

Clase 1: Descripción General de la Atmósfera

Curso: Introducción a la Meteorología

Año: 2020

Profesor: Nicolás Díaz Negrín

¿Qué es la atmósfera, y cuál es su relevancia?

Fina capa gaseosa: → $N_2, O_2, H_2O, O_3, CH_4$

↓
 $h = 100 \text{ km}, R_T = 6371 \text{ km}$

Actor protagonista de la vida en la Tierra:

→ Nos protege de la radiación solar

↓
En su ausencia, los días serían extremadamente cálidos y las noches frías

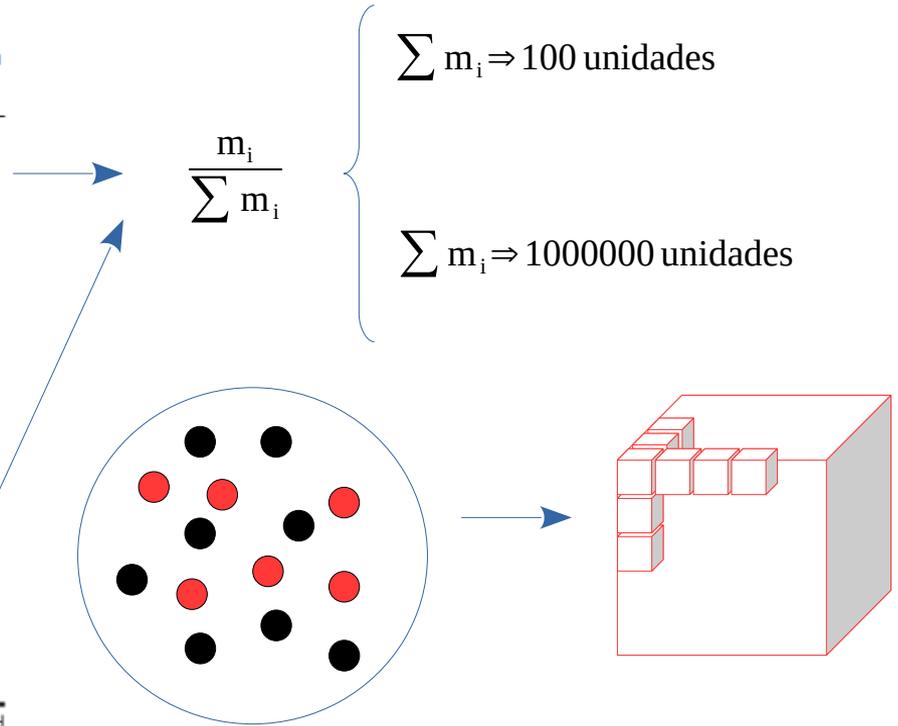
→ En su ausencia, no tendríamos océanos o lagos

Es muy importante estudiar su evolución



Composición de la Atmósfera

Constituent ^a	Molecular weight	Fractional concentration by volume
Nitrogen (N ₂)	28.013	78.08%
Oxygen (O ₂)	32.000	20.95%
Argon (Ar)	39.95	0.93%
Water vapor (H₂O)	18.02	0-5%
Carbon dioxide (CO₂)	44.01	380 ppm
Neon (Ne)	20.18	18 ppm
Helium (He)	4.00	5 ppm
Methane (CH₄)	16.04	1.75 ppm
Krypton (Kr)	83.80	1 ppm
Hydrogen (H ₂)	2.02	0.5 ppm
Nitrous oxide (N₂O)	56.03	0.3 ppm
Ozone (O₃)	48.00	0-0.1 ppm



^a So called *greenhouse gases* are indicated by bold-faced type. For more detailed information on minor constituents, see Table 5.1.

Composición de la Atmósfera

Constituent ^a	Molecular weight	Fractional concentration by volume
Nitrogen (N ₂)	28.013	78.08%
Oxygen (O ₂)	32.000	20.95%
Argon (Ar)	39.95	0.93%
Water vapor (H₂O)	18.02	0-5%
Carbon dioxide (CO₂)	44.01	380 ppm
Neon (Ne)	20.18	18 ppm
Helium (He)	4.00	5 ppm
Methane (CH₄)	16.04	1.75 ppm
Krypton (Kr)	83.80	1 ppm
Hydrogen (H ₂)	2.02	0.5 ppm
Nitrous oxide (N₂O)	56.03	0.3 ppm
Ozone (O₃)	48.00	0-0.1 ppm

Gases permanentes

Atmósfera

Tierra



Gases variables

^a So called *greenhouse gases* are indicated by bold-faced type. For more detailed information on minor constituents, see Table 5.1.

Composición de la Atmósfera



Constituent ^a	Molecular weight	Fractional concentration by volume
Nitrogen (N ₂)	28.013	78.08%
Oxygen (O ₂)	32.000	20.95%
Argon (Ar)	39.95	0.93%
Water vapor (H₂O)	18.02	0–5%
Carbon dioxide (CO₂)	44.01	380 ppm
Neon (Ne)	20.18	18 ppm
Helium (He)	4.00	5 ppm
Methane (CH₄)	16.04	1.75 ppm
Krypton (Kr)	83.80	1 ppm
Hydrogen (H ₂)	2.02	0.5 ppm
Nitrous oxide (N₂O)	56.03	0.3 ppm
Ozone (O₃)	48.00	0–0.1 ppm

^a So called *greenhouse gases* are indicated by bold-faced type. For more detailed information on minor constituents, see Table 5.1.

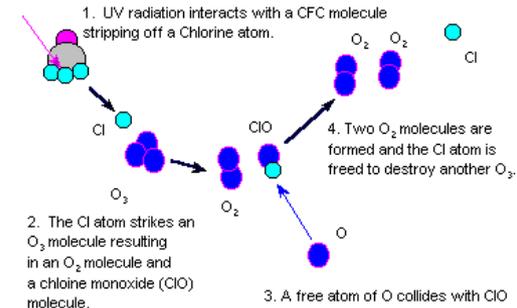
- Variabilidad espacial y temporal
- Es un gas de efecto invernadero (EI)
- También está presente en fases líquida y sólida
- Las transiciones de fase son unas de las principales fuentes de energía en la atmósfera, mediante flujos de calor latente

Composición de la Atmósfera

Constituent ^a	Molecular weight	Fractional concentration by volume
Nitrogen (N ₂)	28.013	78.08%
Oxygen (O ₂)	32.000	20.95%
Argon (Ar)	39.95	0.93%
Water vapor (H₂O)	18.02	0–5%
Carbon dioxide (CO₂)	44.01	380 ppm
Neon (Ne)	20.18	18 ppm
Helium (He)	4.00	5 ppm
Methane (CH₄)	16.04	1.75 ppm
Krypton (Kr)	83.80	1 ppm
Hydrogen (H ₂)	2.02	0.5 ppm
Nitrous oxide (N₂O)	56.03	0.3 ppm
Ozone (O₃)	48.00	0–0.1 ppm

^a So called *greenhouse gases* are indicated by bold-faced type. For more detailed information on minor constituents, see Table 5.1.

