

La didattica integrata delle
Grandi Idee della Scienza
nella Scuola Secondaria

Didattica dei cambiamenti climatici

Italo Testa

Dipartimento di Fisica “E. Pancini”

Scuola Estiva PLS 2018

Napoli



Obiettivi didattici



Favorire
acquisizione di
competenze di
argomentazione su
questioni
controverse



Fornire strumenti
per applicare
conoscenze
scientifiche in
contesti attuali

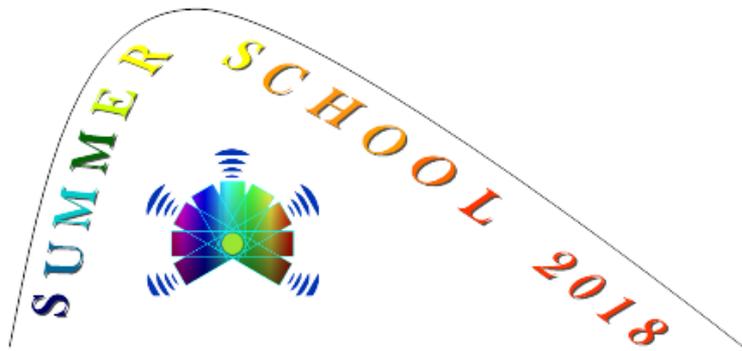


Familiarizzare gli
studenti all'utilizzo
di evidenze
scientifiche nella
costruzione delle
proprie idee



Favorire
acquisizione di
competenze di
modellizzazione di
sistemi complessi

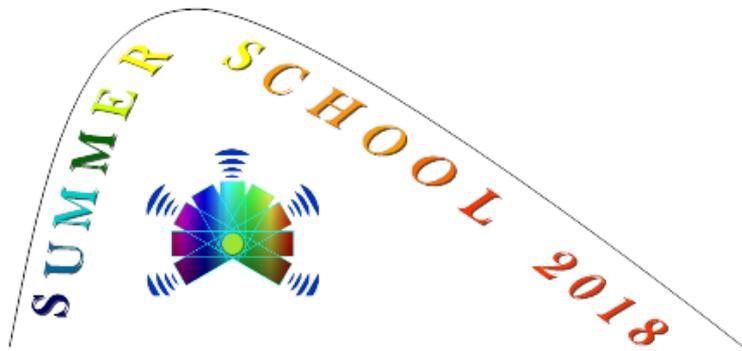




Possibile LP su global warming

La didattica integrata delle
Grandi Idee della Scienza
nella Scuola Secondaria

- Due dimensioni
 - Argomentazione
 - Modellizzazione
- Argomentazione: sapere argomentare la propria posizione sul global warming
- Modellizzazione: saper costruire un modello semplice ma accurato del global warming

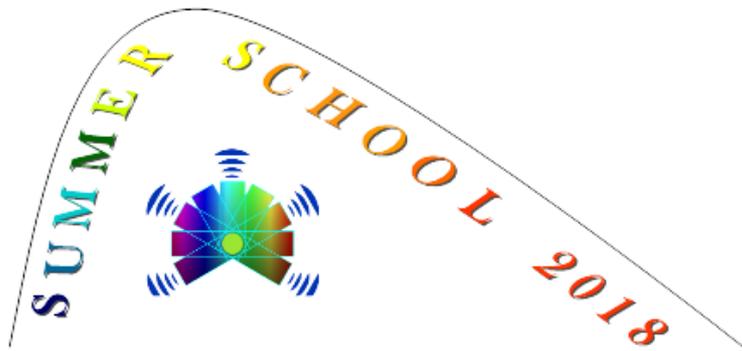


La didattica integrata delle Grandi Idee della Scienza nella Scuola Secondaria

Ma io già lo
faccio....?

- Il clima di alta montagna è :
 - clima temperato freddo a tempo prolungato
 - clima seminivale
 - richiede altitudine tanta più elevata quanto minore è la latitudine
 - è caratteristico delle zone oltre il circolo polare
- I cambiamenti climatici hanno avuto effetto:
 - sulla vegetazione
 - sugli animali
 - sulla corrosione delle rocce
 - sui fiumi
- La termofilizzazione è l'indicatore che riguarda:
 - l'incremento delle temperature estive e lo spostamento nella composizione delle piante alpine.
 - Il decremento delle temperature invernali e lo spostamento nella composizione delle piante alpine.
 - l'incremento delle temperature e lo spostamento verso il basso nella composizione delle piante alpine.





