

SISTEMAS TERRESTRES

Licenciatura en Geología

Universidad de Sonora

2025_2

Prof. Verónica Moreno Rodríguez



CONTENIDO SINTÉTICO

Sistemas Terrestres

- 1) Introducción: Caracterización de sistema. Clasificación de los sistemas terrestres. Elementos de estudio de los sistemas terrestres
- 2) **La Atmósfera: Diferentes capas de la atmósfera. Composición química. El sistema de circulación atmosférica. Transferencia de energía en la atmósfera. Fuerzas que actúan sobre los vientos y sus patrones. Los efectos del calentamiento y enfriamiento de la atmósfera. Masas de aire y el clima. Microclima. Evidencias de cambio climático. Glaciaciones.**
- 3) La Hidrosfera: Características generales. El ciclo del agua. Aguas superficiales. Aguas subterráneas. Distribución de los océanos. Circulación, composición y estructura de las aguas oceánicas. Zonas de convergencia intertropical. El Niño.
- 4) La Litosfera: Diferentes capas del interior de la Tierra. Minerales formadores de rocas. El ciclo de las rocas. Tipos de corteza.
- 5) La Biosfera: Los conceptos de ecosistema y nicho ecológico. Clasificación de la Biota. Ecosistemas y su dinámica. Ciclos bioquímicos (Carbón, Oxígeno, Nitrógeno, Fósforo). Ecosistemas terrestres. Ecosistemas acuáticos. Definición y relaciones de diversidad y estabilidad. Biodiversidad a través de la historia de la Tierra. Extinción.
- 6) Impacto del hombre en los sistemas terrestres: Ecosistemas domésticos (pesticidas, Fertilizantes). El Efecto invernadero. La destrucción de la capa de ozono. El Calentamiento global.



TEMA 2. LA ATMÓSFERA

Sistemas Terrestres

- Transferencia de energía en la atmósfera.
- Fuerzas que actúan sobre los vientos y sus patrones. Los efectos del calentamiento y enfriamiento de la atmósfera. Masas de aire y el clima.
- Glaciaciones.





LA ATMÓSFERA

DEFINICIÓN

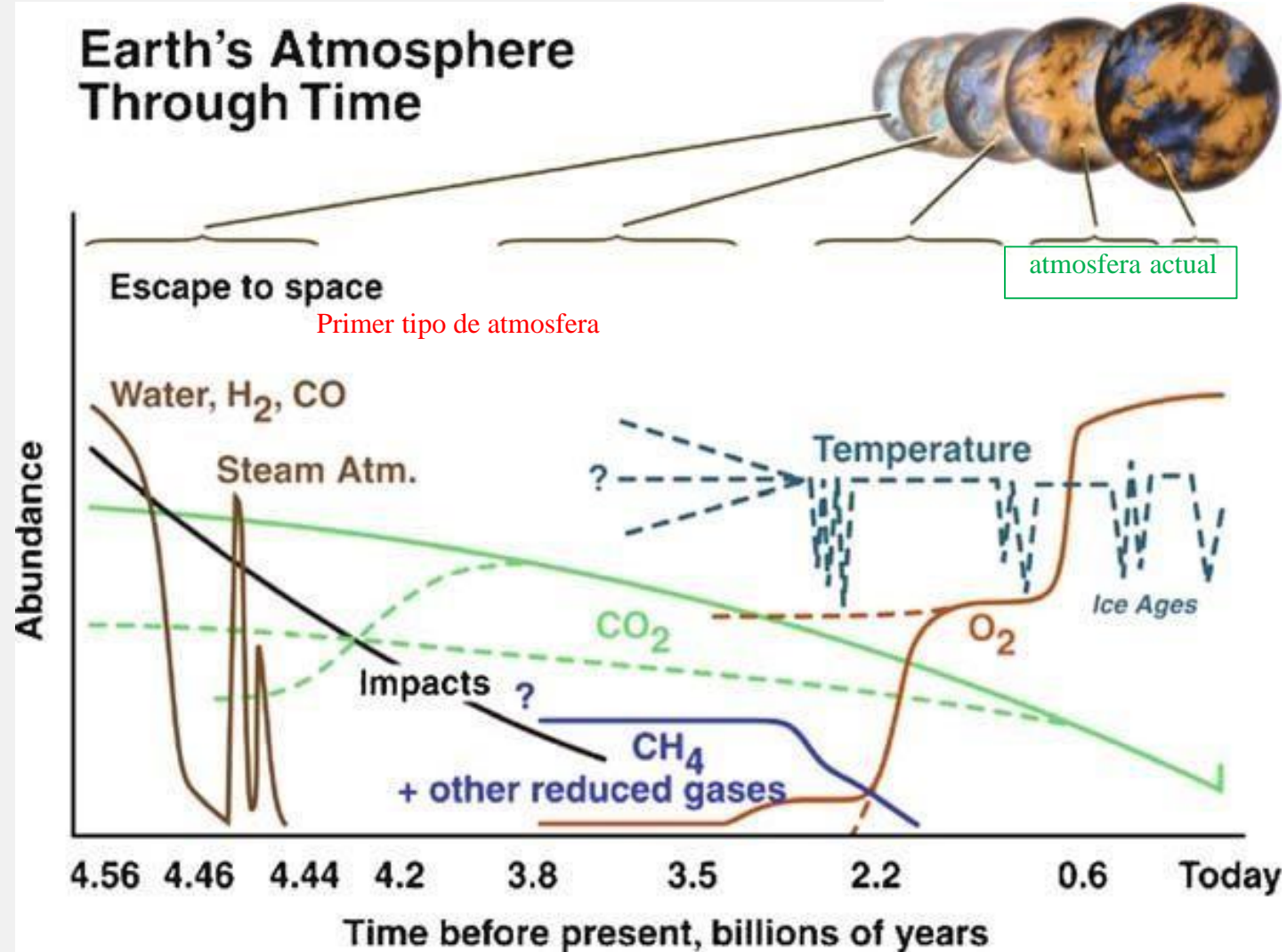
Comenzando por el principio...

