese è più chiara. La Cina produce già oggi il 50% dei pannelli solari termici e più del 30% di quelli fotovoltaici - nel mondo. Secondo la International Energy Agency, nel 2020 sarà la nazione con il più elevato tasso di abbattimento dei gas serra. Un anno di ritardo sugli accordi può servire per consolidare la loro supremazia in fatto di energie rinnovabili.

Il caso peggiore. Anche nel caso di un successo limitato a Copenhagen e di un rinvio al prossimo anno delle decisioni importanti, le nazioni della Comunità Europea dovranno predisporre entro il 2010 i propri piani per un incremento del 20% delle fonti rinnovabili

La Chimica. L'aumento del 20% delle fonti rinnovabili presenta una opportunità per lanciare progetti di ricerca che coinvolgano biologia e chimica nella produzione di nuovi metodi di produzione energetica a bilancio di carbonio in pareggio.

Risposte doverose a tesi non scientifiche

Nei prossimi paragrafi risponderemo ad alcune delle più comuni tesi negazioniste sul clima, rappresentate nell'ambiente chimico da FB, ma anche da altri colleghi che hanno recentemente firmato lettere ed articoli su questa rivista. Nessuno pretende di avere la verità in pugno, ma con i fatti, i nudi, terribili fatti, noi tutti dobbiamo fare i conti.

La tesi che secondo noi può interpretare i fatti climatici noti è che sia in corso un riscaldamento della superficie terrestre, indotto dal rilascio di un eccesso di gas ad effetto serra da parte delle attività umane e che tale riscaldamento possa, se non ostacolato, portare ad un aumento eccessivo della temperatura, con gravi impatti sulla società umana moderna. Non si discute qui del fatto che milioni di anni fa si possano essere verificati fenomeni per cui la temperatura o la concentrazione di CO_2, prodotta attraverso vari meccanismi, abbiano superato i valori attuali; diciamo solo che allora l'uomo non c'era, né per produrle, né per soffrirne.

Nella sua ultima lettera FB chiede risposte alle sue domande che siano limitate al solo ambito scientifico. È una richiesta legittima ma impegnativa da soddisfare in quanto FB con i suoi scritti si pone al di fuori dal dibattito scientifico, con argomentazioni spannometriche meglio adatte ai quotidiani su cui FB è frequente opinionista.

Le tesi di FB, mai pubblicate su alcuna rivista ISI, usano spesso a supporto citazioni di articoli pubblicati su libri e su riviste non ISI, del tutto screditate dal punto di vista scientifico, e che non verrebbero mai accettate da revisori di qualsiasi rivista seria. Quando poi vi sono citazioni di articoli pubblicati su riviste serie, sono lavori spesso vecchi di più di 10 anni e non aggiornati come qualsiasi scritto scientifico dovrebbe fare. Si tratta quindi più che altro di opinioni, a cui comunque proviamo a rispondere.

Il tempo e il clima

Possiamo modellare il clima? La differenza tra meteorologia e climatologia non è intuitiva. Se chiedo di sapere che tempo farà, chiedo di sapere se pioverà o no in un giorno determinato (per esempio domani) e in un posto preciso (per esempio in questa città). Ci è evidente che se domani qui sarà bello, non è automatico che sia bello anche a duecento chilometri di distanza. La definizione scientifica del clima somiglia ma non troppo alla definizione familiare. Possiamo dire che il clima sull'Italia meridionale è più caldo che sull'Italia settentrionale: con questo sottintendiamo che "*in media* su tutto l'arco dell'anno e *in media* su tutta l'Italia meridionale il clima ecc." In altre parole quando si parla di clima si deve pensare a valori (di temperatura per esempio) *mediati* sulle osservazioni di un anno e ancora rilevati e *mediati* su tutta una regione vasta come l'Italia meridionale. Nella pratica scientifica la media più usata è quella globale - vale a dire fatta su tutti gli osservatori del mondo (sono molte migliaia). Non solo: bisogna poi mediare tutti i valori medi mondiali di ogni singolo giorno su un arco temporale di trent'anni. Parlare di clima su tempi più brevi è come parlare di spaghetti cotti in un minuto.

La definizione di clima serve per capire la differenza tra la predicibilità meteorologica e la predicibilità climatica. Molti si sono posti la domanda: se non riusciamo a prevedere che tempo farà tra 15 giorni, come possiamo prevedere il clima tra 50 o 100 anni? È vero: le previsioni meteo sono affidabili fino a cinque o sei giorni; in certi periodi dell'anno si possono fare previsioni affidabili fino a una decina di giorni. Questa limitazione è dovuta al fatto che il sistema climatico terrestre è un sistema complesso (un sistema caotico - se accettate la definizione matematica di questo termine). Le condizioni meteo qui e domani dipendono dalla storia meteo dei giorni precedenti, ma non solo da quello. Ci sono altri numerosissimi fattori che influiscono sull'evoluzione meteo e questi fattori sono così numerosi che neppure i più potenti calcolatori potrebbero tenerne conto. La previsione si "degrada" quando passo da domani a dopodomani, ai giorni successivi.