La didattica integrata delle Grandi Idee della Scienza nella Scuola Secondaria

QUESITO PISA

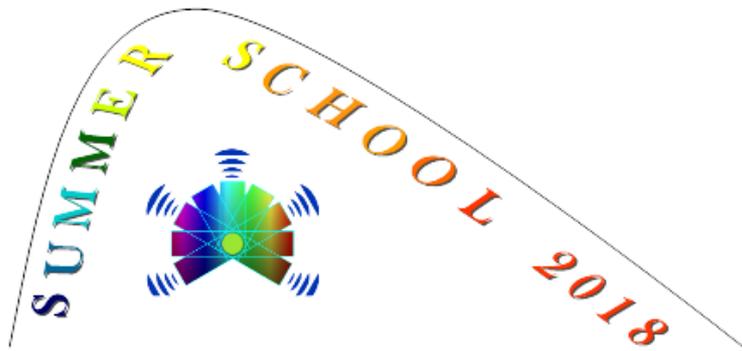
4. Given the following table, involving the growth in concentration of greenhouse gases:

year	[CO ₂] ppm	[CH ₄] ppb
1940	310	1100
1960	315	1250
1980	335	1550
2000	370	1750
2020 (IPCC* projection)	420	2150

*Intergovernmental Panel on Climate Change

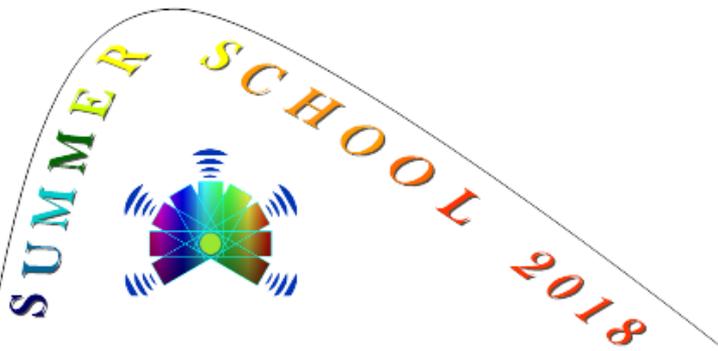
- Graph this data with time on the horizontal axis
 - Determine the rate of increase in the concentrations of the two gases
 - 1940 - 2000
 - 1960 - 2000
 - 1980 - 2000
 - the instantaneous rates of change in 2000
 - the instantaneous rates of change projected for 2020
- Quante tonnellate di anidride carbonica hanno aggiunto all'atmosfera le deforestazioni effettuate dall'umanità? [200 ppm]
 - Quanta anidride carbonica è emessa nell'atmosfera ogni anno da un'auto? E da tutte le auto italiane? [20 ppb]
 - Quanta anidride carbonica emette nell'atmosfera ogni anno una centrale elettrica a carbone da 1 GW? [5 ppb]

China is putting two coal-fired electrical plants in operation each week. These plants do not typically use any scrubbing or pollution controls. Research the typical MWh output, and, using either the table for problem 7 (Michigan depends more on coal than the other states listed.) or a more direct source for CO₂ emissions for a coal plant, find the gain in greenhouse gas emissions each year from this source alone. Compare to the results in problem 4 and determine if the IPCC is underestimating the problem.



La didattica integrata delle
Grandi Idee della Scienza
nella Scuola Secondaria

Argomentazione



La didattica integrata delle
Grandi Idee della Scienza
nella Scuola Secondaria

Questionario iniziale

Cos'è il riscaldamento globale?

Che differenza c'è tra riscaldamento globale e buco nell'ozono?

Cos'è l'effetto serra?

Che relazione c'è tra riscaldamento globale ed effetto serra?

Qual è la controversia associata al riscaldamento globale?

Quali evidenze scientifiche utilizzeresti per argomentare una tua posizione a favore o contro le misure adottate dal governo americano?

EFFETTO SERRA

Leggi il brano e rispondi alle domande che seguono.

EFFETTO SERRA: REALTÀ O FANTASIA?

Gli esseri viventi hanno bisogno di energia per sopravvivere. L'energia che mantiene la vita sulla Terra proviene dal Sole che irradia energia nello spazio perché è molto caldo. Una minima parte di questa energia raggiunge la Terra.

L'atmosfera terrestre funziona come uno strato protettivo sulla superficie del nostro pianeta, impedendo le variazioni di temperatura che si verificherebbero se non ci fosse l'aria.

La maggior parte dell'energia proveniente dal Sole attraversa l'atmosfera terrestre. Una parte di questa energia è assorbita dalla Terra, un'altra è invece riflessa dalla superficie terrestre. Parte di questa energia riflessa viene assorbita dall'atmosfera.

Come risultato di questo processo, la temperatura media sulla superficie terrestre è maggiore di quella che ci sarebbe in assenza di atmosfera. L'atmosfera terrestre ha lo stesso effetto di una serra, da qui il termine *effetto serra*.

L'effetto serra sembra sia diventato più marcato durante il ventesimo secolo.

