

LFIS223

Astronomía General

Mónica Zorotovic

Tema I

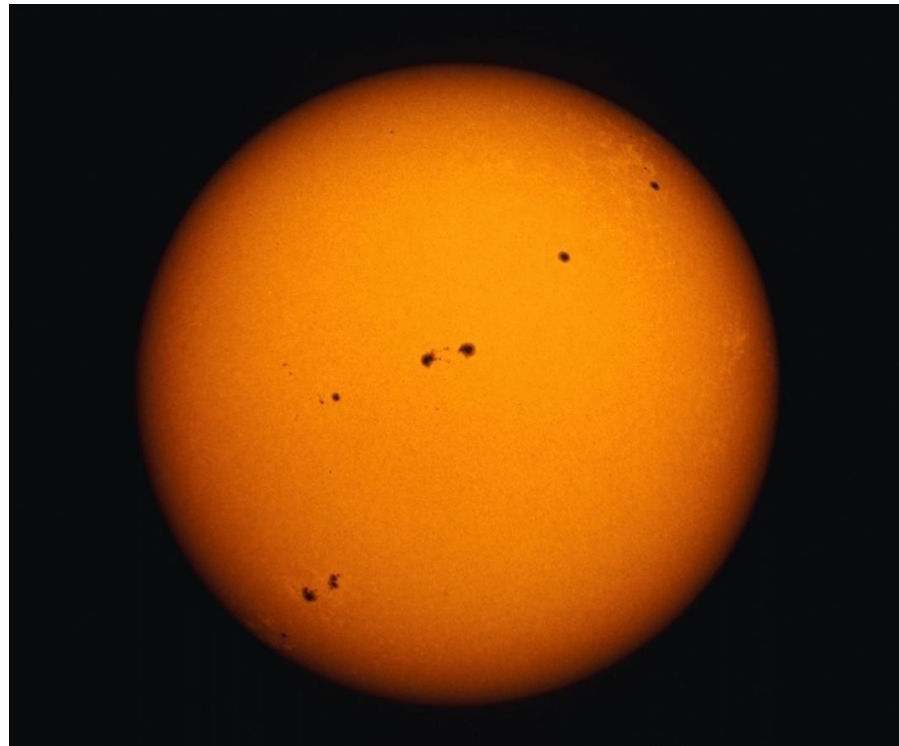
c) El ciclo solar

Fecha: 16/08

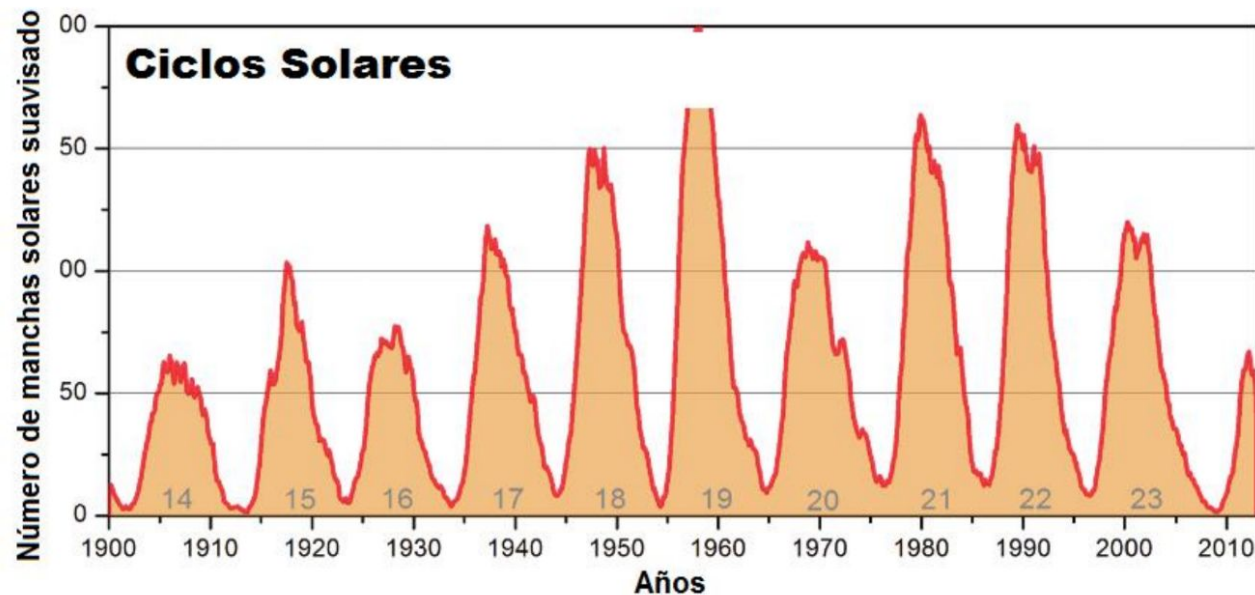
Actividad Solar

Las **manchas solares** fueron descubiertas en **1611** por Galileo, Fabricius y el jesuita Scheiner.

Las manchas solares permitieron descubrir que el Sol rota lentamente, con un periodo de **rotación** de aproximadamente **25 días**.



Entre 1826 y 1843, el químico Heinrich Schwabe observó sistemáticamente las manchas solares*, descubriendo que **el número de manchas varía significativamente en el tiempo**.



Dedujo que el Sol tiene un ciclo cercano a una década, es decir que cada diez años el número de manchas alcanzaba un máximo.

Más tarde, Rudolf Wolf demostró, analizando registros históricos del **número de manchas**, que el **ciclo solar es de 11,1** años en promedio, variando desde 7 hasta 17 años.

*en verdad estaba buscando un nuevo planeta cercano a mercurio, que creía que podía verse como una mancha oscura pasando sobre la imagen del sol.

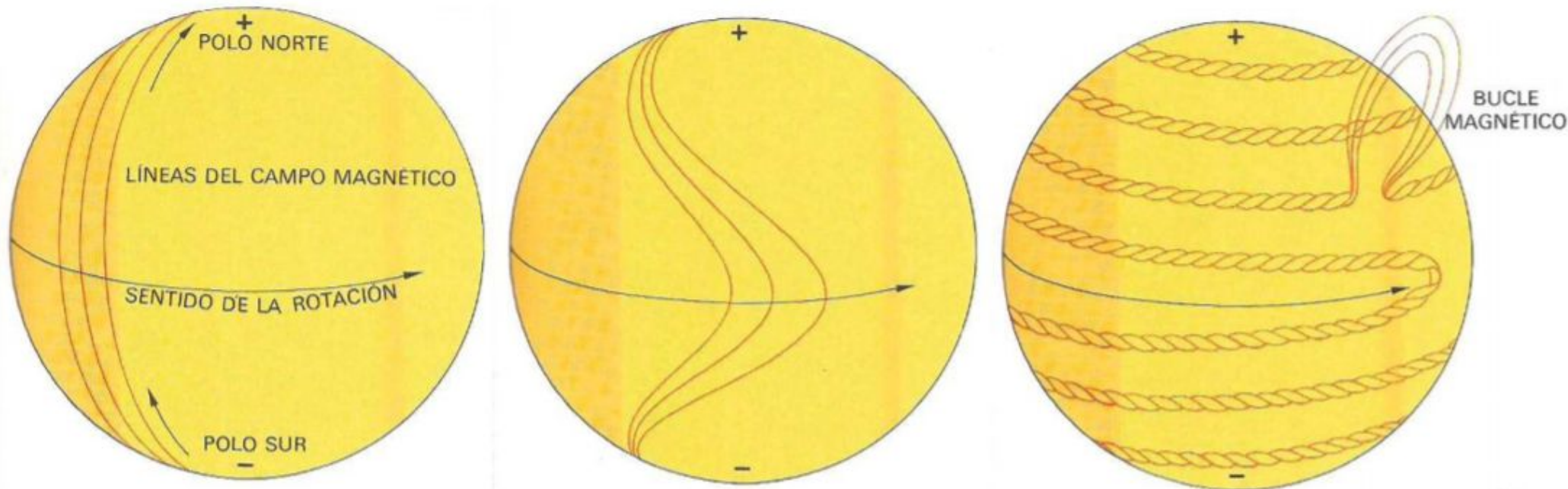
Rotación diferencial del Sol

→ el ecuador rota más rápido que los polos

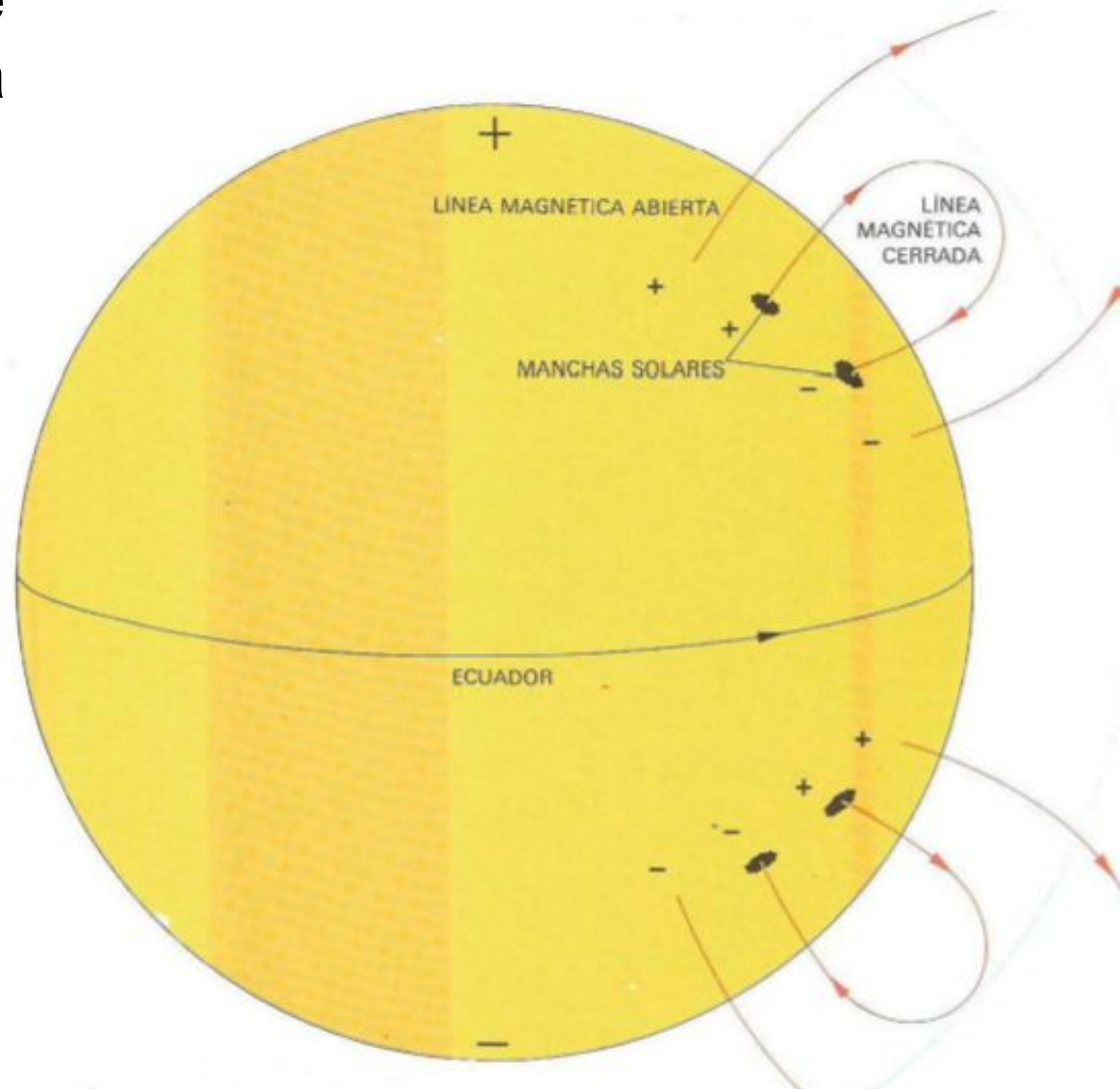


Ciclo Solar

- El ciclo de las manchas se debe probablemente a la rotación diferencial.
- Las líneas de campo magnético tienden a moverse junto al plasma en las capas exteriores.
- Una línea de campo que comienza a desplazarse desde el polo norte magnético del Sol hacia el polo sur magnético, se distorsiona porque el ecuador del sol rota más rápido que los polos.
- Luego de varios ciclos de rotación, las líneas de campo “se enredan” alrededor del sol como cuerdas alrededor de una pelota.



