

# *Calentamiento Global y Desarrollo del Pensamiento Científico*

Aldo Montecinos Gula  
Departamento de Geofísica  
Universidad de Concepción

## *TEMARIO*

- *Calentamiento global y cambio climático*
- *Efecto invernadero y crisis ambiental*
- *Juguemos a ser científicos*
- *Modelos matemáticos*



Seminario de Actualización sobre “Cambio Climático”  
**EXPLORA BÍO BÍO**  
martes 13 de mayo de 2008



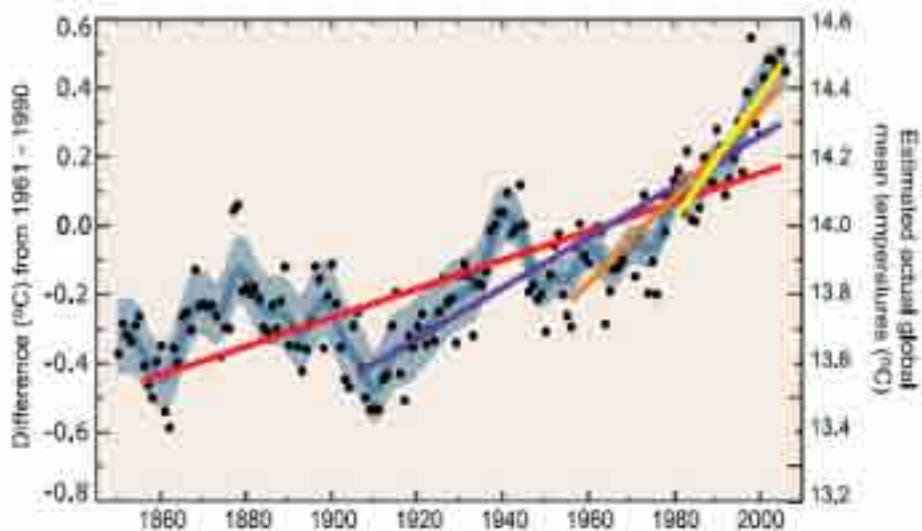
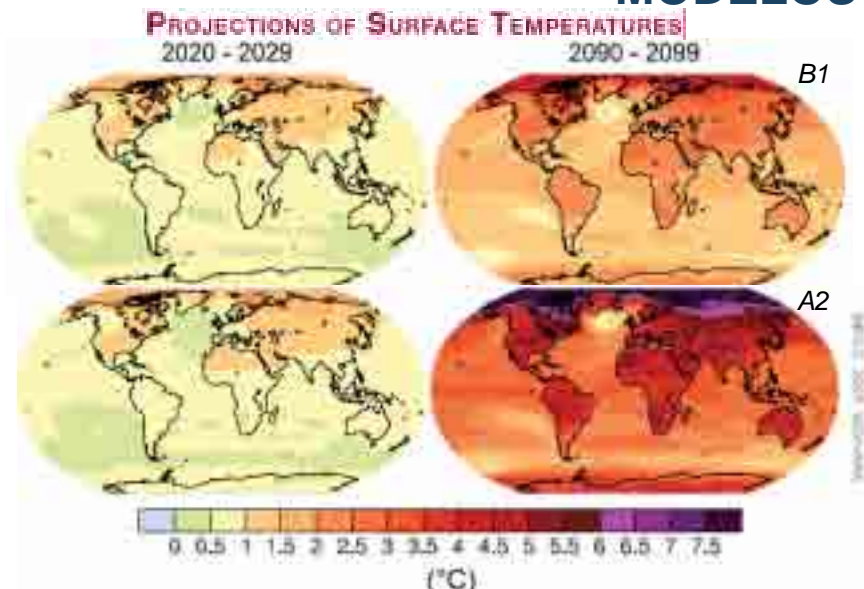
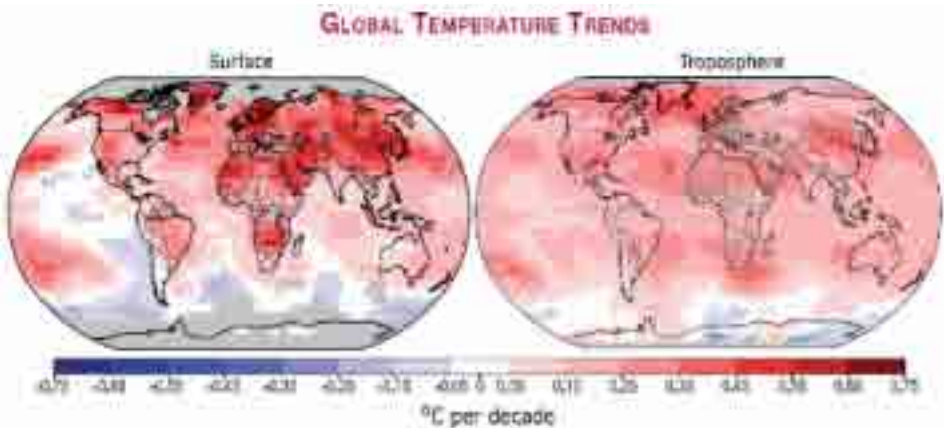
# CALENTAMIENTO GLOBAL

¿Cómo cambió el clima durante el siglo XX?

¿Cómo cambiará el clima durante el siglo XXI?

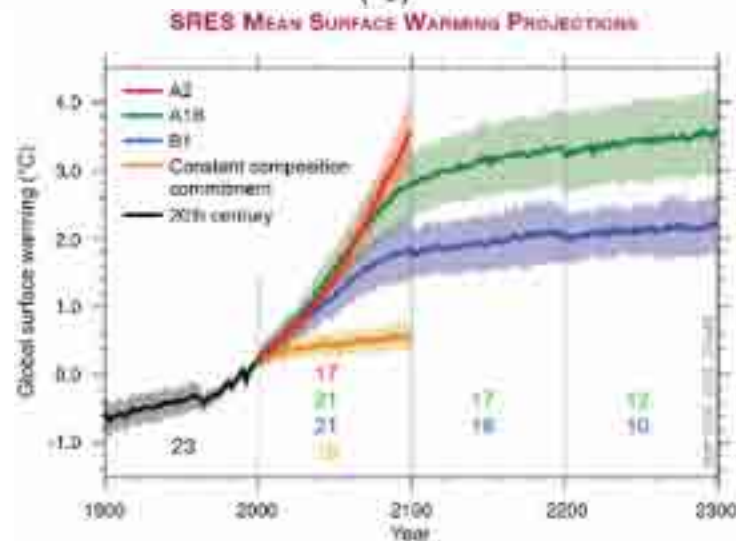
## OBSERVACIONES

## MODELOS



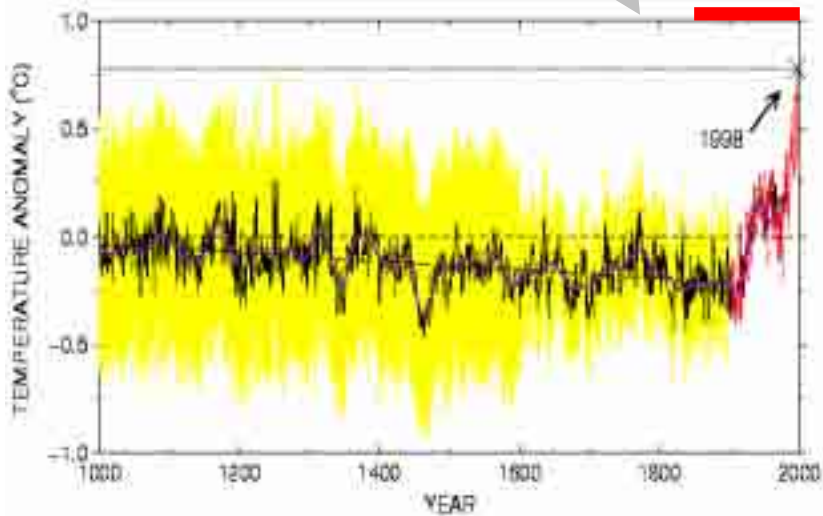
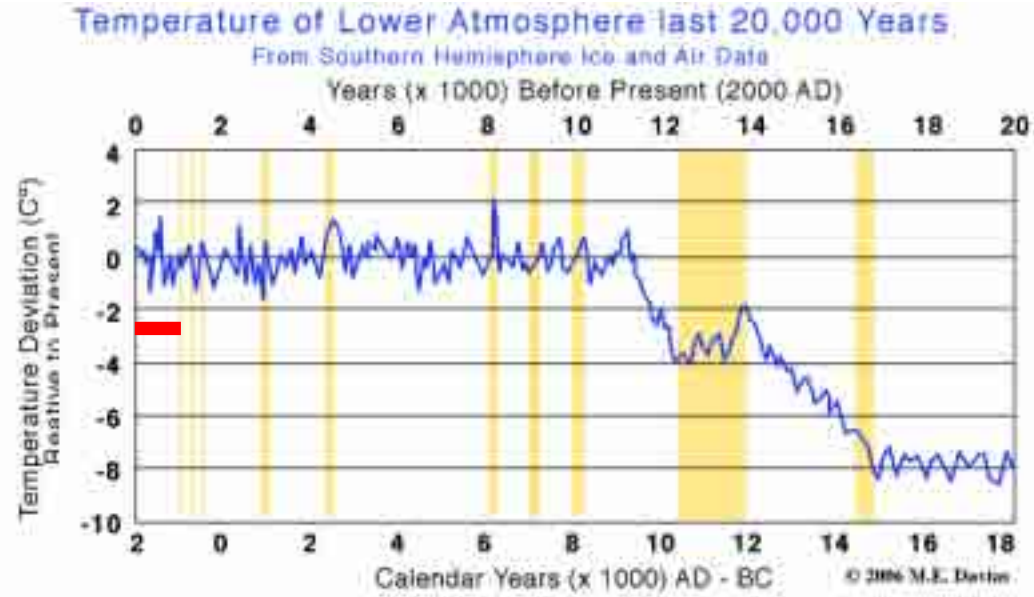
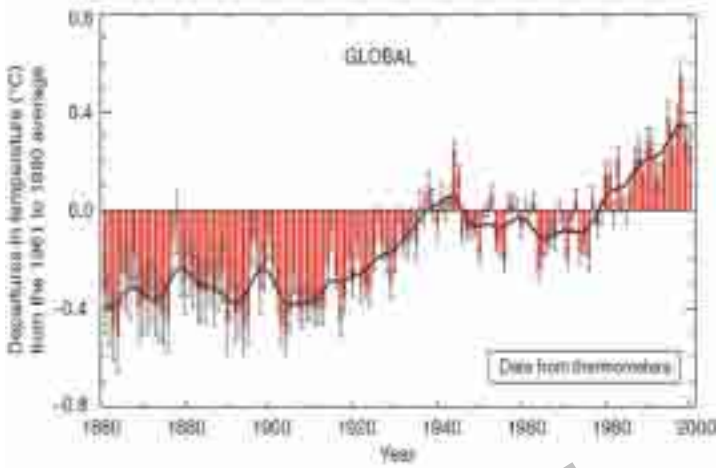
| Period (years) | Rate (°C per decade) |
|----------------|----------------------|
| 25             | 0.177 ± 0.052        |
| 50             | 0.128 ± 0.028        |
| 100            | 0.074 ± 0.016        |
| 150            | 0.045 ± 0.012        |