Ma come è dunque che se parlo di clima le nostre possibilità vanno ben oltre i dieci giorni? Dipende proprio da come abbiamo definito il clima. Un esempio può aiutare. Mettetevi sul bordo di una strada trafficata; vi chiedo di prendere le velocità delle auto che passano e poi di prevedere la velocità della prossima auto. Sbaglierete inesorabilmente e di molto. Se però richiedessi di prevedere la velocità media delle prossime 50 auto le cose andrebbero molto meglio: basta cronometrare le 100 o 200 auto passate prima e calcolare la media di queste velocità. Le prossime 50 avranno una velocità media molto vicina a quella calcolata. Possiamo dire di più: la precisione della previsione migliora se aumentate il numero delle osservazioni. È una proprietà matematica della *media aritmetica*. Anche se per il clima è necessaria una doppia media (prima geografica su tutto il globo e poi temporale su molti anni) la stessa proprietà matematica permette previsioni dei valori climatici su un orizzonte temporale molto più lungo di quello delle previsioni meteo. Un calcolo statistico abbastanza semplice indica un orizzonte temporale dell'ordine dei 100 anni.

Un riscaldamento inequivocabile

Vediamo quali sono i dati empirici che provano il GW. La curva della temperatura media globale dal 1850 ad oggi (Fig. 2) deriva dalle misure termometriche strumentali eseguite in oltre 3.000 osservatori meteorologici sparsi in tutti i continenti e dalle rilevazioni della temperatura superficiale degli oceani. Questa curva mostra chiaramente che il nostro pianeta si sta scaldando sempre più, un processo iniziato agli inizi del XX secolo. L'incremento della temperatura media globale tra il 1850 e il 2005 risulta essere di 0,76±0,19 °C [5].

Esistono diverse versioni della curva di temperatura globale, redatte da differenti gruppi di ricerca climatica. Le più importanti sono quella della Climatic Research Unit (CRU) della University of East Anglia, quella del National Climatic Data Center (NCDC) presso la National Oceanic and Atmospheric Administration statunitense e quella del Goddard Institute for Space Studies (GISS) della NASA (Fig. 2).

Tutte e tre mostrano una chiara tendenza al riscaldamento durante tutto il secolo scorso e i trend mediati su diversi lassi di tempo per le tre curve mostrano valori compatibili tra loro. Negli ultimi 150 anni il tasso di incremento della temperatura è stato di circa 0,042 °C per

decade, per lo scorso secolo si è attestato intorno a 0,064 °C per decade, mentre per gli ultimi cinquant'anni ha raggiunto valori di 0,128 °C per decennio e infine nei più recenti 25 anni si è rivelato pari a 0,170 °C per decade [6]. Questi valori indicano che la tendenza al riscaldamento non solo è in atto, ma che sta aumentando pure di velocità, soprattutto negli ultimi trent'anni. Esistono una serie di altre evidenze legate al GW:

- dal 1970 ad oggi il livello del mare è aumentato di quasi 10 cm e il trend dell'aumento si trova nella parte più alta della banda di previsione, le cause sono la fusione dei ghiacci e la dilatazione dell'acqua (Fig. 3);
- le coperture di ghiaccio delle zone polari sono diminuite, in particolare nella zona artica nord la fusione dei ghiacci marini estivi ha raggiunto nel 2009 il minimo di poco più di 5 milioni di km^2 nel mese di settembre, molto meno delle previsioni dei climatologi (Fig. 4).

In sostanza il GW sta procedendo più velocemente di quanto ci si aspettasse.

Attualmente i climatologi sono in grado di riconoscere e distinguere buona parte dei singoli processi responsabili del cambiamento climatico osservato. È possibile quindi decomporre l'andamento della curva di temperatura globale nei differenti contributi che hanno origine dalla variabilità interna del sistema climatico, dalle forzanti naturali, come il Sole e da quelle antropogeniche, come i gas serra e gli aerosol.

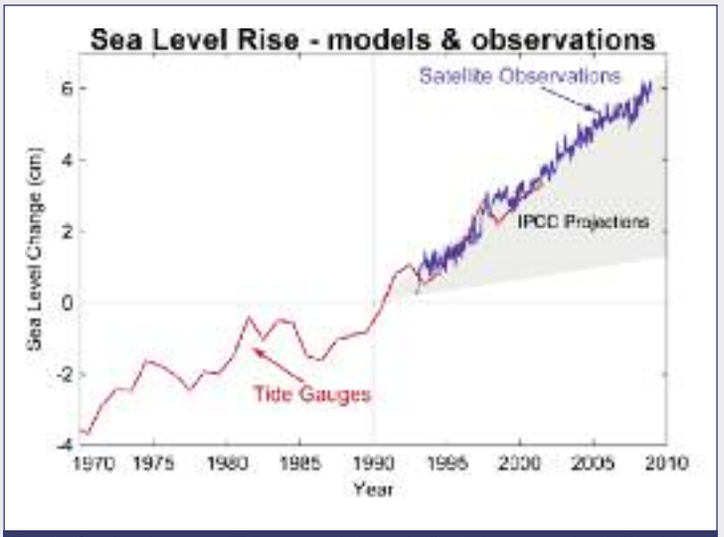

Fig. 3 - Sea level change. Tide gauge data are indicated in red and satellite data in blue (da www.skepticalscience.com/Physical-realities-of-global-warming.html)

L'IPCC 2007 [5] riconosce che la maggior parte del riscaldamento osservato fin dalla metà del XX secolo è dovuto all'incremento delle concentrazioni atmosferiche dei gas serra, emessi in atmosfera come risultato delle attività umane, principalmente l'utilizzo estensivo dei combustibili fossili come fonte di energia.