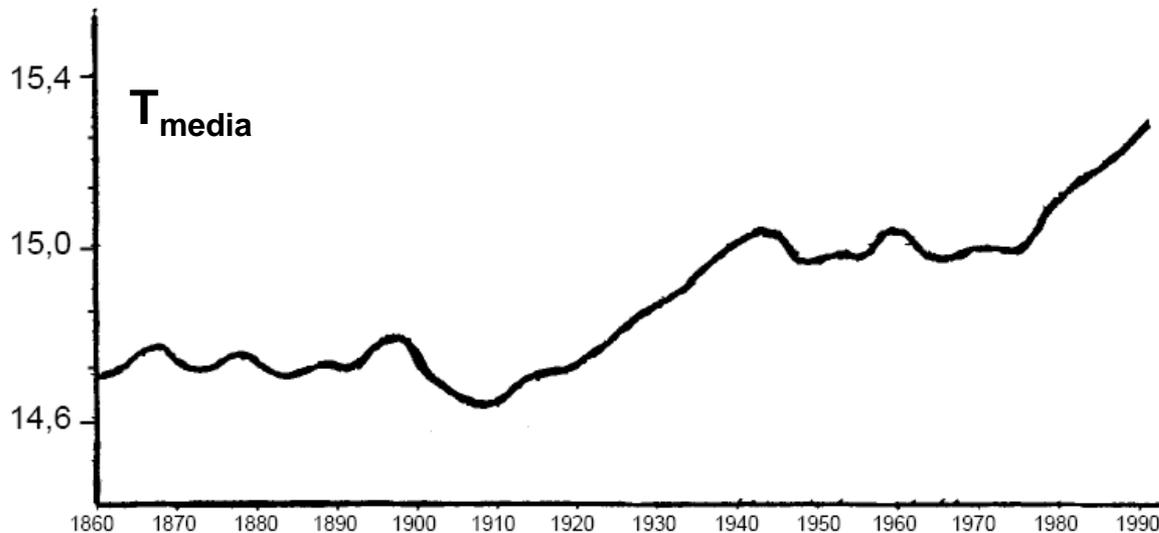
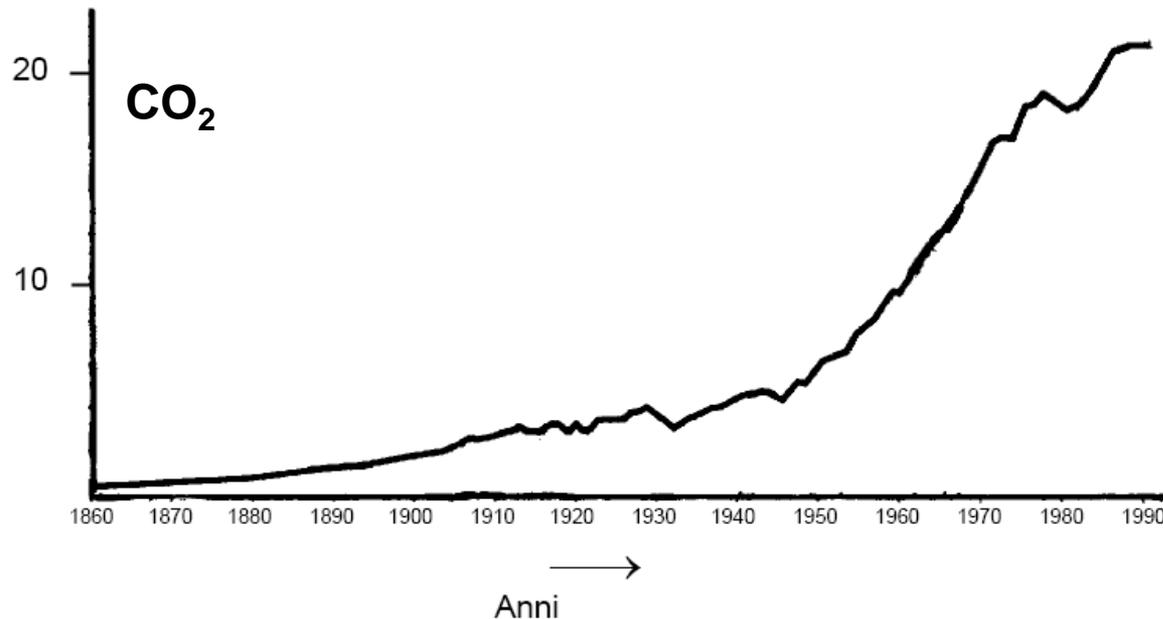
Che la temperatura media dell'atmosfera terrestre sia aumentata è un dato di fatto. Sui giornali e sui periodici viene spesso citato l'aumento dell'emissione di diossido di carbonio (anidride carbonica) come causa principale dell'aumento della temperatura nel ventesimo secolo.