- 97% del O₃ se encuentra en la estratósfera
- Actúa como escudo, absorbiendo gran parte de la radiación UV
- Es destruido al interactuar con CFCs



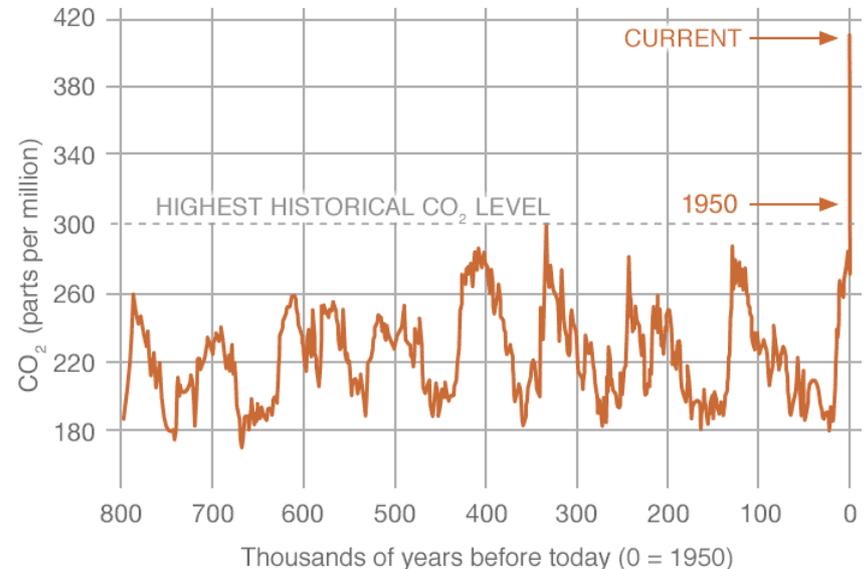
Composición de la Atmósfera

Constituent ^a	Molecular weight	Fractional concentration by volume
Nitrogen (N ₂)	28.013	78.08%
Oxygen (O ₂)	32.000	20.95%
Argon (Ar)	39.95	0.93%
Water vapor (H₂O)	18.02	0–5%
Carbon dioxide (CO₂)	44.01	380 ppm
Neon (Ne)	20.18	18 ppm
Helium (He)	4.00	5 ppm
Methane (CH₄)	16.04	1.75 ppm
Krypton (Kr)	83.80	1 ppm
Hydrogen (H ₂)	2.02	0.5 ppm
Nitrous oxide (N₂O)	56.03	0.3 ppm
Ozone (O₃)	48.00	0–0.1 ppm

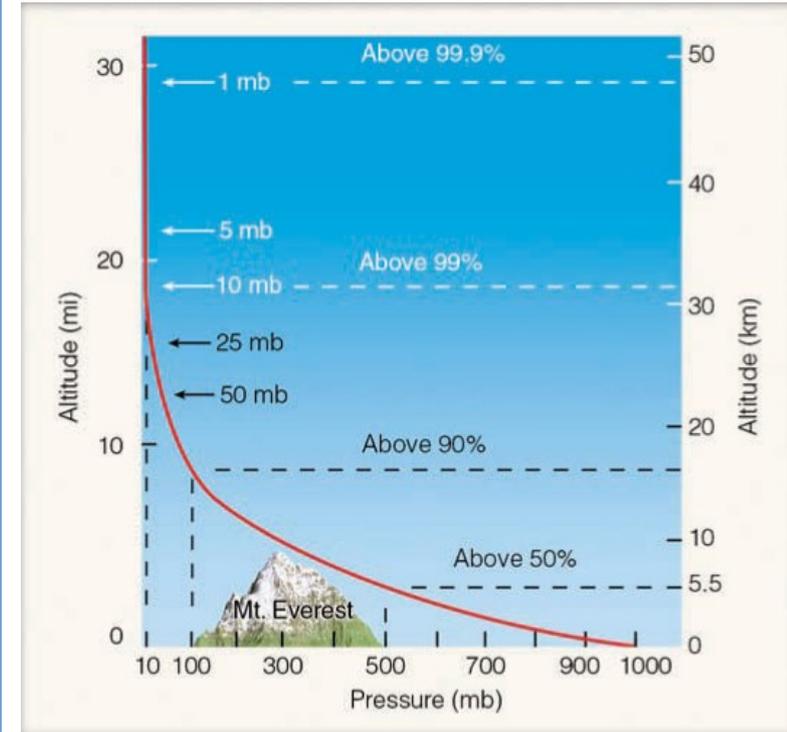
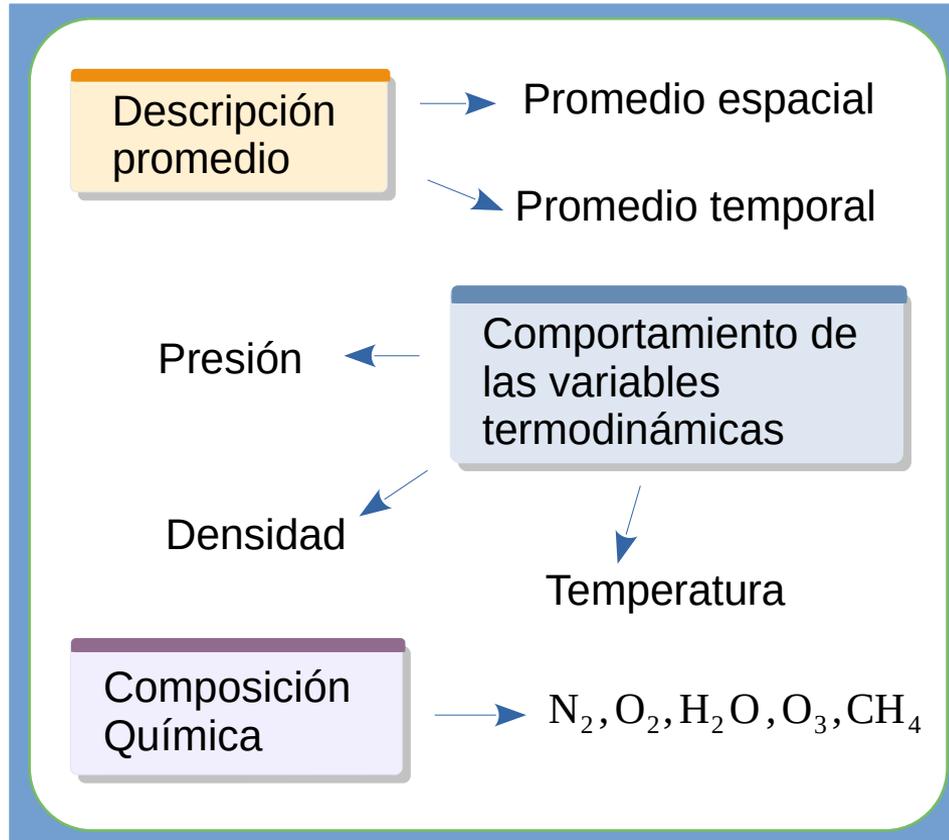
^a So called *greenhouse gases* are indicated by bold-faced type. For more detailed information on minor constituents, see Table 5.1.

<https://climate.nasa.gov/vital-signs/carbon-dioxide/>

- Absorbe parte de la radiación infrarroja (IR) emitida por la Tierra (GEI)
- Su concentración ha aumentado notoriamente desde la revolución industrial.



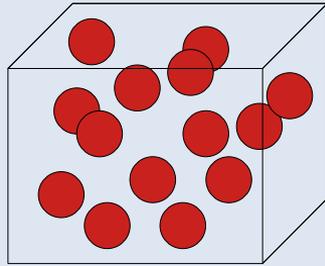
Estructura Vertical de la Atmósfera



Variables Termodinámicas

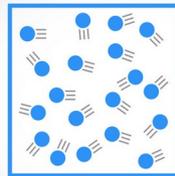
Densidad de masa

$$\rho = \frac{m}{V}$$

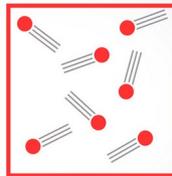


Temperatura

Molecule Energy



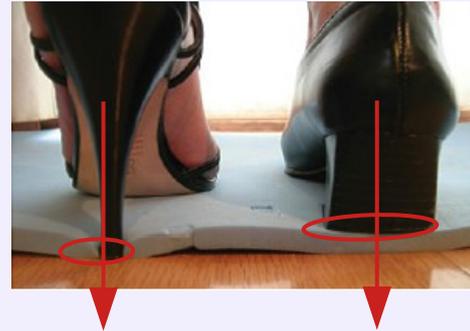
Cold Air



Hot Air

boldmethod

Presión



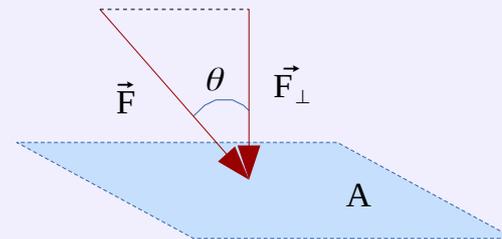
→ Fuerza

→ Área

Definición de Presión:

