



FCHg!

Discover
the energy
of hydrogen

Grzegorz Karwasz
Anna Kamińska

Univeridad Nicolás Copérnico

Material didáctico: Escuela secundaria

Parte I: Cambio climático

Vienen de todas partes del mundo noticias alarmantes



Focus (Italia), 2002:

El clima está loco
El Atlántico tiene la culpa

Dentro de 10 años, la
disminución de la salinidad
ralentizará la Corriente del
Golfo, lo que congelará Europa

Hoy: inundaciones en el norte
de Europa, sequías en el sur

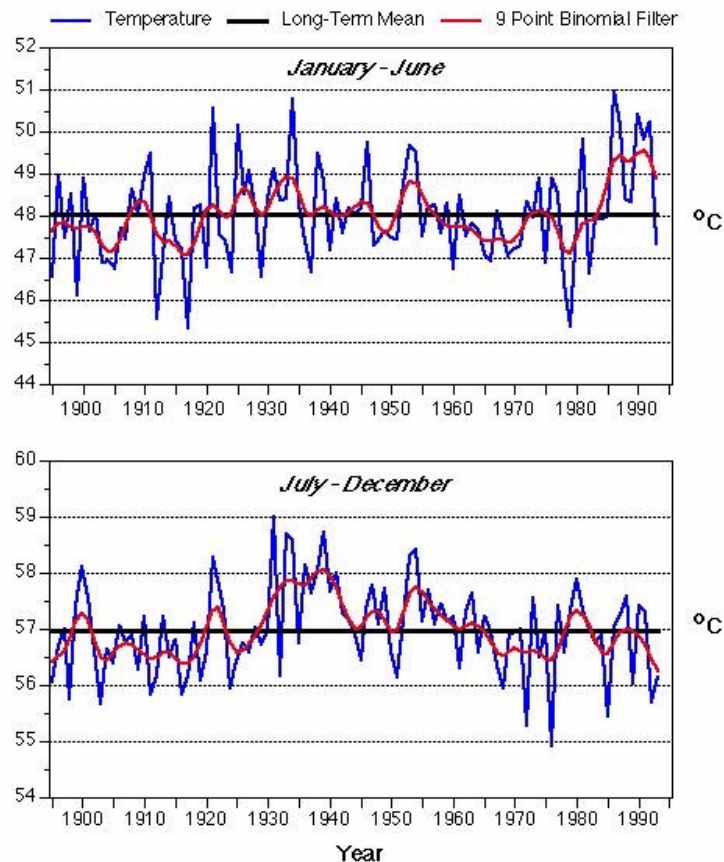
¿Deberíamos preocuparnos?



This project has received funding from the Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking (JU) under grant agreement No 826246.
The JU receives support from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme and Italy, Denmark, Poland, Germany, Switzerland.

¿Existe algún cambio climático?

U.S. NATIONAL TEMPERATURE
1895 - 1993



La cuestión del cambio climático es fundamental para la cuestión del uso de nuevas tecnologías, incluidas las pilas de hidrógeno. Entonces, ¿ha habido algún cambio climático en los últimos años?

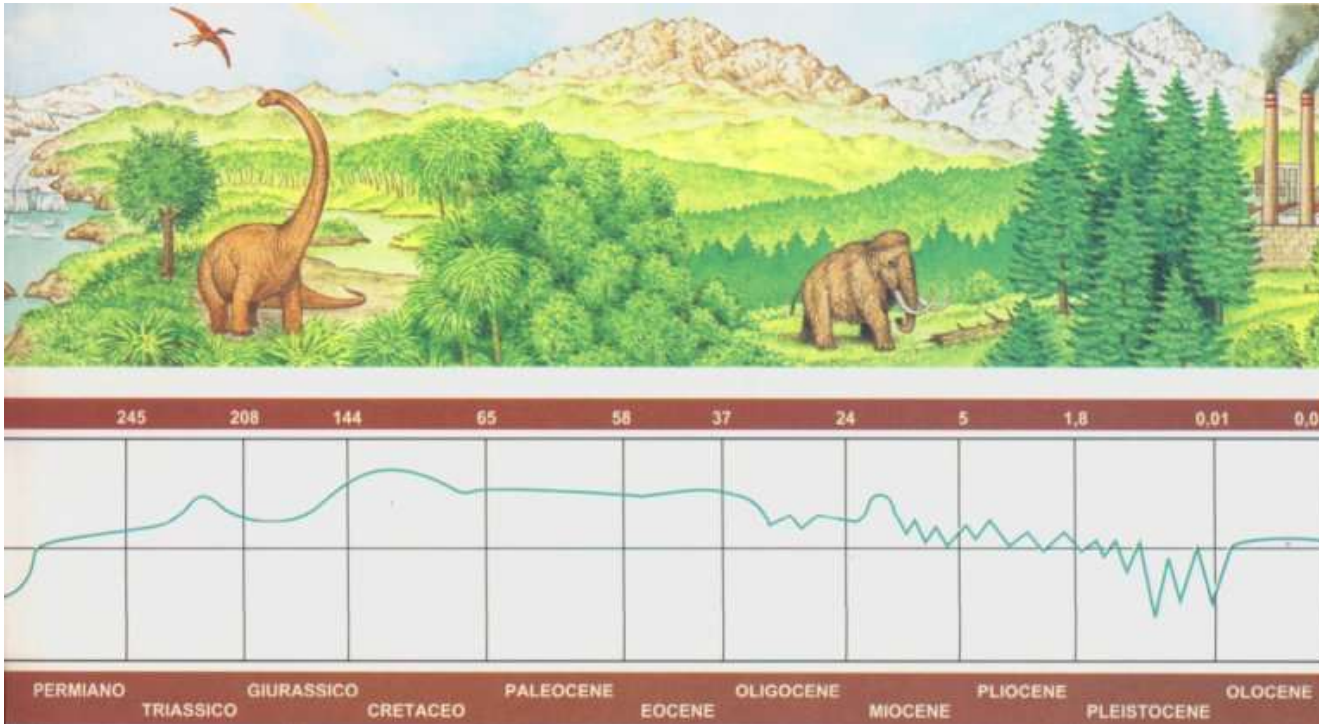
De la ilustración de la izquierda, copiada en 1996 por GK de un informe de la Agencia Nacional Oceánica y Atmosférica de EE. UU., ¡Parece que no!