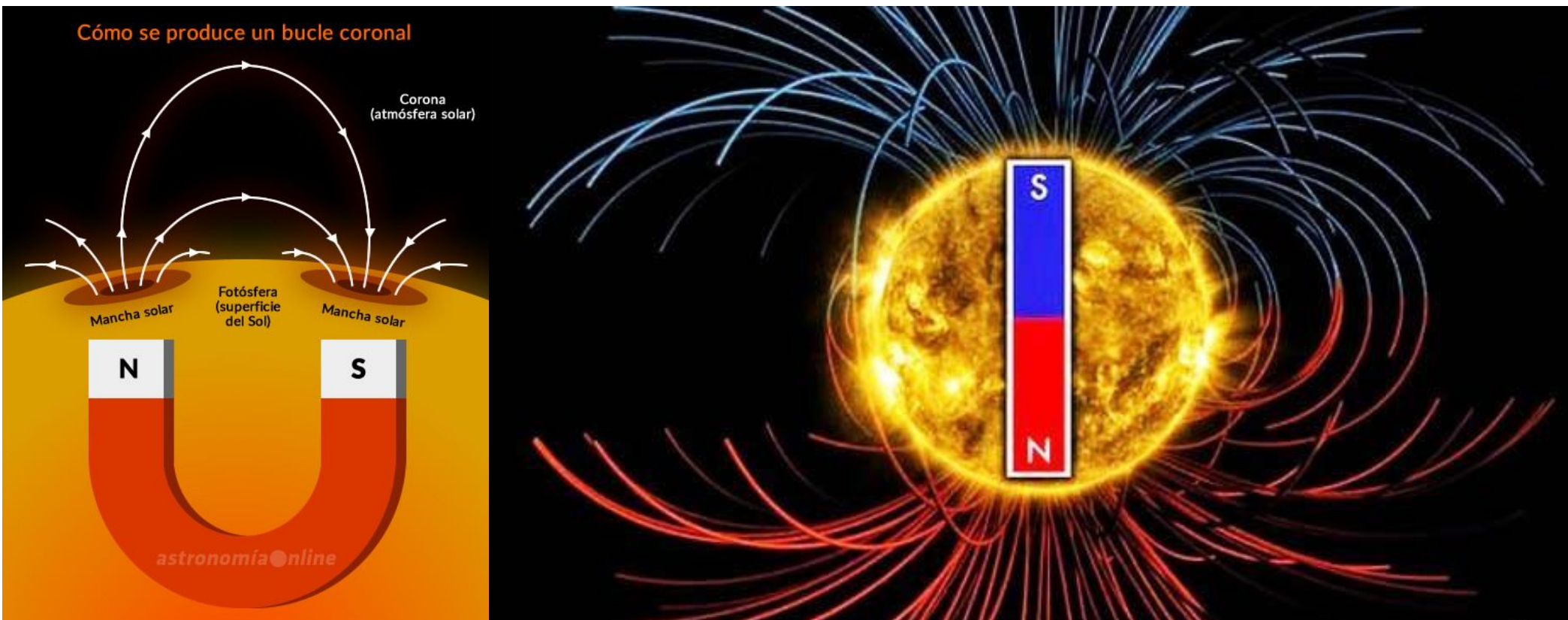
Los grupos de manchas se agrupan donde las líneas de campo magnético salen hacia la superficie.



Polaridad de las manchas

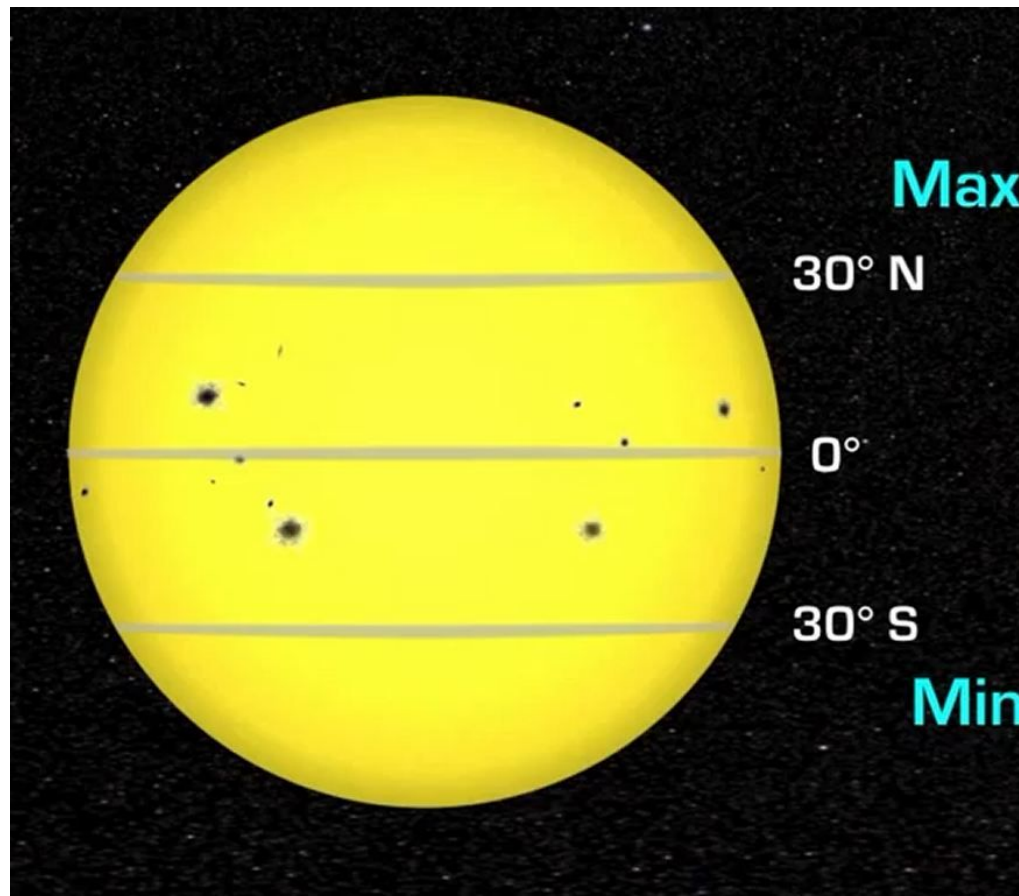
Casi siempre las manchas se presentan en pares a la misma latitud.

Si en el hemisferio norte la primera mancha del par es un polo sur magnético la segunda tendrá polaridad norte. En el hemisferio sur en cambio la primera será de polaridad norte y la siguiente sur.



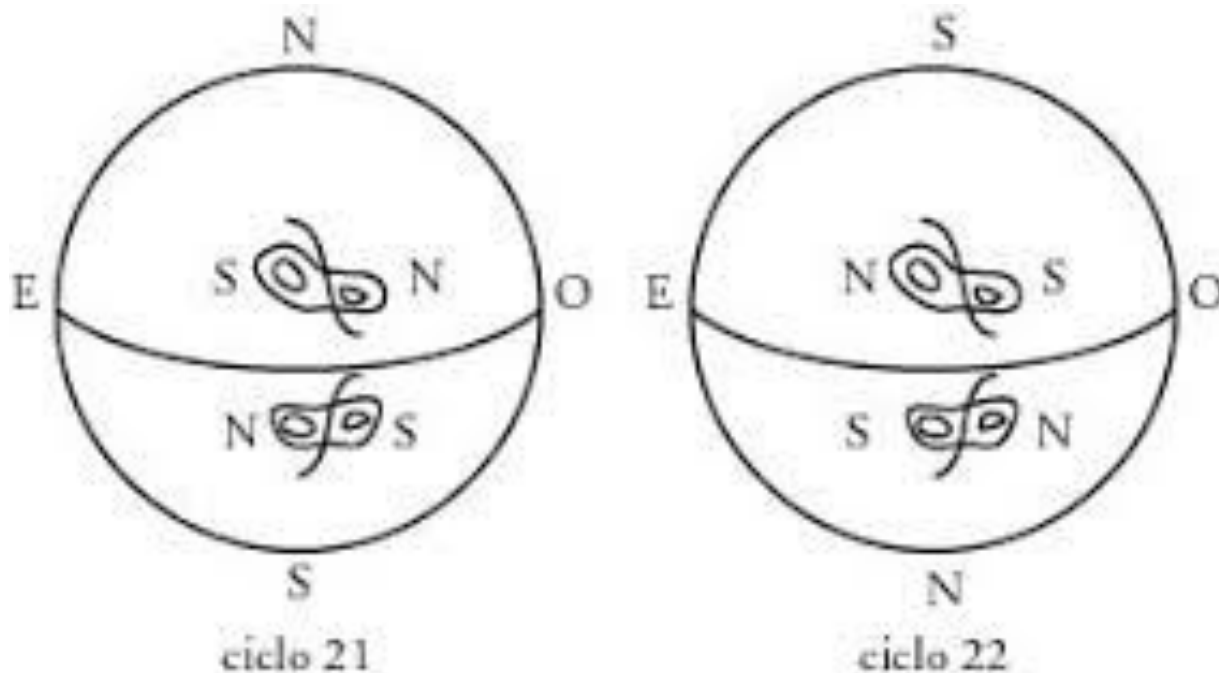
Latitud de las manchas

La latitud heliográfica de las manchas solares disminuye durante el ciclo de ~11 años, de 30-40° al comienzo (nunca $> 45^\circ$), a $\sim 15^\circ$ en el máximo, para llegar a $\sim 5^\circ$ de latitud hacia fines del ciclo (nunca llegan al ecuador).



