

LA ATMÓSFERA TERRESTRE



Departamento de Ciencias de la Atmósfera
y Física de los Océanos

Camila de Mello
Climatología 2025

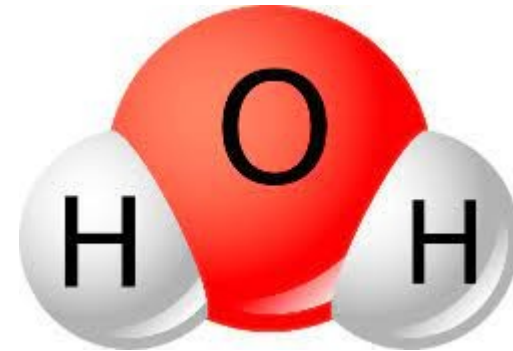
Composición de la atmósfera terrestre

PERMANENT GASES			VARIABLE GASES			
Gas	Symbol	Percent (by Volume) Dry Air	Gas (and Particles)	Symbol	Percent (by Volume)	Parts per Million (ppm)*
Nitrogen	N ₂	78.08	Water vapor	H ₂ O	0 to 4	
Oxygen	O ₂	20.95	Carbon dioxide	CO ₂	0.038	385*
Argon	Ar	0.93	Methane	CH ₄	0.00017	1.7
Neon	Ne	0.0018	Nitrous oxide	N ₂ O	0.00003	0.3
Helium	He	0.0005	Ozone	O ₃	0.000004	0.04†
Hydrogen	H ₂	0.00006	Particles (dust, soot, etc.)		0.000001	0.01–0.15
Xenon	Xe	0.000009	Chlorofluorocarbons (CFCs)		0.00000002	0.0002
*For CO ₂ , 385 parts per million means that out of every million air molecules, 385 are CO ₂ molecules.						
†Stratospheric values at altitudes between 11 km and 50 km are about 5 to 12 ppm.						

Composición de la atmósfera terrestre

- **H₂O**

- Concentración variable espacial y temporalmente
- Se encuentra en la tropósfera
- En los tres posibles estado de agregación
- A pesar de su escasa concentración, es el componente mas importante de la atmósfera por:
 - Ser el principal gas efecto invernadero → tiene un papel clave en el balance energético global
 - Liberar grandes cantidades de calor (calor latente) durante la condensación del vapor → es una de las fuente de energía para la atm



Composición de la atmósfera terrestre

- **H₂O**

- Concentración variable espacial y temporalmente
- Predomina en la troposfera
- Se encuentra en los tres posibles estado de agregación
- A pesar de su escasa concentración, es el componente mas importante de la atmósfera por:
 - Ser el principal gas efecto invernadero → tiene un papel clave en el balance energético global
 - Liberar grandes cantidades de calor (calor latente) durante la condensación del vapor → es una de las fuente de energía para la atm

- **CO₂**

- Es otro de los gases efecto invernadero, tiene un papel importante en el balance energético global
- Origen: descomposición vegetal, erupciones volcánicas, respiración animal, quema de combustibles fósiles, exhalación, deforestación
- Eliminación: fotosíntesis de las plantas, disolución en los océanos ...

Composición de la atmósfera terrestre

- **O₃**

- Gas de concentración minoritaria en la atmósfera
- Naturalmente:
 - Se encuentra en la estratosfera
 - máximo de concentración alrededor de los 25km de altura.
 - En esos niveles, es beneficioso porque nos protege de la radiación UV del sol.
- En superficie, se forma como consecuencia de la contaminación de los automóviles y la radiación solar → dando lugar al smog fotoquímico. En superficie, es perjudicial para la salud

- **CFCs (clorofluorocarbonos)**

- Son compuestos de carbono, cloro, flúor y/o bromo
- En el sistema climático son importantes porque:
 - Destruyen el ozono estratosférico
- Proceden de latas de aerosoles, refrigerantes, disolventes para limpieza de circuitos microeléctricos.

Composición de la atmósfera terrestre

- **Partículas en suspensión**
 - Gotitas de agua, cristales de hielo
 - **Impurezas (aerosoles):** partículas sólidas que se encuentran en suspensión en la atmósfera.

