



DANIELE  
MAZZA

FRANCESCO  
MARINO

TUTTI MI ACCUSANO MA...  
LI SFIDO A BRUCIARMI!

# La strega perfetta

Fatti e misfatti della CO<sub>2</sub>

Chi è la strega perfetta? Cosa c'entra con il riscaldamento globale? Diversi scienziati esprimono dubbi sulla responsabilità della CO<sub>2</sub> sul global warming. Il libro vuole fare luce su questo e divulgare ciò che è stato sottratto al sapere comune: misure sperimentali, grafici, idee e ragionamenti critici rispetto all'assunto secondo cui "il costante incremento della concentrazione della CO<sub>2</sub> dovuto alle attività umane è il principale responsabile del brusco innalzamento della temperatura del pianeta". Spetterà al lettore curioso e informato trarre le proprie personali conclusioni.

SAGGI

Chi è la strega perfetta? Cosa c'entra con il riscaldamento globale? Diversi scienziati esprimono dubbi sull'esclusiva responsabilità della CO<sub>2</sub> sul global warming. Il libro vuole fare luce su questo e divulgare ciò che è stato sottratto al sapere comune: misure sperimentali, grafici, idee e ragionamenti critici rispetto all'assunto secondo cui "il costante incremento della concentrazione della CO<sub>2</sub> dovuto alle attività umane è l'unico responsabile del brusco innalzamento della temperatura del pianeta". Spetterà al lettore curioso e informato trarre le proprie personali conclusioni.

TabEdizioni – Roma  
(disponibile anche come e-book)

**ISBN:** 978-88-31352-77-2

**N° di pagine:** 240

**Data di pubblicazione:** lug 2020

DANIELE MAZZA  
FRANCESCO MARINO

# La strega perfetta

Fatti e misfatti della CO<sub>2</sub>

tab edizioni

© 2020 Gruppo editoriale Tab s.r.l.  
Lungotevere degli Anguillara, 11  
00153 Roma  
[www.tabedizioni.it](http://www.tabedizioni.it)

Prima edizione giugno 2020  
ISBN 978-88-31352-77-2

Stampato da The Factory s.r.l.  
via Tiburtina 912  
00156 Roma  
per conto del Gruppo editoriale Tab s.r.l.

È vietata la riproduzione, anche parziale,  
con qualsiasi mezzo effettuata, compresa la  
fotocopia, senza l'autorizzazione dell'editore.  
Tutti i diritti sono riservati.

# Indice

- p. 9 Introduzione
- 13 Capitolo 1  
*La strega si presenta*  
1.1. Struttura molecolare e proprietà della CO<sub>2</sub>, 13  
1.2. L'accusata si difende, 17
- 21 Capitolo 2  
*Il viaggio dell'energia radiante*  
2.1. Il lungo viaggio dell'energia: dal nucleo del Sole al confine dell'atmosfera, 21  
2.2. Dal confine dell'atmosfera alla superficie, 24
- 31 Capitolo 3  
*L'effetto serra*  
3.1. L'effetto serra classico ovvero "la serra del giardiniere", 31  
3.2. Ma cos'è l'assorbimento molecolare?, 33  
3.3. Le differenze tra il pianeta e una serra, 35  
3.4. CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O vapore: un nano e un gigante, 42  
3.5. Variazione della concentrazione di CO<sub>2</sub> e suoi effetti, 43  
3.6. Il parere di un fisico controcorrente, 46  
3.7. Le misure sperimentali e la simulazione, 48
- 53 Capitolo 4  
*L'energia radiante interagisce con l'atmosfera terrestre*  
4.1. Il viaggio dal Sole, 53  
4.2. Adattiamo la legge di Planck alla realtà dei materiali, 55  
4.3. Albedo ed emissività ci guidano al bilancio termico dell'energia (senza atmosfera), 56