Se observaron algunas fluctuaciones de temperatura entre 1900 y 1990, quizás incluso aumentando en el hemisferio norte, pero compensada por una disminución en el hemisferio sur.

¡Pero un momento! ¿Cuáles son las temporadas de enero a junio y de julio a diciembre? Invierno ~~Primavera y Verano~~ Otoño?



Alguien ha dicho que el cambio climático en la Tierra ha sucedido muchas veces en la historia



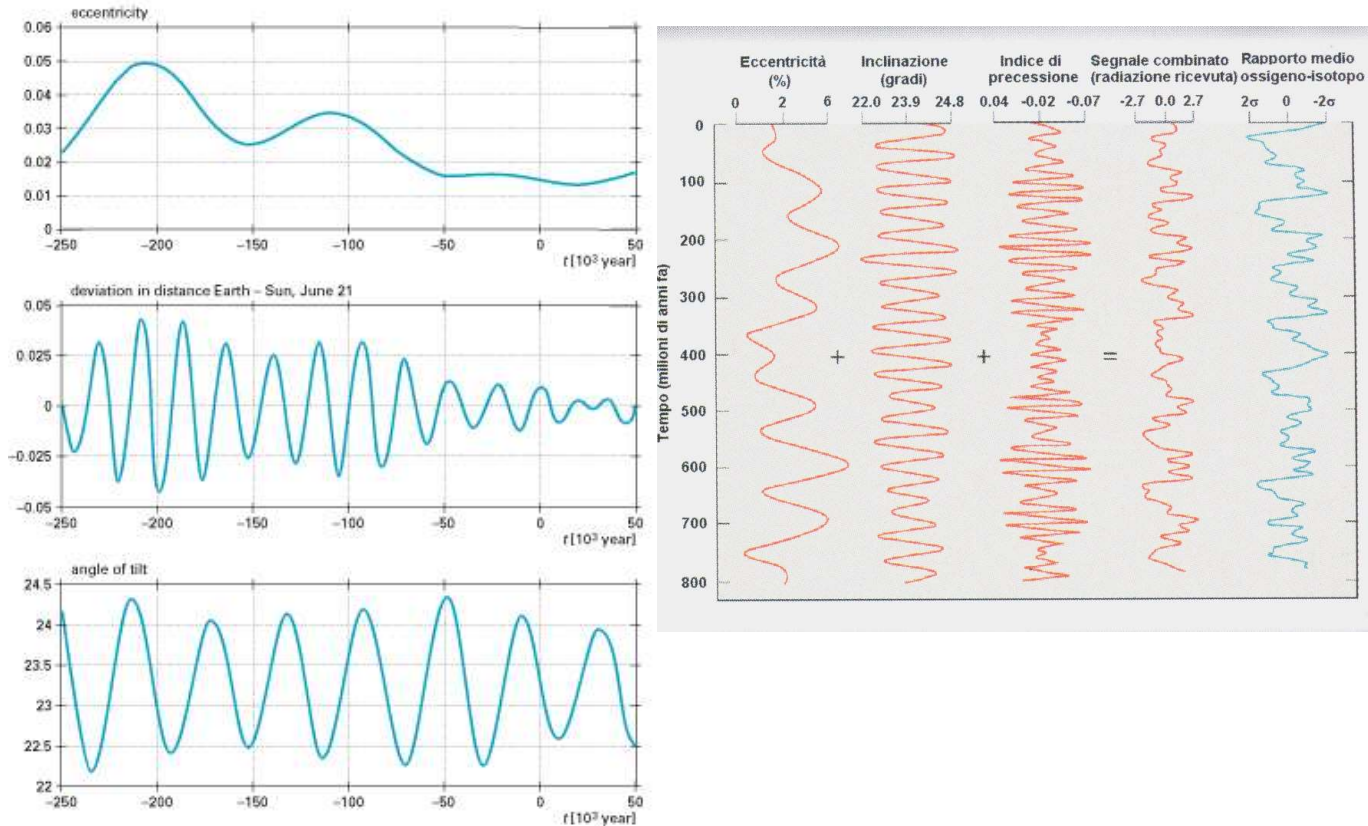
Scienze, edición italiana de Scientific American, ~2002

Esta ilustración muestra no sólo que el cambio climático ha sucedido muchas veces en la historia, sino también que el clima hace 100-200 millones de años (en la era de los dinosaurios) era mucho más cálido.

Las fluctuaciones se han "acelerado" durante el último millón de años, seguidas de rápidas transiciones de las edades de hielo a períodos intermedios más cálidos.

(Tenga en cuenta que la escala de tiempo es logarítmica.)