La didattica integrata delle Grandi Idee della Scienza nella Scuola Secondaria

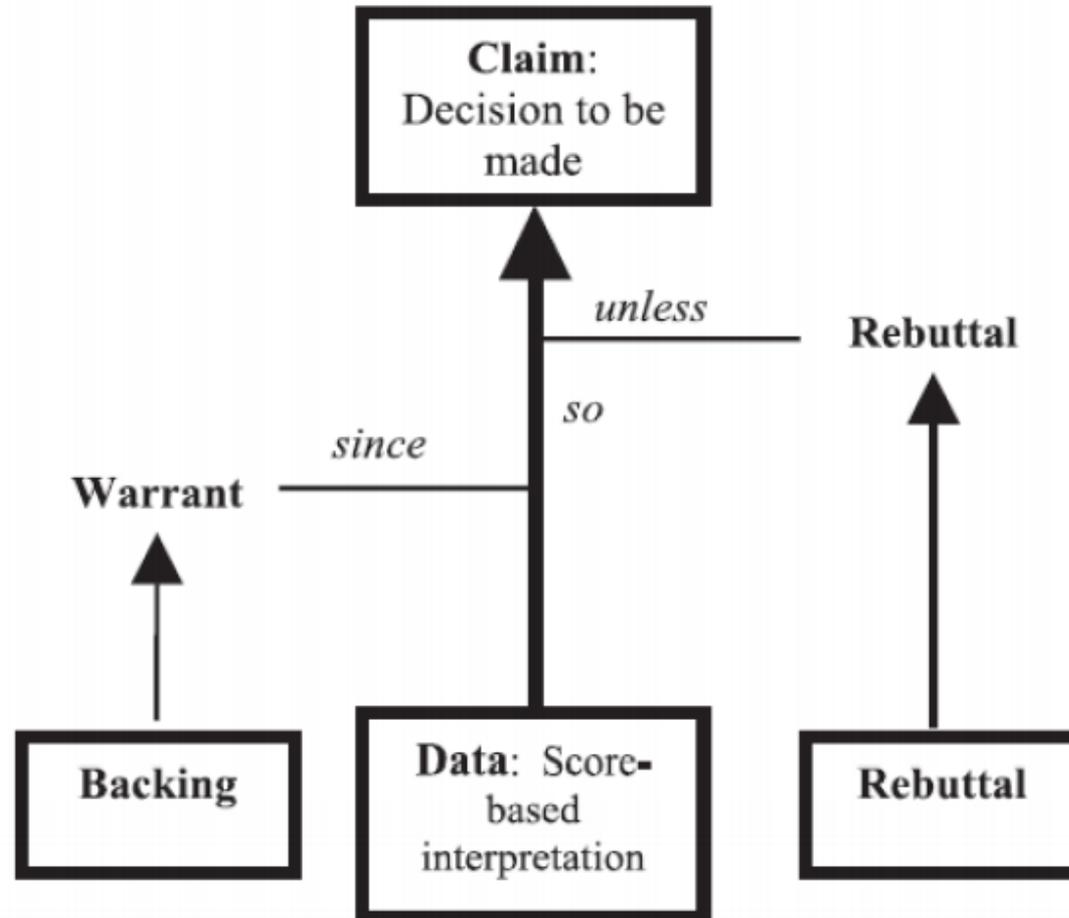
Da questi due grafici Andrea conclude che l'aumento della temperatura media dell'atmosfera terrestre è sicuramente dovuto all'aumento dell'emissione di diossido di carbonio. Perché?

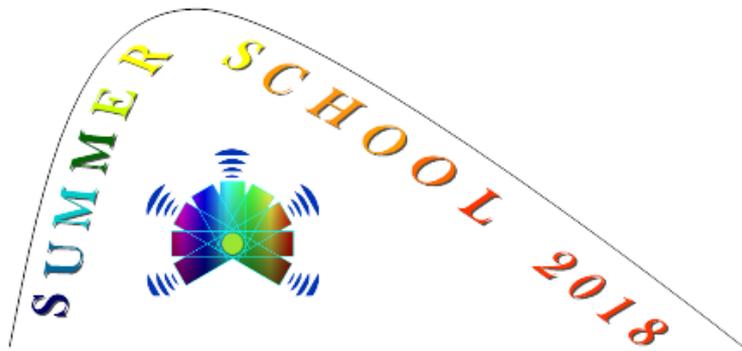
Un'altra studentessa, Gianna, non è d'accordo con la conclusione di Andrea. Quali possono essere i suoi argomenti?

Andrea insiste nel sostenere che l'aumento della temperatura media dell'atmosfera terrestre sia dovuto all'aumento dell'emissione di diossido di carbonio. Gianna, però, pensa che la sua conclusione sia affrettata e afferma: «Prima di accettare questa conclusione devi essere sicuro che altri fattori, che potrebbero influenzare l'effetto serra, siano costanti». Indica uno dei fattori ai quali si riferisce Gianna.



Schema di Toulmin per
argomentazione





La didattica integrata delle
Grandi Idee della Scienza
nella Scuola Secondaria

Nel sondaggio serale

Costruire la LP corrispondente alla dimensione «argomentazione»