- 4.4. Il bilancio dell'energia (con atmosfera), 61
  - 4.5. Tipo 1. Assorbimento/emissione radiante, 64
  - 4.6. Tipo 2. Assorbimento quantistico e riscaldamento del gas, 68
  - 4.7. La stratosfera: perché si riscalda?, 70
- p. 73 Capitolo 5
- La temperatura del pianeta*
- 5.1. Il punto di arrivo: la temperatura del pianeta, 73
  - 5.2. Oscuramento globale (*Global Dimming*), 76
  - 5.3. Perché le città sono isole termiche?, 79
  - 5.4. Modelli a cascata e amplificazione degli errori, 82
- 89 Capitolo 6
- Alcune considerazioni di chimica-fisica dell'atmosfera*
- 6.1. La composizione dell'atmosfera, 89
  - 6.2. Un poco di storia: come si è arrivati alla composizione attuale, 92
  - 6.3. La strega non può bruciare ma altri gas con effetto serra sì, 93
- 101 Capitolo 7
- CO<sub>2</sub> contro H<sub>2</sub>O vapore*
- 7.1. Si presenta spontaneamente a deporre... la molecola dell'acqua, 101
  - 7.2. I due imputati vengono messi a confronto, 102
  - 7.3. Dove la strega ha il predominio, 108
- 111 Capitolo 8
- Cenni di chimica degli oceani*
- 8.1. L'oceano misterioso, 111
  - 8.2. Gli oceani serbatoio termico per tutta l'umanità, 113
  - 8.3. Gli oceani e la loro chimica, 115
  - 8.4. L'acqua di mare è salata, 120
  - 8.5. Il calcio ci salverà, 132
  - 8.6. È vero che gli oceani nel 2050 sommergeranno le coste?, 138
- 143 Capitolo 9
- Lo stato del clima 2018*
- 9.1. Lo stato del clima 2018: una visione d'insieme, 143
  - 9.2. Lo stato del clima 2018: una visione di catastrofe imminente, 152
  - 9.3. Lo stato del clima 2018: le previsioni dei modelli e il senno di poi, 154

- p. 157 Capitolo 10  
*La ciclicità degli eventi climatici*  
10.1. La Dinamica dei Sistemi, 157  
10.2. Sistemi in equilibrio e non, 161  
10.3. Oscillazioni cicliche nel nostro sistema, 163  
10.4. Il padre di tutte le oscillazioni è a 149 milioni di km da noi, 168
- 171 Capitolo 11  
*Ma se davvero fosse la CO<sub>2</sub>...*  
11.1. La sensibilità climatica... ecco la traccia lasciata dalla strega, 171  
11.2. Diamo voce ai satelliti, 174  
11.3. Gli effetti benefici della strega, 175  
11.4. Ecosistemi isolati: la strega agisce dove l'uomo non arriva, 179  
11.5. Influenza della CO<sub>2</sub> sulla vita marina, 183
- 185 Capitolo 12  
*Effetti non antropogenici sul clima*  
12.1. Il passato spiega il presente, e non viceversa, 185  
12.2. Quando gli effetti eccedono la causa: amplificazione o retroazione positiva, 188  
12.3. Raggi cosmici, nubi e clima, 195  
12.4. Se il passato spiega il presente, come si ricostruisce il passato?, 199
- 205 Conclusioni  
211 Glossario  
229 Bibliografia

## Introduzione

Quanti di voi sono al corrente che centinaia di scienziati di chiara fama, delle più prestigiose università e centri di ricerca, dall'Australia alla Norvegia, hanno scritto libri e pubblicazioni scientifiche nelle quali esprimono dubbi sulla responsabilità dell'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) sul riscaldamento globale (global warming) del nostro pianeta?