¡SÍ! El clima siempre ha cambiado. Existen, por ejemplo, ciclos astronómicos (Milankovica)



El "motor" del clima de la Tierra es la radiación solar: 1340 W/m². Se trata de la llamada constante solar, que oscila por debajo del 0,1%.

La fuente de los pequeños cambios son, entre otros, las perturbaciones periódicas de los parámetros de la órbita terrestre:

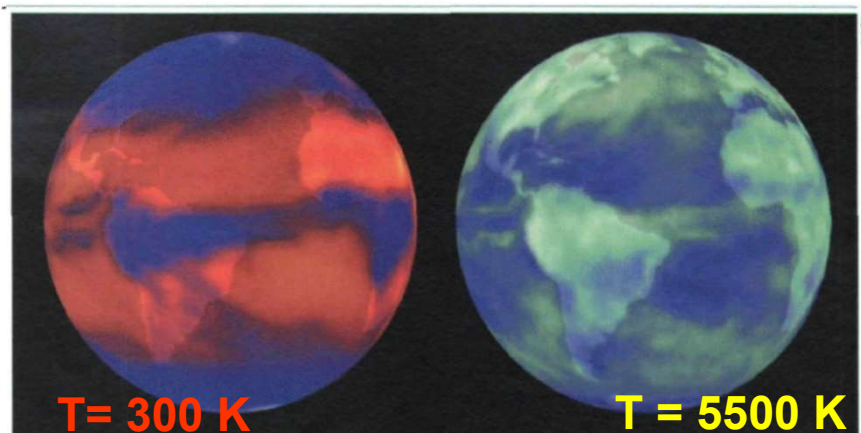
- "aplanamiento" de la elipse
- inclinación del eje de rotación de la Tierra
- distancia del Sol

Cada uno de estos cambios tiene su propio período característico, medido en miles (o incluso decenas y cientos de miles) de años. En general, esto coincide con la variabilidad de las edades de hielo y es visible en los cambios de temperatura (medición de ¹⁸O).

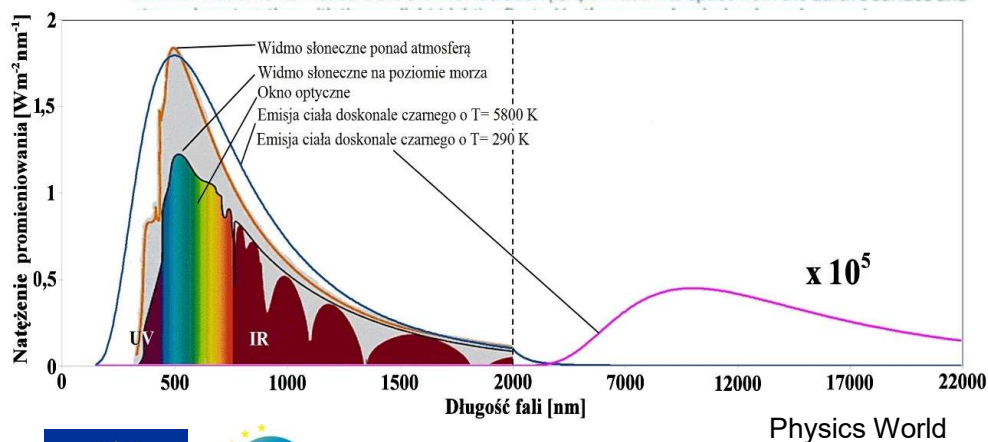
Fuente: Scienze



¿Entonces la actividad humana no afecta? Primero debemos entender el mecanismo ...



Satellite instruments measure the thermal radiation (left) emitted into space from the Earth's surface and



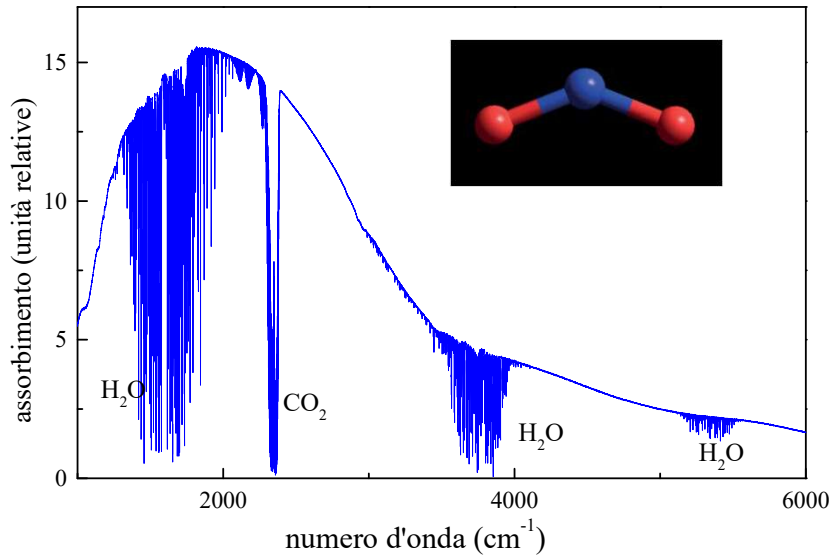
La Tierra permanece en un equilibrio *termodinámico*, por lo que debe emitirse la misma cantidad de energía que fluye desde el Sol. Con una diferencia.

Consideramos que el sol es un cuerpo perfectamente negro que tiene una temperatura de 5500 K (es decir, que emite luz visible, vea la curva a la izquierda en el panel inferior). La temperatura media de la Tierra es de 300 K, que corresponde a las emisiones infrarrojas.