$$p = \frac{|\vec{F}|}{A}$$

$$1 \text{ Pa} = \frac{1 \text{ N}}{1 \text{ m}^2}$$



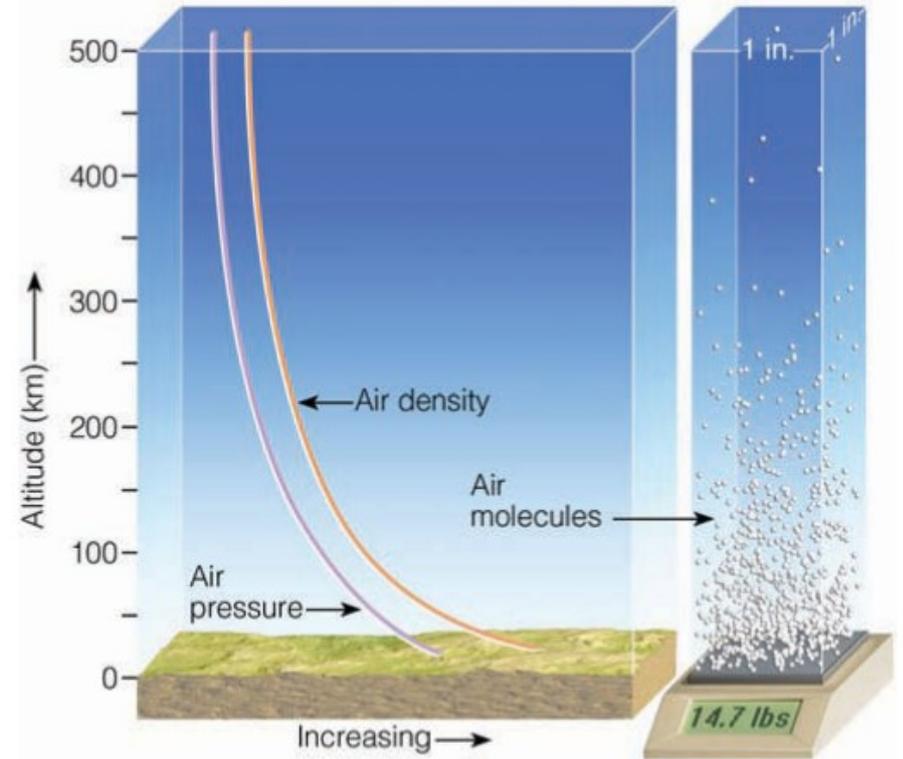
Estructura Vertical de la Atmósfera

Presión: la fuerza ejercida sobre un área dada tiene igual magnitud que el peso de la columna de aire encima.

$$\vec{p} = m \vec{g}$$

Densidad:

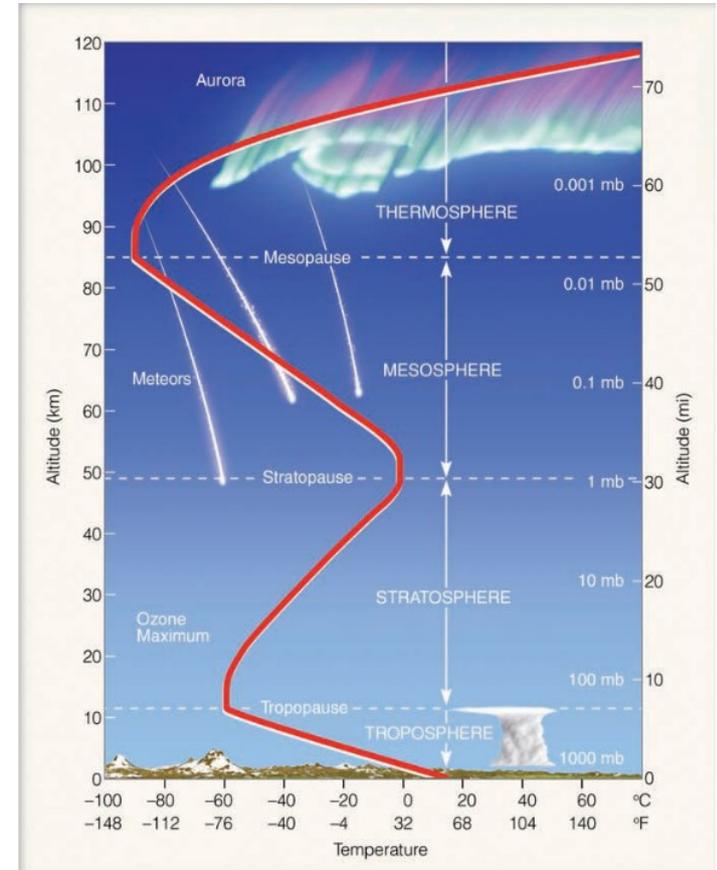
- Balance hidrostático
- El gradiente de presión disminuye con la altura.



Estructura Vertical de la Atmósfera

Tropósfera

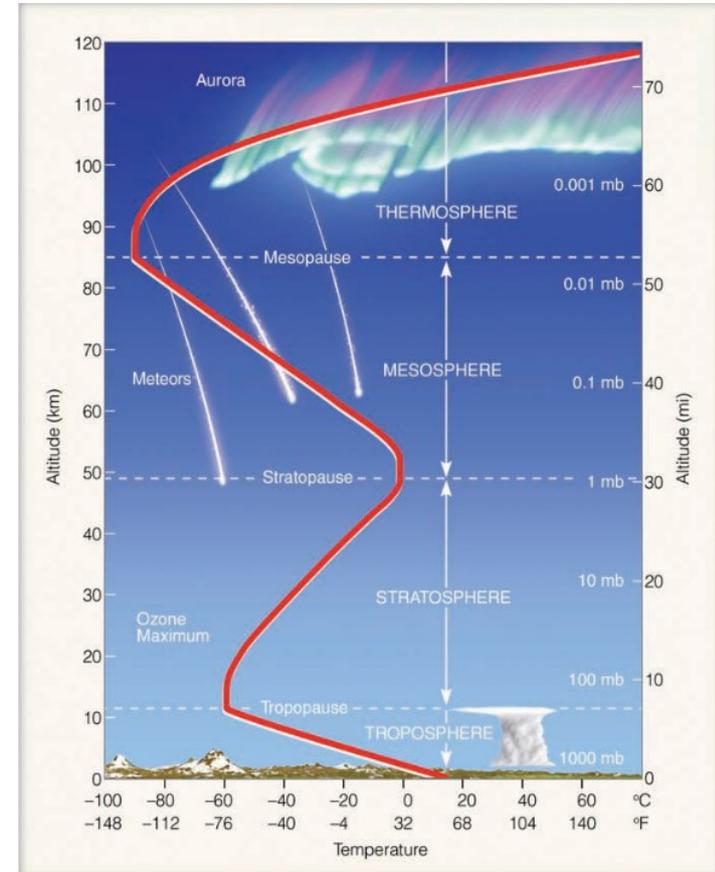
- Temperatura decreciente $\Gamma \approx -6.5^\circ\text{C}/\text{km}$
- $\text{N}_2, \text{O}_2, \text{Ar}, \text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}$
- 80% de la masa total de la atmósfera
- Todos los fenómenos meteorológicos



Estructura Vertical de la Atmósfera

Estratósfera

- Temperatura creciente
- Presencia de O_3 absorbe UV:
 - Intensidad incidente decrece a medida que entramos en la estratósfera
 - Densidad de O_3 decrece
- Inhibe movimientos verticales (capa estratificada)
- 99.9% de la masa de la atmósfera