¿Qué es la atmósfera?

La atmósfera es la envoltura gaseosa que envuelve a nuestro planeta.

Esta envoltura ha ido variando con el tiempo

De hecho, nuestra atmósfera actual puede considerarse como la tercera atmósfera que ha tenido nuestro planeta



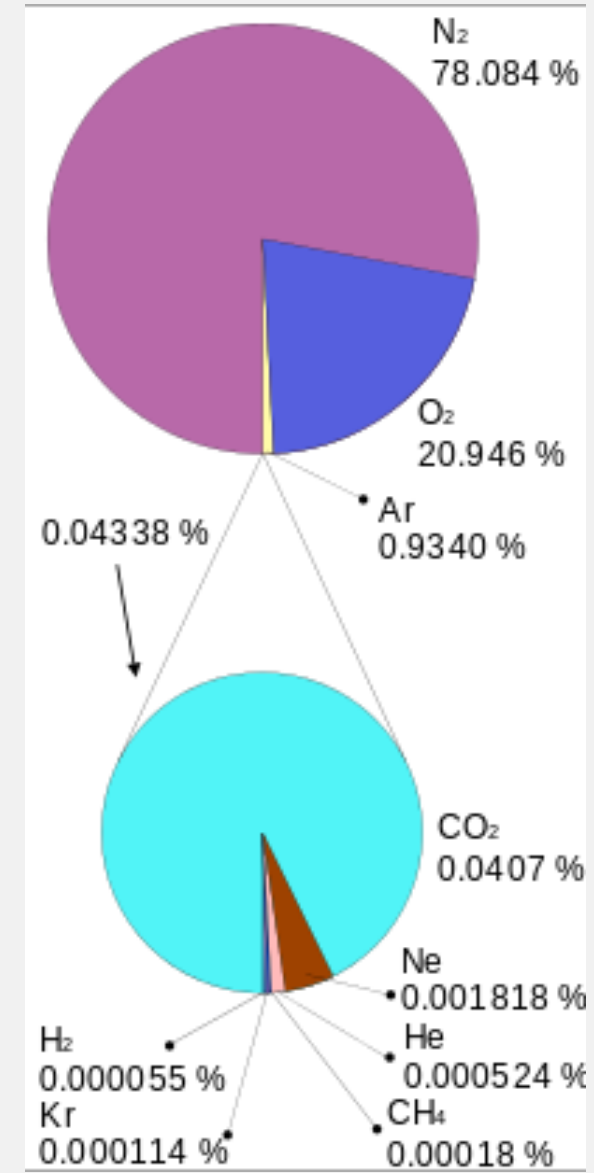
LA ATMÓSFERA

Composición de la atmósfera

La composición de la atmósfera es un componente clave en la regulación de la temperatura del planeta.

La atmósfera tiene un 78 por ciento de nitrógeno (N₂), un 21 por ciento de oxígeno (O₂), un uno por ciento de argón (Ar) y menos del uno por ciento de componentes traza, que son todos los demás gases.

Los componentes traza incluyen dióxido de carbono (CO₂), vapor de agua (H₂O), neón, helio y metano.



LA ATMÓSFERA

Composición de la atmósfera

Los gases de efecto invernadero atrapan el calor en la atmósfera y calientan el planeta al absorber parte de la radiación infrarroja saliente de onda más larga que se emite desde la Tierra, evitando así que el calor se pierda en el espacio.

Más gases de efecto invernadero en la atmósfera absorben más calor de onda larga y calientan el planeta.

Los gases de efecto invernadero tienen poco efecto en las ondas cortas



LA ATMÓSFERA

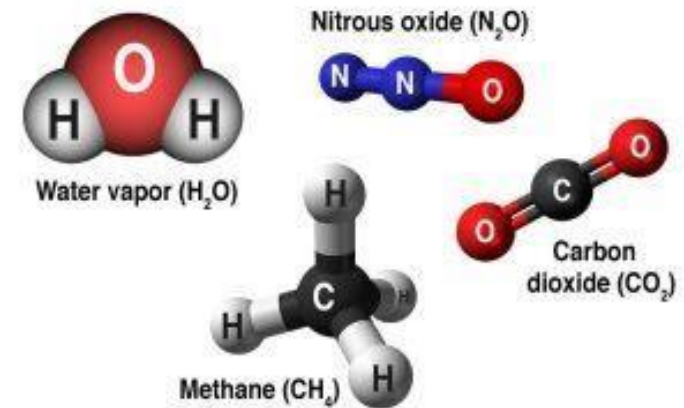
La exosfera Transferencia de energía en la atmósfera

Los gases de efecto invernadero más comunes son el vapor de agua (H_2O), el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O).

El vapor de agua es el gas de efecto invernadero más abundante, pero su abundancia atmosférica no cambia mucho con el tiempo.