El panel superior muestra el reflejo de la luz visible (derecha) y la emisión de infrarrojos: los más calientes, en promedio, son el Sahara y los trópicos.

El panel inferior muestra también que la atmósfera es casi transparente a la luz visible. Este no es el caso de los infrarrojos. Esto tiene un gran impacto en el balance energético.

La atmósfera de la Tierra *no* es transparente en infrarrojos. Esto se debe a los rastros de gases multiatómicos



A feather blanket above Earth



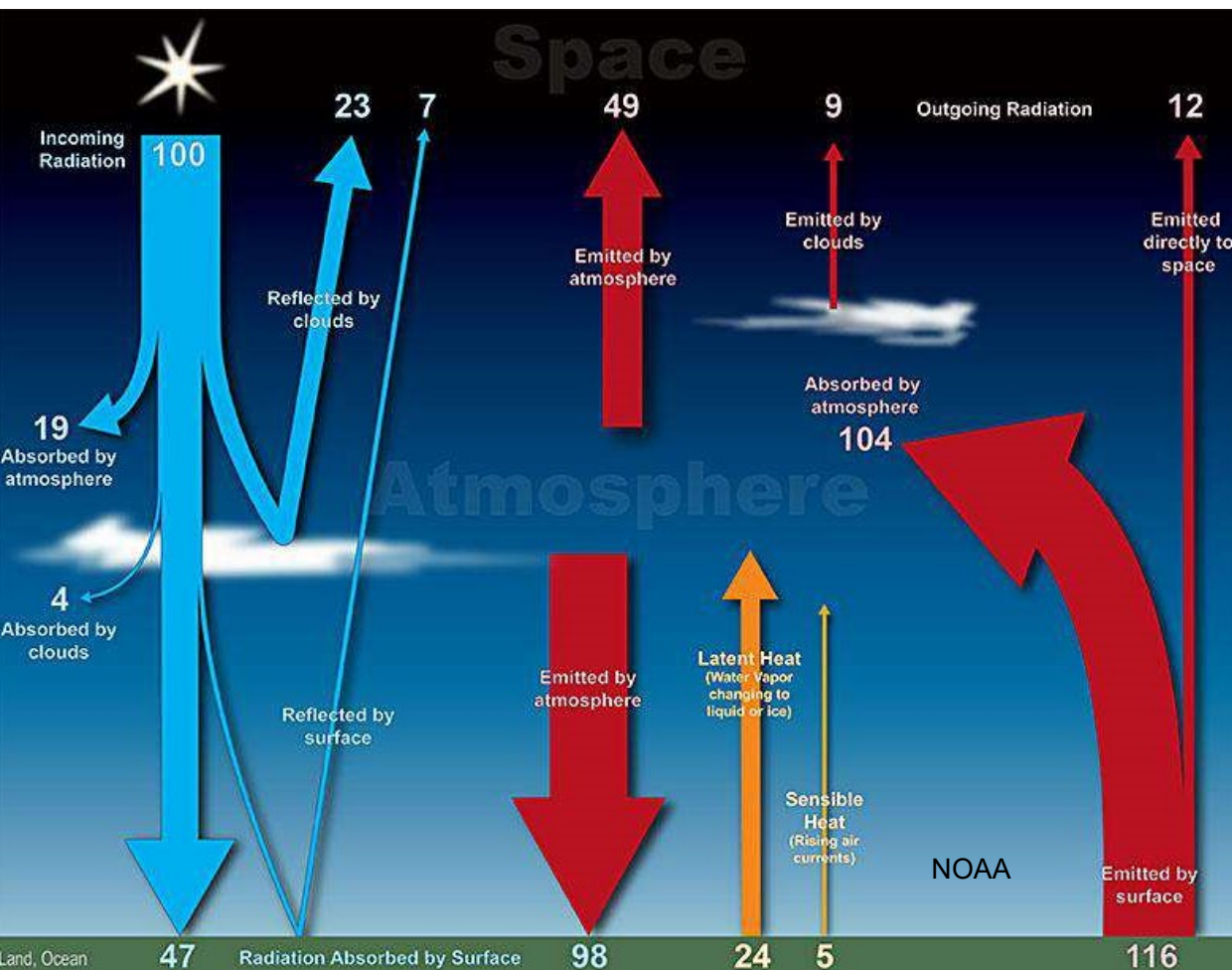
Los gases multiatómicos, a diferencia del N₂, O₂ y Ar (los componentes principales de la atmósfera terrestre) absorben la radiación infrarroja (IR). Esto se debe a que pueden vibrar (en realidad: la radiación IR provoca vibraciones). Una molécula que es particularmente eficaz para absorber la radiación IR es la molécula del H₂O: además de la vibración, puede girar. Esto se manifiesta como amplios "peines" en el espectro de absorción.

El CO₂ no es tan efectivo para absorber la radiación IR, pero como puede verse en la distribución espectral, "cierra" la ventana abierta por H₂O.

Por lo tanto, el principal gas de efecto invernadero es el H₂O, pero el CO₂ actúa como regulador de temperatura.

H₂O: -18°C → +15°C **CO₂: +15°C → ?**

Debido a la presencia de la atmósfera, el balance energético de la Tierra es complicado ...



El balance energético de la Tierra se basa en la energía del sol (100%), la energía reflejada por las nubes (23%) y la superficie (7%): solo el 47% de la energía que cae es absorbida por la Tierra.