Ad ascoltare giornalisti, tivù, meteorologi, climatologi, tutto-logi per così dire "ufficiali", politici, amministratori, alte cariche Istituzionali degli Stati europei e non solo, dichiarazioni dell'ONU attraverso i suoi comitati e strutture varie, sembrerebbe, fatte salve poche eccezioni, esserci un unanime consenso sull'affermazione: «Il brusco innalzamento della concentrazione della CO<sub>2</sub> nell'atmosfera, dovuto all'attività antropica (industrie, produzione dell'energia da combustibili fossili, emissione di veicoli con motori termici, allevamenti intensivi, ecc.) è il responsabile dell'anomalo e repentino riscaldamento della Terra» (in inglese *Antropogenic Global Warming AGW*).

Le voci dissidenti, o anche solo dubbiose su questo assunto, evidentemente sono state messe a tacere, sottoposte a ostracismo, ridicolizzate e bollate a tal punto che i soggetti di queste voci quasi lavorano in silenzio, quasi non si espongono più prendendo atto che questo che stiamo vivendo è l'ennesimo periodo buio della nostra storia durante il quale vige sovrana la frase d'ordine: "chi grida più forte ha ragione!".

Eppure istituzioni e mass media costantemente ci annoiano con frasi di rito che evidenziano l'importanza del dialogo, dell'al-



trui opinione, l'arricchimento che le idee "degli altri" generano. Dunque chi dissente dalla precedente affermazione non ha neppure l'onore di esser classificato come una minoranza e come tale esser tutelato!

In altri termini, l'altrui opinione arricchisce solo se appartiene al recinto delle idee tracciato dalla "voce ufficiale".

Nessuno perde tempo a dimostrare l'esistenza del Sole, è lì con la sua forza, ma quando una idea (la CO<sub>2</sub> è causa del riscaldamento globale) viene continuamente ribadita è segno di una sua intrinseca debolezza.

Si potrebbe facilmente obiettare: è giusto che sia così, nella Scienza c'è chi ha torto e chi ha ragione e chi ha torto deve esser messo a tacere senza falso buonismo, ed è proprio questo il fascino della scienza! Noi autori in questo testo ci siamo impegnati a esporre fatti ed evidenze raccolte studiando, indagando e ricercando. Lasciamo al paziente lettore che vorrà arrivare fino all'ultima pagina la possibilità di giungere a una sua personale conclusione. In altri termini, lo scopo di questo libro è contribuire a divulgare ciò che non è divulgato: dati, grafici, idee e ragionamenti, relativi al sopra riportato assunto virgolettato, che sono stati sottratti al sapere comune!

A questo fine abbiamo pensato di aggiungere un capitolo Glossario, d'ora in poi (G), nel quale vengono affrontati alcuni argomenti in modo più rigoroso e, speriamo, non troppo noioso.

Sia chiaro: il riscaldamento globale e i cambiamenti climatici sono fuori discussione. Ambo gli autori sono stati e ancora sono appassionati "montagnini" e hanno visto sotto i loro occhi sparire le pareti nord più affascinanti delle nostre Alpi e tristemente ridursi i loro ghiacciai già in tempi non sospetti. Fuori di dubbio che negli ultimi anni ci sia stato un incremento della concentrazione di CO<sub>2</sub> e che questa sia un gas attivo nell'IR (infrarosso) e quindi un attore del cosiddetto "effetto serra".

Fenomeni chimico-fisici di origine non antropica hanno influenzato il clima secondo dei cicli che sono evidenti analizzando il passato preindustriale (prima del 1750 d.C.). Ci sembra ovvio che

questi fenomeni ciclici perdurino ancora ai giorni nostri, anche se si sono verificate variazioni notevoli della composizione chimica atmosferica, non sperimentate nel recente passato. Ad esempio la  $\text{CO}_2$  è rimasta per millenni attorno a valori più bassi (circa 280 ppm) rispetto a quelli attuali.