Ciclo Solar

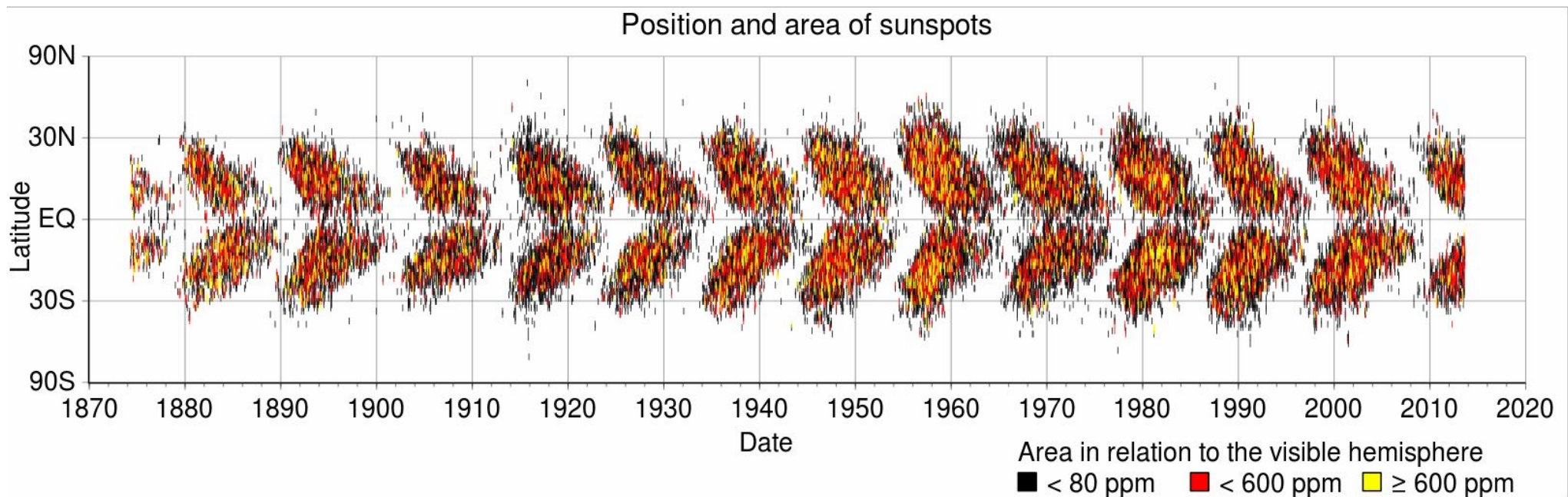
En el ciclo siguiente las polaridades se invierten. Por ello se dice que **el ciclo solar en verdad es de 22 años** y no sólo de 11.



Cambio de polaridad de las manchas con el ciclo

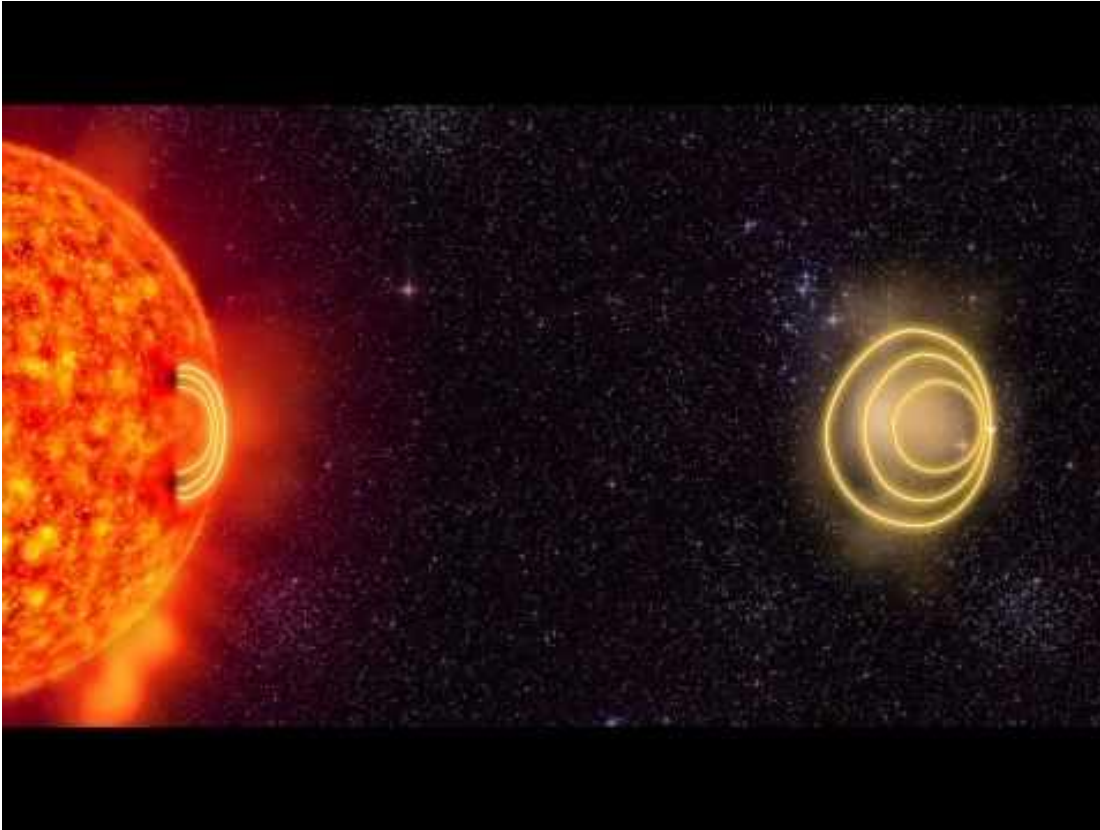
Diagrama de mariposa

Si se grafica la latitud de las manchas como función del tiempo se encuentra un gráfico que se asemeja a las alas de una mariposa.