Con l'utilizzo dei modelli climatici è possibile riprodurre abbastanza fedelmente il cambiamento climatico del XX secolo. Tuttavia, solamente includendo anche le forzanti antropogeniche, oltre a quelle naturali, è possibile ricostruire la temperatura dagli anni Cinquanta in poi [5].

Questo dimostra che l'attribuzione alle attività umane della responsabilità del cambiamento osservato è consistente con l'effetto atteso dalle forzanti agenti sul sistema climatico, che altrimenti risulterebbe inconsistente con spiegazioni alternative.

La temperatura media globale della Terra in superficie è di circa 15 °C, ma sarebbe di molto inferiore (-18 °C), se non ci fosse l'atmosfera. L'atmosfera terrestre attualmente è composta per il 78,08% da azoto (N_2), per il 20,95% da ossigeno (O_2), per lo 0,93% da argon (Ar), per lo 0,038% da biossido di carbonio (CO_2), da altri gas in traccia e per l'1% anche da vapore acqueo, seppure con una distribu-

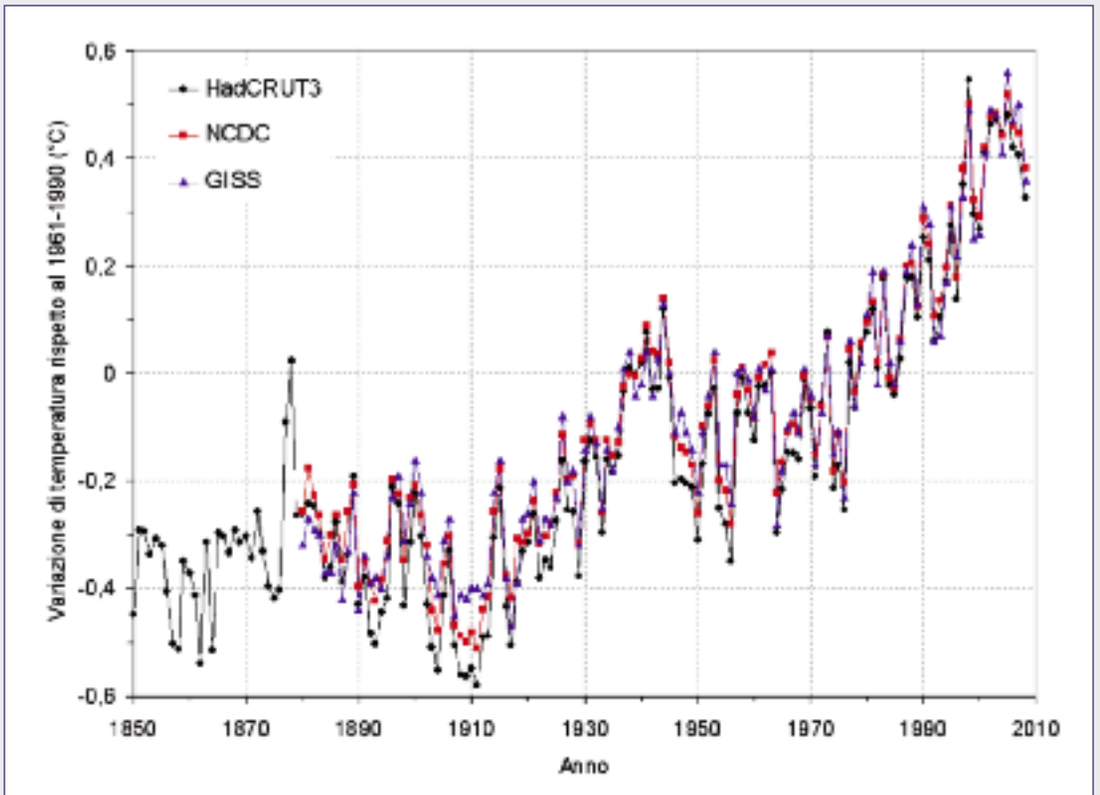

Fig. 2 - Tre ricostruzioni termometriche della temperatura media globale. La grande coerenza tra le tre curve indica la grande affidabilità dei dati in nostro possesso. Dati CRU da www.cru.uea.ac.uk/cru/data/temperature/hadcrut3gl.txt; dati NCDC da ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/anomalies/annual.land_ocean. 90S.90N.df_1901-2000mean.dat ; dati GISS da: http://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs/Fig.A2.txt