El dióxido de carbono es mucho menos abundante que el vapor de agua, pero las actividades humanas, como la quema de combustibles fósiles, los cambios en el uso de la tierra y la deforestación, están agregando dióxido de carbono a la atmósfera.

Además, los procesos naturales como las erupciones volcánicas agregan dióxido de carbono, pero a un ritmo insignificante en comparación con las contribuciones causadas por el hombre.



LA ATMÓSFERA

La exosfera Transferencia de energía en la atmósfera

La atmósfera juega un papel muy importante en el clima de la Tierra.

El más importante de ellos es la concentración de gases en la troposfera que atrapan el calor y evitan que se escape a la exosfera.

La radiación solar, entrante como energía infrarroja de onda corta, calentará la superficie (tierra y agua) y luego se volverá a irradiar como radiación de onda larga.

Esto queda atrapado por los gases de efecto invernadero como el vapor de agua, CO₂, CH₄ y NO_x.





TRANSFERENCIA DE ENERGÍA EN LA ATMÓSFERA.

LA ATMÓSFERA

Transferencia de energía en la atmósfera

Sin una atmósfera, la Tierra tendría grandes fluctuaciones de temperatura entre el día y la noche, como la luna.

Debido a que la Luna no tiene mucha atmósfera, sus temperaturas diurnas son de alrededor de $106\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($224\text{ }^{\circ}\text{F}$) y las temperaturas nocturnas son de alrededor de $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-298\text{ }^{\circ}\text{F}$).

Ese es un rango asombroso de $272\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($522\text{ }^{\circ}\text{F}$) entre el lado claro y el lado oscuro de la Luna.



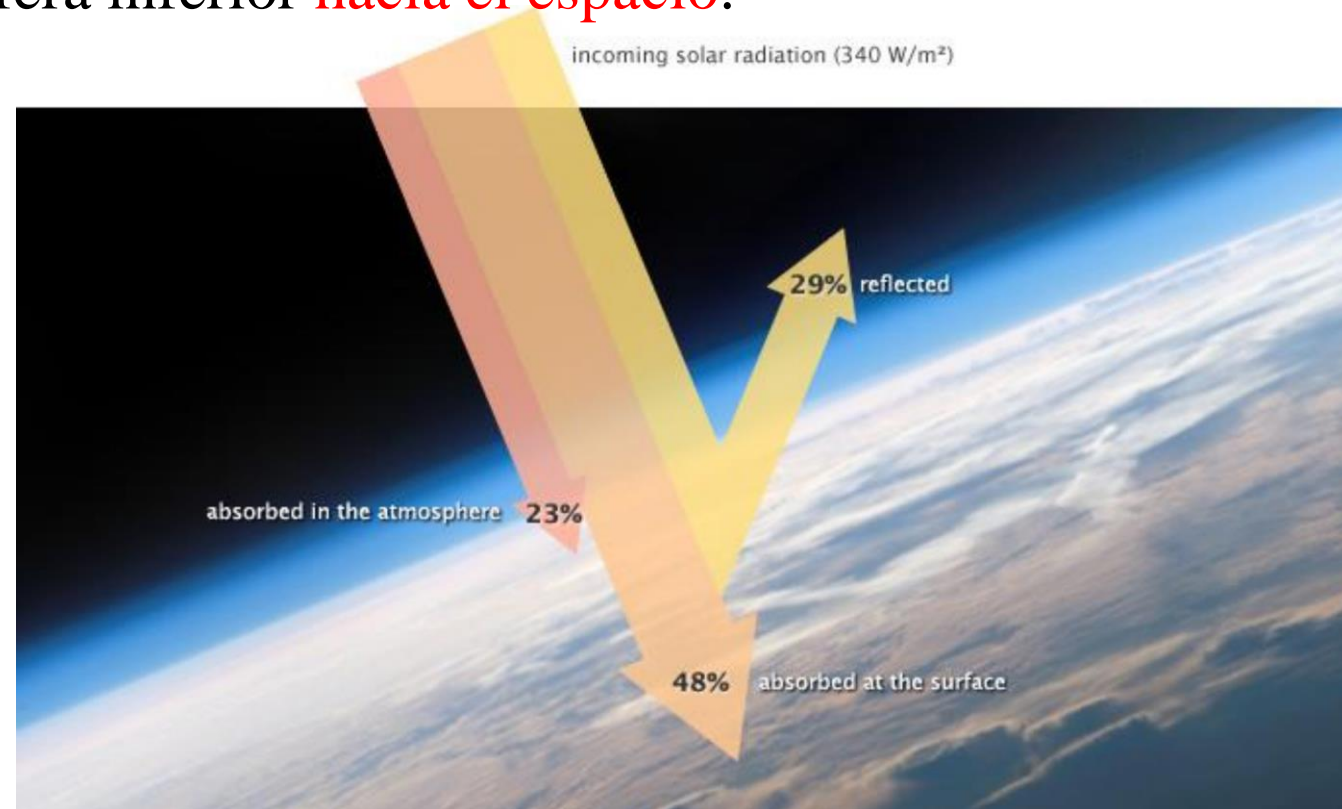
LA ATMÓSFERA

Transferencia de energía en la atmósfera

La Tierra se calienta por la radiación solar y la energía o el calor se irradian desde la superficie de la Tierra y la atmósfera inferior **hacia el espacio**.