Influencias sobre la tierra

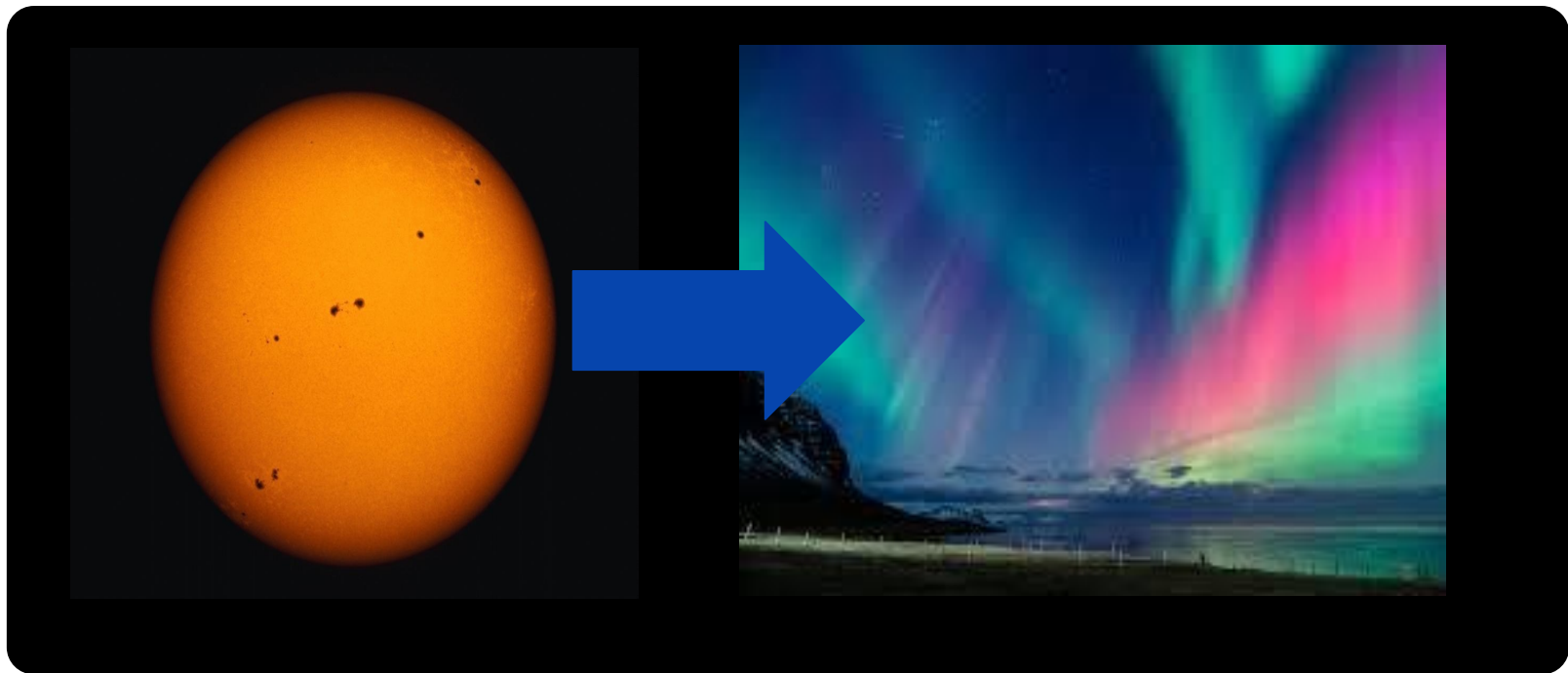
Auroras Boreales



<https://www.youtube.com/watch?v=HJfy8acFaOg>

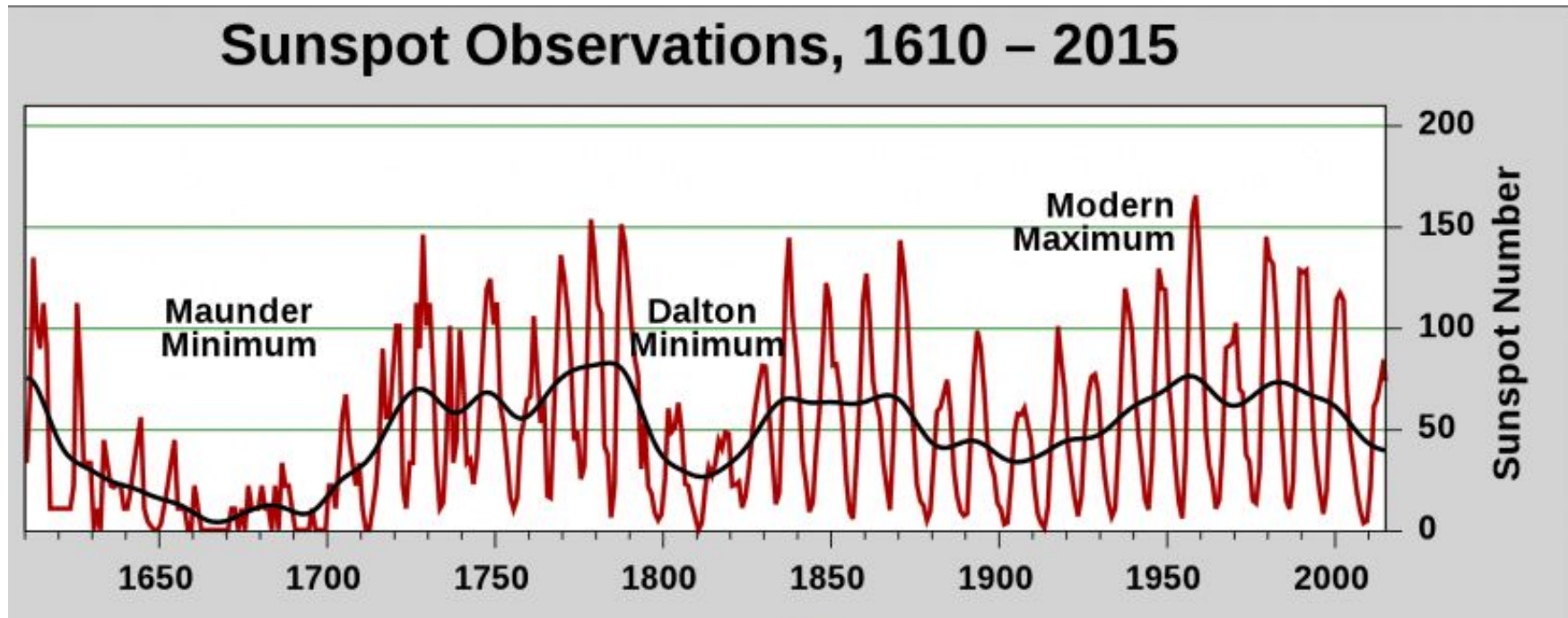
- En el Sol es una estrella de masa intermedia, típica de la Vía Láctea.
- La temperatura y presión son tan altas en el interior del Sol, que los átomos de H se convierten en He y se produce mucha energía.
- En las capas externas la energía se conduce por convección
- Las corrientes eléctricas de material cargado generan campos magnéticos dentro del Sol
- En algunos casos estos campos logran salir de la superficie
- La superficie se enfría donde salen los campos y aparecen manchas negras
- El gas cargado eléctricamente (plasma), puede hacer que el campo magnético se aleje aún más de la superficie, estirando, rompiendo y dividiéndose
- Esto produce una tormenta solar que puede viajar a más de 8 millones de km/h
- Llega a Mercurio en 6h, a Venus en 12h y a la Tierra en 18h
- La Tierra tiene un escudo magnético que combate la tormenta
- Los campos magnéticos se unen llevando al plasma hacia los polos
- El movimiento de las partículas cargadas produce auroras

En 1853 Edward Sabine (UK), Rudolf Wo (Suiza) y Alfred Gautier (Francia) encontraron una **correlación entre el número manchas y las perturbaciones del campo magnético terrestre (presencia de auroras boreales).**



Mínimo de Maunder

Walter Maunder, analizando datos históricos, encontró que casi **no hubo manchas solares entre 1645 y 1715**.



Este intervalo, conocido como el **mínimo de Maunder**, es un tiempo en que la temperatura de la Tierra fue menor que lo habitual, lo que produjo **inviernos particularmente duros**.

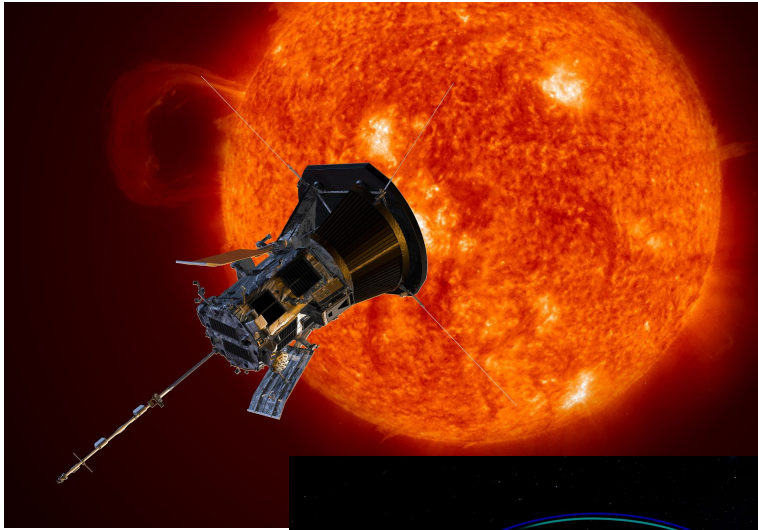
Actividad Solar

El mínimo de Maunder es conocido como la “mini era glacial”.

Sin embargo, no hay evidencia sólida que ligue el ciclo solar con ciclos meteorológicos en la Tierra.

Pero... si el Sol deja de presentar actividad magnética por un período muy largo (en el caso del mínimo de Maunder el Sol se “olvidó” de producir manchas por casi 7 ciclos), cambios en la magnetósfera terrestre producen cambios que disminuyen la temperatura en la Tierra.

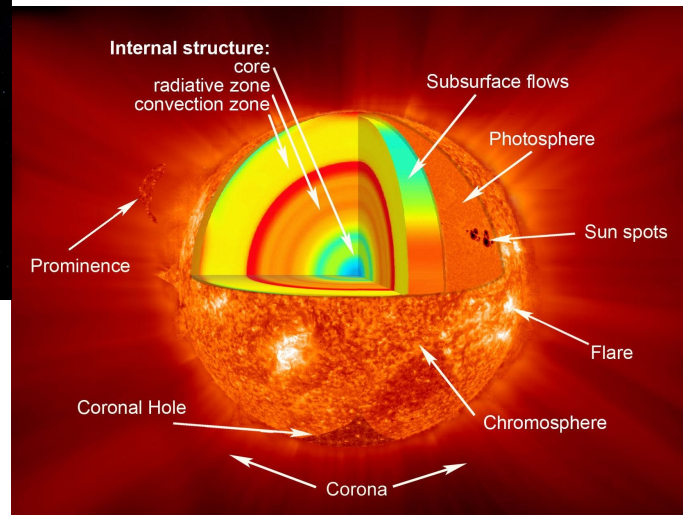
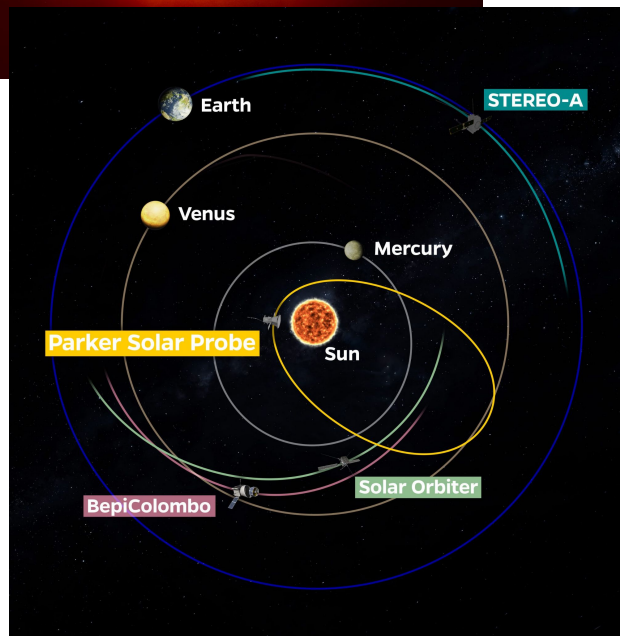
Sondas Solares



Sonda Solar Parker (NASA) lanzada en 2018 se acercará aproximadamente a 9,86 radios solares (6,2 millones de kilómetros) de la fotosfera del Sol (2025) y viajará, en la aproximación más cercana, a 690.000 km/h.

¿Para qué?

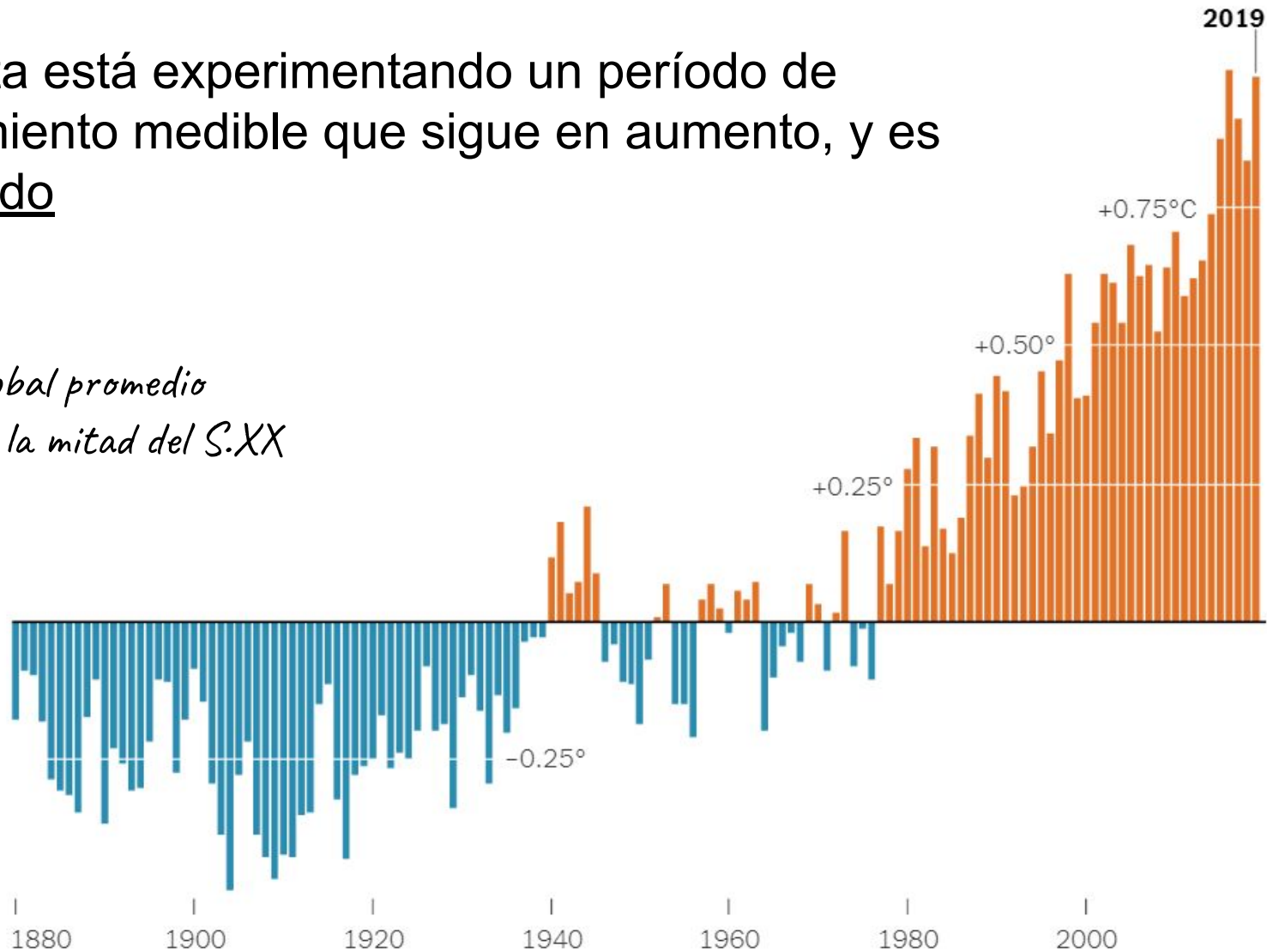
- Trazar el flujo de energía que calienta la corona y acelera el viento solar.
- Determinar la estructura y la dinámica de los campos magnéticos en las fuentes del viento solar.
- Determinar qué mecanismos aceleran y transportan partículas energéticas.