Orígenes:

- **Natural:** cenizas volcánicas, sal marina en suspensión, partículas de polvo levantadas por el viento, incendios forestales ...
- **Antropogénico:** quema de combustibles fósiles

Presentan un papel importante en el balance energético global (aumentan el albedo)

Favorecen la formación de nubes: sirven como superficies sólidas sobre las que el vapor de agua condensa

SO₂

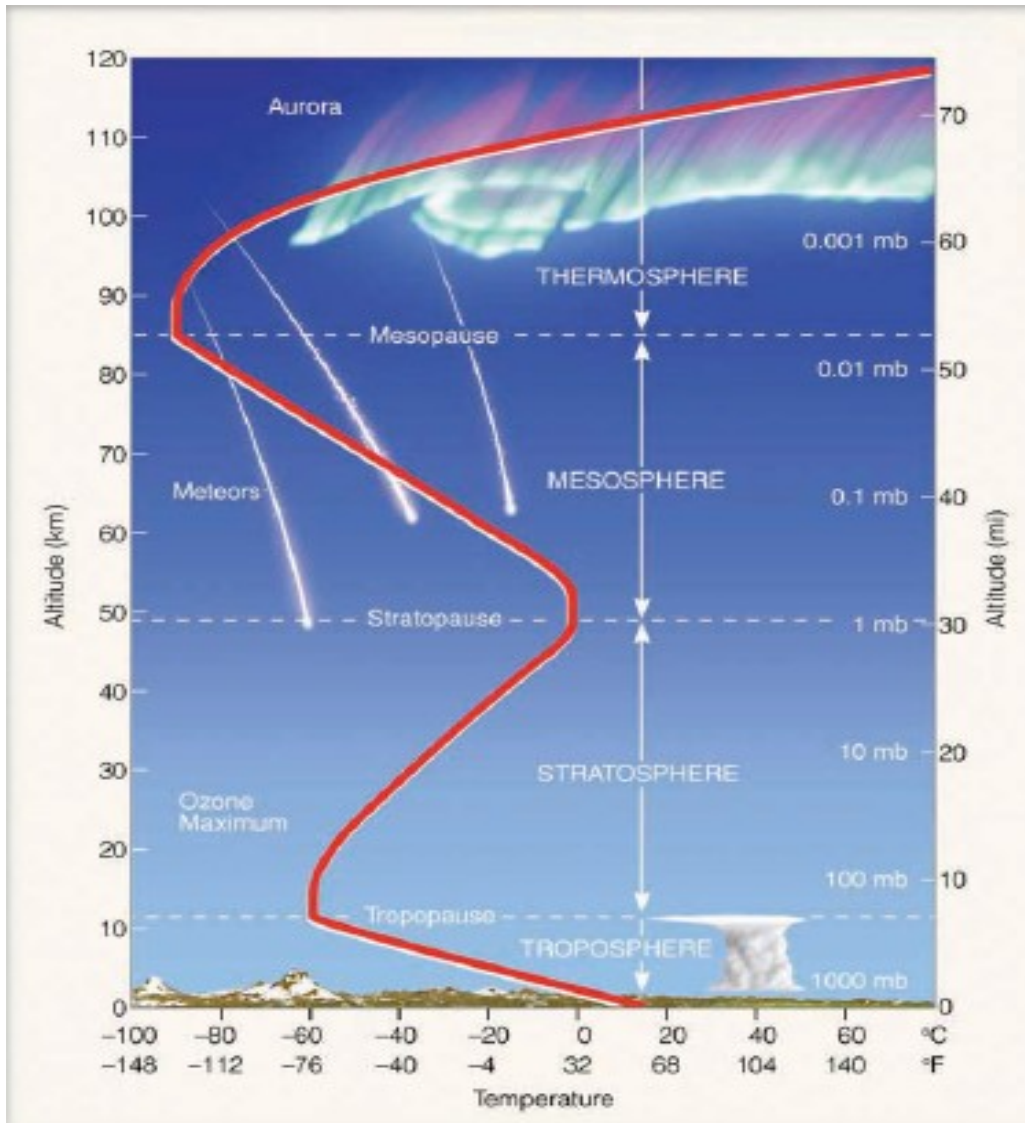
La quema de combustibles fósiles libera SO₂ a la atmósfera:

lluvia ácida (corroe metales, acidifica lagos, deteriora construcciones ...).