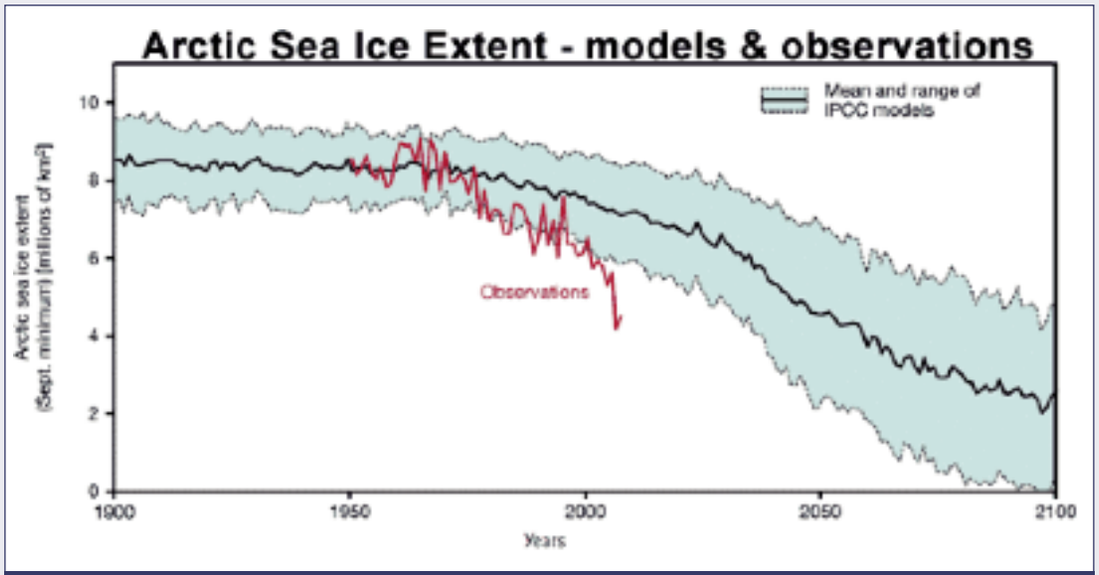

Fig. 4 - Observed (red line) and modelled September Arctic sea ice extent in millions of square kilometers. Solid black line gives the average of 13 IPCC AR4 models while dashed black lines represent their range (da www.skepticalscience.com/Physical-realities-of-global-warming.html)

zione molto variabile nello spazio e nel tempo [7]. Alcuni di questi gas, chiamati gas serra, tra cui contiamo il vapore acqueo, il. biossido di carbonio, il metano (CH_4), il monossido di diazoto (N_2O) e l'ozono (O_3), poiché hanno bande di assorbimento nella parte infrarossa dello spettro, hanno la proprietà di catturare e riflettere verso la superficie terrestre parte della radiazione infrarossa riemessa dal suolo, invece di lasciarla uscire verso lo spazio esterno, dando luogo al cosiddetto effetto serra (naturale). È proprio questo processo radiativo che consente all'atmosfera di raggiungere una temperatura media di equilibrio in superficie superiore che in assenza di atmosfera o di gas serra.

L'origine antropica del riscaldamento globale

A partire dal periodo industriale la concentrazione di gas serra in atmosfera è cresciuta considerevolmente a causa delle emissioni generate dalle attività umane. Le misure paleoclimatiche e strumentali evidenziano che la concentrazione di CO_2 è salita da circa 280 ppm nel preindustriale agli attuali quasi 386 ppm; il metano è passato da 700 ppb a 1.786 ppb nel 2008, mentre il N_2O ha subito un incremento da 270 ppb a 322 ppb. Il risultato è stato un irrobustimento dell'effetto serra naturale, ma questa volta, di origine antropica, con il conseguente incremento termico a cui abbiamo assistito nel corso del XX secolo.

Da notare che, invece, nello stesso arco temporale, il principale responsabile dell'effetto serra naturale, ovvero il vapore acqueo, non ha subito un significativo aumento in atmosfera [8], a differenza della concentrazione degli altri gas serra (+38% il CO_2, +155% il metano e +19% il N_2O). Quindi il riscaldamento osservato nell'ultimo secolo non è assolutamente imputabile ad un aumento della quantità di vapore acqueo in atmosfera. Anzi, il lieve trend positivo nella variazione dell'umidità atmosferica registrato tra il 1973 e il 2002 è semmai proprio dovuto al riscaldamento antropogenico [8].

Il riscaldamento da effetto serra sarebbe stato maggiore, se non fosse stato per l'azione dei pozzi naturali di carbonio (biosfera terrestre e marina, oceani), che ha sequestrato dall'atmosfera più di 1/3 dei 320 miliardi di tonnellate di carbonio fossile rilasciato fino ad oggi dall'umanità [9]. Tra il 1959 e il 2008, in media, circa il 45% delle emissioni annuali di CO_2 è però rimasto in atmosfera a contribuire all'effetto serra antropogenico [10].

Ci sono già state nel passato della Terra dimostrazioni di episodi in cui la biosfera è stata in grado di modificare la composizione atmosferica e quindi il clima (vedi ad esempio l'evoluzione della fotosintesi dell'ossigeno 2,7 miliardi di anni fa, che ha permesso la formazione dell'atmosfera primaria di azoto e ossigeno presente ancora oggi). Inoltre è ben noto dall'analisi delle bolle d'aria rimaste intrappolate nelle carote di ghiaccio estratte ai poli che esiste una correlazione molto stretta tra la concentrazione atmosferica di CO_2 e la temperatura media globale: si tratta di un processo di retroazione positiva, cioè un aumento/decremento della concentrazione di CO_2 provoca una crescita/diminuzione della temperatura e viceversa. Ora ci troviamo in un momento della storia in cui la concentrazione di CO_2 non è mai stata così alta da almeno 800 mila anni a questa parte, come rivelano le carote di ghiaccio estratte a Dome C dal progetto EPICA e a Vostok in Antartide [11]. Durante i massimi glaciali, infatti, la concentrazione di CO_2 in genere si è attestata a valori di 180 ppm, mentre durante i periodi interglaciali ha raggiunto al massimo 300 ppm. Sembra dunque logico dedurre una correlazione tra il recente aumento della CO_2 in atmosfera e l'incremento globale delle temperature.