La mayor parte de la energía absorbida se envía de regreso al espacio en forma de radiación IR (flecha roja). En este punto, la interacción con la atmósfera se vuelve importante: se absorbe el IR y parte de esta energía regresa a la superficie.

Esto hace que la cantidad total de energía que *usa* la Tierra represente el 116%.

Es como los jugadores de ping-pong experimentados: parecen estar jugando con más de una pelota.

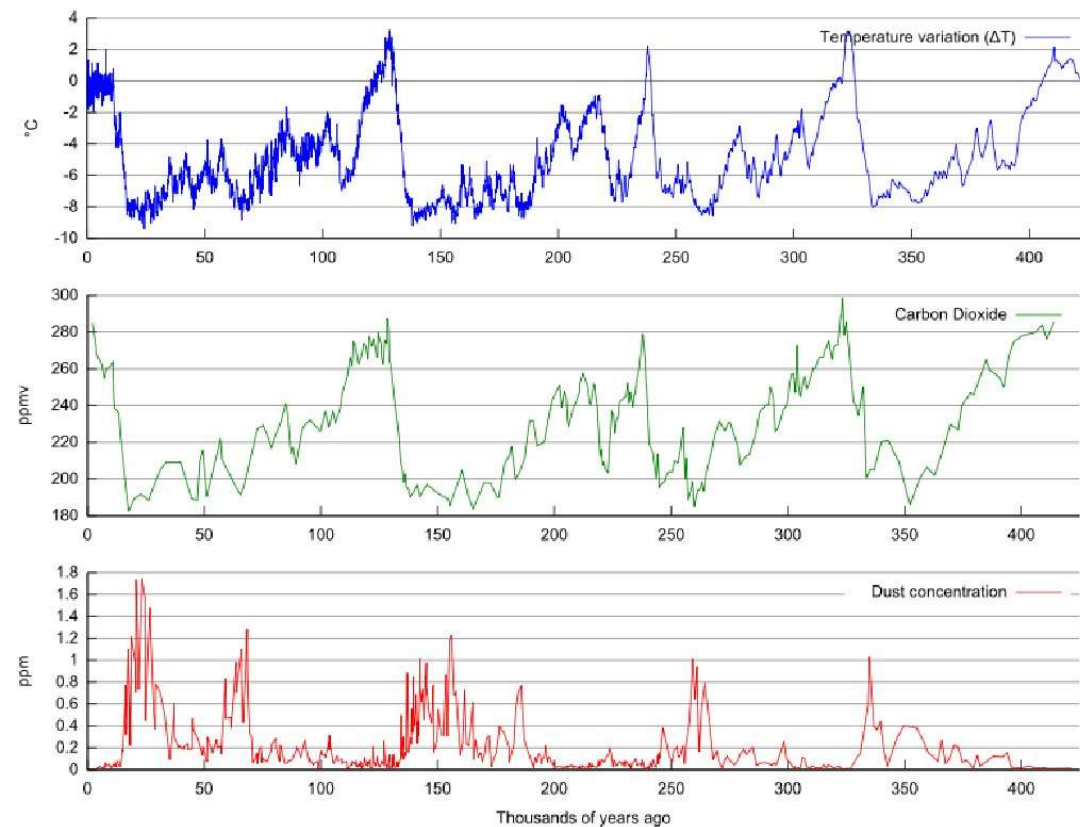
¿Existe una correlación entre el contenido de CO₂ y la temperatura de la Tierra?

Ya comprendemos el mecanismo de absorción de IR en la atmósfera y el balance energético. ¿Podemos comprobar sobre la base de datos paleontológicos la existencia de una relación entre el contenido de CO₂ y la temperatura media de la Tierra?

Sobre la base de la investigación en los hielos antárticos, podemos determinar el contenido de T y CO₂ hasta 400.000 años atrás (T se define por el contenido de ¹⁸O, que es menor con la T^* más baja).

La fuerte relación entre la **temperatura** (curva superior) con el contenido de **CO₂** (curva media) **está fuera de discusión.**

El polvo en la atmósfera (por ejemplo, volcánico) reduce T (curva inferior)