Problemas respiratorios

(otra fuente de SO₂ en la atm son las erupciones volcánicas)

Estructura vertical de la atmósfera

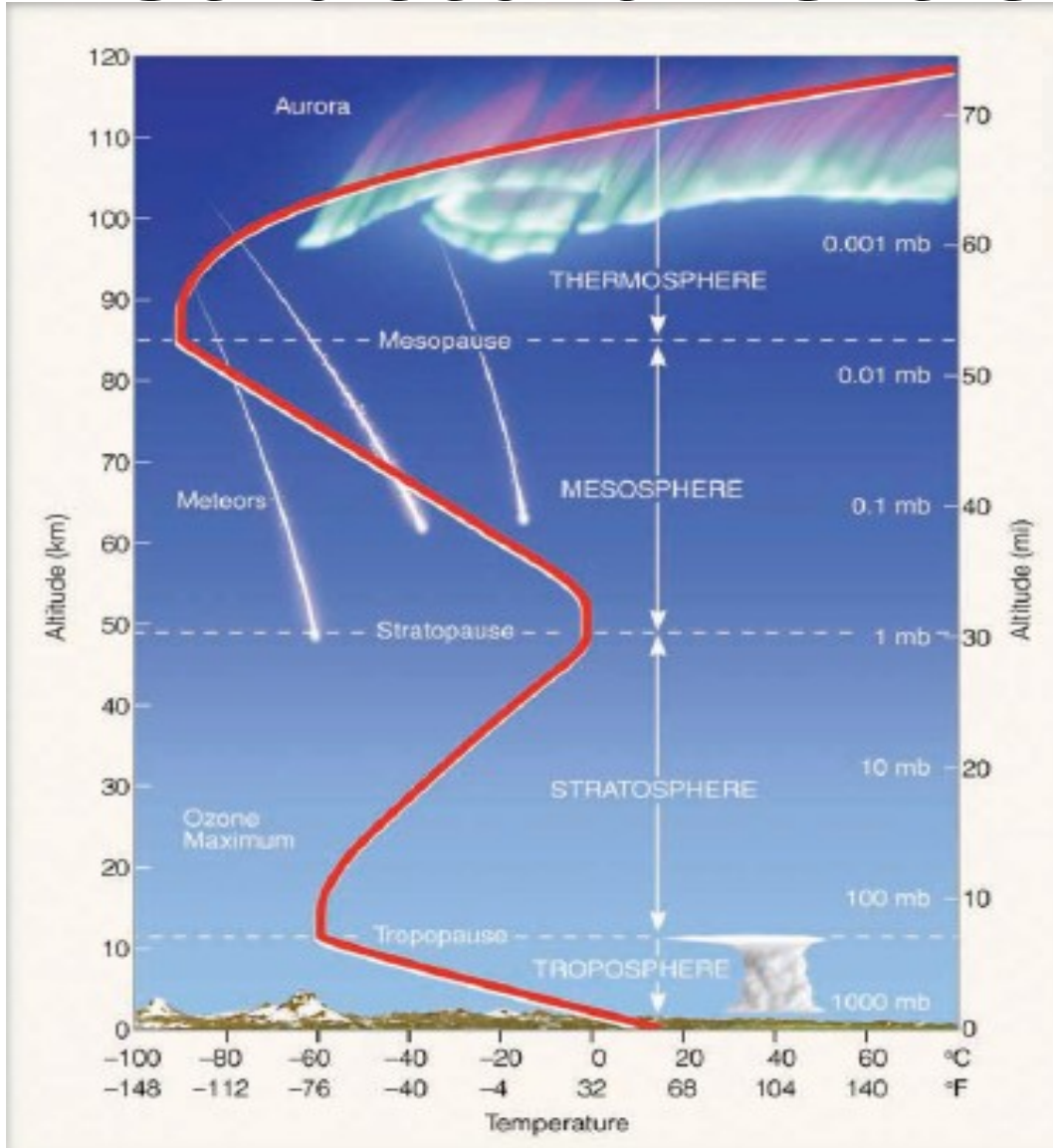


- **Capas de la atmósfera**

Si la atmósfera fuera un simple capa transparente a la radiación solar pero opaca a la terrestre, la temperatura de la misma disminuiría con la altura monotónicamente.