Tiempo y Clima

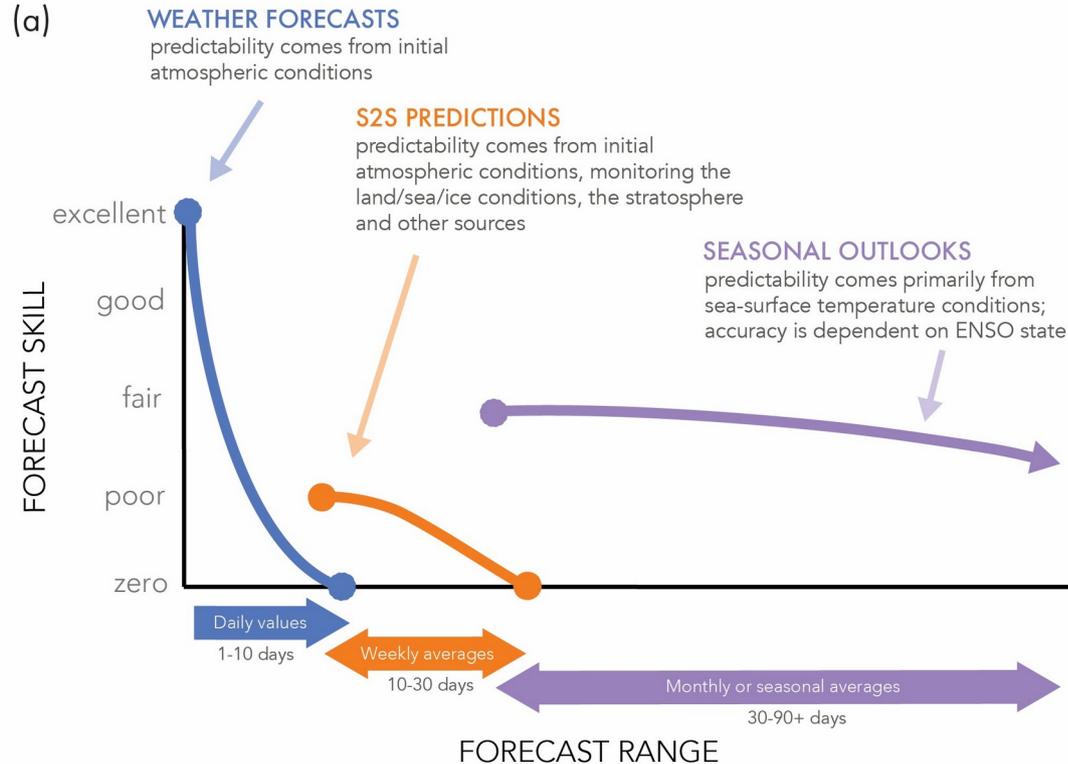
Tiempo

- Condiciones de la atmósfera en un momento y un lugar dados (Mvd 19/08/2020):
 - Temperatura
 - Presión
 - Vientos
 - Humedad
 - Visibilidad
 - Nubes
 - Precipitación
- Fenómenos:
 - Sistemas de alta o baja presión, pasajes de frentes, sistemas convectivos

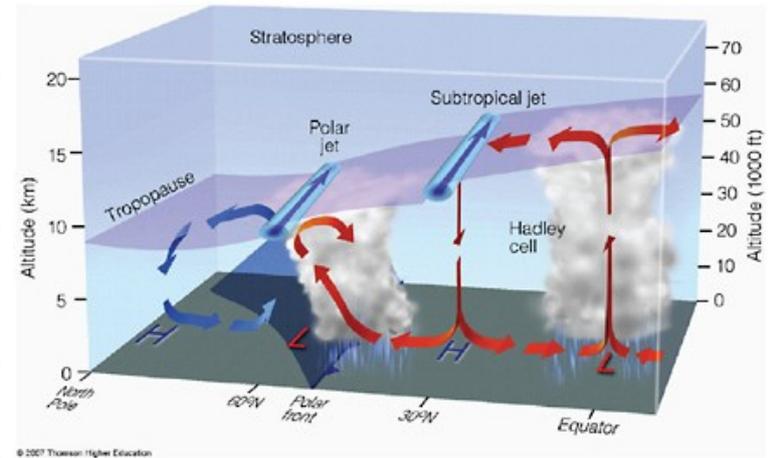
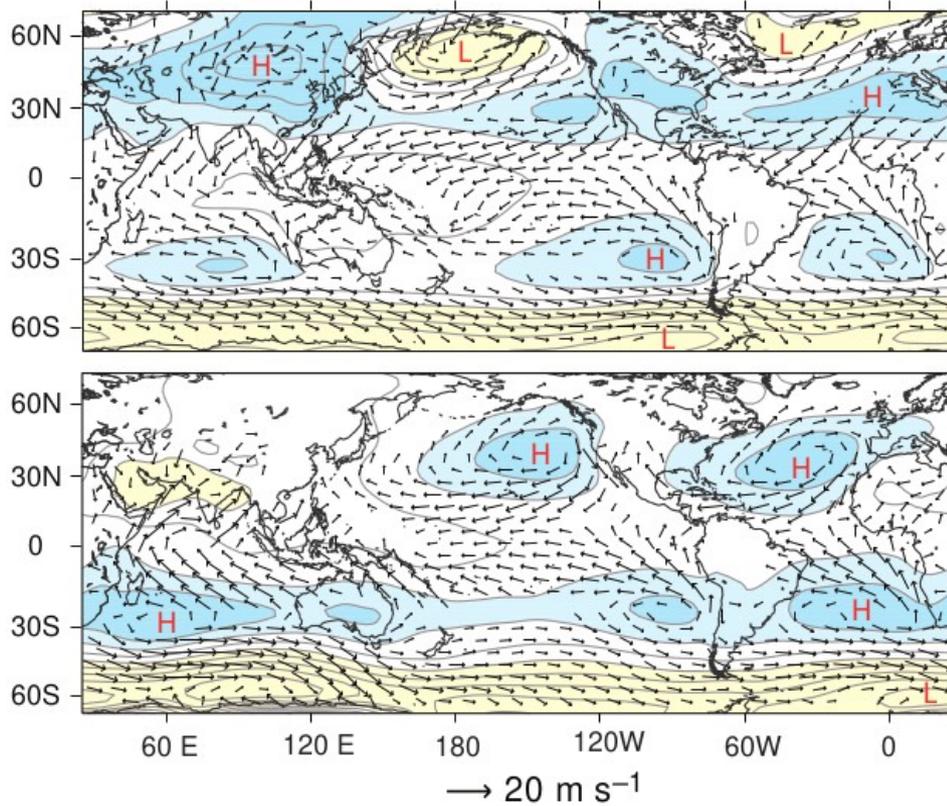
Clima

- Estadísticas del tiempo para una región dada, en una escala de tiempo dada (Sur de Uruguay, veranos):
 - Promedios
 - Variabilidad
 - Caracterización de eventos extremos (intensidad y frecuencia)
- Cambio climático
- Fenómenos:
 - Teleconexiones con regiones remotas (El Niño, MJO), circulación monzónicas.

Predictibilidad del Tiempo y Clima

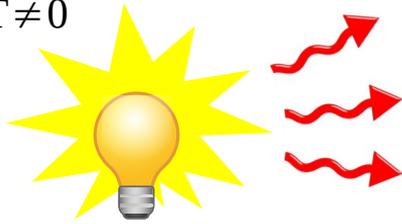


Circulación General de la Atmósfera

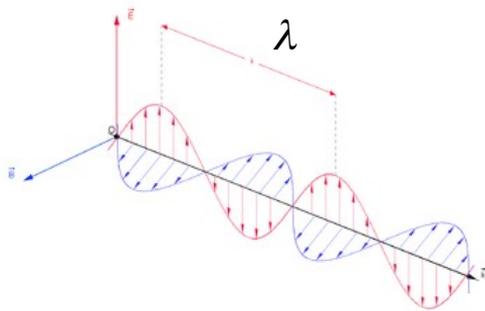


Radiación Térmica

$$T \neq 0$$

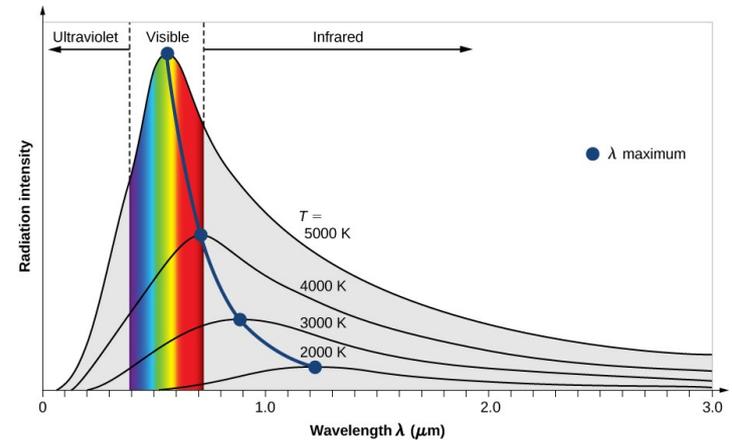
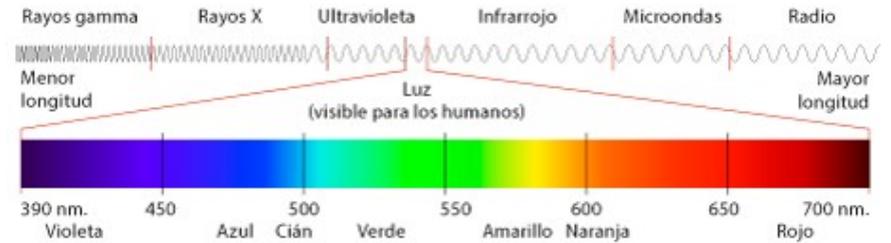