Este flujo de energía entrante y saliente es el presupuesto energético de la Tierra

Para que la temperatura de la Tierra sea estable durante largos períodos de tiempo, la energía entrante y la energía saliente deben ser iguales en promedio



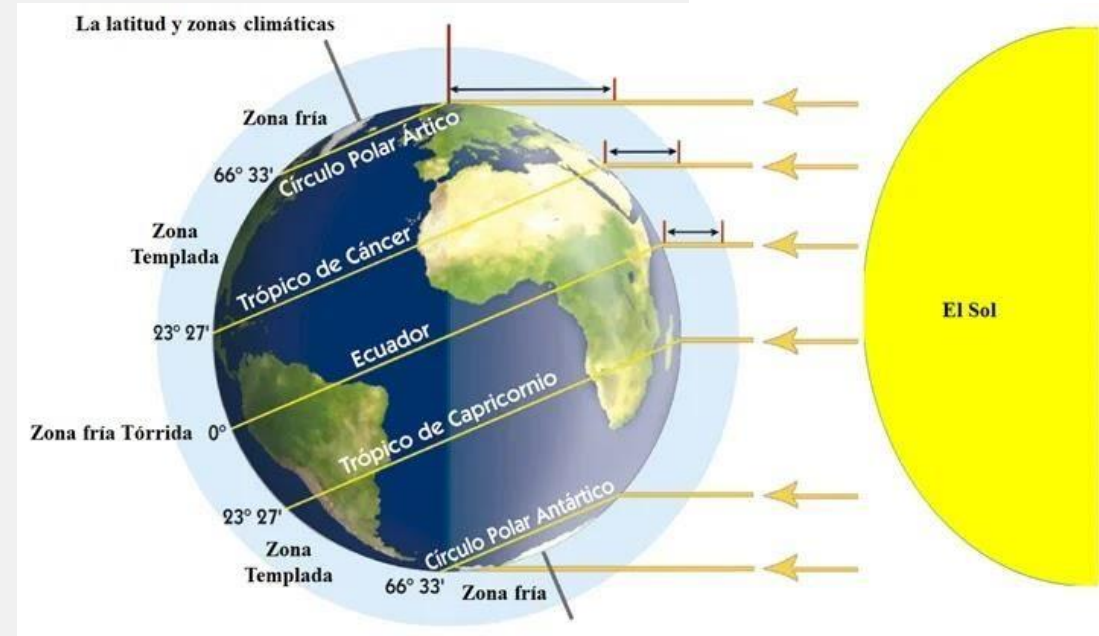
LA ATMÓSFERA

Transferencia de energía en la atmósfera

La Tierra se calienta de manera desigual según la latitud y el ángulo de incidencia.

El **ángulo de incidencia** es el ángulo formado por un rayo de luz solar que incide sobre la superficie de la Tierra.

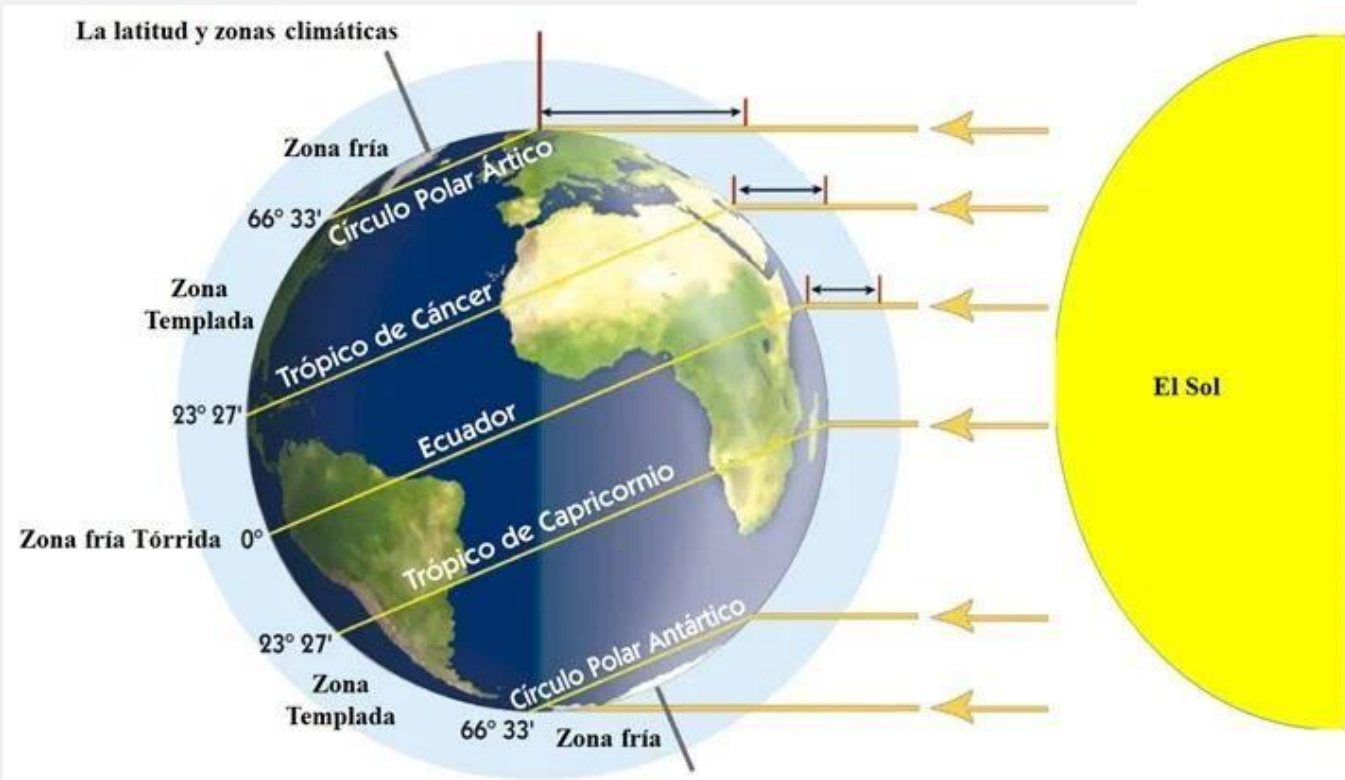
- Las zonas tropicales están ubicadas cerca del ecuador, donde la latitud y el ángulo de incidencia son cercanos a 0° , y reciben **altas cantidades de energía solar**.
- Los polos, que tienen latitudes y ángulos de incidencia cercanos a los 90° , **reciben poca o casi ninguna energía**.