C'è un'ulteriore informazione a sostegno dell'origine antropica del riscaldamento globale, precisamente riguardo il bilancio radiativo di energia del pianeta. I bilanci di flusso dell'energia in ingresso e in uscita dalla Terra, dedotti da dati osservativi e dai modelli climatici, indicano che attualmente il sistema climatico terrestre presenta uno squilibrio radiativo pari a circa +0,85 W/m^2 [12]. Questo sbilanciamento energetico è molto grande in confronto alle forzanti radiative tipiche che hanno agito in passato sul sistema climatico durante tutta la storia del nostro pianeta. Su scale di tempo molto lunghe, infatti, la Terra è sempre stata in equilibrio radiativo a meno di una minuscola frazione di 1 W/m^2. L'attuale squilibrio energetico planetario è chiaramente dovuto alle forzanti antropiche positive ed è pienamente compatibile con l'aumento delle concentrazioni atmosferiche dei gas serra.

Un ultimo argomento che potremmo considerare è lo *smoking gun*, la

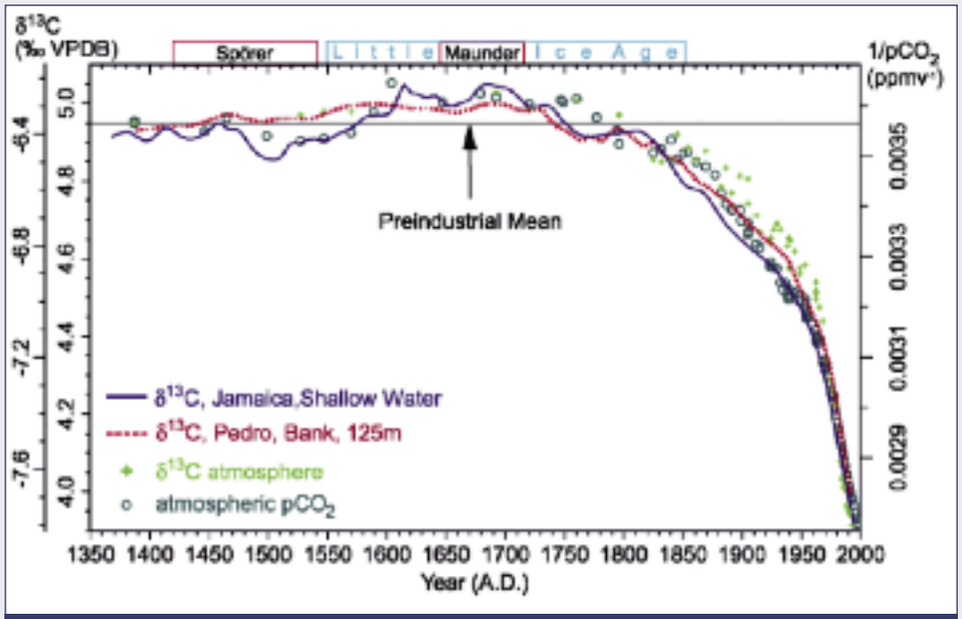

Fig. 5 - Rif. [13], vedi testo

canna fumante o prova provata dell'effetto dei combustibili fossili è data dalla variazione del rapporto isotopico del C nell'atmosfera terrestre negli ultimi secoli; il rapporto fra le abbondanze del ^{13}C e del ^{12}C dipende dall'origine del carbonio; quello contenuto nelle piante e quello proveniente dai combustibili fossili hanno all'incirca la medesima composizione, ma essa è diversa da quella già presente in atmosfera poiché gli esseri viventi prediligono nelle loro reazioni gli isotopi più leggeri. Ne segue che l'abbassamento del rapporto $^{13}C/^{12}C$ è indice riconosciuto di immissione in atmosfera di carbonio organico; il rapporto "naturale" viene ridotto, la miscela viene diluita dall'immissione. Cosa si osserva? È mostrato nella Fig. 5 [13]: la quantità $\delta^{13}C$, che esprime la variazione dell'isotopo 13, scende in modo strettamente correlato con l'aumento della concentrazione di CO_2 atmosferica. Le misure si possono fare in vari ambienti, queste che vi mostriamo vengono da una spugna caraibica dalla lunga vita, dalle misure sugli anelli degli alberi, da quelle sull'aria contenuta nei campioni di ghiaccio antartico; e, su scale diverse ovviamente, mostrano una parallela riduzione, mentre il parametro $1/pCO_2$, reciproco della concentrazione di CO_2, diminuisce anch'esso.

Si nota con chiarezza che dal 1850 le variazioni sono state nettamente superiori a quelle del passato, e sono spiegabili solo con l'immissione nell'atmosfera di combustibili fossili.

I clamorosi errori di FB su un periodo caldo del passato

Un esempio della leggerezza e delle carenze basilari sul lato scientifico delle argomentazioni di FB, risulta da come egli affronta il tema del riscaldamento durante lo scorso millennio.

Come valutare l'affermazione di FB secondo cui "fare la media delle temperature registrate non ha maggiore valore che fare la media dei numeri di telefono di un elenco telefonico"? È una frase da prendere sul serio (chiedendosi quindi se è necessario riscrivere l'intera storia della meteorologia e della climatologia) oppure da salutare con un'allegra risata?