Sin embargo, el hecho de que exista una interacción entre la radiación solar y la atmósfera es lo que hace que el perfil térmico vertical de la atmósfera diste de ser monotónicamente decreciente, existiendo diferentes perfiles en función de la altura.

Estructura vertical de la atmósfera

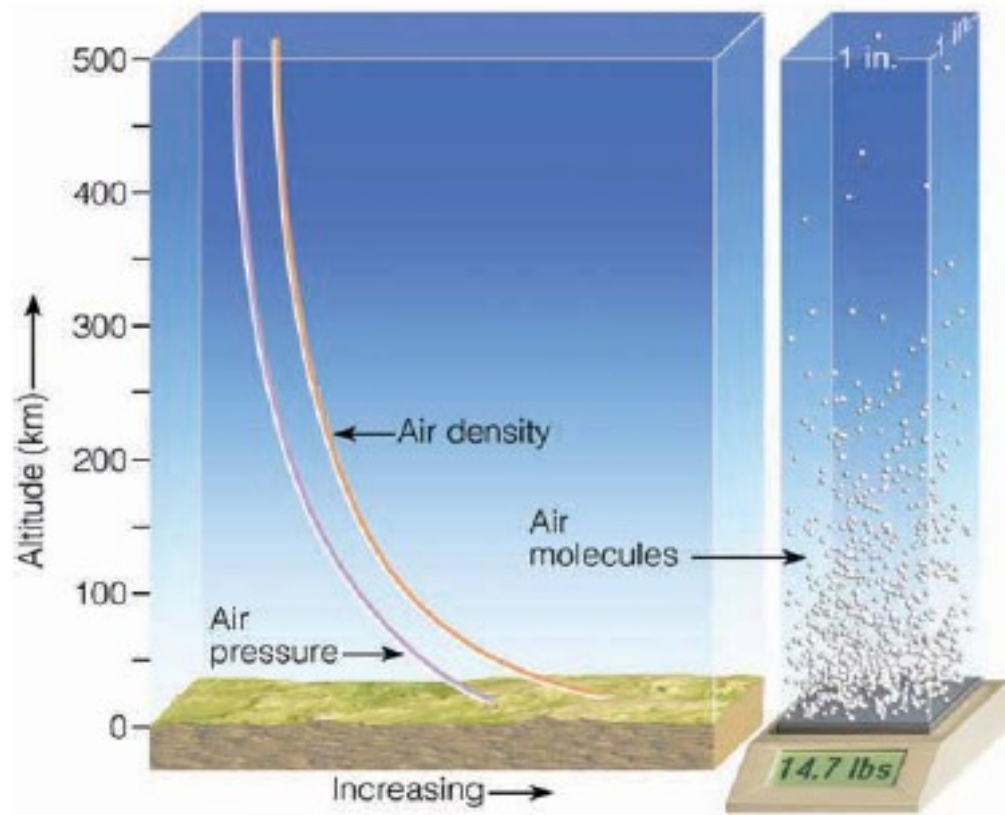


• Capas de la atmósfera

- Troposfera:
 - Primeros 12km (pero depende de la latitud)
 - T disminuye con z: $-6.5^{\circ}\text{C}/\text{km}$
 - Contiene 80% masa aprox.
 - Fenómenos meteorológicos
 - Gran mezcla vertical
 - $T = -60^{\circ}\text{C}$
 - Termina en la tropopausa
- Estratosfera:
 - Por encima de la tropopausa y hasta los 50km aprox.
 - T aumenta con z como consecuencia de la absorción de radiación UV por parte del O3
 - Estratificación estable $\rightarrow$ mezcla vertical inhibida
 - Termina en la estratopausa
- Mesosfera:
 - Por encima de la estratopausa y hasta los 80km aprox.
 - T disminuye con la z
 - Termina en la mesopausa
- Termosfera:
 - Por encima de la mesopausa y hasta los 500km* aprox.
 - T aumenta con z: asociado a la absorción de rad. UV por el N2 y el O2. Los rayos UV que no fueron atrapados por estos gases, llegan a la estratosfera y ahí el O3 actúa como segunda barrera "defensora"