LA ATMÓSFERA

Transferencia de energía en la atmósfera

El calentamiento desigual de la atmósfera es muy importante para los patrones climáticos normales.



La energía solar convertida en calor es el motor que impulsa la circulación del aire en la atmósfera y el agua en los océanos

LA ATMÓSFERA

Transferencia de energía en la atmósfera

Convección seca térmica

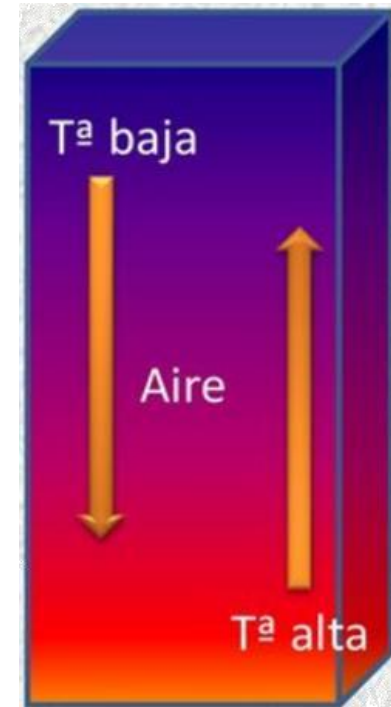
El calentamiento desigual de la atmósfera es muy importante para los patrones climáticos normales.

El sentido del movimiento depende de esta capacidad para conducir calor

El aire es un mal conductor del calor

De hecho lo que se calienta por el calor de la irradiación de la tierra.

EL aire caliente (menos denso) sube y el aire frío (más denso) baja.



Favoreciendo los movimientos en la vertical de las masas de aire en la atmósfera

LA ATMÓSFERA

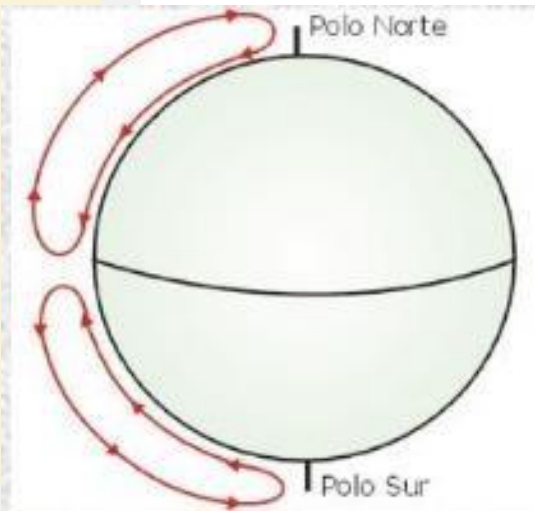
Transferencia de energía en la atmósfera

El calentamiento desigual de la atmósfera es muy importante para los patrones climáticos normales.

En las zonas ecuatoriales de mayor insolación el aire se calienta y asciende (Borrascas ecuatoriales)

En las zonas polares el aire frío desciende y se aplasta contra el suelo (anticiclón permanente)

crean la base para las celdas de convección

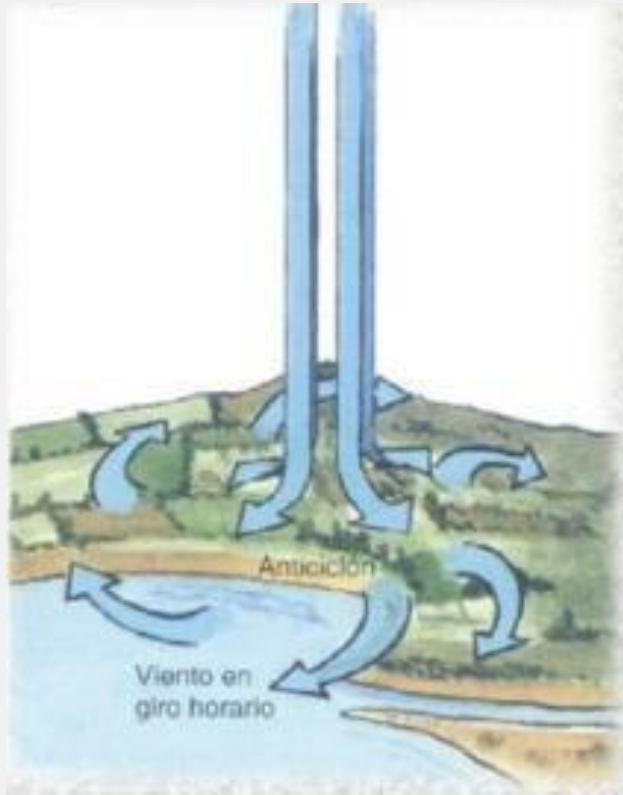


Si la Tierra no rotase y tuviera una superficie uniforme, la circulación de los vientos sería así