Per confutare il lavoro di uno dei più grandi esperti delle ricostruzioni delle temperature degli ultimi millenni, Michael Mann, uno scienziato con un curriculum scientifico impressionante e numerose decine di pubblicazioni sulle riviste scientifiche più prestigiose nel settore della climatologia (le stesse riviste su cui FB non ha mai pubblicato), ebbene FB scrive «*Mann era un inesperto studente quando si cimentò in un'analisi statistica dei dati storici che produsse la famosa curva detta "Hockey stick"*». Questa affermazione è palesemente falsa per diversi motivi. Innanzitutto il lavoro era firmato anche da altri due studiosi, Raymond S. Bradley e Malcolm K. Hughes [14]; inoltre, come si può verificare dal CV di Mann reperibile facilmente sul web [15] Mann era già da anni laureato e prima dell'articolo dell'Hockey stick, fra l'altro pubblicato su *Nature,* forse la rivista scientifica al mondo più prestigiosa, Mann aveva pubblicato altri 15 articoli su riviste soggette a sistemi di peer review. FB farebbe bene a non offendere con gravi falsità valenti studiosi che di fatto non conosce.

FB scrive che "*Mann è noto soprattutto, ahimé, perché i suoi calcoli sono stati dimostrati sonoramente errati",* citando a supporto di questa affermazione una figura tratta da un'articolo pubblicato sulla rivista *Energy and Environment,* una rivista non ISI disponibile in una manciata di biblioteche in tutto il mondo e famosa solo per essere la rivista su cui sono pubblicate tutte le tesi negazioniste sul clima, scartate dalle riviste serie. Non a caso, nella sua lettera FB cita altri due articoli pubblicati su questa rivista, e uno è il famoso grafico-truffa delle concentrazioni di CO_2 negli ultimi 200 anni, in cui sono proposti valori palesemente sballati dei livelli di CO_2 (come già spiegato nella rubrica di Della Volpe, *Chimica e Industria,* 2009, **91**(9), 132).

Va ricordato che la ricostruzione delle temperature di Mann è stata giudicata corretta da un articolo successivamente pubblicato su Climatic Change [16], la cui conclusione recita "*la ricostruzione di Mann, Bradley e Hughes è solida e regge le critiche sui dati utilizzati*". Viceversa, la ricostruzione delle temperature citata da FB e pubblicata da *Energy & Environment* non è mai stata pubblicato da alcuna altra rivista scientifica che si occupa seriamente di clima. Il motivo è che propone una valore di temperature per il periodo caldo medioevale superiori di 0,3°C a quelle odierne, in contrasto con tutti gli altri lavori pubblicati in letteratura.

A supporto della sua teoria di un'importanza globale del periodo caldo medioevale, FB cita anche un libro scritto da Fred Singer, quindi un'al-

tra pubblicazione non sottoposta a revisione scientifica. Come detto prima l'autore è un professore in pensione, considerato il "nonno" dei negazionisti climatici statunitensi, principale esponente dell'organizzazione N-IPCC, la stessa organizzazione di cui si vanta di far parte FB. In conclusione, è necessario ribadire quanto sostenuto nel precedente intervento: il periodo caldo medioevale ha avuto un'importanza prevalentemente locale. Questo non significa, come incredibilmente frainteso da FB, che si voglia sostenere che il clima globale e locale siano indipendenti, ma semplicemente che il riscaldamento globale è stato molto meno pronunciato, quindi non paragonabile a quello attuale.

Si coglie l'occasione per segnalare che questo è confermato dall'ultimo studio uscito su questo tema, pubblicato nel novembre 2009 sulla rivista *Science* da nove scienziati, che recita nell'abstract "*The Medieval period is found to display warmth that matches or exceeds that of the past decade in some regions, but which falls well below recent levels globally*". Per la cronaca è il caso di notare che primo, quarto e quinto autore sono rispettivamente M. Mann, R.S Bradley e M.K. Hughes [17].

La spiegazione del raffreddamento del dopoguerra

Nella sua lettera di risposta, FB chiede come mai le temperature sono diminuite dal 1940 al 1970, a fronte di emissioni in continua crescita. È una domanda che egli continua a ripetere nonostante la risposta sia semplice e facilmente reperibile: in tanti articoli scientifici, alcuni scritti anche più di trent'anni or sono [18], nei rapporti dell'IPCC, in diversi libri (ad esempio [19]) e in alcuni articoli che Battaglia ha già ricevuto in risposta alle medesime domande [20].

Il raffreddamento del primo dopoguerra è ben simulato dai modelli climatici che includono fra le forzanti gli aerosol e i solfati. Sono infatti le emissioni di polveri e solfati dovuti all'industrializzazione del primo dopoguerra ad aver portato questa diminuzione delle temperature di circa 0,2 °C; diminuzione peraltro non omogenea sul pianeta, e maggiore nell'emisfero nord. La riduzione delle emissioni di solfati e di particolato derivanti dall'innovazione tecnologica e dalla richiesta di un'aria più pulita nelle città hanno portato a partire dagli anni Settanta alla diminuzione di una forzante raffreddante per il pianeta; l'aumento progressivo della CO_2 ha ribaltato i rapporti di forza. Ancora oggi le emissioni di polveri e solfati sono rilevanti, in particolare in Asia, tali da mascherare parzialmente l'aumento di temperatura dato dalla forzante CO_2. Quando anche questi paesi ridurranno le emissioni, per risanare la qualità dell'aria che in molte città assomiglia a quella dell'Italia e dell'Europa degli anni Sessanta, si produrrà un riscaldamento aggiuntivo [21].