Estructura vertical de la atmósfera

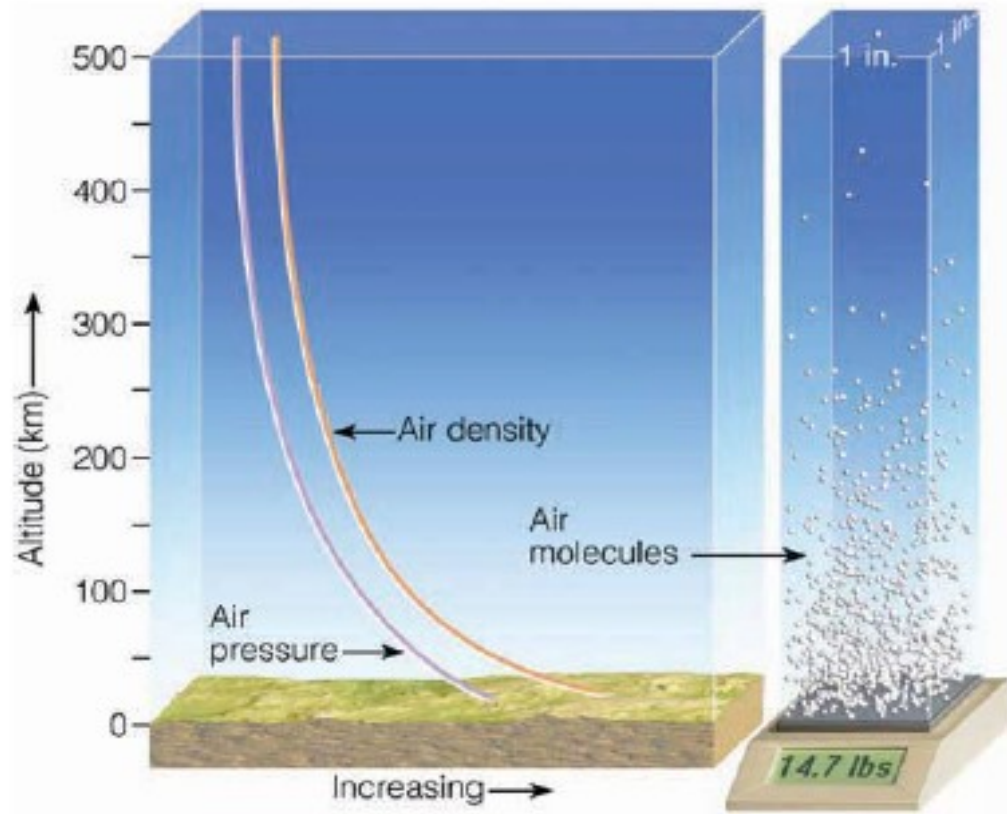
- **Presión y densidad**



- (1) La fuerza de la gravedad atrae las moléculas de aire hacia la superficie e impide que éstas escapen hacia el espacio.
- (2) Esta fuerza hace que las moléculas se aglomeren más cerca de la superficie que en altura, aumentando el número de las mismas por unidad de volumen.
- (3) La densidad del aire es el número de moléculas por unidad del volumen.
- (4) La presión es la fuerza que por unidad de superficie ejerce el peso de la columna de aire que se encuentra por encima.
- (5) Tanto la presión como la densidad disminuyen con la altura.