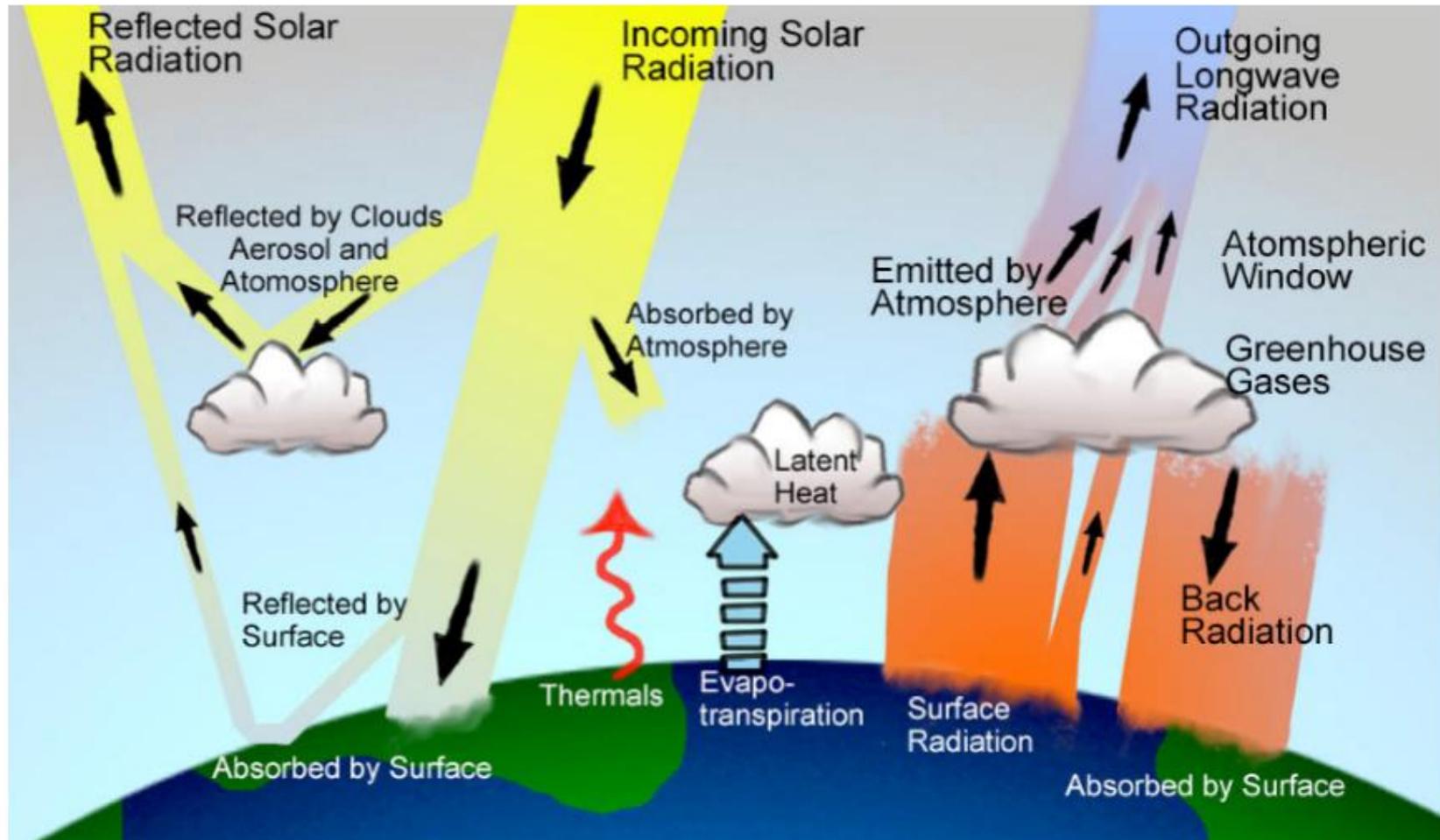


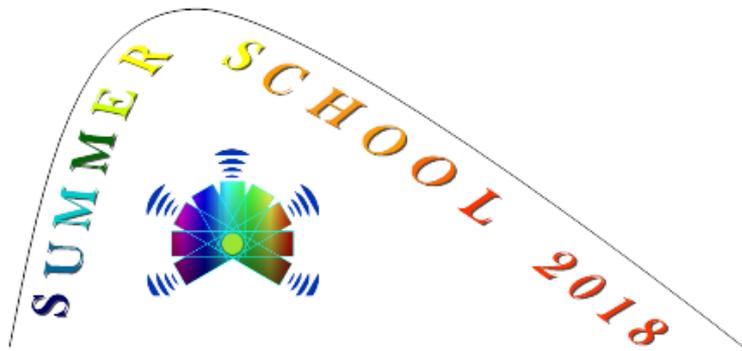
La didattica integrata delle
Grandi Idee della Scienza
nella Scuola Secondaria

Modellizzazione



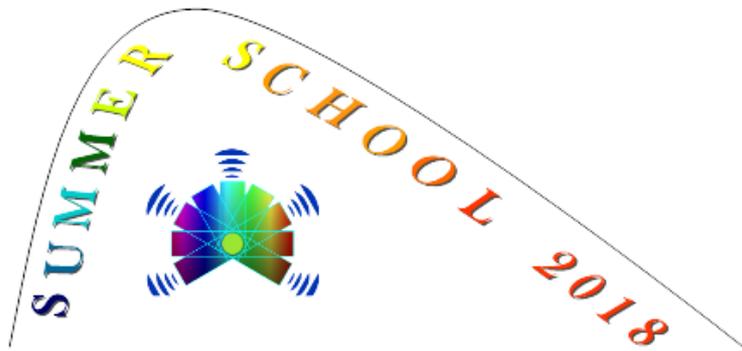
Il feedback climatico





La didattica integrata delle Grandi Idee della Scienza nella Scuola Secondaria

- L'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) prevede incremento medio di 3 °C (da 2 a 4.5 °C) a causa di un aumento CO₂ fino a 560 ppm (da 400 ppm)
- La Terra ha già registrato aumento di 0.8 °C in meno di mezzo secolo ed un ulteriore aumento di 0.6 °C è previsto a causa del bilancio dovuto al presente livello di CO₂.
- Restringimento della calotte polare
- Alcuni laghi si ghacciano di meno
- Ma le cause non antropiche sono significative?
- Quanto si riscaldereà la Terra ?
- Proviamo a fare una modellizzazione del processo