Il riscaldamento della troposfera

La questione della supposta discrepanza fra la temperatura prevista e quella misurata nella troposfera è una di quelle che mostra bene i problemi dei negazionisti climatici, che affrontano in modo superficiale questioni complesse.

FB parla nel suo articolo prima di bassa troposfera, poi di 10 km di

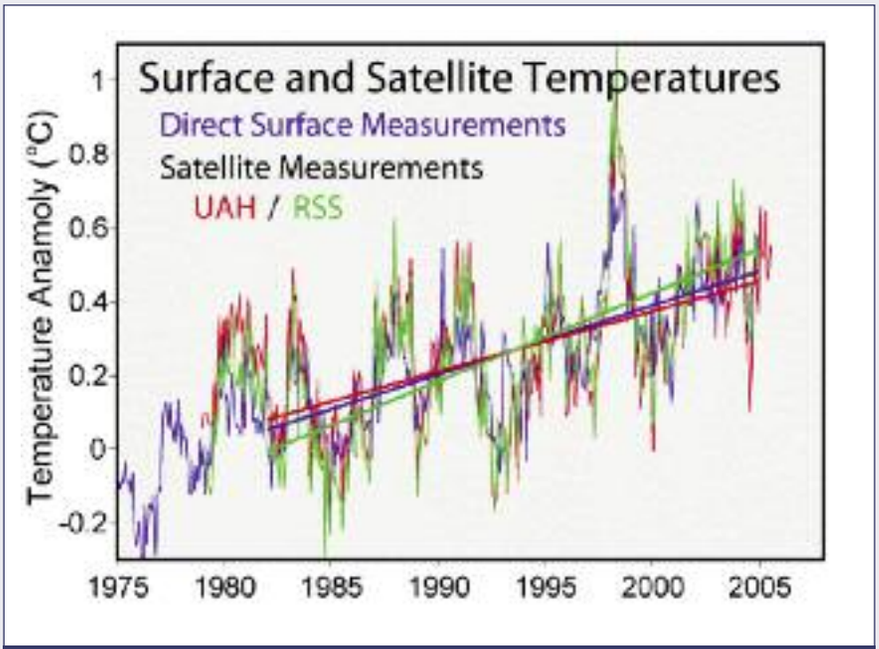

Fig. 6 - Rif. [22], vedi testo

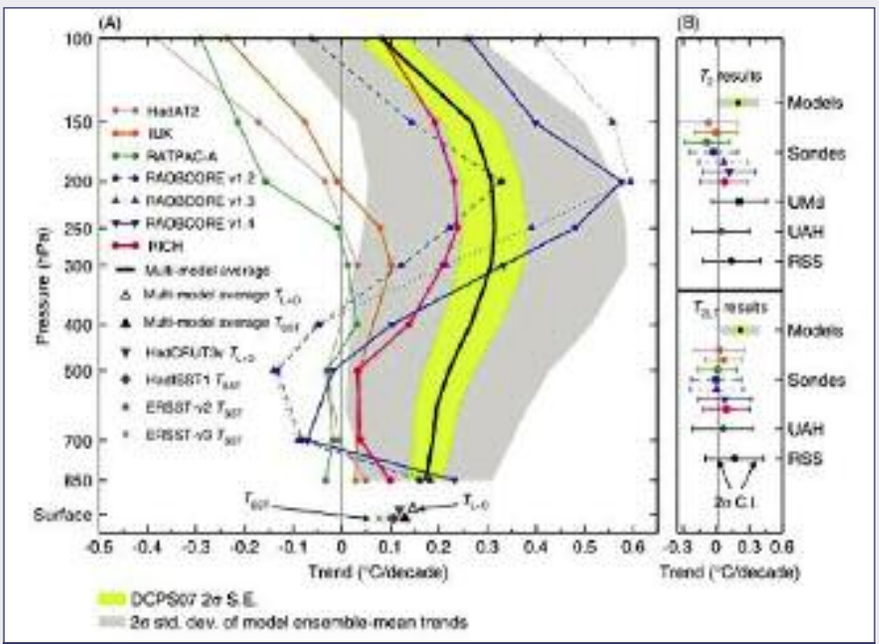

Fig. 7 - Rif. [24], vedi testo

altezza e questo ingenera confusione; la troposfera si estende fino ad 8-20 km di quota dal polo all'equatore, rispettivamente; allora i 10 km dove sono misurati? Al polo saremmo fuori della troposfera; ne deduciamo che si riferisca all'equatore, e quindi la nostra citazione di Douglas è corretta, perché quell'articolo era proprio dedicato alle discrepanze all'equatore.

In secondo luogo FB estrae le posizioni dell'IPCC da una citazione che ne fa il documento NIPCC!