LA ATMÓSFERA

Transferencia de energía en la atmósfera

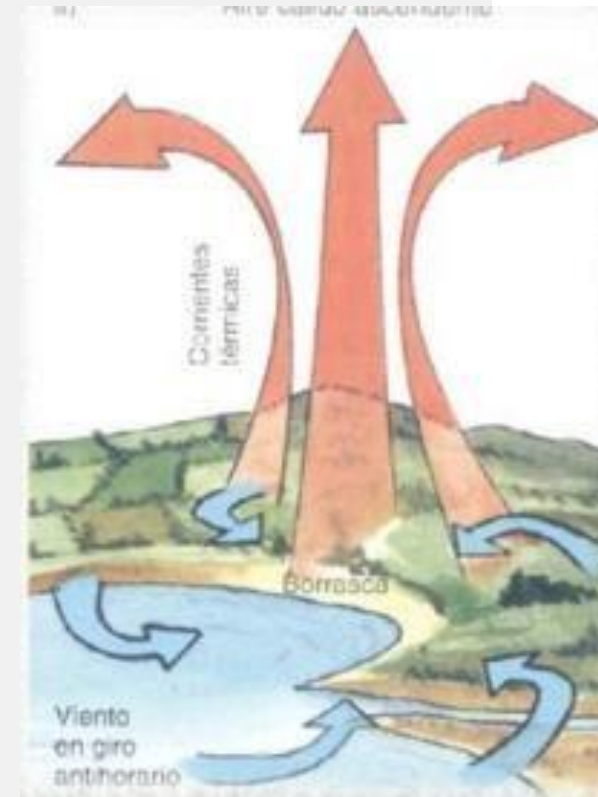


Anticiclón
Zonas de alta
presión expulsa
las nubes y
precipitaciones

Borrascas

Zonas de baja presión

Trae nubes y precipitaciones



LA ATMÓSFERA

Transferencia de energía en la atmósfera

El aire contiene un porcentaje de vapor de agua, conocido como humedad

Cuando el aire no puede contener más vapor se satura, punto de rocío

Cuando hablan de humedad relativa es el % de vapor por metro cúbico a una determinada temperatura en relación a la cantidad máxima de vapor que podría tener a esa misma temperatura

El aire húmedo es menos denso que el seco, por que el agua desplaza a otros componentes de mayor peso molecular (N, CO₂, O₂)

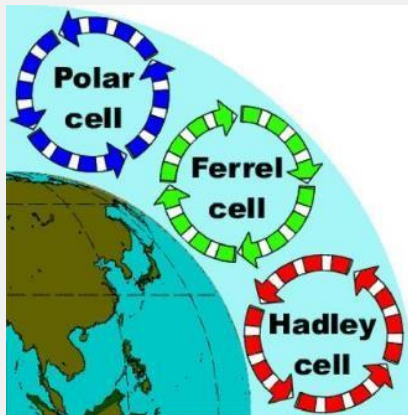


LA ATMÓSFERA

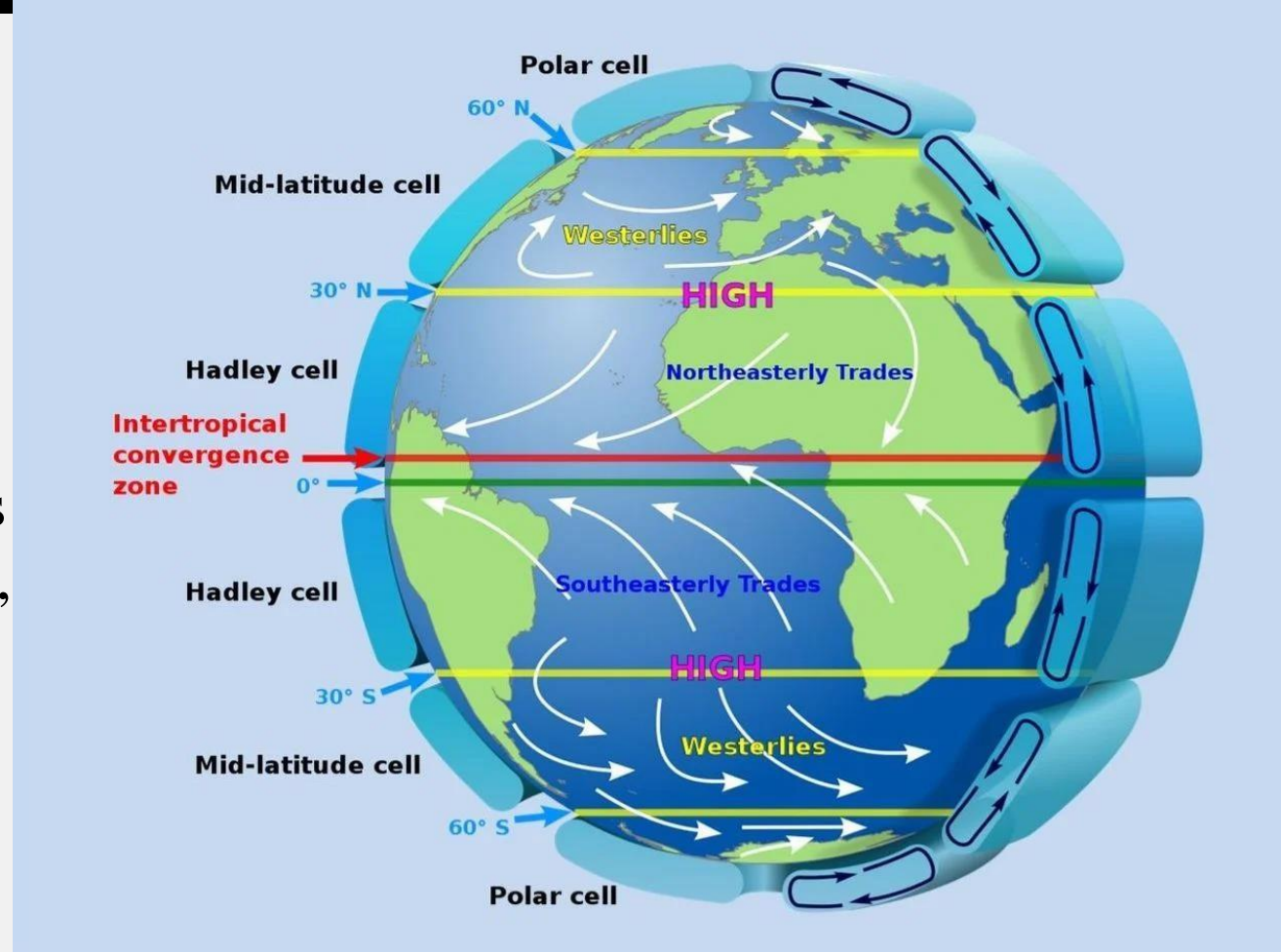
Transferencia de energía en la atmósfera