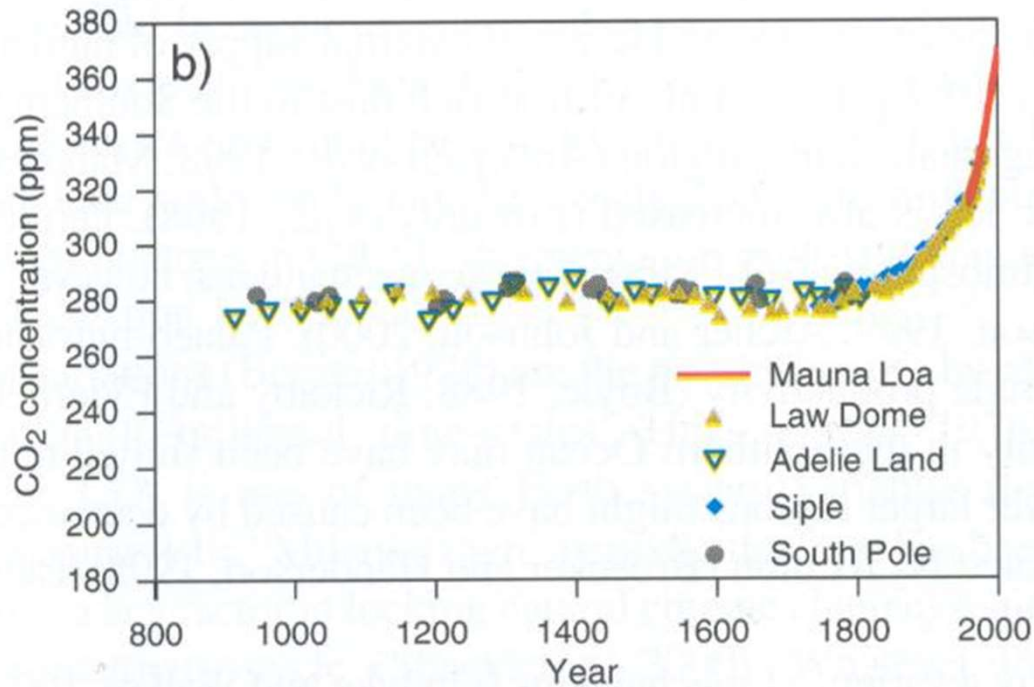
NOAA



This project has received funding from the Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking (JU) under grant agreement No. 101017724. The JU receives support from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme and Italy, Denmark, Poland, Germany, Switzerland.

*https://en.wikipedia.org/wiki/Oxygen_isotope_ratio_cycle

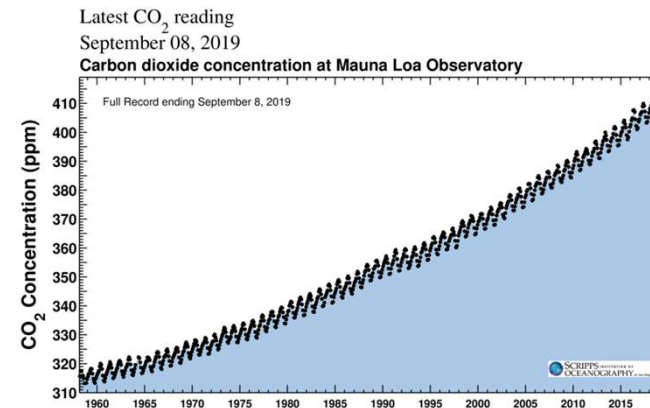
Ahora comprobaremos los registros históricos del contenido de CO₂ en la atmósfera



Fuente: Scripps Institution of Oceanography.

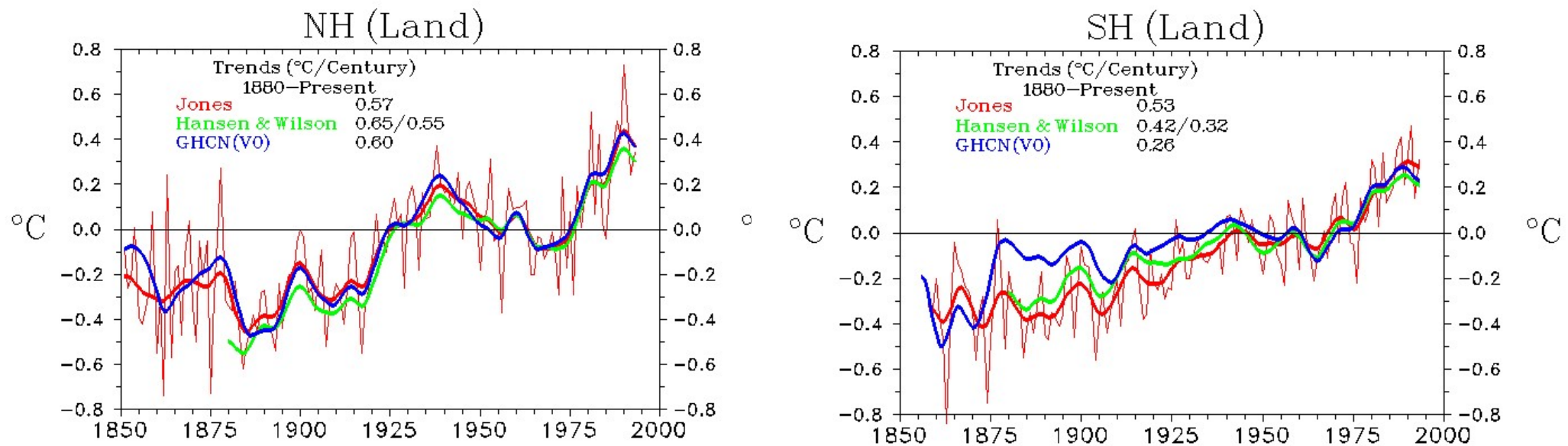
El contenido de CO₂ se ha mantenido estable durante el último milenio: **280 ppm**.

El crecimiento comenzó alrededor de 1850, con el inicio de la era industrial.



Ahora supera las 415 ppm: ¡esto representa **casi un 50% más!**

Ahora estamos preparados para verificar nuevamente si la temperatura global está aumentando



Ahora lo haremos mejor: presentando por separado los resultados para el hemisferio norte (más tierra, es decir, polvo) y el hemisferio sur (más océanos).