Il problema era sorto fra il 2004 ed il 2005 dal fatto che quasi tutti i modelli climatici prevedevano che il riscaldamento atmosferico fosse maggiore in quota, nella troposfera, mentre le misure, effettuate usando l'irradiazione nelle microonde, non avevano confermato questo risultato teorico *in un primo momento,* ma anzi mostravano un raffreddamento. Il dispositivo Microwave Sounding Units (MSU) montato su satellite ha vari canali di lettura delle radiazioni e queste letture devono poi essere trasformate in valori della temperatura; ci stiamo riferendo qui ai risultati del canale MSU-2LT, dove LT sta per low troposphere. Il grafico di Fig. 6, che riproponiamo, mostrava che dopo aver eliminato tutti gli errori, presenti nel trattamento dati di uno degli istituti coinvolti (University of Arizona, UAH) ed usando il più corretto Remote Sensing Satellite, RSS, il risultato era che il trend di riscaldamento a terra è di 0,170 °C/decade e in troposfera di 0,192 °C/decade [22].

In un secondo momento Douglas [23] ha riposto il problema nel solo caso tropicale e riguardo alla sola *velocità di riscaldamento,* poiché il riscaldamento come tale non veniva più contestato; l'approccio di Douglas contiene due errori statistici come abbiamo già scritto nel primo articolo, contestati non da uno solo ma da ben cinque lavori, il più recente dei quali del 2008 [24] da cui è tratto il grafico di Fig. 7. La banda grigia rappresenta la dispersione 2-sigma dei modelli (mentre la banda gialla è la dispersione permessa dal test difettoso di Douglas) Le altre linee sono le diverse stime ottenute dai dati di partenza del satellite. Le incertezze in entrambi precludono qualsiasi obiezione di un'ovvia discrepanza - un risultato che si può ottenere solo da una selezione parziale dei dati migliori e riducendo erroneamente nelle simulazioni la dispersione attesa.

In queste pagine abbiamo risposto alle richieste di chiarimenti di FB e abbiamo ulteriormente mostrato l'infondatezza delle tesi proposte d FB. Auspichiamo di non dover leggere altre risposte contenenti teorie infondate, mai pubblicate su riviste scientifiche o che fanno riferimenti a rapporti non scientifici sovvenzionati da note lobby industriali d'oltreoceano, con evidenti "conflitti di interesse" sulla materia climatica.

Bibliografia

[1] www.nipccreport.org/
[2] www.heartland.org/
[3] www.climalteranti.it/
[4] T.L. Brown, H.E. LeMay Chemistry: The Central Science, Prentice Hall, 1977.
[5] IPCC, 2007, Quarto Rapporto sul Clima, www.ipcc.ch
[6] P. Brohan *et al., J. Geophysical Research,* 2006, **111**, D12106; T.M. Smith, R.W. Reynolds, *J. Clim.,* 2005, **18,** 2021; J.E. Hansen *et al., J. Geophys. Res.*, 2001, **106**, 23947.
[7] D.R. Williams, "Earth Fact Sheet", NASA, 2004-09-01.
[8] K.M. Willett *et al., Nature,* 2007, **449,** 710.
[9] J.G. Canadell *et al., Proc. Natl. Acad. Sci., USA*, 2007, **104**(47), 18866.
[10] C. Le Quéré *et al., Nature Geoscience*, 2009, **2,** 831.
[11] E. Monnin *et al., Science,* 2001, **291,** 112; J.R. Petit *et al., Nature,* 1999, **399,** 429; U. Siegenthaler *et al., Science,* 2005, **310,** 1313; D. Lüthi *et al., Nature,* 2008, **453,** 379.
[12] J. Hansen *et al., Science,* 2005, **308,** 1431.
[13] F. Böhm *et al., G³*, 2002, **3**(3), 1.
[14] M.E. Mann *et al., Nature,* 1988, **392,** 779.
[15] M.E. Mann, Curriculum Vitae, 2009, www.meteo.psu.edu/~mann/Mann/cv/cv.html
[16] E.R. Wahl, C.M. Ammann, *Climatic Change,* 2007, **85**(33), 1.
[17] M.E. Mann *et al., Science,* 2009, **326**(5957), 1256.
[18] W.S. Broecker, *Science,* 1975, **189,** 460.
[19] S. Caserini, A qualcuno piace caldo. Errori e leggende sul clima che cambia, Edizioni Ambiente, Milano, 2008.
[20] S. Caserini, *Ingegneria Ambientale,* 2007, **XXXVI**(12), 586.
[21] S. Kloster *et al., Atmospheric Chemistry and Physics Discussions,* 2008, **8,** 6405.
[22] http://en.wikipedia.org/wiki/File:Satellite_Temperatures.png
[23] D.H. Douglass *et al., Int. J. Climatol.,* 2008, **28,** 1693.
[24] B.D. Santer *et al., Int. J. Climatol.,* 2008, **28,** 1703; J.R. Lanzante, M. Free, *Journal of Climate,* 2008, **21**(20), 5417; S.C. Sherwood *et al., Journal of Climate,* 2008, **21**(20), 5336; L. Haimberger *et al., Journal of Climate,* 2008, **21**(18), 4587.

ABSTRACT

Climate Changes: It's Better to Distinguish Scientific Theses from Opinions

In climatology, often involving chemistry and physical-chemistry topics, it is important to distinguish between opinions and scientific theses, well supported by modern experimental data. In the present paper, based on the most recent results, some chemists, physicists and climatologists criticize the NIPCC positions recently supported on this journal.