Estructura vertical de la atmósfera

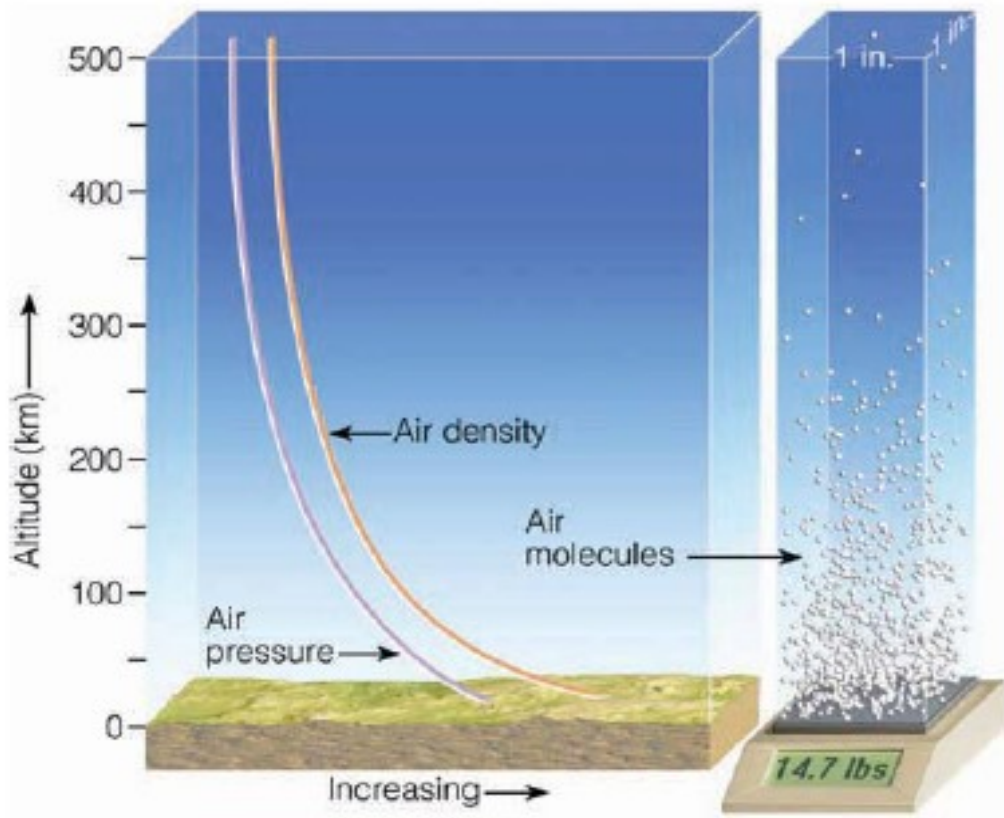
- Presión y densidad



Presión (mb)	Altura (km)
850	1.5
700	3
500	5.5
400	7
300	9
250	10.5
200	12
150	13.5
100	16

Estructura vertical de la atmósfera

- Presión y densidad



ECUACIÓN HIDROSTÁTICA

$$\frac{\partial p}{\partial z} = -\rho g$$

Si no existiera la gravedad no existiría la atmósfera

Si la densidad es constante

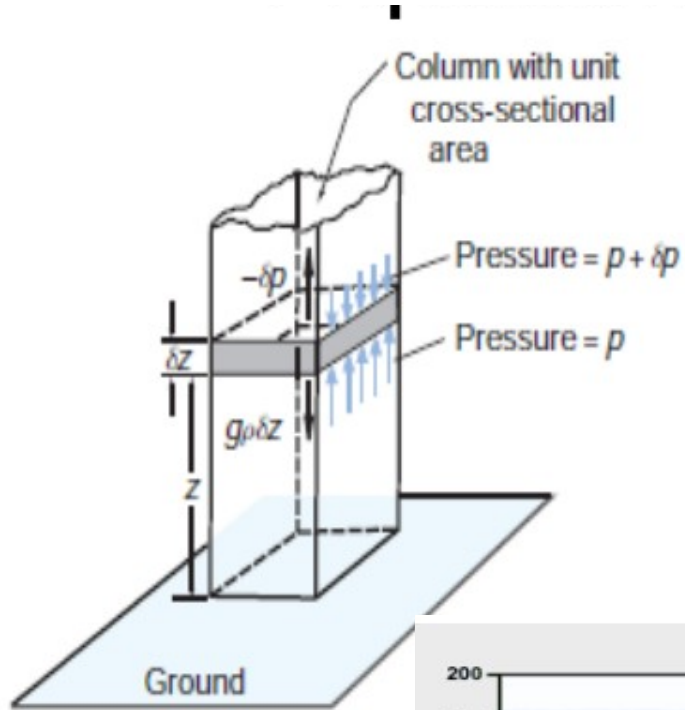
$$\frac{\partial p}{\partial z} \approx \frac{p_1 - p_0}{z_1 - z_0} = -\rho_0 g$$

Si la densidad no es constante y sigue la ecuación de estado de los gases ideales

....

$$PV = nR^*T \rightarrow P = \rho RT$$

Estructura vertical de la atmósfera



$$P(z) = \int_z^{\infty} \rho g dz$$