• Annual mean  
 — Smoothed series  
 ■ 5-95% decadal error bars

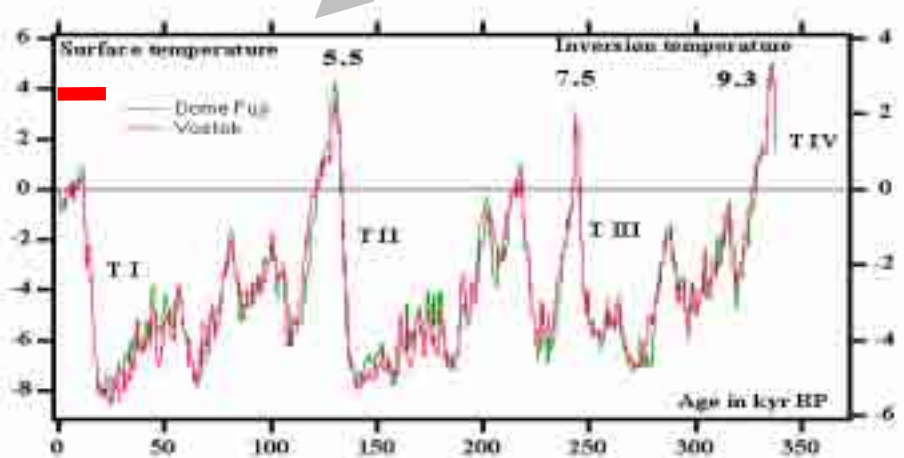


**¿Qué significa cambio climático?**

# ¿el clima no cambia?

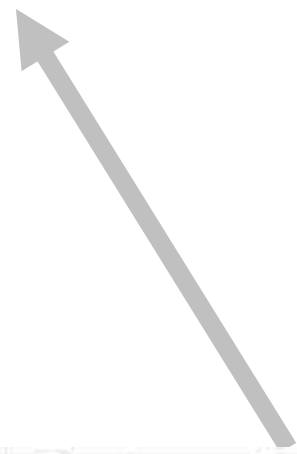
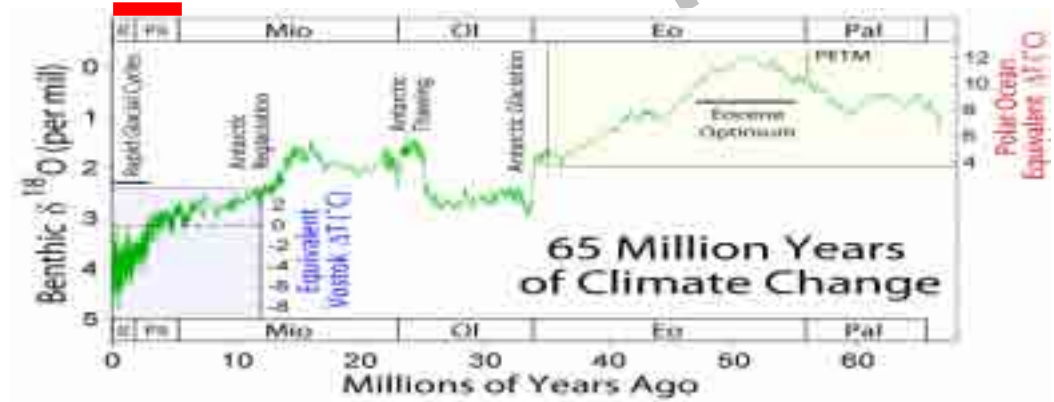
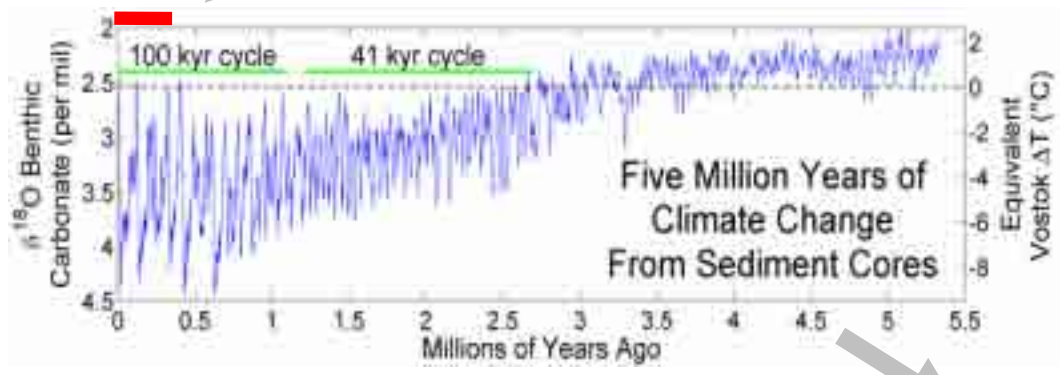
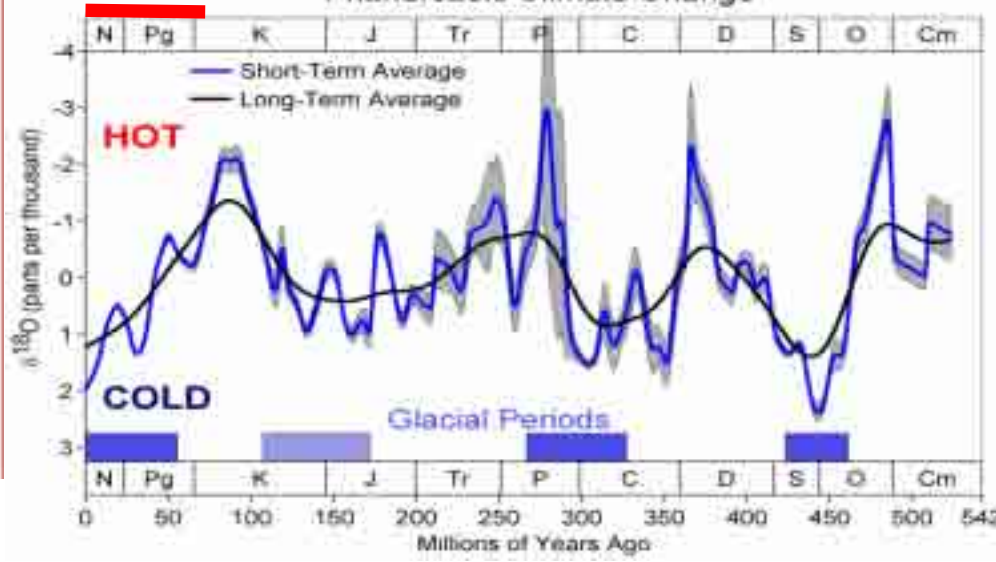
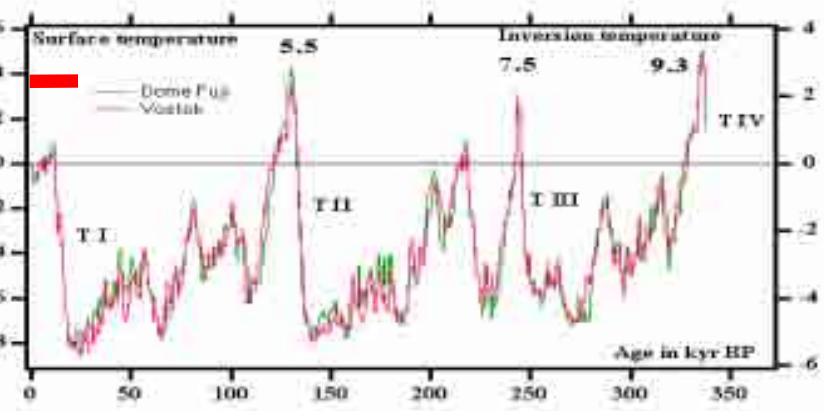


- reconstruction (AD 1000-1980)
- instrumental data (AD 1902-1998)
- calibration period (AD 1802-1980) mean
- reconstruction (40 year smoothed)
- linear trend (AD 1000-1850)