Ondas Electromagnéticas, generadas por el movimiento de las partículas que componen el cuerpo

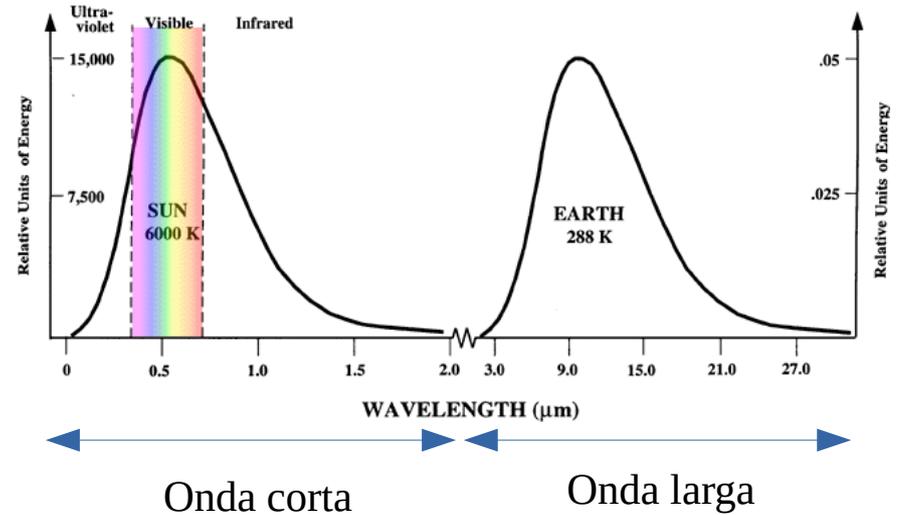
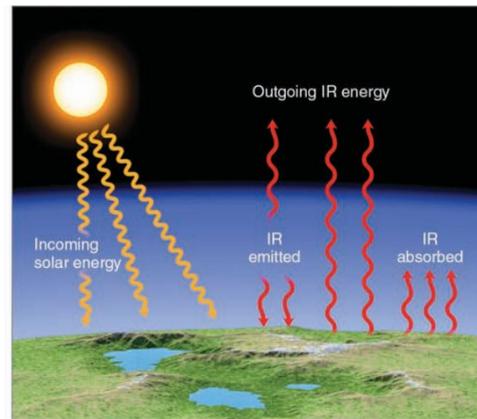
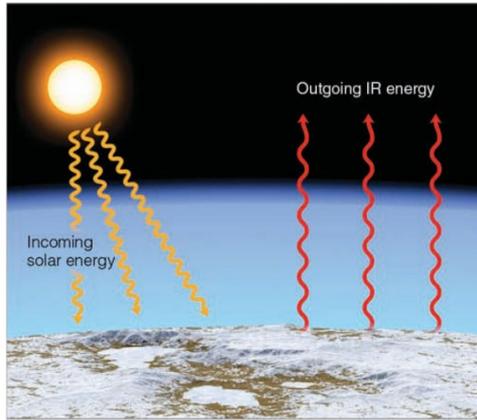


$$f = 1/T$$

Longitud de onda creciente,
Frecuencia decreciente,
Energía de fotones decreciente

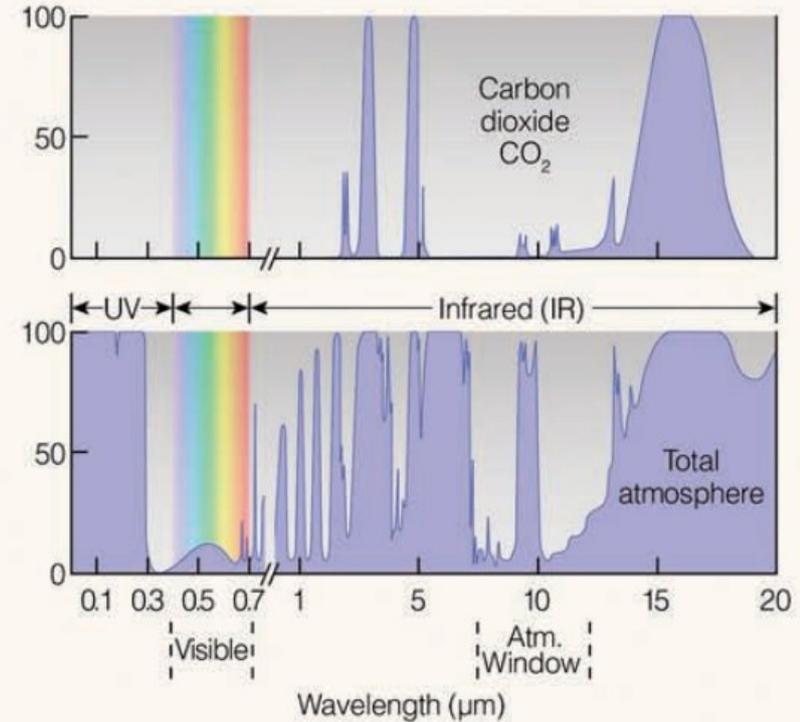
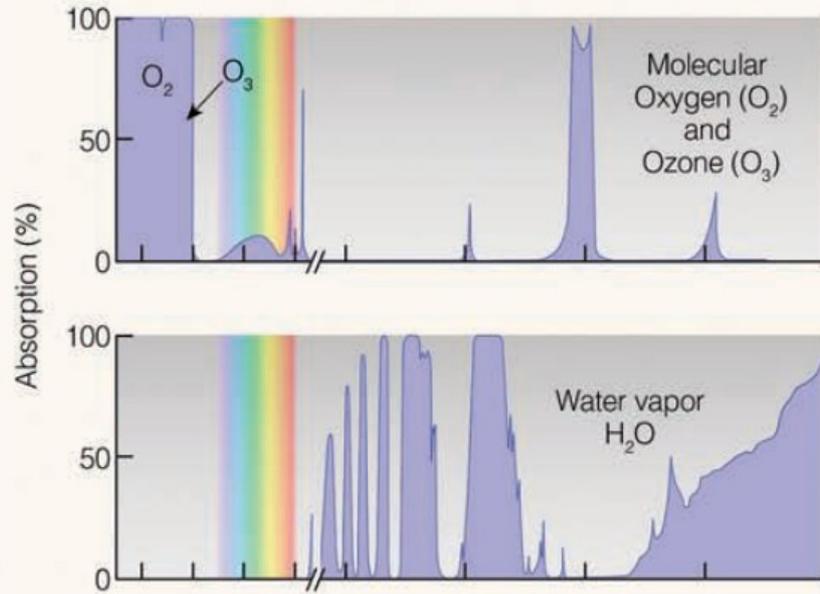