Sin lugar a dudas: la temperatura global (hasta 1996) ha aumentado alrededor de +0.4-0.6°C

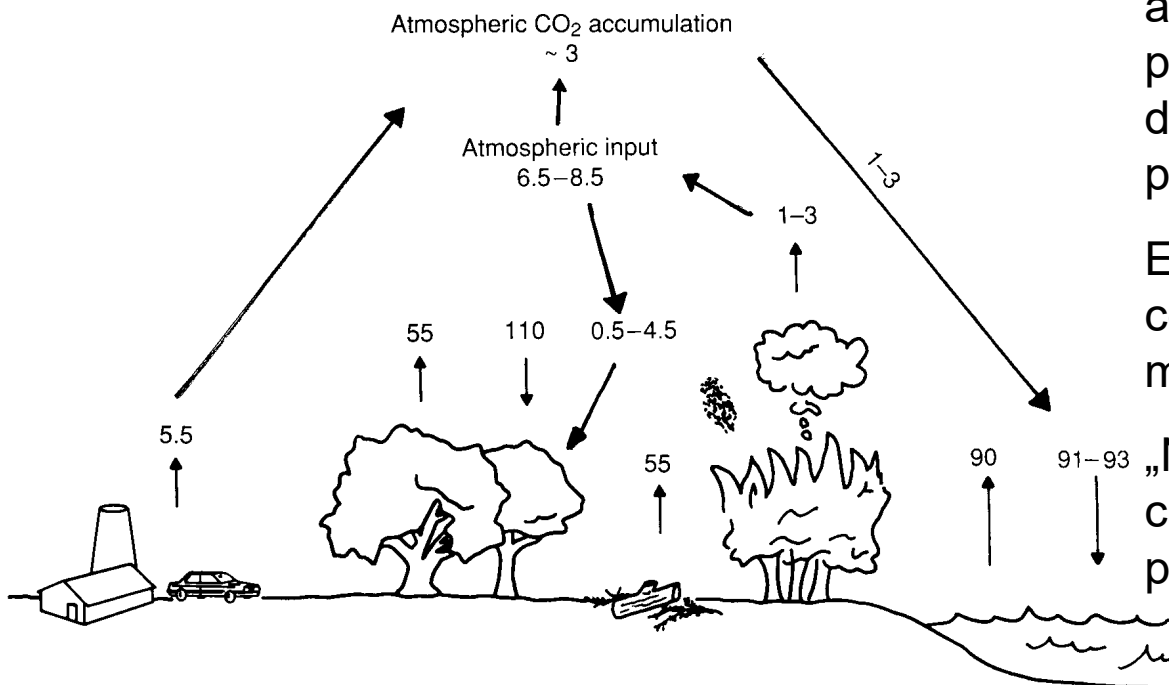
¿De dónde proviene tanto carbono en el aire? Balance global de carbono

El 50% de las emisiones de carbono a la atmósfera cada año son procesadas por las plantas. La industria y el transporte añaden un 5% del CO₂ total: la mayor parte es absorbida por las plantas.

Esta cantidad - 5% - coincide con la cantidad de combustibles fósiles quemados hasta este momento.

„Nature” (2002) estima las reservas restantes: carbón para 202 años, gas para 55 años, petróleo para 37 años.

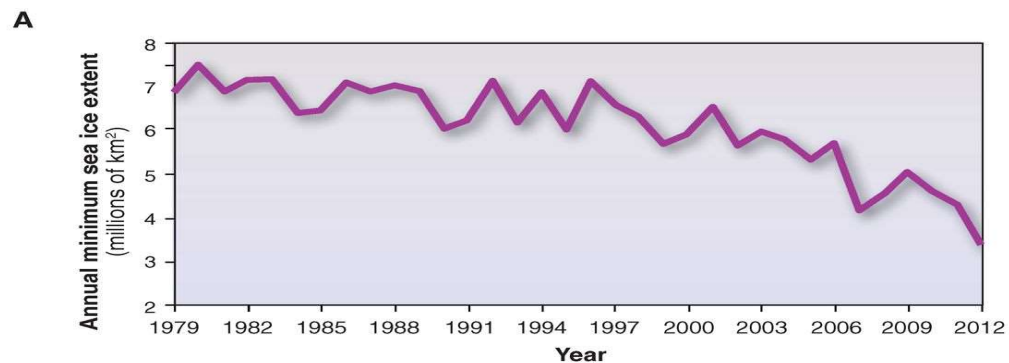
La parte que falta del diagrama a continuación: ¡el pastel ya se ha consumido!



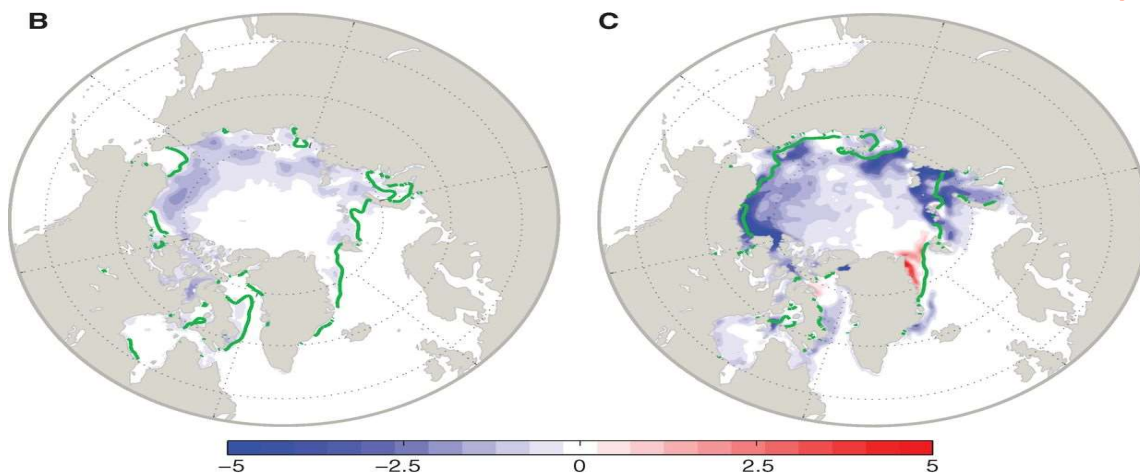
Peixoto, Physics and Chemistry of Atmosphere



Fig. 2 Tendencias del hielo en el Mar Ártico. El área mínima de hielo anual (A) disminuyó drásticamente entre 1979 y 2012.