Por otro lado la rotación de la Tierra produce el efecto Coriolis,

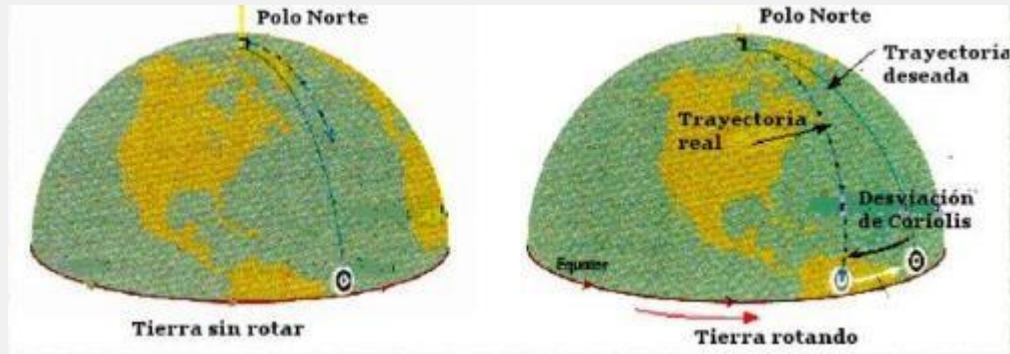
Este **desvía** el movimiento del aire en celdas en dirección **este** en los polos (celda polares), y dirección **oeste** en las latitudes medias (celda Ferrell) y nuevamente en dirección **este** en los trópicos (Hadley Cell)



Las tres celdas de aire circulante abarcan el espacio entre el ecuador y los polos en ambos hemisferios,