Radiación Térmica

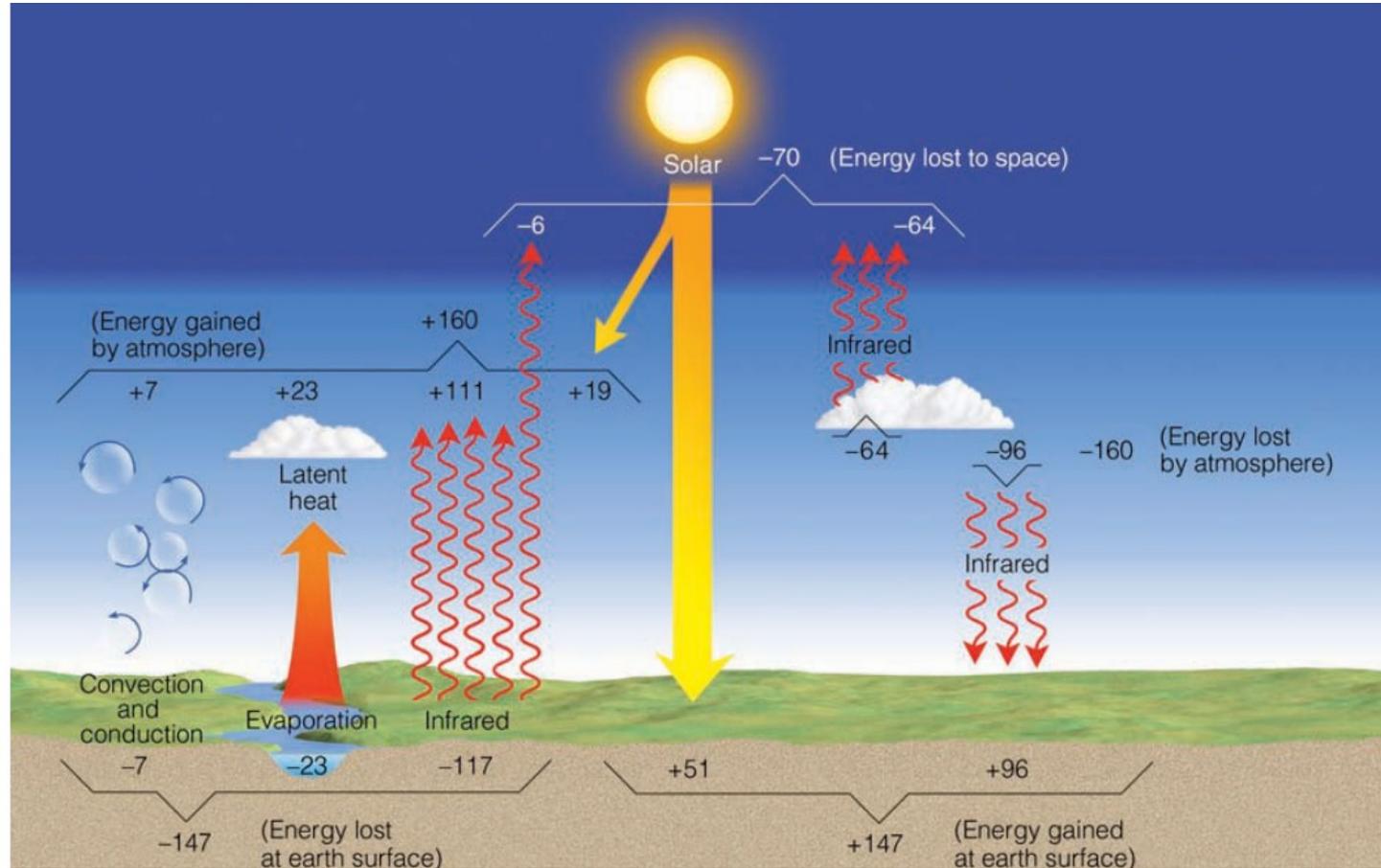


- Absorben UV: N_2 , O_2 , O_3
- Absorben IR: H_2O , CO_2 , CH_4 (gases de efecto invernadero) → elevan temperatura de la atmósfera

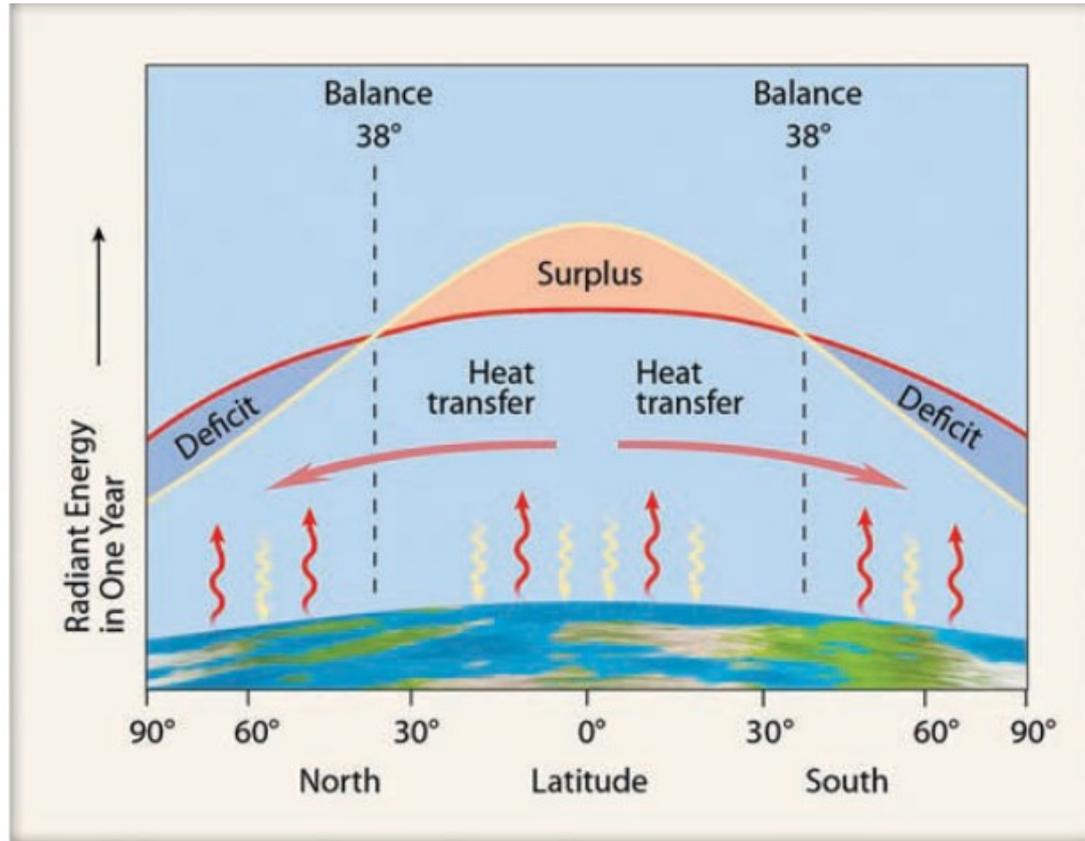
Radiación Térmica (Absorción)



Balance Energético (Promedio)