Ártico:
La mitad de la capa de hielo ya ha desaparecido



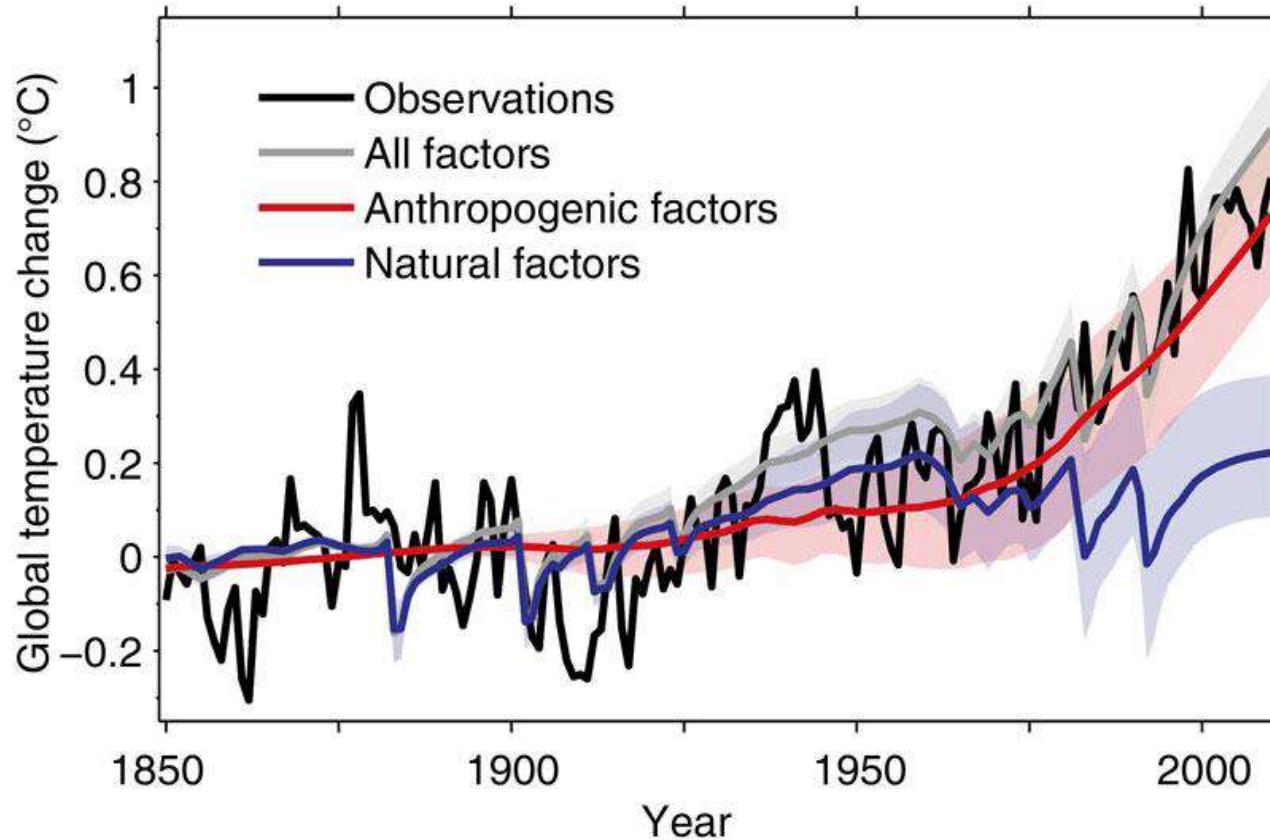
E Post et al. Science 2013;341:519-524



This project has received funding from the Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking (JU) under grant agreement No 826246. The JU receives support from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme and Italy, Denmark, Poland, Germany, Switzerland.



Resumen de los físicos (2012)



Physics World, 2012

El proceso de calentamiento global se está acelerando.

En una etapa posterior, como sabemos por los registros paleológicos, el clima puede mostrar inestabilidad: la energía adicional "bombeada" al sistema puede amplificar estas perturbaciones.

La causa del cambio climático es la quema de recursos naturales basados en el carbono.

Las tecnologías de **hidrógeno** no utilizan carbono.

Sin duda, las plantas pueden disfrutar del aumento del contenido de CO₂ este aumento es perjudicial para las personas.

El futuro está cerca ...



Una propuesta para un debate estudiantil



- Preparar para la siguiente lección los argumentos a favor o en contra de la tesis del calentamiento global.
- Trate de encontrar diferentes aspectos del problema
- ¿Qué cambios son los más peligrosos?
- ¿Existen beneficios potenciales?
- También debe debatir sobre el posible coste de mitigar el cambio climático, ¿quién debería asumir este coste?



This project has received funding from the Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking (JU) under grant agreement No 826246.
The JU receives support from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme and Italy, Denmark, Poland, Germany, Switzerland.



Terminamos con una portada más de "Focus":

Se acerca la era del hidrógeno

El nuevo combustible hará que el mundo sea más justo, más pacífico y más limpio



This project has received funding from the Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking (JU) under grant agreement No 826246. The JU receives support from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme and Italy, Denmark, Poland, Germany, Switzerland.