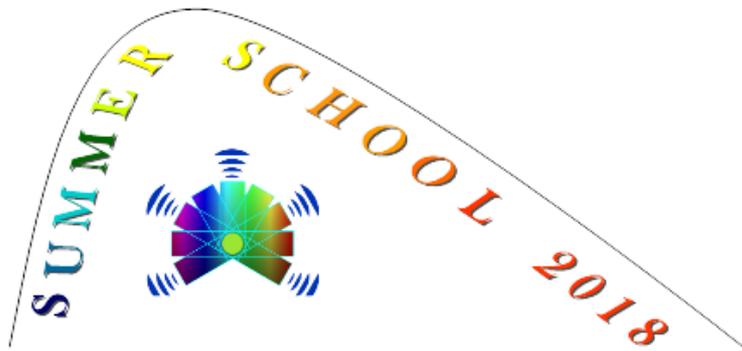
Flusso assorbito

- Flusso solare $s_0 = 1367 \text{ W/m}^2$
- La potenza intercettata dall'area della terra è distribuita sulla superficie sferica:

$$\frac{\pi R_T^2 s_0}{4\pi R_T^2} = \frac{s_0}{4} \cong 342 \text{ Wm}^{-2}$$

- 30% riflesso (albedo della Terra $a = 0.3$ per il visibile)
- 70% assorbito, da cui:

$$f_{ass} = 0.7 \frac{s_0}{4} \cong 239 \text{ Wm}^{-2}$$



Flusso assorbito

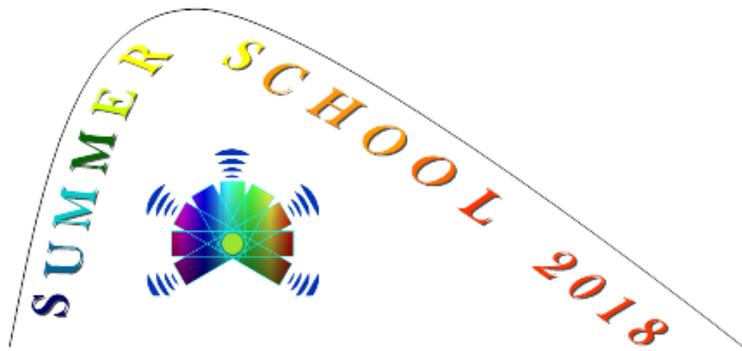
- Mettiamoci anche le nuvole e l'atmosfera, stimiamo quindi:

$$f_{ass} \cong 200 \text{ Wm}^{-2}$$

- Energia assorbita è riemessa come infrarosso, e trasferita nuovamente all'atmosfera e nello spazio
- Assumiamo che tale riemissione avvenga da una superficie sottile in alta atmosfera (modello "come se")
- Bilancio di Potenza:

$$P_{in} = f_{ass} = P_{out} = e\sigma T_a^4$$

- $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$
- $e \approx 1$ (10–micron infrarosso)



La didattica integrata delle
Grandi Idee della Scienza
nella Scuola Secondaria

Temperatura attesa

$$\sigma T_a^4 \cong \begin{cases} 239 \\ 200 \end{cases} \text{ Wm}^{-2} \Rightarrow T_a \cong \begin{cases} \left(\frac{239}{5.67} 10^8 \right)^{\frac{1}{4}} \cong 2.55 * 10^2 \text{ K} \\ \left(\frac{200}{5.67} 10^8 \right)^{\frac{1}{4}} \cong 2.44 * 10^2 \text{ K} \cong 4\% \text{ diff} \end{cases}$$

Senza effetto serra $T = - 18^\circ \text{ C}$

Temperatura di superficie

- Modello precedente approssimato! Non tiene in conto: riflessione, assorbimento ed emissione dall'aria, aerosols, nuvole e superficie clouds and surface; calore latente di evaporazione, dipendenza dall'acqua e dal ghiaccio, correnti d'aria e umidità
- Assumeremo che la Terra emetta come un corpo nero e che quindi emetta un flusso pari ad $f_{ass} \cong 239 \text{ Wm}^{-2}$
- Una frazione di radiazione emessa dalla Terra h sia assorbita dall'atmosfera ← effetto dell'anidride carbonica
- A sua volta, l'atmosfera irradia una parte del flusso entrante verso lo spazio e la restante la ri-trasferisca alla Terra
- Sia k ($k < 1$) la frazione di radiazione che ritorna sulla Terra. Il feedback ci dà:

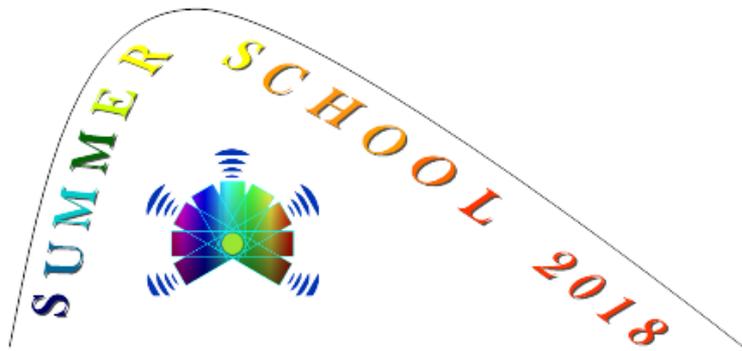
$$f_{ass} + khf_{ass} + (kh)^2 f_{ass} + (kh)^3 f_{ass} + \dots + (kh)^n f_{ass} \cong \sigma T_S^4$$