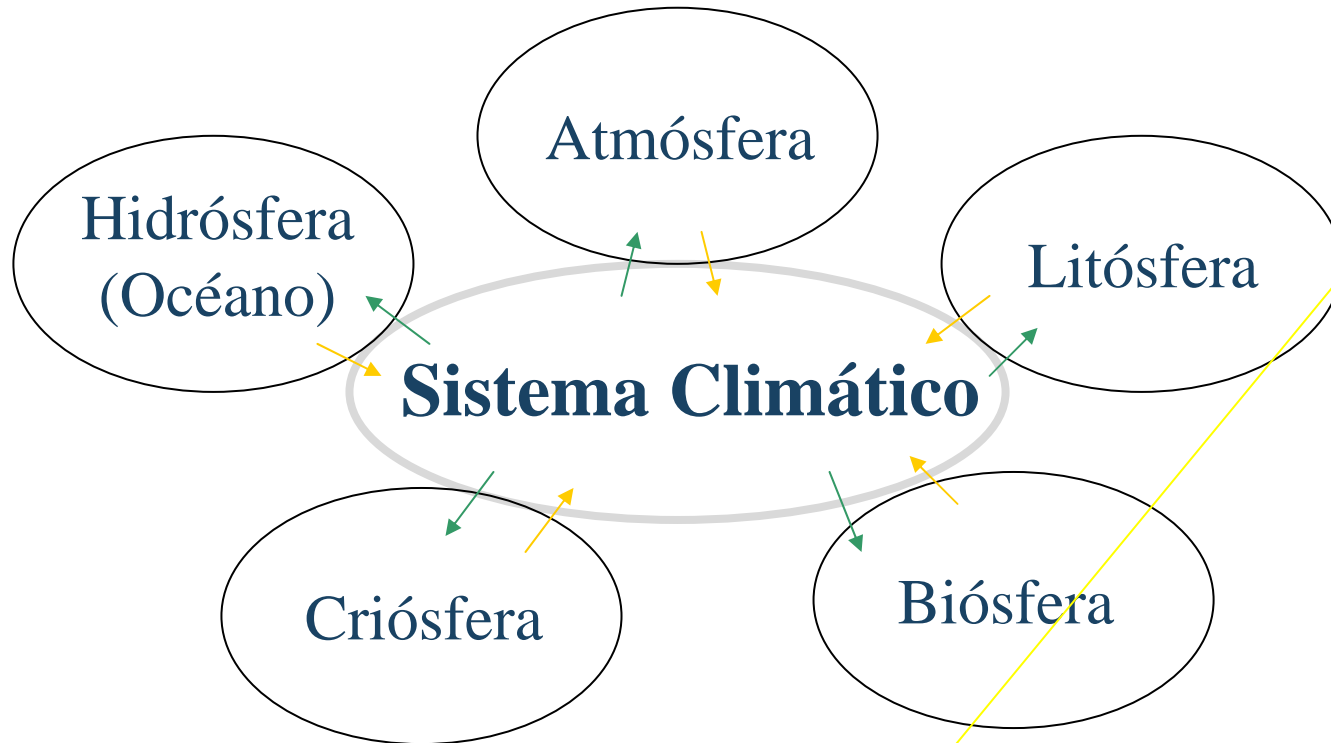
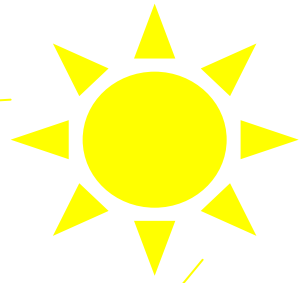




**Phanerozoic Climate Change**



# El sistema climático tiene 5 subsistemas



**SOL: FUENTE DE ENERGÍA  
DEL SISTEMA CLIMÁTICO**

# ¿Efecto Invernadero?



## Temperatura media de la tierra

Sin efecto invernadero

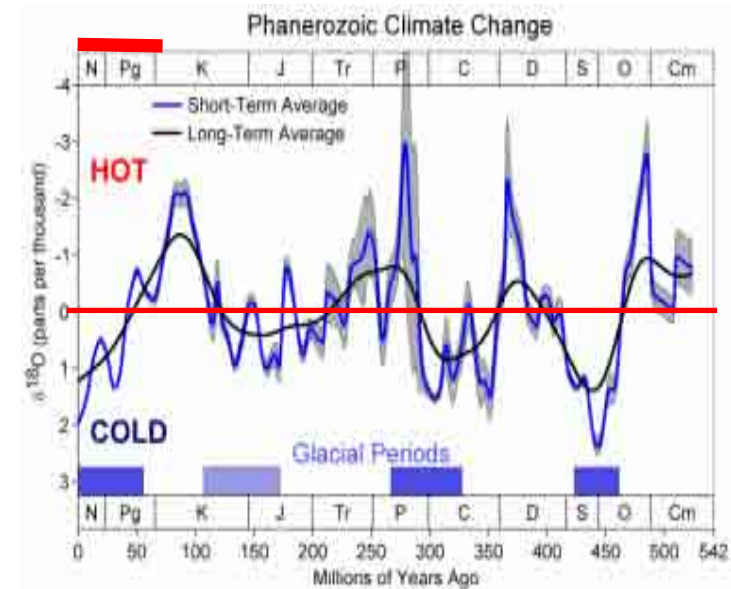


**-18°C**

Con efecto invernadero



**15°C**



# Esquema del Efecto Invernadero



Fuente: UNEP - GRID-Arendal.



# Gases de efecto invernadero



# Crisis ambiental

**Existe hoy una crisis causada por las conductas poco amigables del ser humano con su ambiente.**

**Es una crisis ambiental, cultural y valórica, que se relaciona con:**



**Crecimiento de la población**

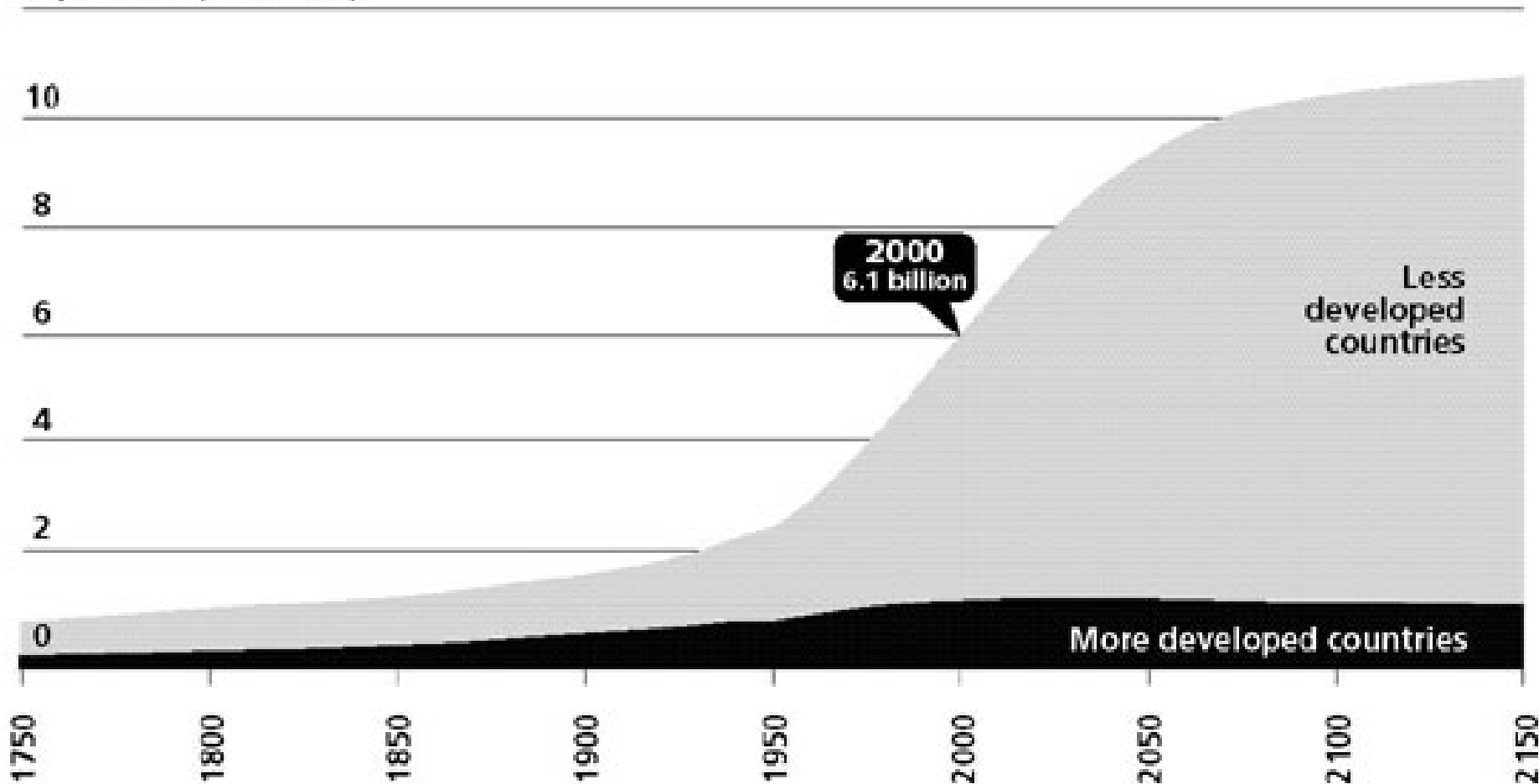
**Agotamiento de recursos**

**Degradación ambiental**

**Crisis valórica**

# Crecimiento explosivo de la población mundial

Population (in billions)



Source: United Nations, *World Population Prospects, The 1998 Revision* (New York: UN, 1998); and estimates by the Population Reference Bureau.