La actividad Solar y el clima en la tierra

El planeta está experimentando un período de calentamiento medible que sigue en aumento, y es muy rápido

*Temperatura global promedio
comparada con la mitad del S.XX*

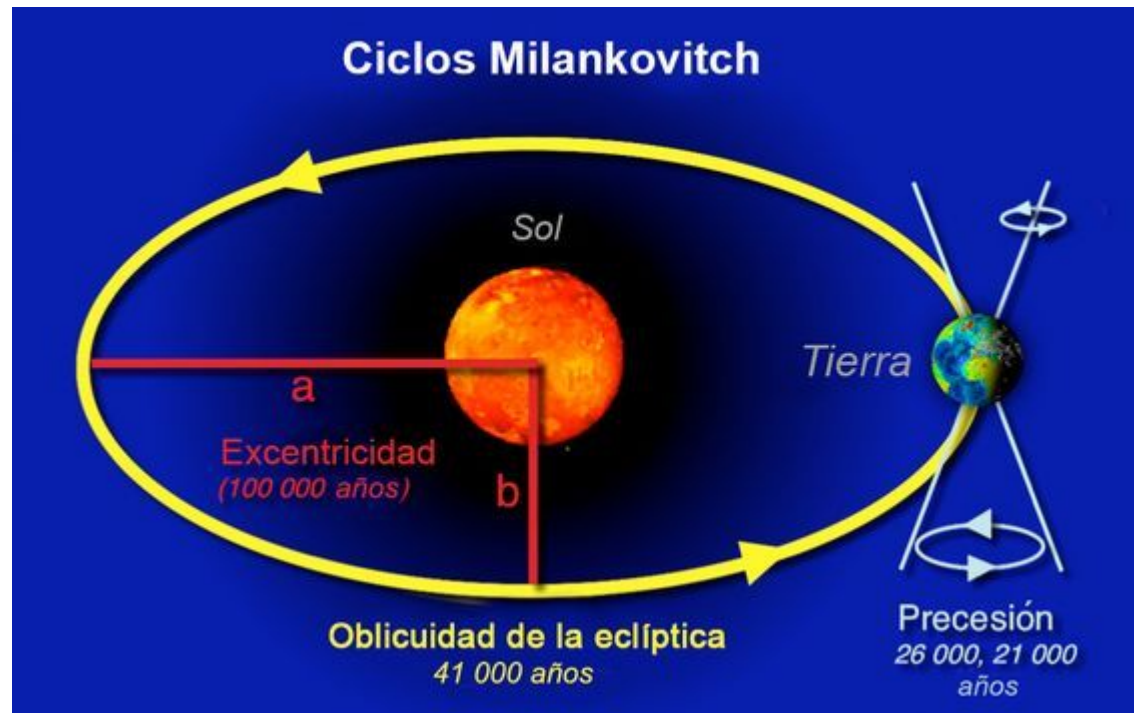


Eras de hielo: el ciclo de Milankovitch

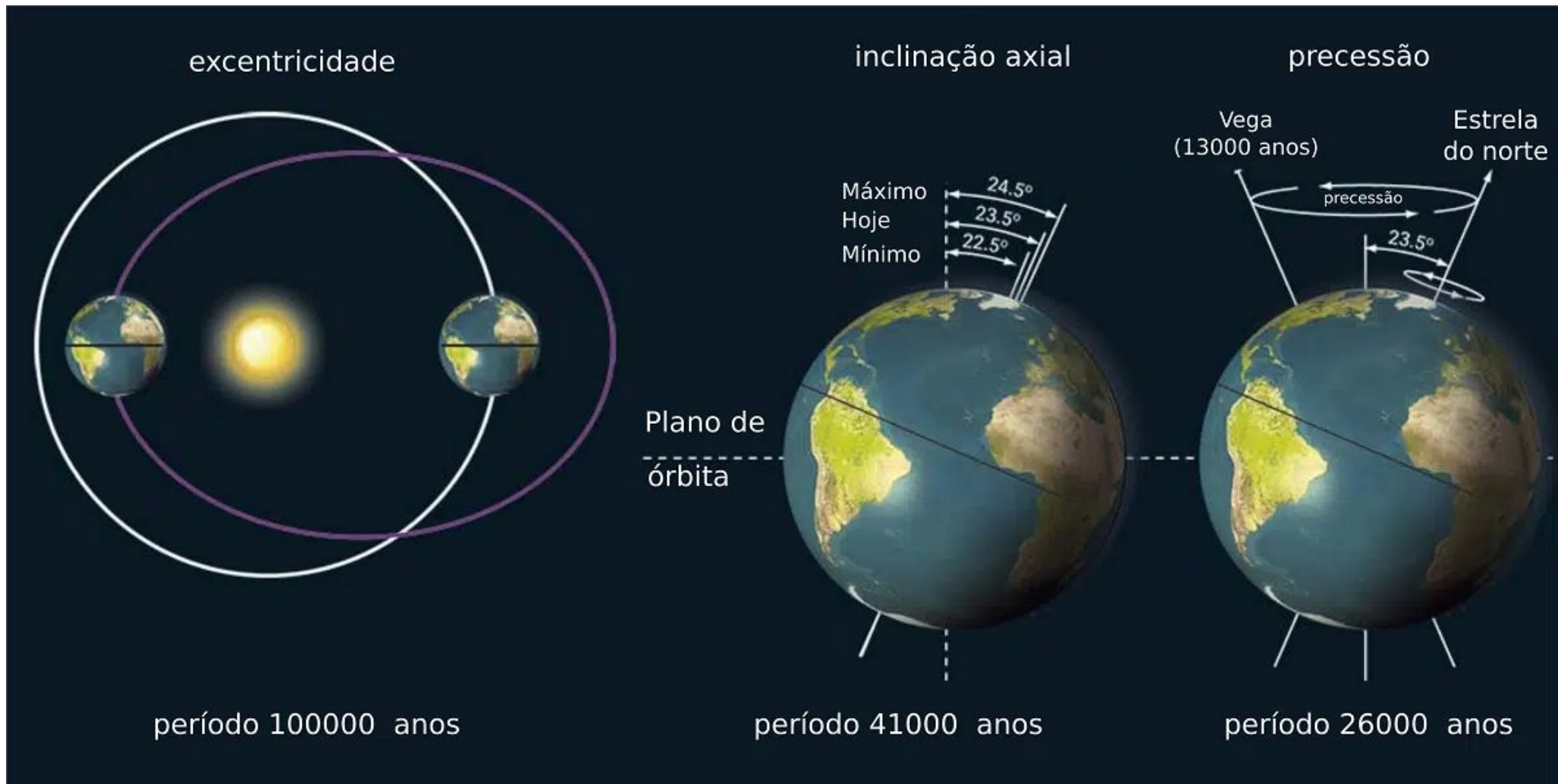
¿Podría la órbita terrestre ser causantes del calentamiento global?

Los ciclos de Milankovitch se basan en que las variaciones orbitales son las causantes de los períodos glaciales e interglaciales.

El clima cambia según tres parámetros básicos que modifican los movimientos del planeta: Excentricidad, oblicuidad y precesión



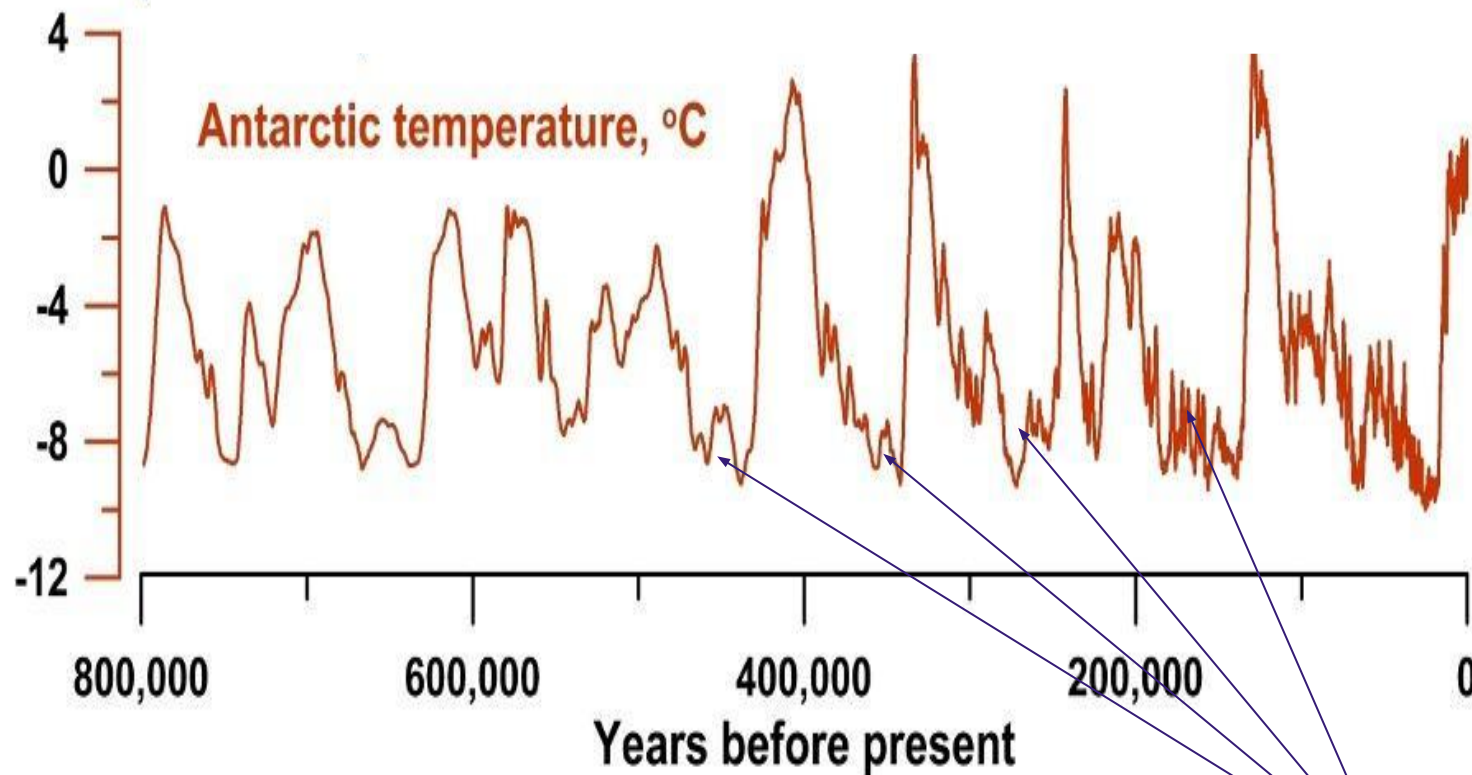
Eras de hielo: el ciclo de Milankovitch



Estos cambios ocurren en una escala de tiempo largo comparado con el cambio actual