Dependencia Latitudinal



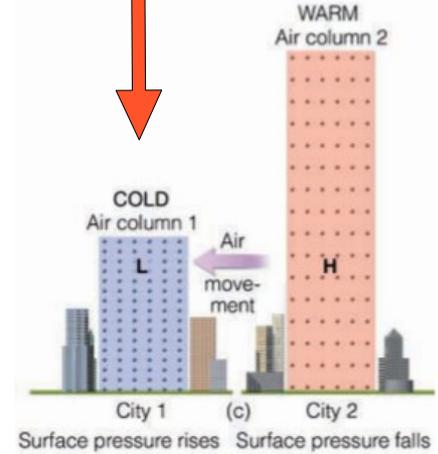
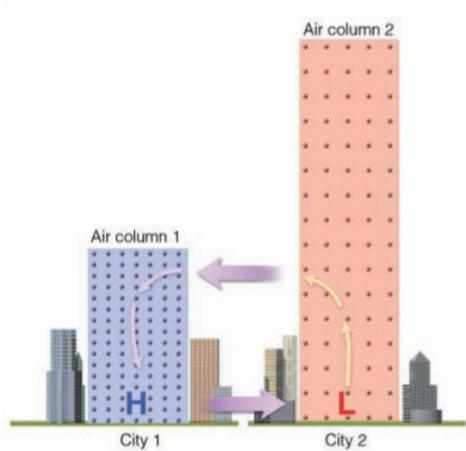
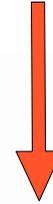
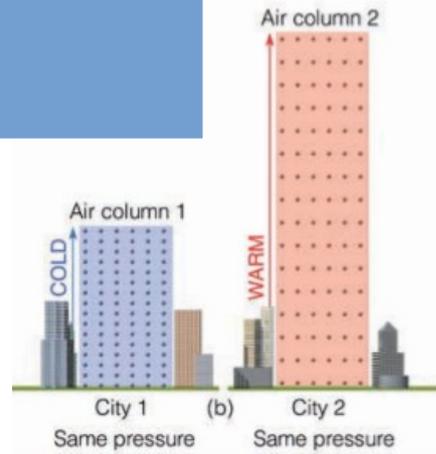
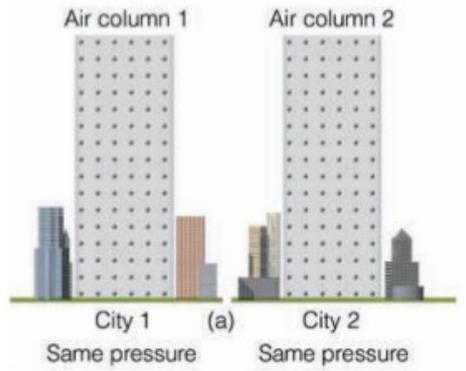
¿Se enfrían los polos?

¿Se calientan los trópicos?

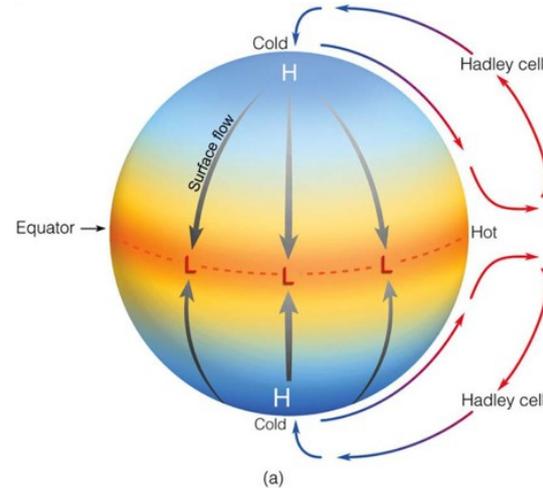
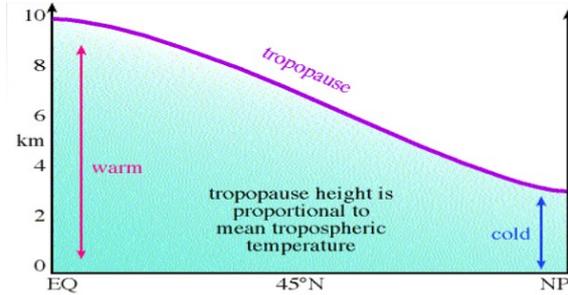


Vientos en la atmósfera, y corrientes en el océano se encargan de distribuir la energía.