Tra i fenomeni antropogenici non dimentichiamo di considerare anche la deforestazione, la cementificazione del territorio e il mutamento delle pratiche agricole, tutti fenomeni da correlare all'aumento della popolazione globale. In particolare la distribuzione della popolazione sul pianeta è assolutamente disomogenea, tendendo a concentrarsi in megalopoli che, come noto, sono vere e proprie "isole termiche" con una temperatura di circa  $+1/+2^\circ\text{C}$  rispetto alla media circostante. Questo dato è da paragonare con l'aumento di circa  $1-1,3^\circ\text{C}$  dal 1750 a oggi. Sottolineiamo poi che le variabili climatiche (temperatura, umidità ecc.) sono spesso interpretate a livello locale (a cui siamo molto affezionati) e non come variabili globali medie.

Con l'avvento, dagli anni 80, dei satelliti meteorologici le misure di temperatura, umidità, copertura nuvolosa, e recentemente di concentrazione locale di  $\text{CO}_2$ , stanno gradualmente assumendo una uniformità di campionamento globale, sia sulla superficie terrestre che su quella oceanica, ricordiamoci che i mari costituiscono il 71% della superficie del pianeta. Inoltre non possiamo non chiederci quale affidabilità potesse avere la misura della temperatura media di mari e oceani prima dei rilevamenti satellitari. E poi ancora, come si insegna nelle scuole di ingegneria, a ogni dato di misura sperimentale va assegnato un errore di misura ( $\pm \Delta x$ ), senza il quale questi valori "pre-satellitari" hanno poco significato.

Oltre a ciò, mesi riferiti dai media come i più caldi degli ultimi tempi (luglio 2019) sono in realtà il frutto di misure locali in città con elevata densità abitative mentre a livello globale le temperature di alcuni mesi del 2017 furono più alte!

I fenomeni dovuti all'aumento di  $\text{CO}_2$  non sono né lineari né esponenziali, ma sono (probabilmente) vicini a una saturazione rispetto all'assorbimento della radiazione infrarossa emessa dal-

la Terra. La lente di ingrandimento focalizzata sulla CO<sub>2</sub> ci ha fatto perdere di vista i fenomeni naturali e le loro ciclicità, da millenni presenti e che continueranno in futuro. Il Sole, grande e unico protagonista energetico del sistema Terra, gli effetti dei parametri orbitalici terrestri (eccentricità, precessione e altri), il ruolo dell'acqua allo stato sia di vapore che di micrometriche gocce nel determinare la copertura nuvolosa e gli aerosol atmosferici, solo per citarne alcuni. Tutti questi fenomeni naturali alterano in maniera drammatica l'intensità radiante che raggiunge la Terra e quindi il bilancio energetico, la temperatura e il clima.

Il libro cercherà di rispondere ad alcune semplici e intuitive domande sulla sorte finale della CO<sub>2</sub> antropica, prodotta dall'uomo essenzialmente mediante combustione di petrolio, carbone e gas naturale a fini energetici. Vi sono dei meccanismi naturali di regolazione, o di retroazione negativa, che ci aiuteranno a rallentare o azzerare del tutto l'aumento costante dei suoi valori atmosferici, anno dopo anno, dal 1900? È vero che la fotosintesi è l'unico mezzo di recupero della CO<sub>2</sub> dall'atmosfera? Probabilmente le risposte a queste domande che troverete proposte dagli autori vi potranno stupire.

Ci rendiamo conto che alcuni dei capitoli potrebbero risultare ostici per il lettore, e questo nonostante il nostro impegno ad "alleggerire". Questo è essenzialmente dovuto al fatto che, al di là delle nostre capacità divulgative, noi tutti abbiamo maggiore confidenza con alcuni modi di trasmissione del calore, come la conduzione o la convezione, ma meno con l'irraggiamento, visto che viviamo immersi in un gas come l'atmosfera. Di conseguenza abbiamo scarsa esperienza con quest'ultimo e le sue complicate leggi che sono alla base del trasferimento dell'energia radiante, come quella proveniente dal Sole che illumina la Terra e che dalla Terra ritorna nello spazio.