Temperatura di superficie

$$f_{ass} \sum_{n=0}^{\infty} (hk)^n = f_{ass} \frac{1}{1-kh} = \sigma T_s^4; f_{ass} = 239 \text{ W} / \text{m}^2;$$

$$kh = 0.5 * 0.76 = 0.38; f_{ass} \frac{1}{1-hk} \cong 385 = \sigma T_s^4 \Rightarrow$$

$$T_s \cong \left(\frac{4 * 10^2}{6 * 10^{-8}} \right)^{\frac{1}{4}} \cong 0.287 * 10^3 \text{ K} = 14^\circ \text{C}$$



La didattica integrata delle
Grandi Idee della Scienza
nella Scuola Secondaria

Attenzione!

$$kh = 0.5 * 1 \Rightarrow T_S \cong 0.302 * 10^3 K = 29^\circ C$$

$$\frac{T_S}{T_a} = \left(\frac{1}{1 - hk} \right)^{\frac{1}{4}}$$

Fissiamo ad
esempio $k = 0.5$

$$\frac{T_S}{T_a} = \left(\frac{1}{1 - \frac{h}{2}} \right)^{\frac{1}{4}}$$



Temperatura in funzione
dell'assorbimento IR

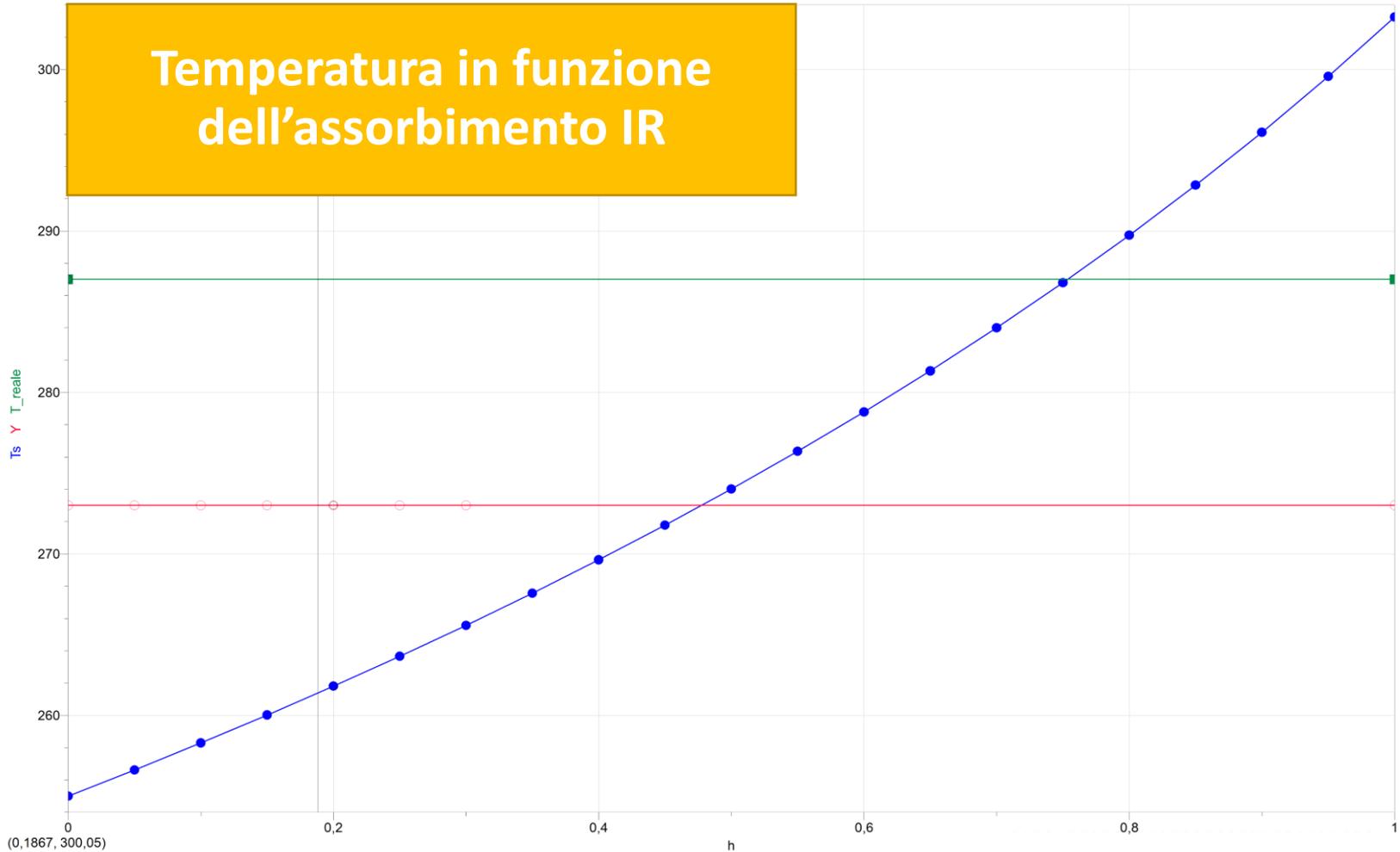
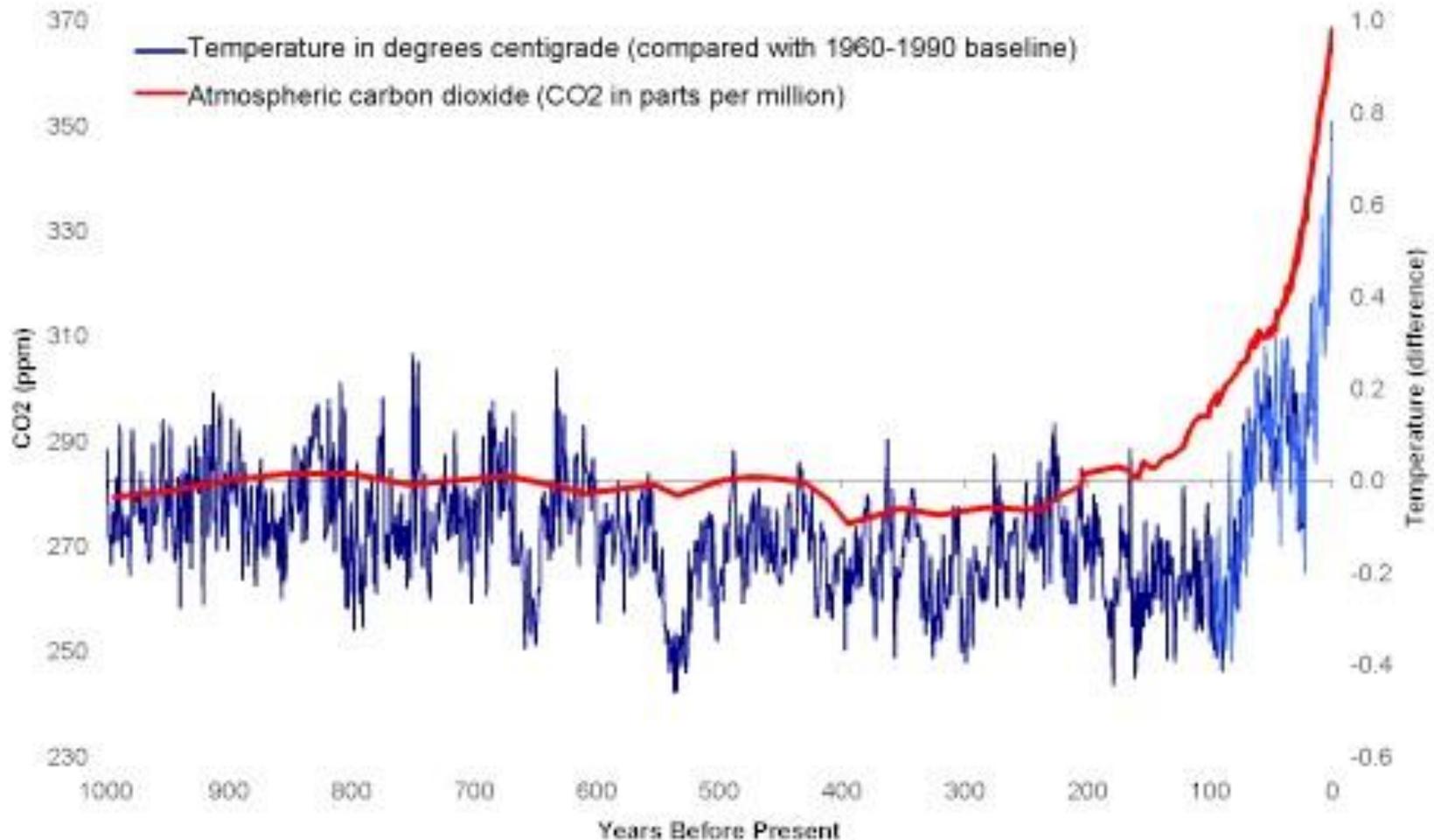
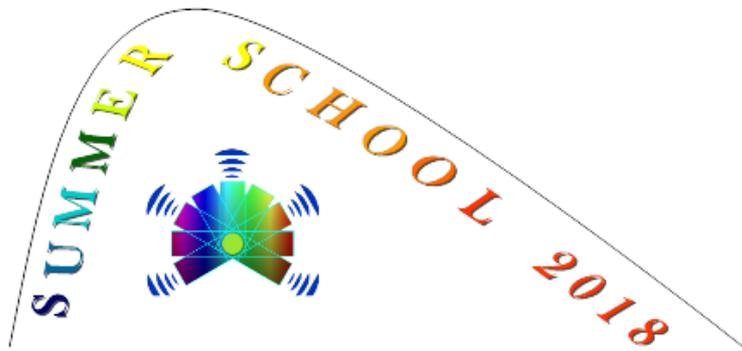


Grafico a mazza di golf





La didattica integrata delle
Grandi Idee della Scienza
nella Scuola Secondaria

Nel sondaggio serale

Costruire la LP corrispondente alla dimensione «modellizzazione»