Atmósfera en Movimiento



Flujo sin Rotación Terrestre

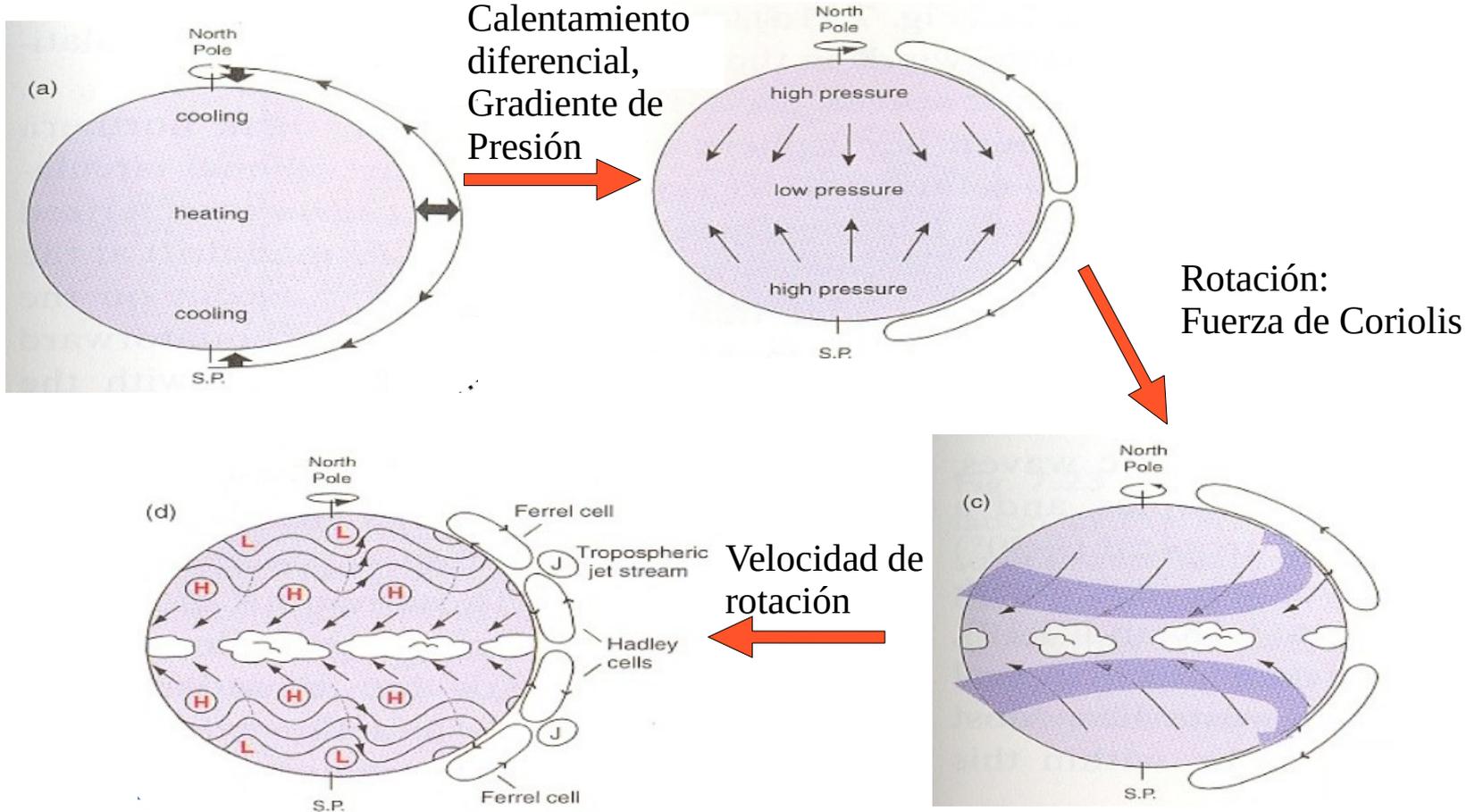


© 2007 Thomson Higher Education

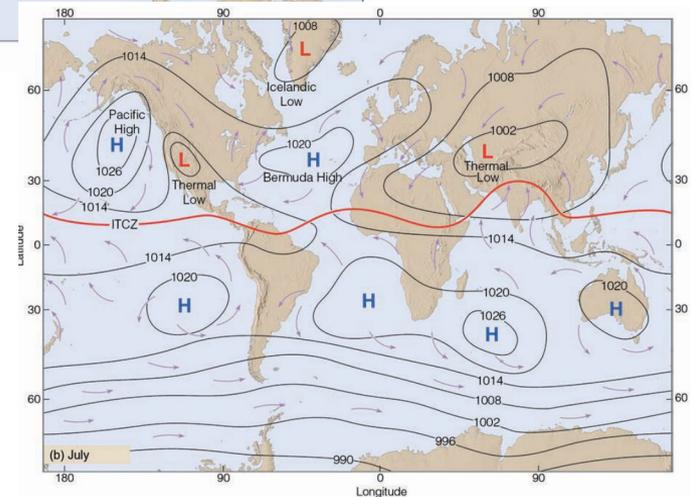
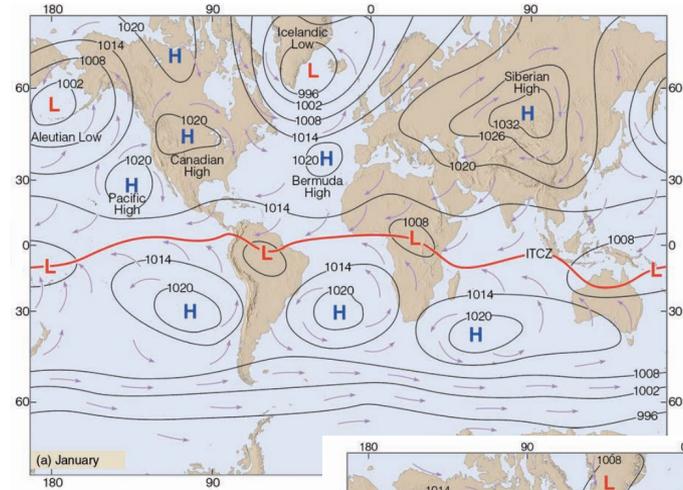
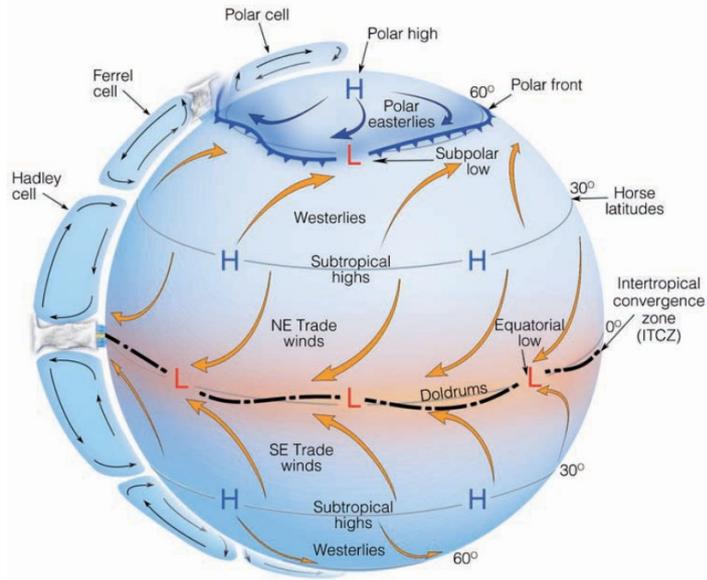
- El calentamiento diferencial, ecuador-polos, genera diferencia de alturas en tropopausa
- El gradiente de presión en altura, genera vientos hacia los polos.
- Al ingresar masa a la región de los polos, cambia la presión sobre los mismos.
- El gradiente de presión en superficie, genera vientos hacia el Ecuador.
- Celda de Hadley (1700s)

Flujo con Rotación Terrestre

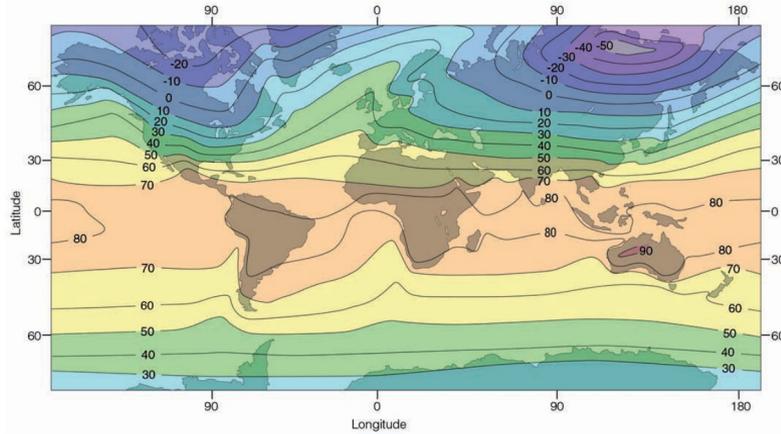
Calentamiento diferencial,
Gradiente de Presión



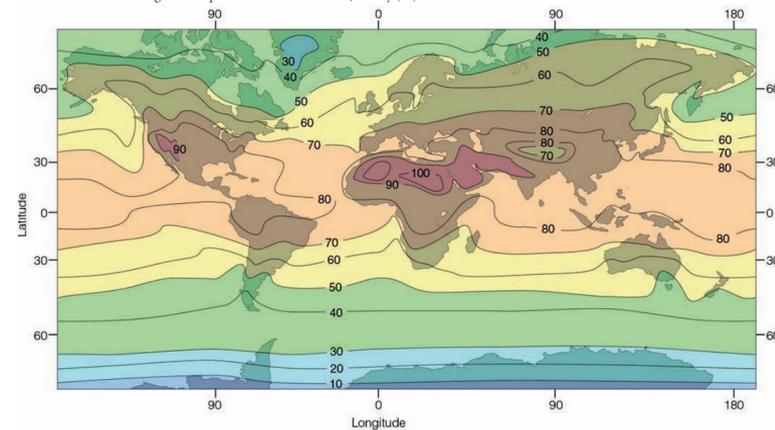
Circulación General de la Atmósfera



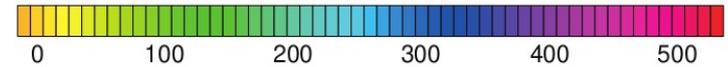
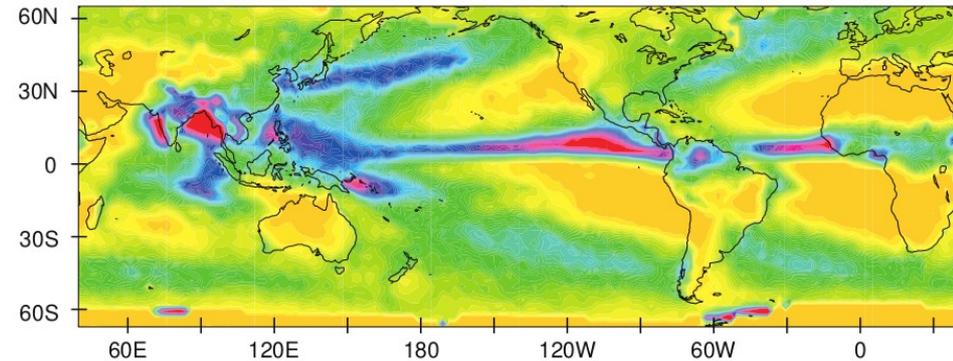
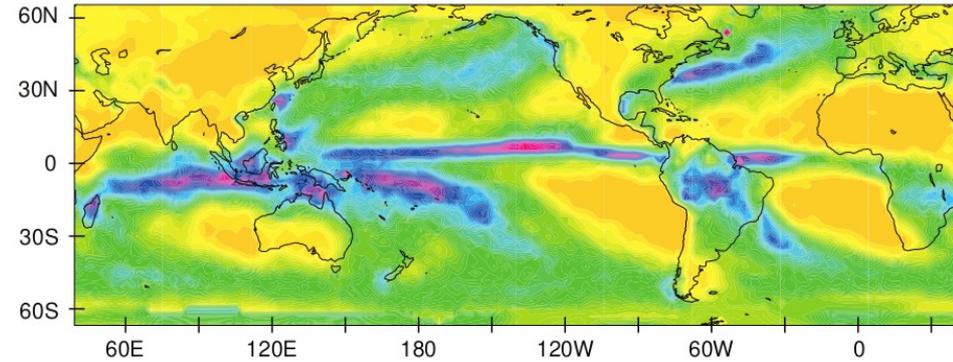
Temperatura y Precipitación Medias



• FIGURE 3.20 Average air temperature near sea level in January (°F).



• FIGURE 3.21 Average air temperature near sea level in July (°F).



Referencias

- Meteorology Today, Ahrens
 - Capítulo 1 (Descripción General)
 - Capítulo 2 (Balance Radiativo)
 - Capítulo 10 (Circulación General)
- Atmospheric Science, Wallace and Hobbs
 - Capítulo 1 (Descripción General, Circulación General)