Copyright © 2001 Population Reference Bureau

# Asociado a incremento en consumo de energía

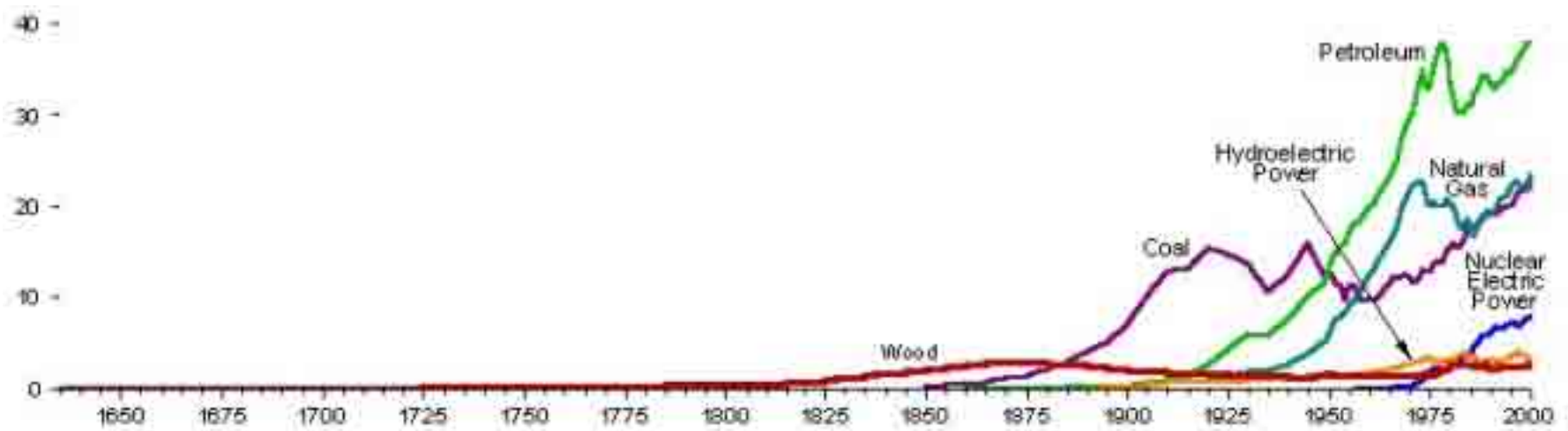
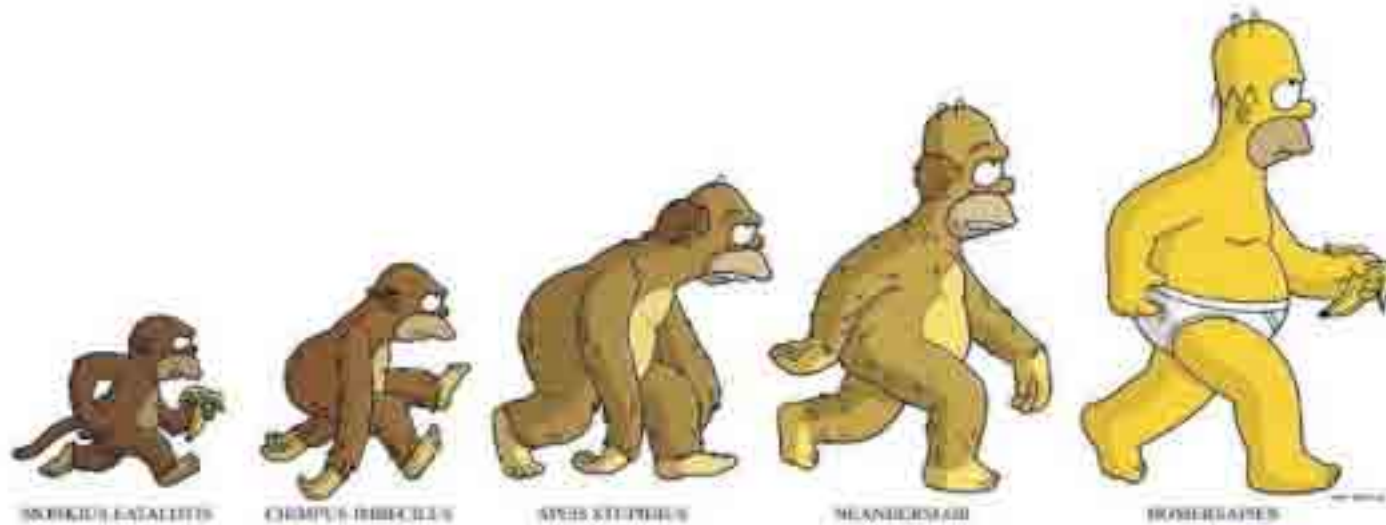


Figure: U.S. Energy Consumption By Energy Resource 1635-2000 (in Quadrillion Btu)

Source: <http://www.eia.doe.gov/emeu/aer/eh/intro.html>

# EL PROBLEMA: NUESTRA ACTUAL FORMA DE VIDA



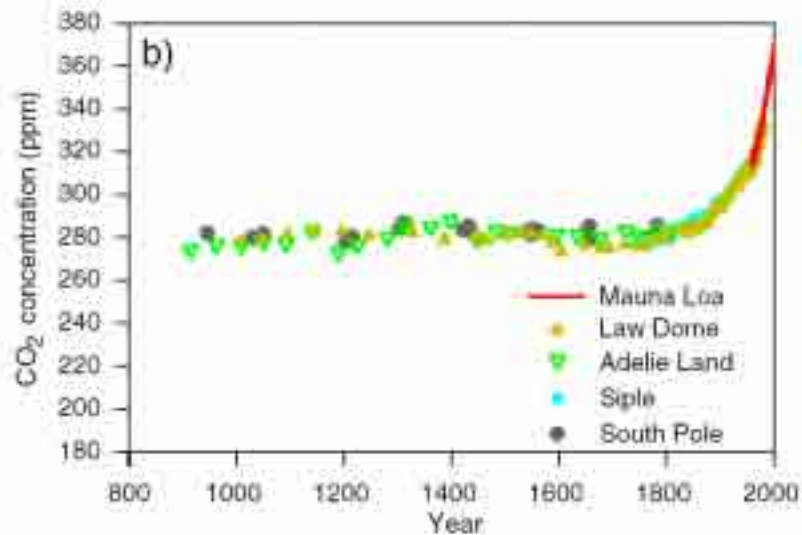
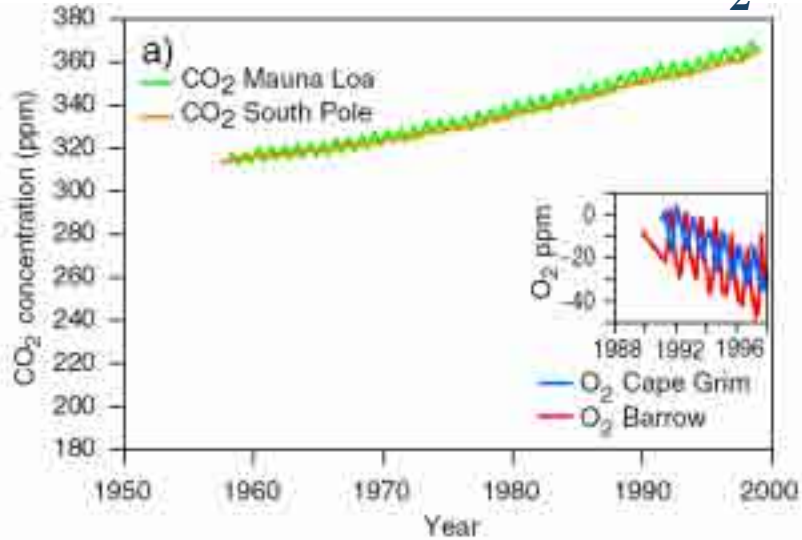
HOMERSAPIEN