## Capitolo 1

# La strega si presenta

### 1.1. Struttura molecolare e proprietà della CO<sub>2</sub>

L'anidride carbonica (formula CO<sub>2</sub>) è una molecola costituita da tre atomi, due di ossigeno e uno di carbonio al centro. Si tratta di una struttura lineare, in cui i due atomi di ossigeno formano due doppi legami con il carbonio, come in figura 1.1. Gli elettroni dei legami chimici (8 in tutto, due per legame) sono condivisi in maniera asimmetrica in quanto l'ossigeno è più elettronegativo del carbonio. La rappresentazione in colore di questa densità elettronica (rosso negativo, blu positivo) ci dice che si formano due dipoli elettrici, che tuttavia si annullano a vicenda essendo posizionati a 180°. Se vogliamo spingerci ancora all'interno di questa struttura, scopriamo che su i due ossigeni si crea una carica frazionaria (in unità elettroniche) di -0,29, mentre di +0,58 sul carbonio. Nell'insieme la molecola risulterà quindi neutra e apolare.

Questo gas di straordinaria importanza per la nostra vita sulla Terra ha accompagnato in realtà tutta quanta l'evoluzione dell'atmosfera terrestre dalla nascita del nostro pianeta, avvenuta 4,5 miliardi di anni fa. Per almeno un miliardo di anni dalla sua nascita la Terra ha posseduto un'atmosfera costituita essenzialmente da azoto (N<sub>2</sub>) e anidride carbonica, non vi era ossigeno (O<sub>2</sub>) in quanto dovevano ancora formarsi i primi organismi con proprietà di fotosintesi (cianobatteri o alghe azzurre).

L'ambiente terrestre era molto diverso da come lo possiamo osservare oggi: il magma caldissimo spesso risaliva in superficie ini-

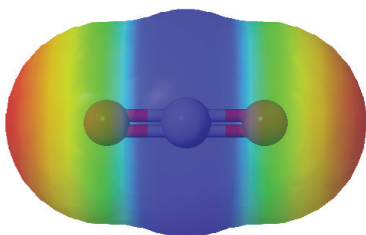


Figura 1.1. *Nuvola elettronica e densità di carica attorno alla molecola di  $CO_2$ . Le tonalità di colore dal rosso al blu indicano il passaggio da densità di carica negativa a positiva.*

ziando a formare la prima crosta terrestre, i primi oceani si aggregavano costituiti dall'acqua in gran parte proveniente dallo spazio attraverso il cosiddetto "intenso bombardamento tardivo" avvenuto durante i primi 100-200 milioni di anni. Si trattava di fasci di comete e meteoriti formati da ghiaccio e particelle rocciose provenienti dalla fascia più esterna del sistema solare (fascia di Kuiper), che venivano letteralmente scaraventati sulla Terra per un effetto sinergico dei campi gravitazionali dei due giganti gassosi (Giove e Saturno).

La temperatura dei primi oceani era molto alta (80 – 90°C) con conseguente formazione di dense nubi di vapore acqueo. L'ossigeno non era ancora comparso, pertanto l'atmosfera risultava fortemente riducente (in grado di cedere elettroni), permettendo così la formazione di innumerevoli composti organici sia negli oceani sia nell'atmosfera senza alcuna interferenza ossidativa (ossidazione: sottrarre elettroni) da parte dell'ossigeno stesso. Si formarono pertanto molecole che oggi sarebbero altamente tossiche e incompatibili con la vita come l'acido cianidrico o l'idrogeno solforato, ma che a quei tempi costituirono le prime molecole pre-biotiche.

A quei tempi era però opportuno che si fosse in quelle condizioni, in quanto proprio i primi composti organici diedero in questo modo origine ai "mattoni della vita": con ogni probabilità si formarono adenina, timina e le altre basi azotate che costituiscono ora il codice genetico conservato nel DNA ed RNA.

Lelevata temperatura degli oceani permetteva il formarsi di quantità di nuvole che innescavano intensi fenomeni temporaleschi, con scariche elettriche molto intense. In laboratorio fin dai primi anni '60 del secolo scorso si riuscì a ottenere in condizioni simili