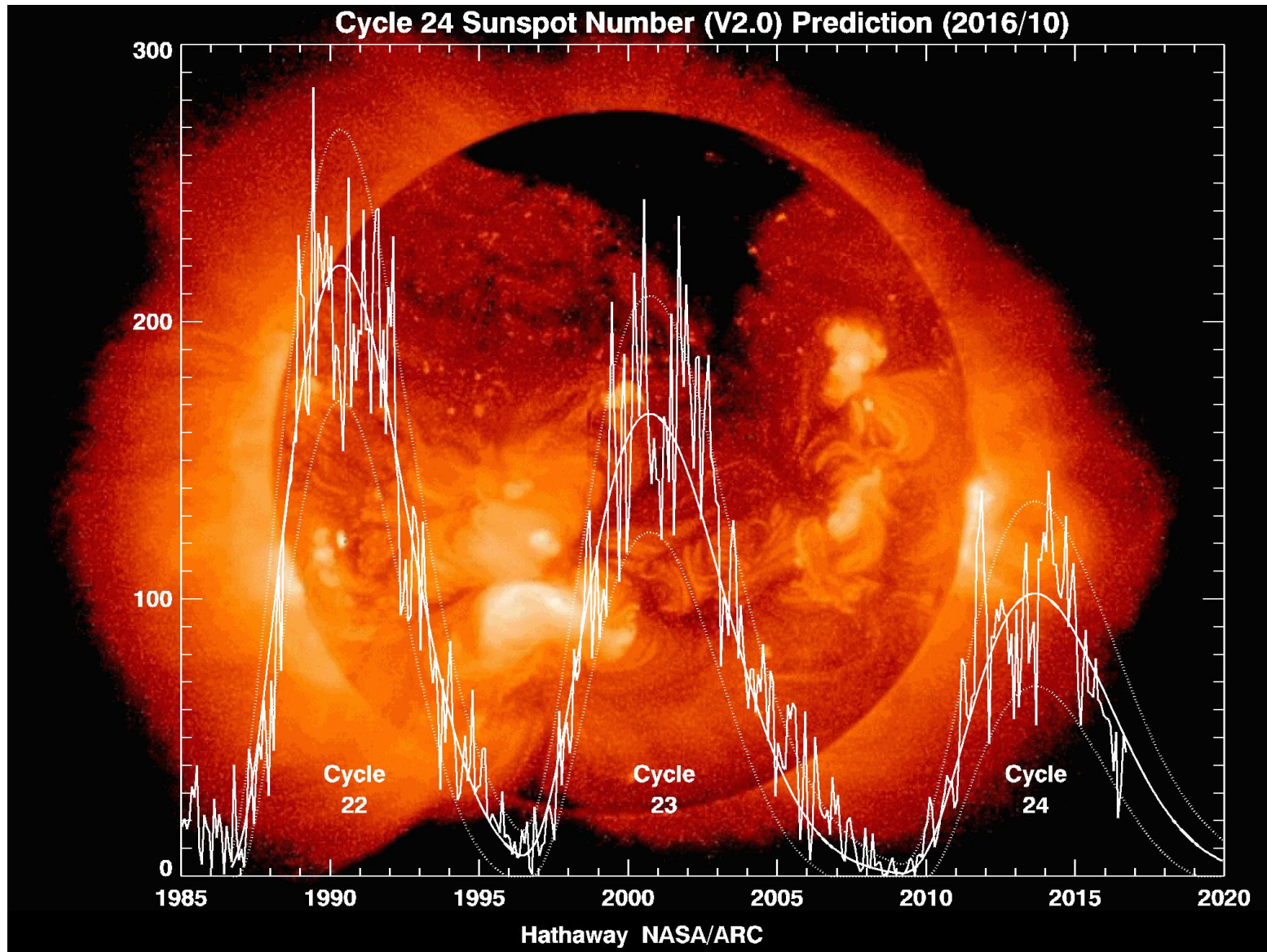
Las eras de hielo

Variaciones de Temperatura en escalas de tiempo mucho mayores (últimos 800,000 años)



Eras de hielo, consistentes con el ciclo de Milankovitch

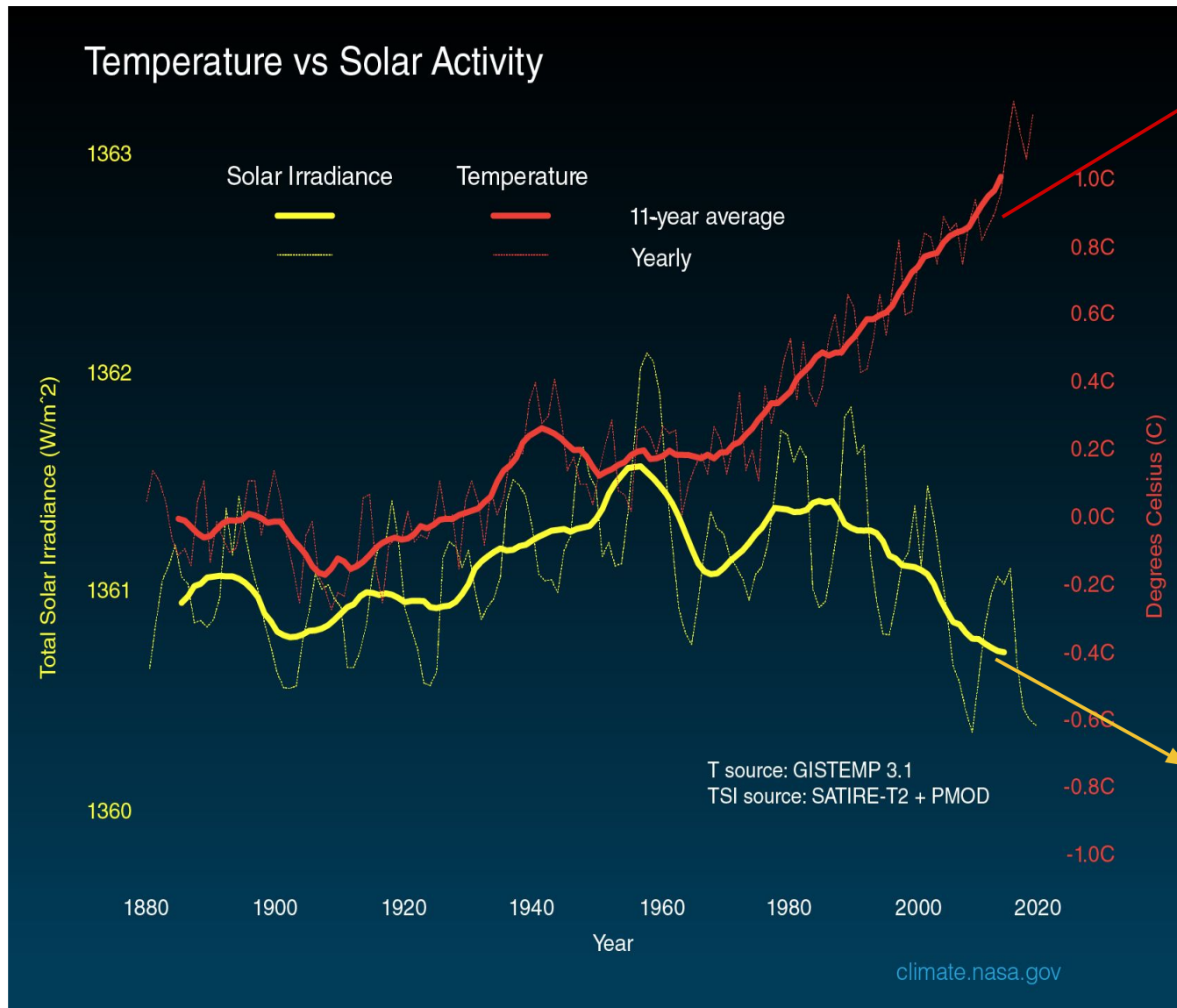
¿Podría ser causa del ciclo solar?



El número de manchas ha ido disminuyendo los últimos ciclos



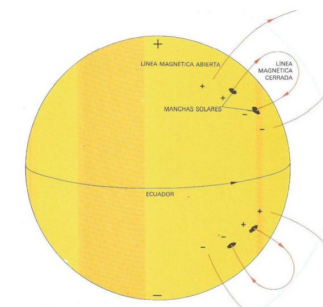
¡NO! El cambio climático es antropogénico