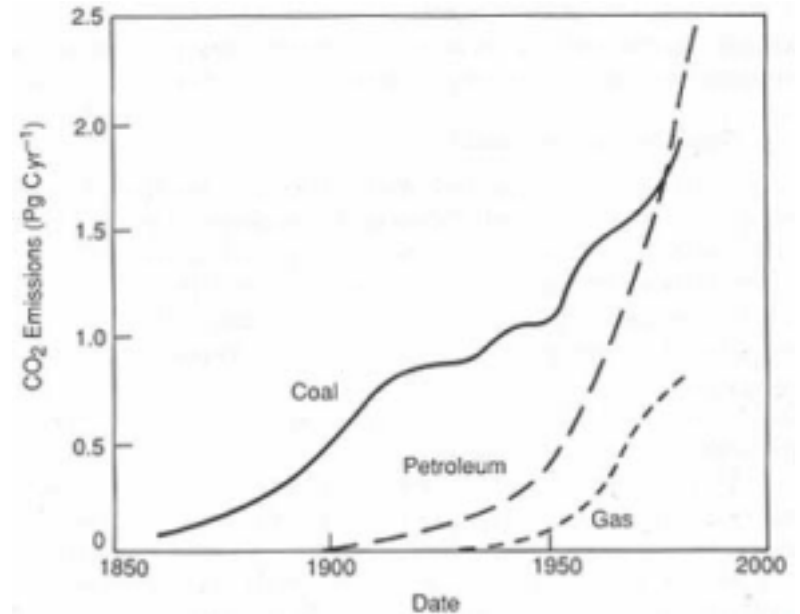


# Gases Efecto Invernadero

## Concentración de CO<sub>2</sub>

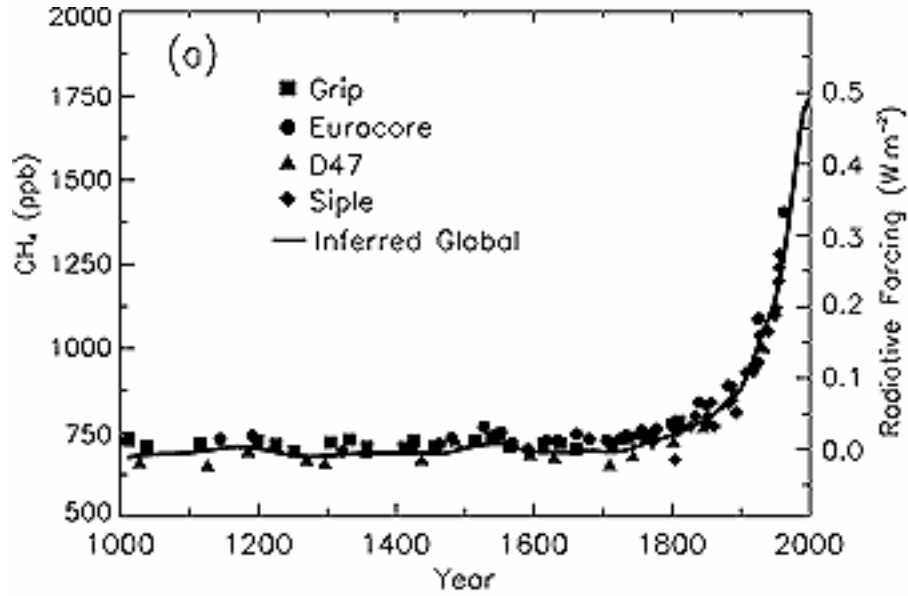


## Emisiones de CO<sub>2</sub>

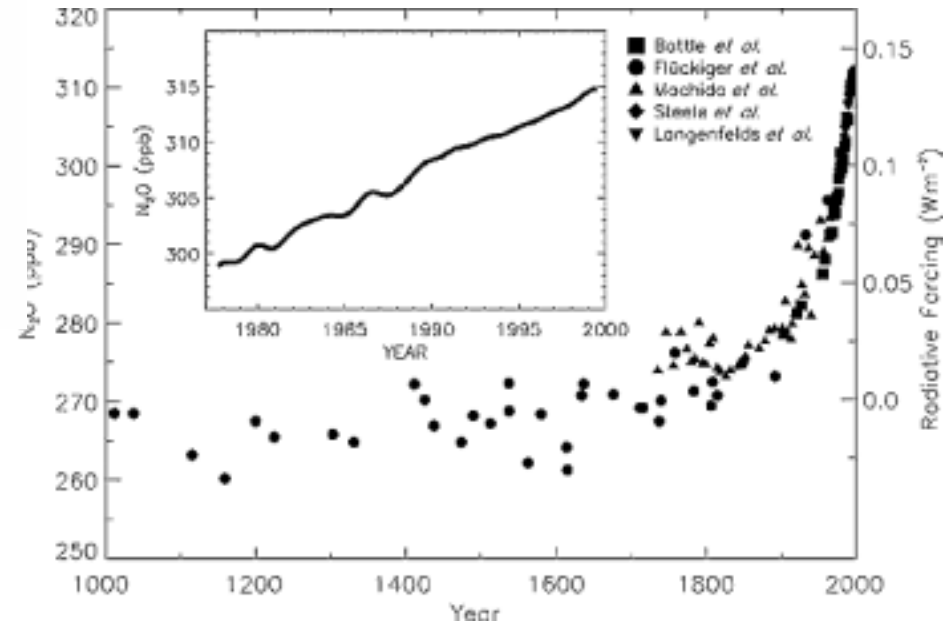


# Gases Efecto Invernadero

## Concentración de CH<sub>4</sub>



## Concentración de N<sub>2</sub>O



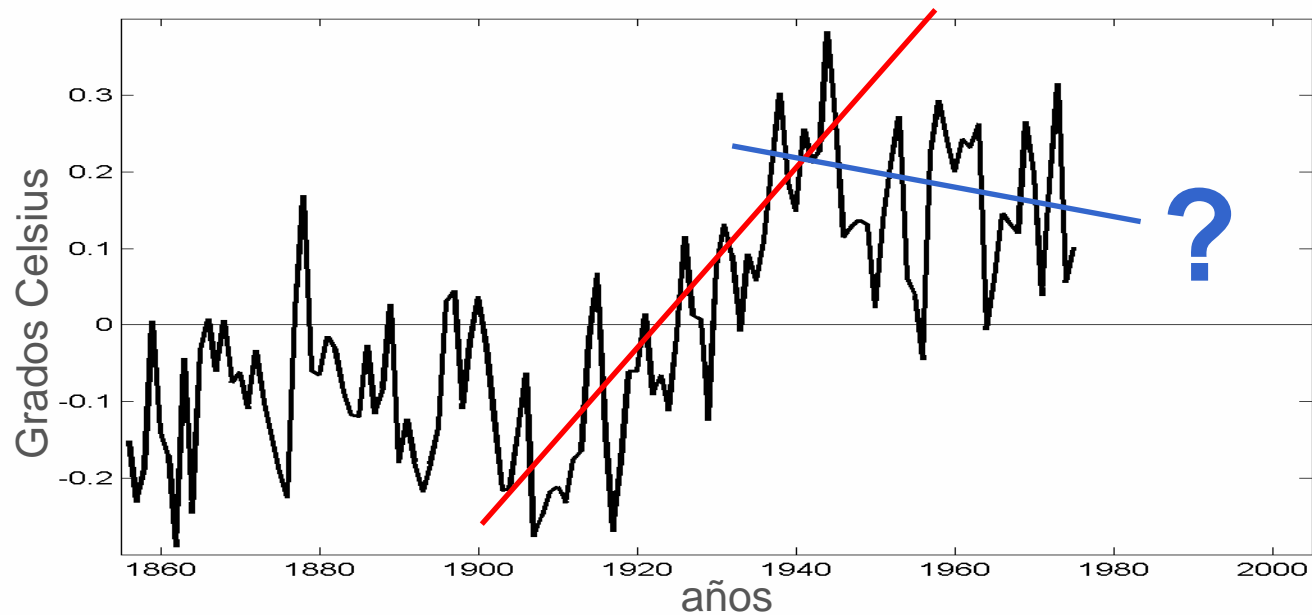
***JUGUEMOS:***

**SEAMOS CIENTÍFICOS EN LA  
DÉCADA DE LOS SETENTA**

# Información sobre la temperatura media global en 1976

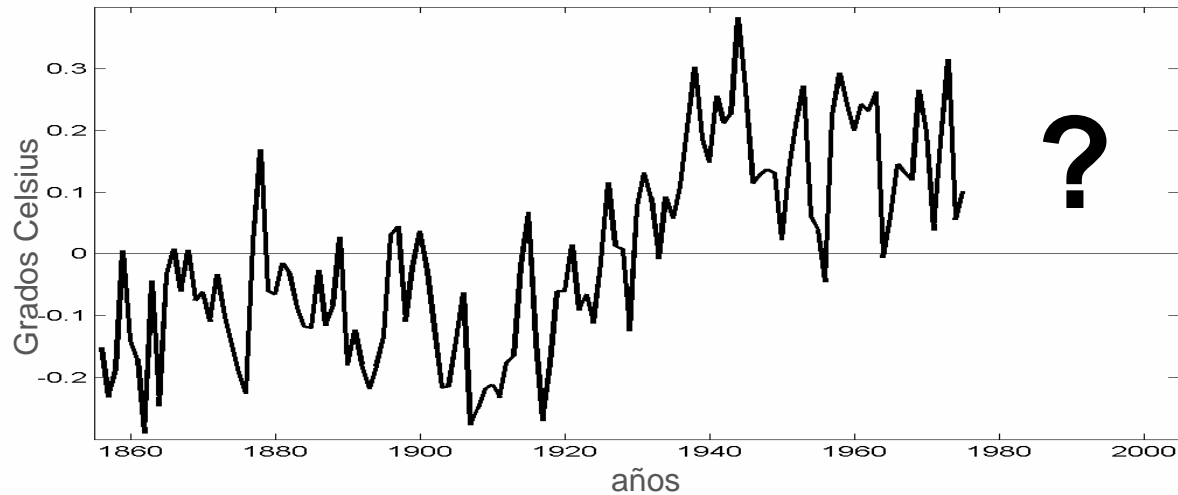
- Información disponible:

Calentamiento global producto de los gases invernaderos emitidos por el uso de combustibles fósiles



# DEBATE

**¿Cómo cambiará la temperatura media global en las próximas décadas?**





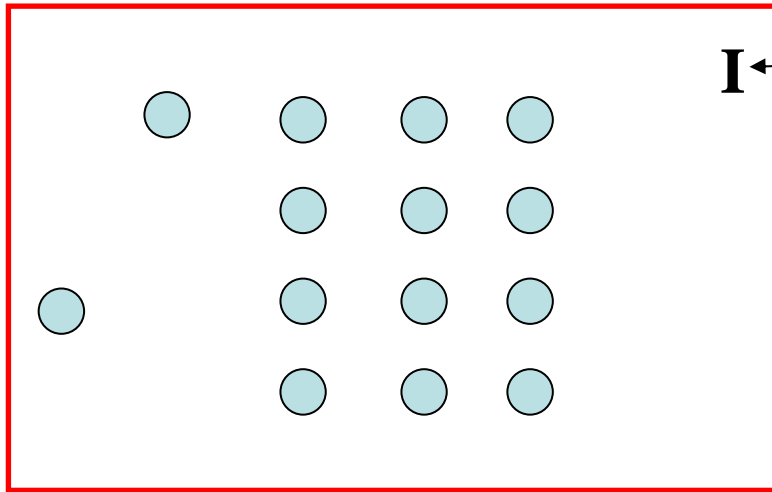
# RESULTADOS

**Algunos científicos de la década del setenta esperaban que el enfriamiento se mantuviera, desencadenando el inicio de una nueva era glacial. El aumento de la cantidad de nubes era considerado el principal factor responsable de este cambio climático.**

**Por supuesto, los científicos nos equivocamos**

# ¿Qué es un modelo?

# ¿Cuánto aumentó la temperatura en este salón?

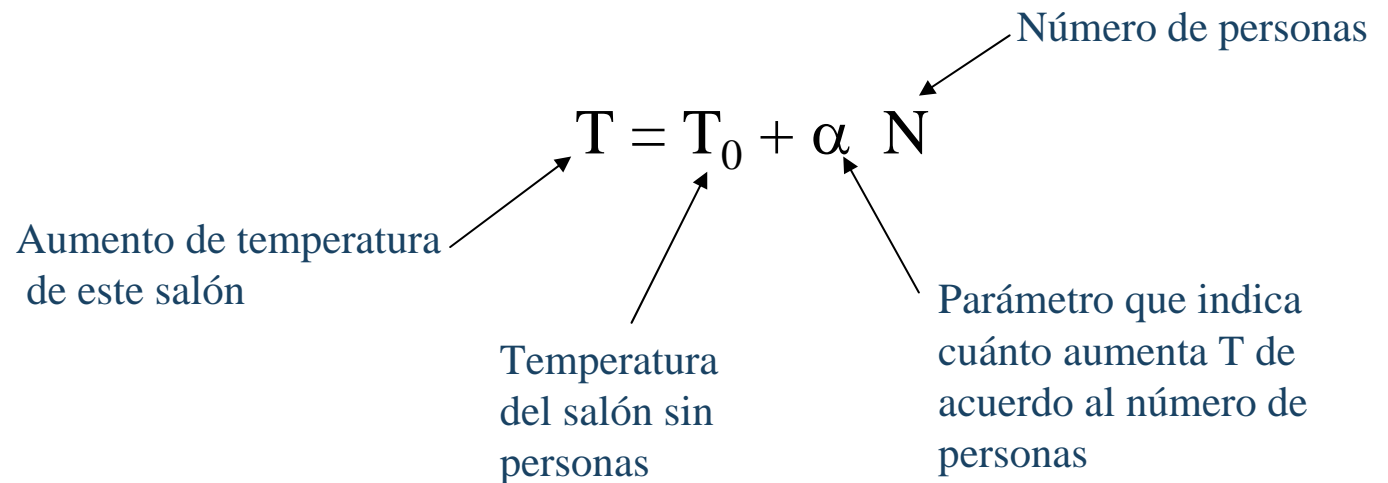


**I**

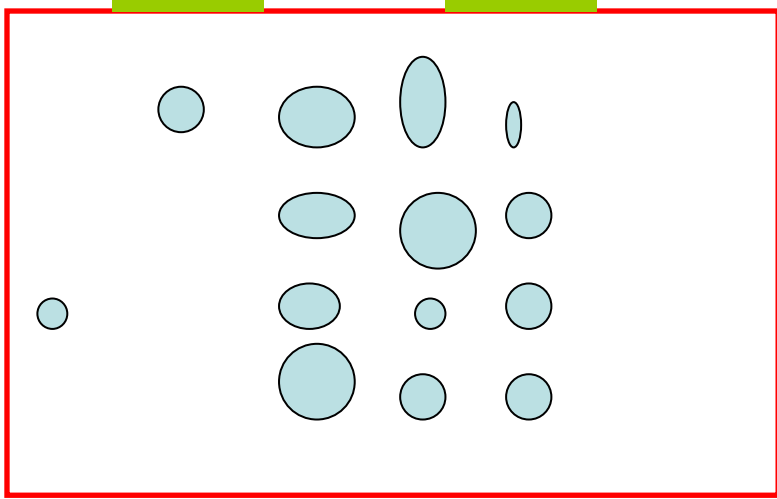
Acá hay un termómetro midiendo la temperatura de este salón

● = persona

## *Modelo simple*



# Complicando las cosas (o entendiendo mejor cómo cambia la temperatura en este salón) ...



— = ventanas y puerta

Aumento de temperatura de este salón  $\longrightarrow$   $T = T_0 + \alpha N + \beta P - \gamma F A$

Temperatura del salón sin personas  $\longleftarrow T_0$

Número de personas  $\longleftarrow N$

Peso promedio de las personas  $\longleftarrow P$

Tiempo que permanecen abiertas ventanas y puerta  $\longleftarrow F$

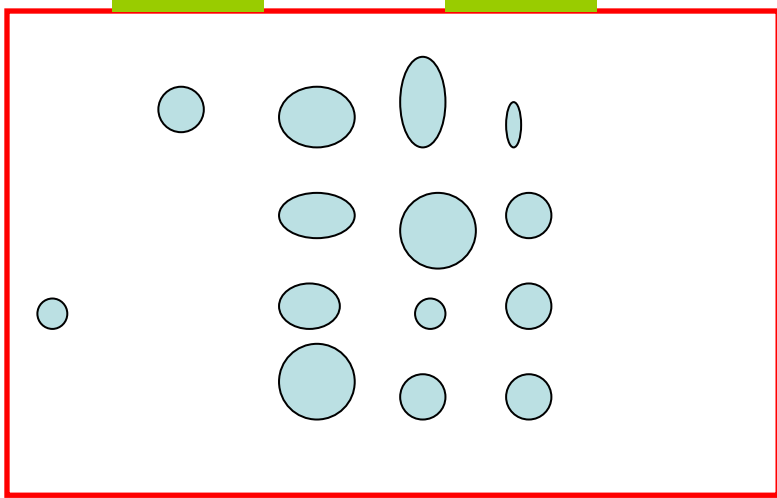
Superficie de ventanas y puerta  $\longleftarrow A$

Parámetro que indica cuánto aumenta T de acuerdo al número de personas  $\longleftarrow \alpha$

Parámetro que indica cuánto aumenta T por el peso corporal de una persona  $\longleftarrow \beta$

Parámetro que indica cuánto disminuye T por el aire frío que entra desde el exterior  $\longleftarrow \gamma$

# ¿Cuánto aumentará la temperatura en el salón mañana?



 = ventanas y puerta

¿N?

¿P?

*Modelo (el mejor posible con el conocimiento actual)*

¿F?

$$T = T_0 + \alpha N + \beta P - \gamma F A$$

**Sólo podemos hacer  
suposiciones razonables**

# Esquema del Sistema Climático

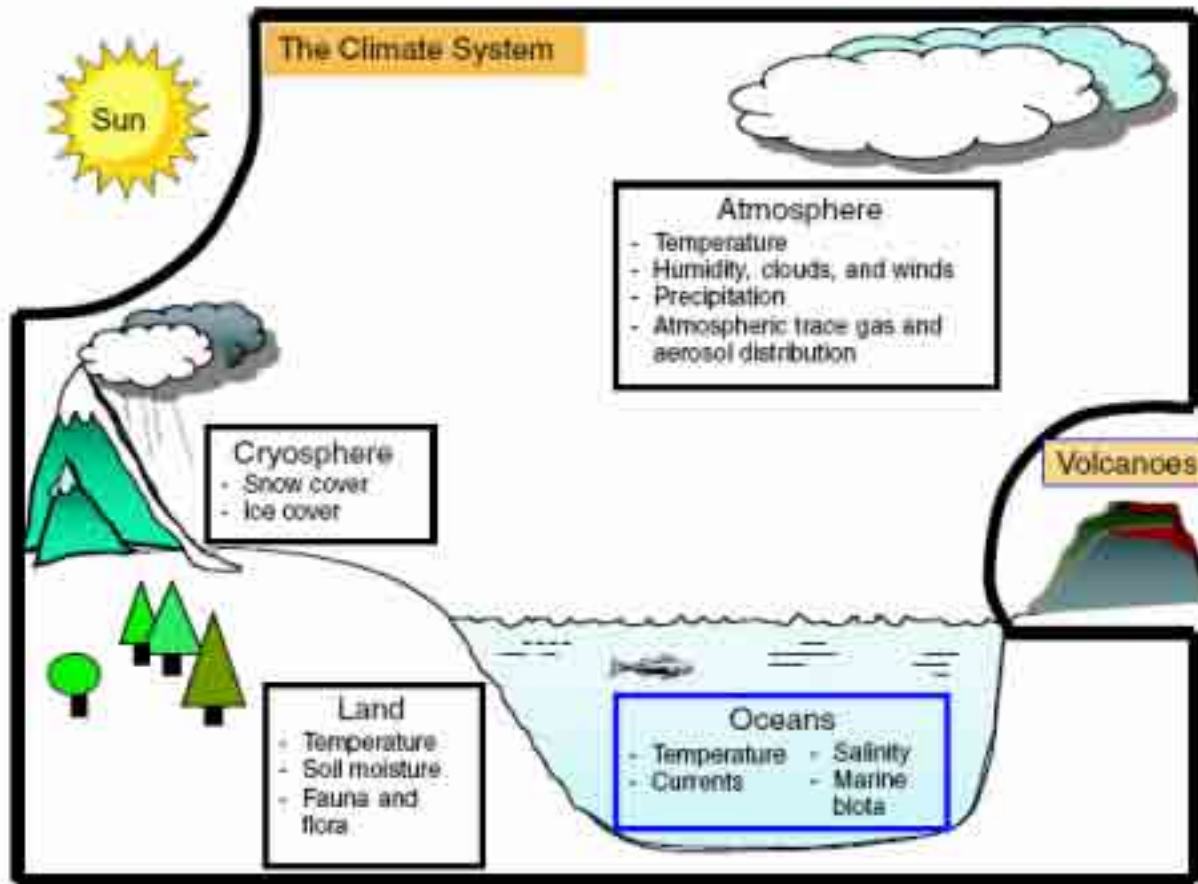
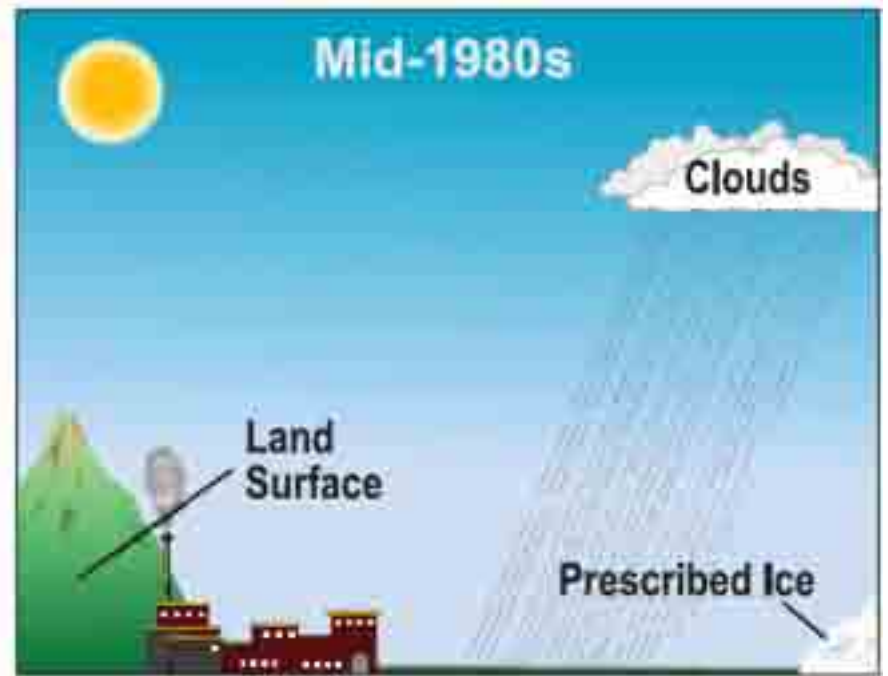
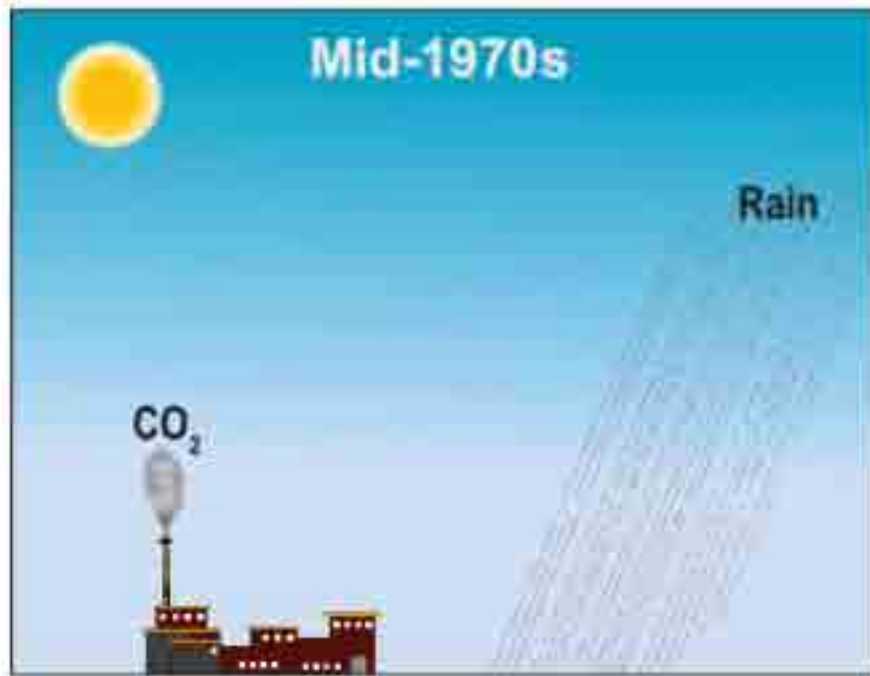


FIGURE 1-1 The climate system, consisting of the atmosphere, oceans, land, and cryosphere. Important state variables for each sphere of the climate system are listed in the boxes. For the purposes of this report, the Sun, volcanic emissions, and human-caused emissions of greenhouse gases and changes to the land surface are considered external to the climate system.