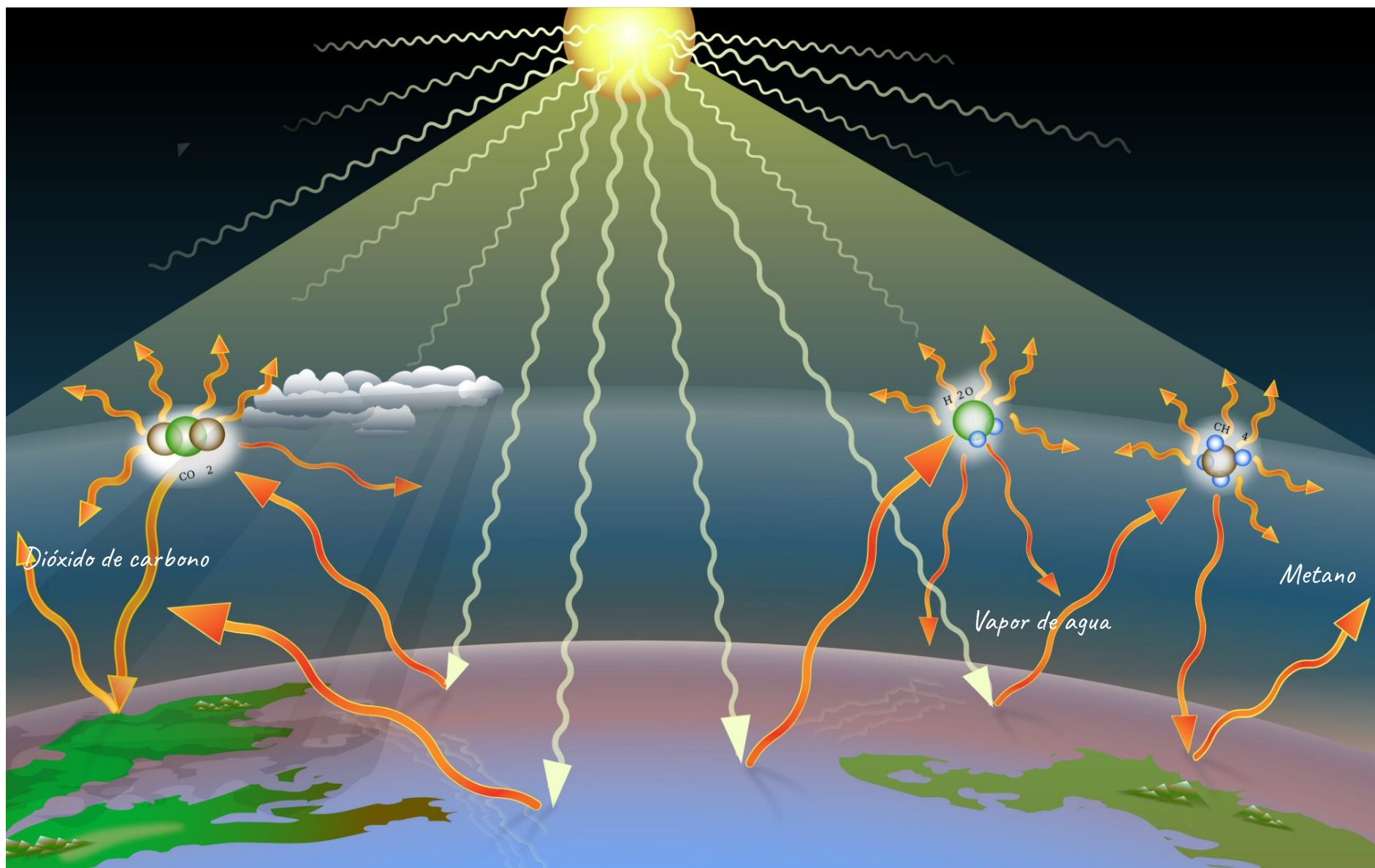
Actividad humana



Actividad de la naturaleza

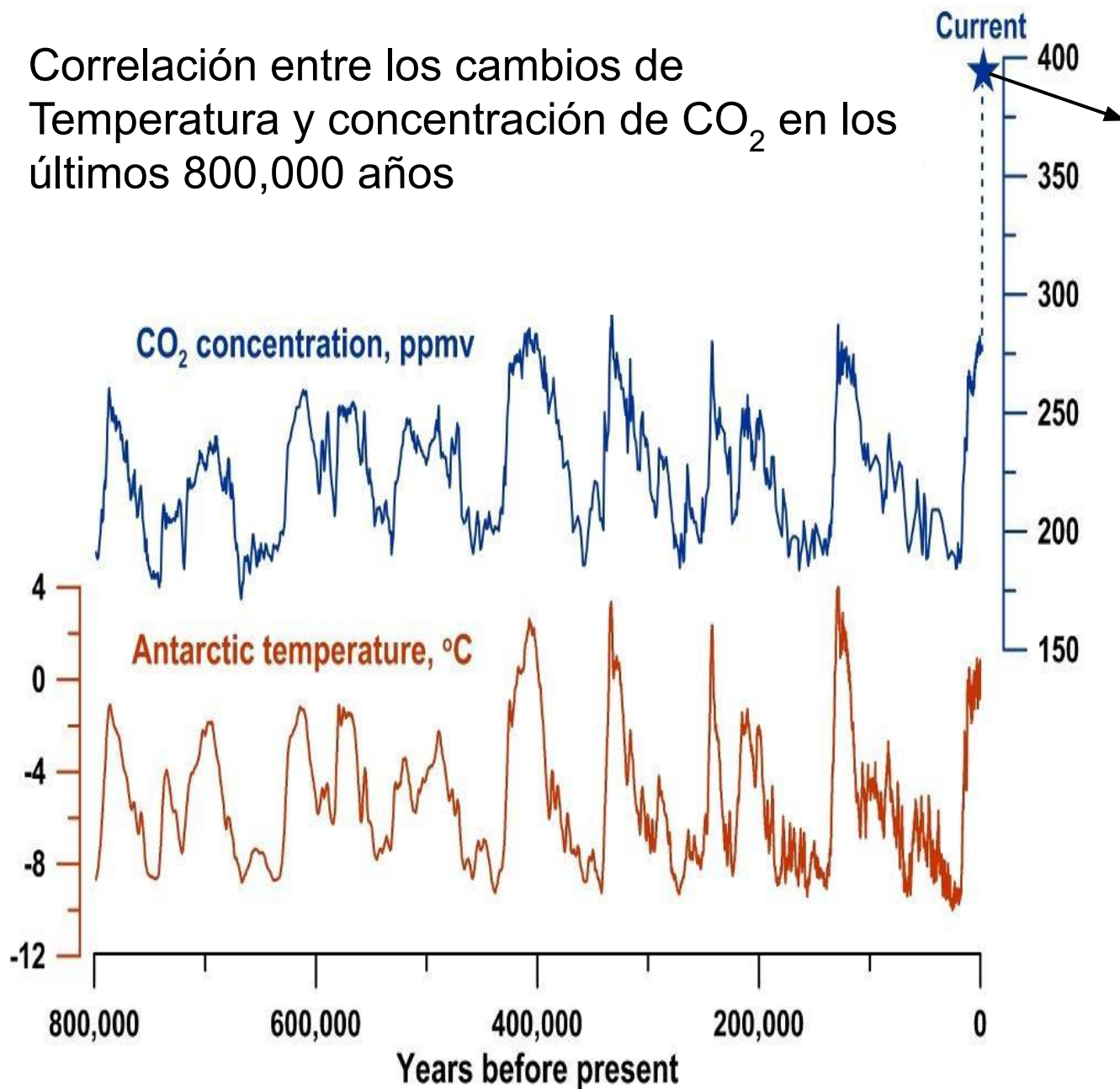


El efecto invernadero

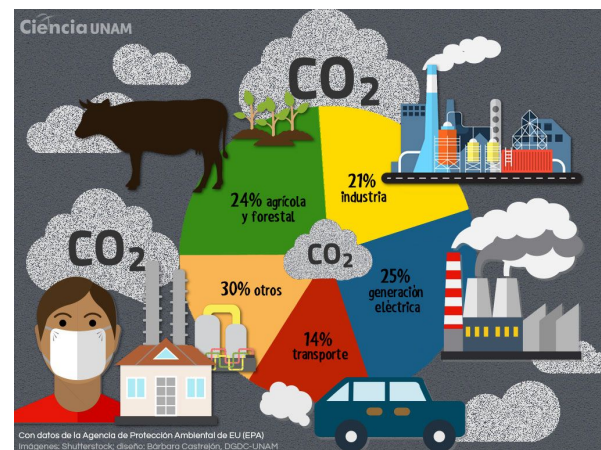


Temperatura y CO₂

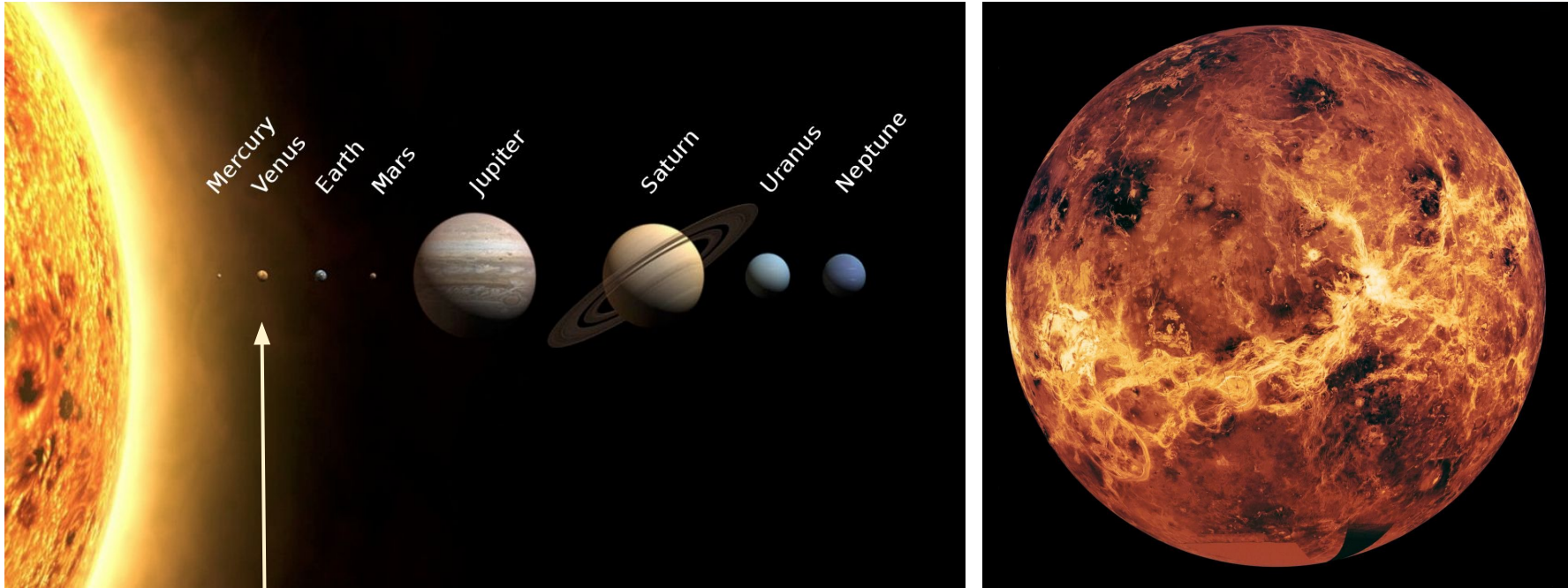
Correlación entre los cambios de Temperatura y concentración de CO₂ en los últimos 800,000 años



Por eso es tan importante reducir las emisiones de gases de efecto invernadero!