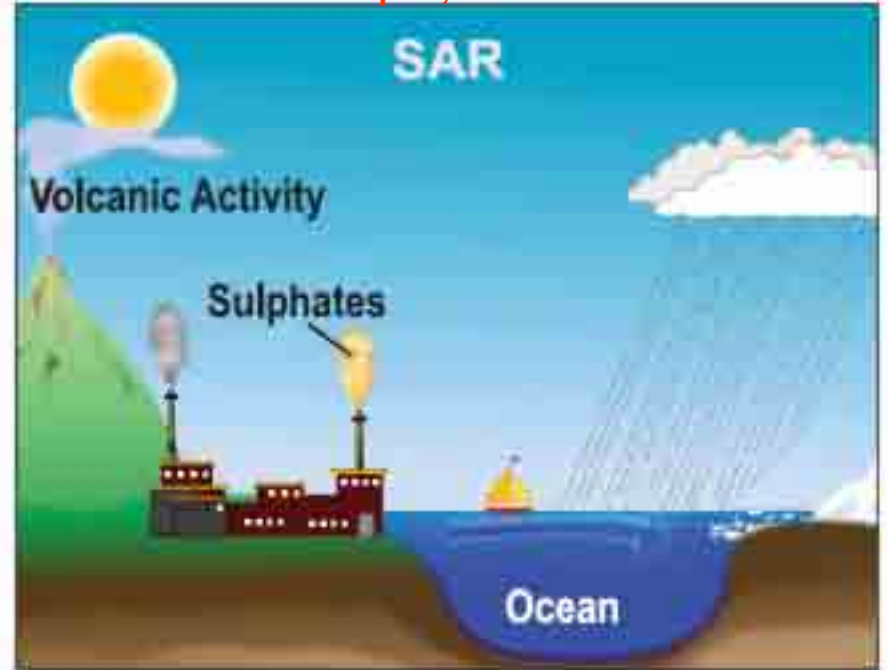


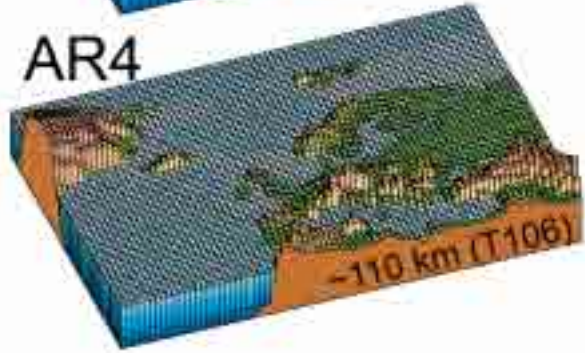
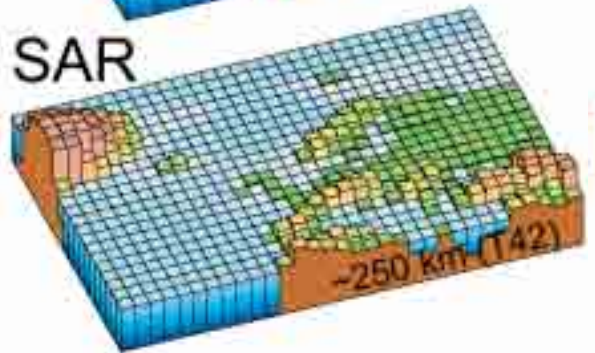
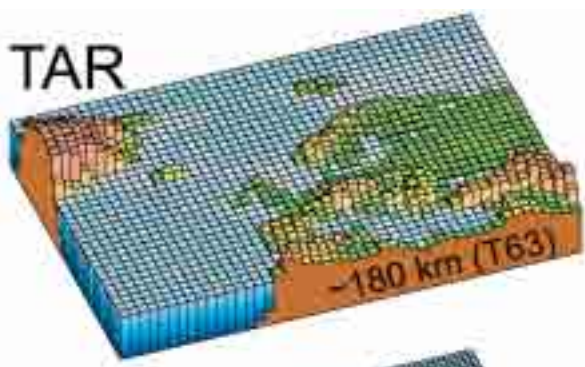
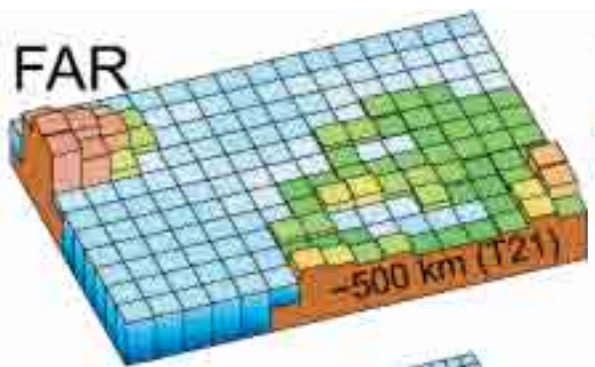
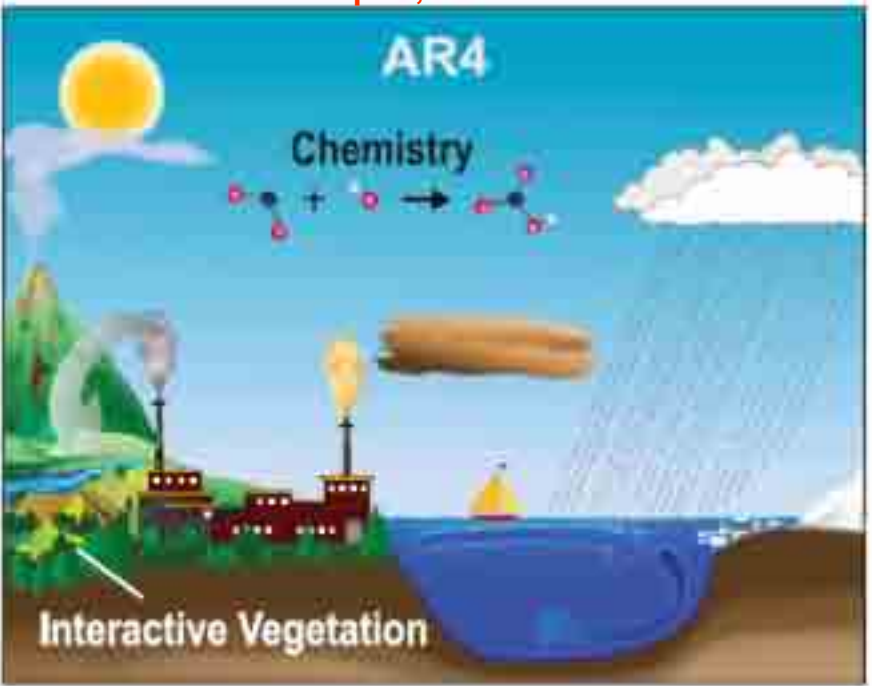
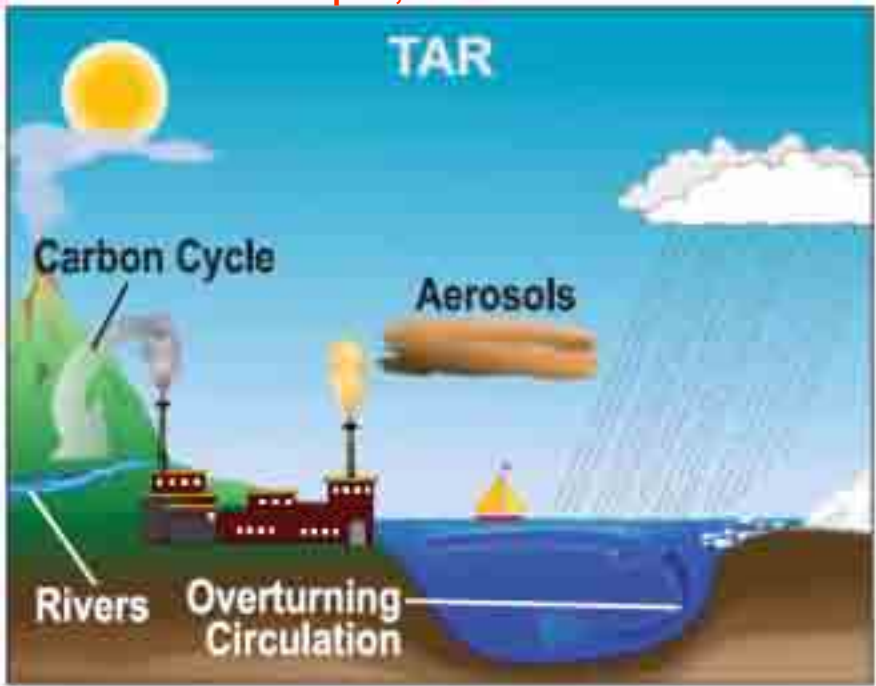


First Assessment Report, 1990



Second Assessment Report, 1996





# CALENTAMIENTO GLOBAL

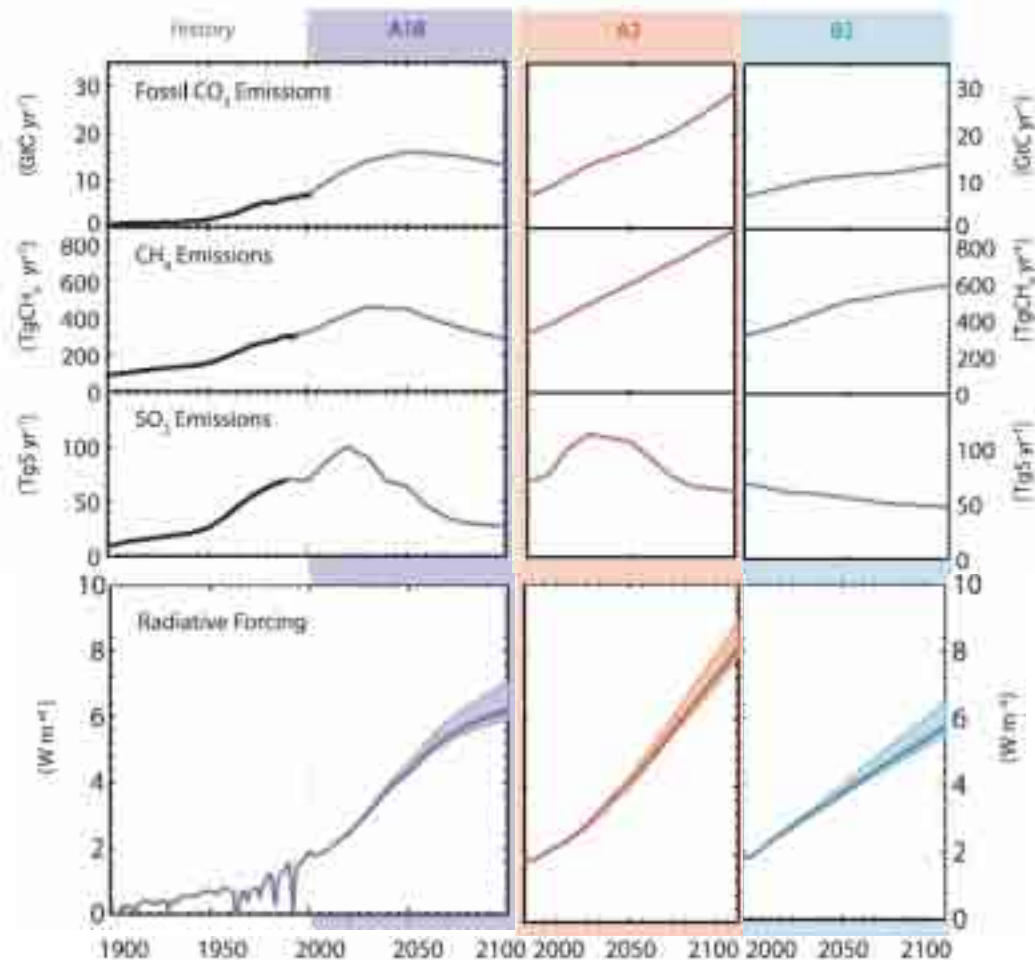
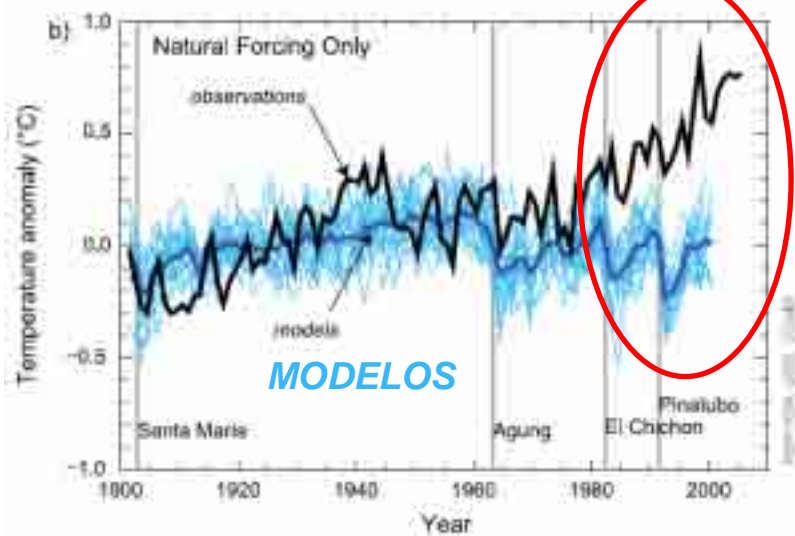
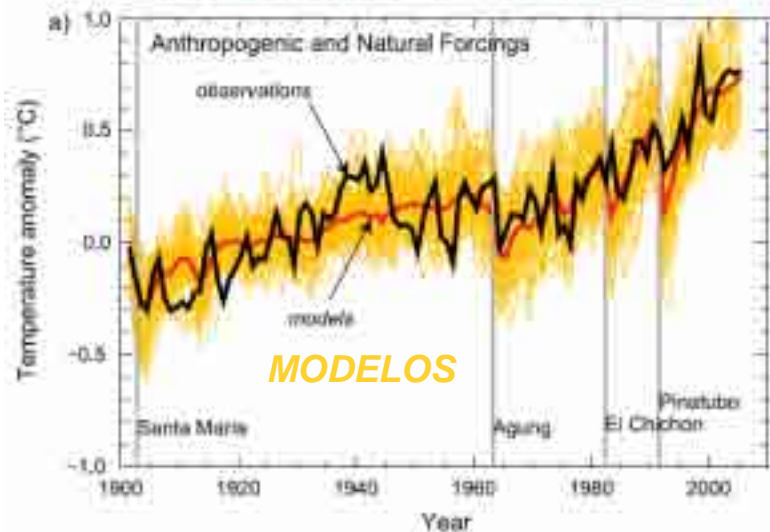
¿el clima durante el siglo XX?

¿Cómo cambiará el clima durante el siglo XXI?

## MODELOS - SIMULACIONES

## FORZANTES - SUPOSICIONES

GLOBAL MEAN SURFACE TEMPERATURE ANOMALIES

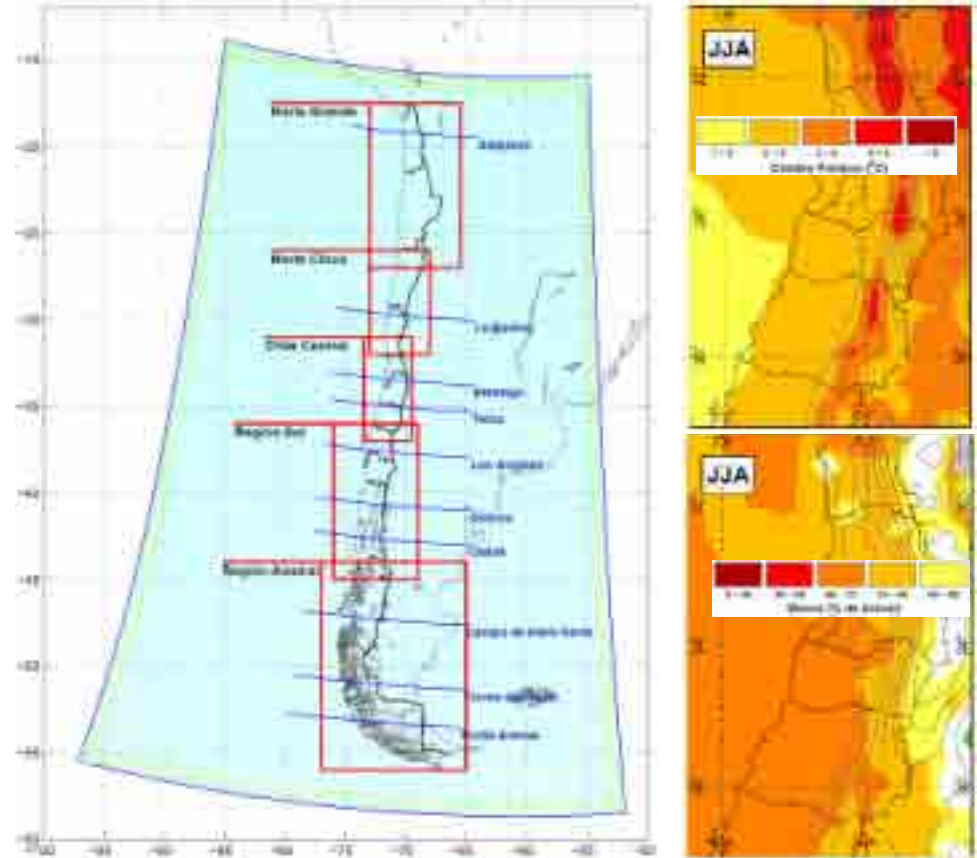
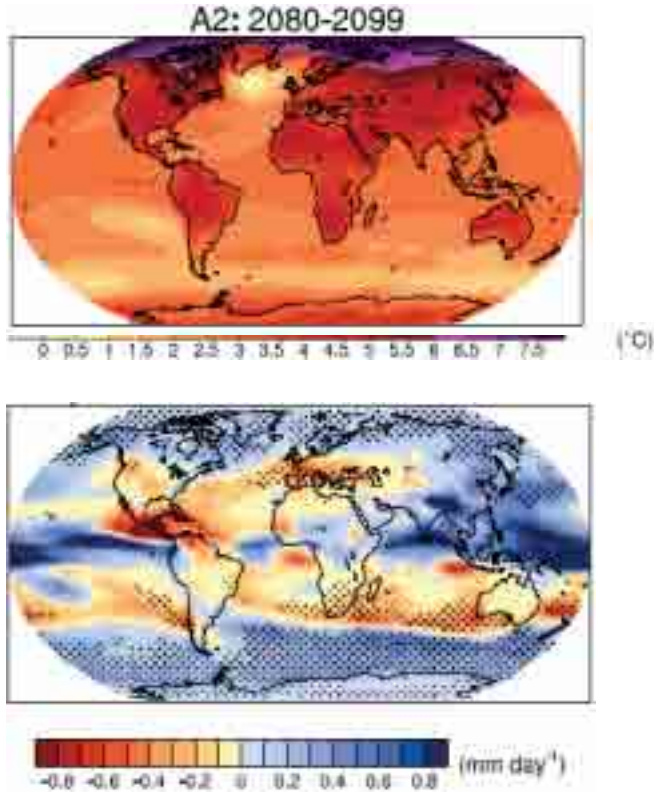




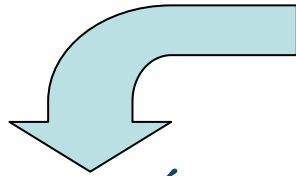
# CALENTAMIENTO GLOBAL

¿Cómo cambiará el clima durante el siglo XXI en nuestra región?

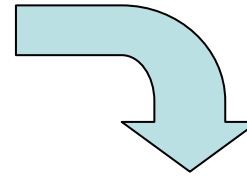
## MODELO-DEPENDENCIA



*Recursos Naturales*



**ENERGÍA**



**MATERIA PRIMA**

**Combustible fósil**

**Deforestación**

**Energías renovables**

**Reciclaje**