Venus es un ejemplo

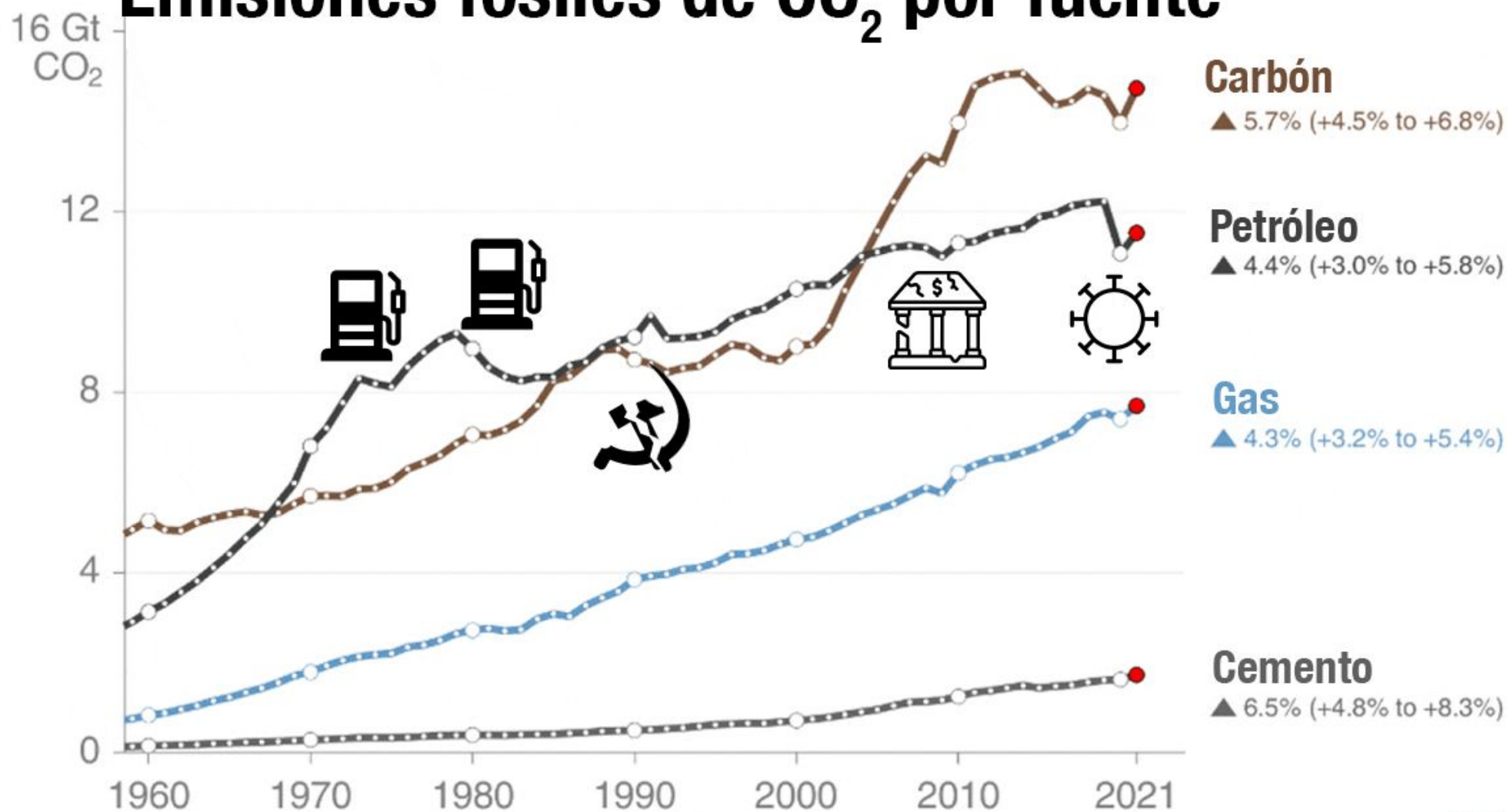


Venus es el 2do planeta desde el Sol y es muy parecido en tamaño a la Tierra. Pero es MUCHO más caliente que la Tierra (llega a 462 °C).

¿Por qué?

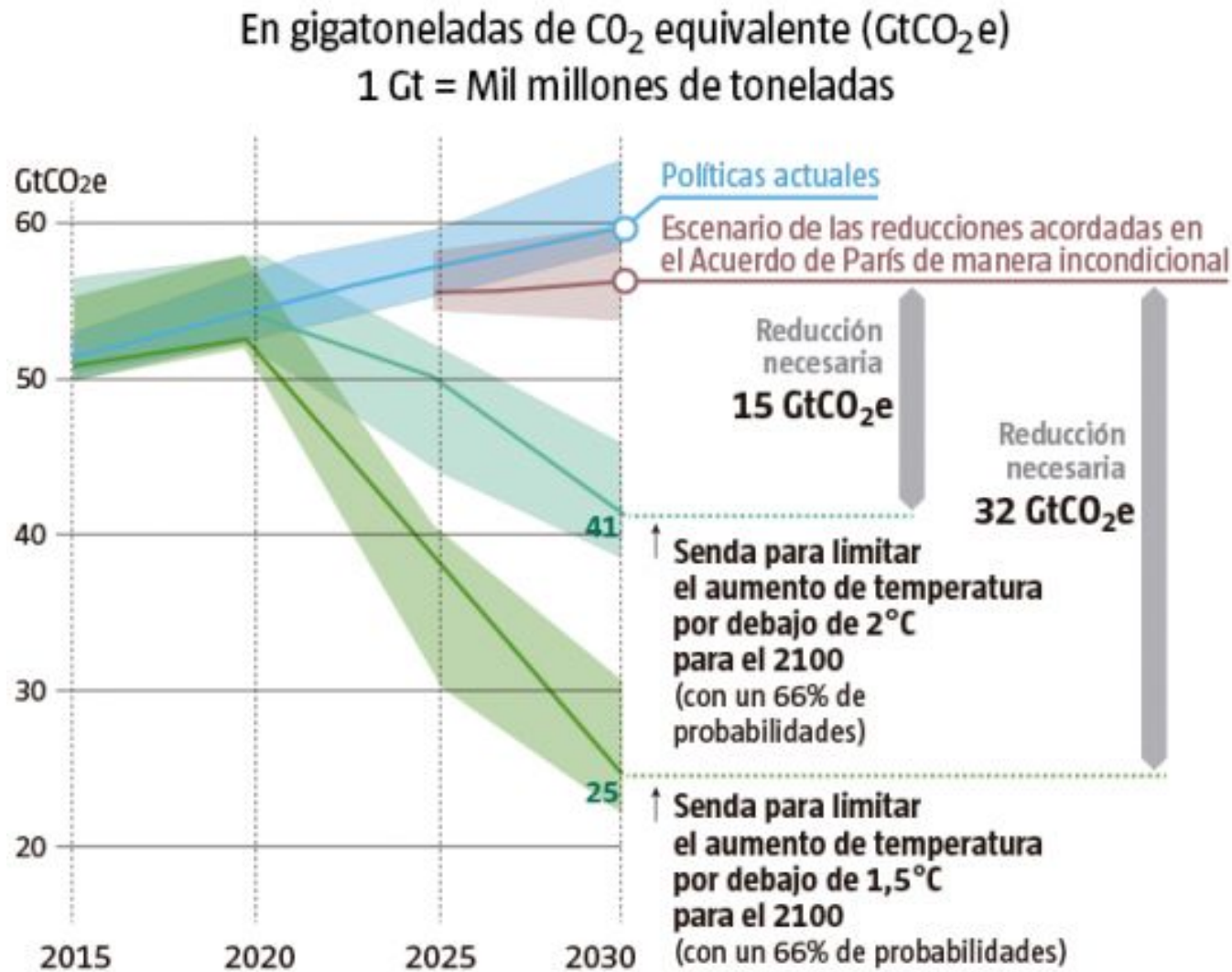
Tiene una gran cantidad de CO_2 → efecto invernadero descontrolado

Emisiones fósiles de CO₂ por fuente

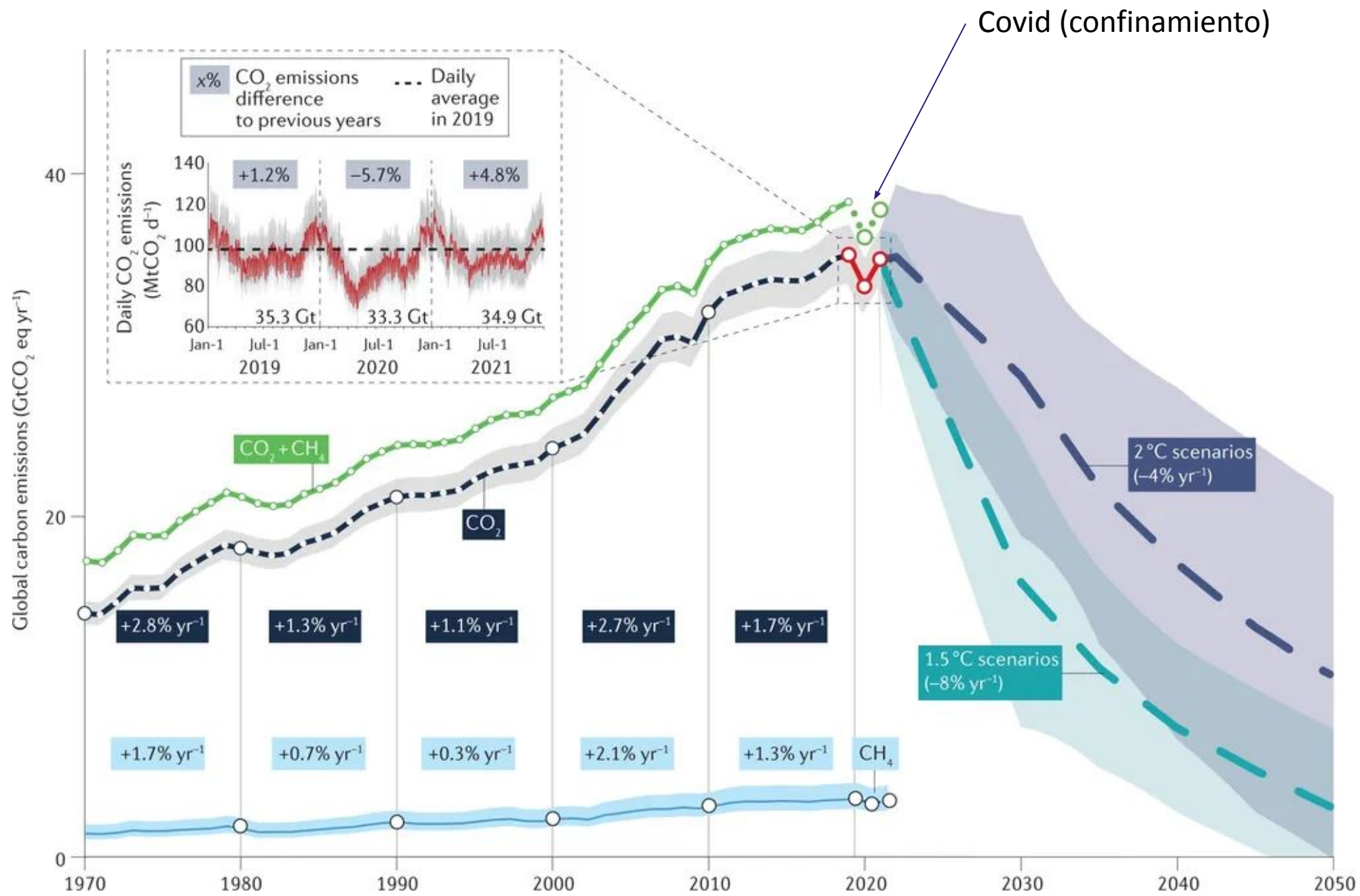


Global Carbon Project, Pierre Friedlingstein et al., ESSD, 2021

Necesitamos frenar las emisiones de CO₂ urgentemente



Proyecciones hechas en 2019



Curvas con la evolución observada del CO₂ y el metano desde 1970 hasta 2021, y proyecciones sobre la evolución futura en los escenarios de muy bajas y bajas emisiones

¿Qué podemos hacer?