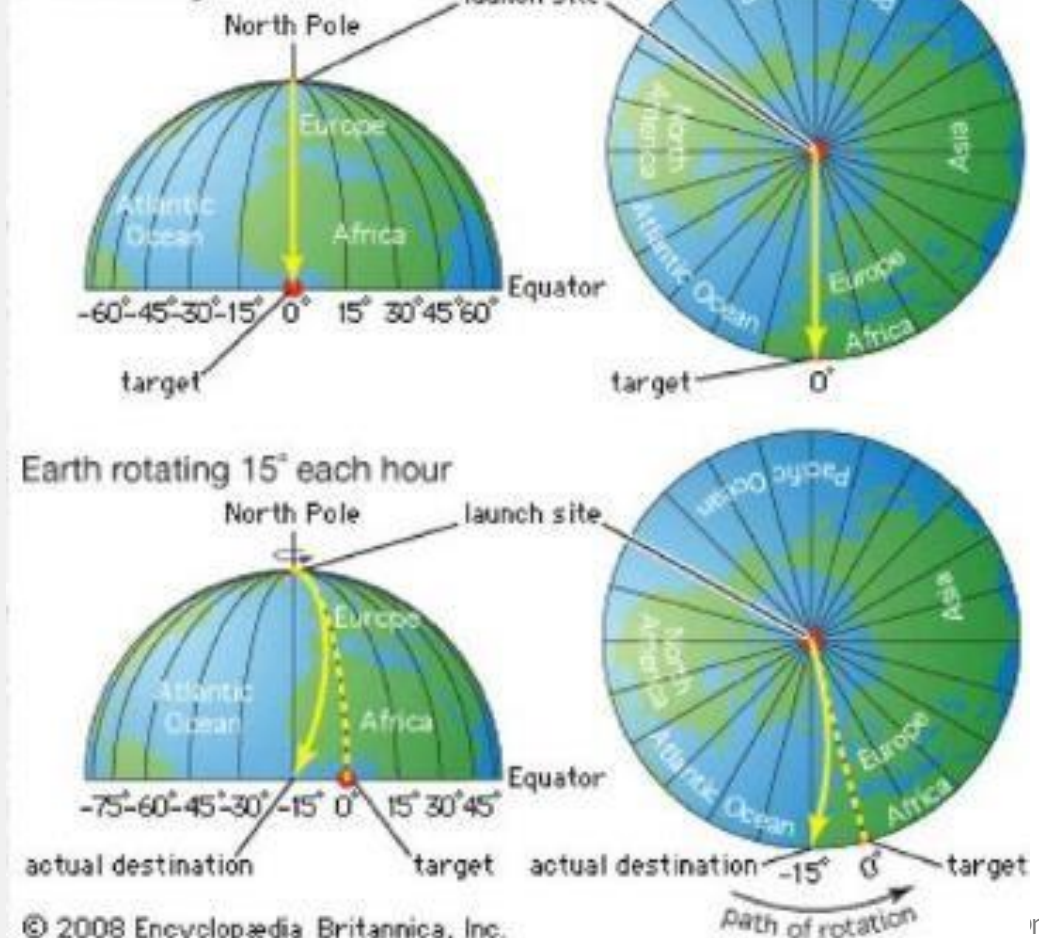
EFEECTO CORIOLIS



La fuerza de **Coriolis** es una fuerza ficticia que aparece cuando un cuerpo está en movimiento con respecto a un sistema en rotación y se describe su movimiento en ese referencial.

El efecto Coriolis, al actuar sobre masas de aire (o agua) en latitudes intermedias, induce un giro al desviar hacia el este o hacia el oeste las partes de esa masa que ganen o pierdan latitud o altitud en su movimiento.

The effect of the Coriolis force



A satellite image of a large cyclone or hurricane over the ocean. The cyclone is a large, circular cloud system with a distinct eye in the center. The surrounding clouds are dense and white, contrasting with the dark blue of the ocean. The image is taken from a high angle, showing the curvature of the Earth.

FUERZAS QUE ACTÚAN SOBRE LOS VIENTOS Y SUS PATRONES.

LOS EFECTOS DEL CALENTAMIENTO Y ENFRIAMIENTO DE LA

ATMÓSFERA. MASAS DE AIRE Y EL CLIMA

LA ATMÓSFERA

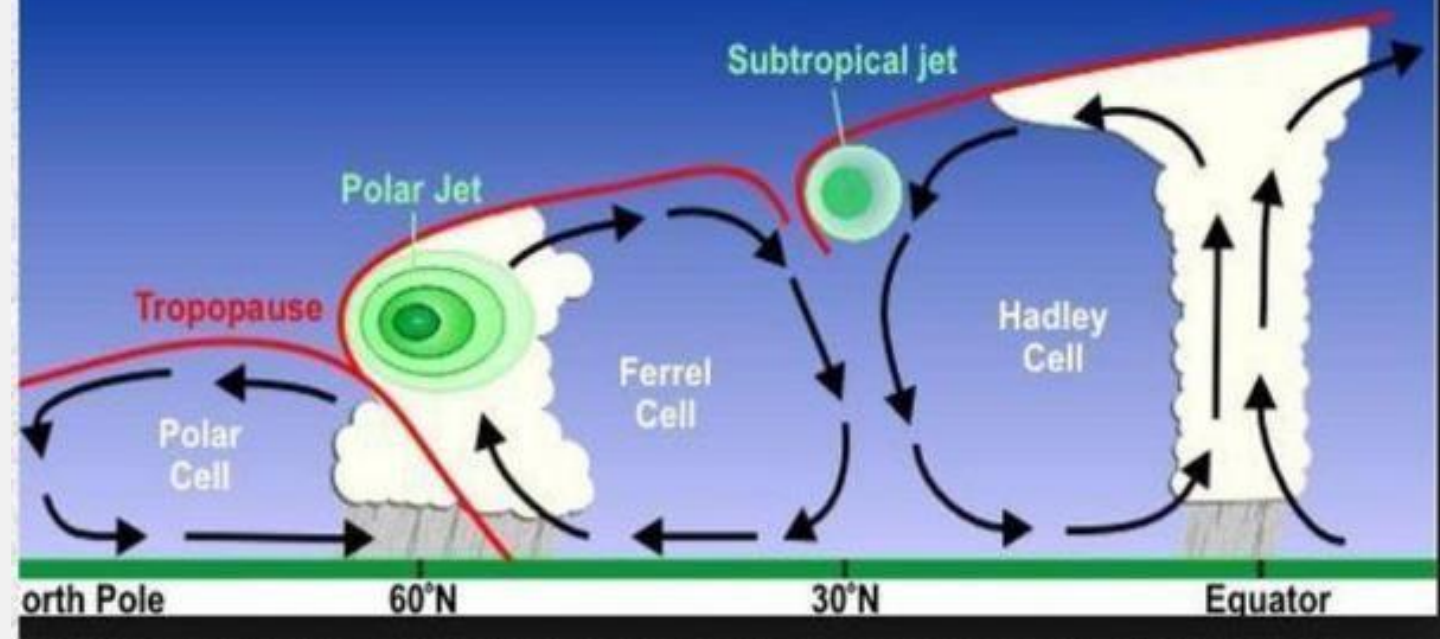
Transferencia de energía en la atmósfera

En la **Celda de Hadley** ubicada sobre los trópicos y más cercana al cinturón ecuatorial, el sol calienta el aire y lo hace ascender.

El aire ascendente se enfría y libera la humedad contenida en forma de lluvia tropical.

El aire seco ascendente se aleja del ecuador hacia los polos norte y sur, donde choca con el aire seco en la **Celda Ferrel**.

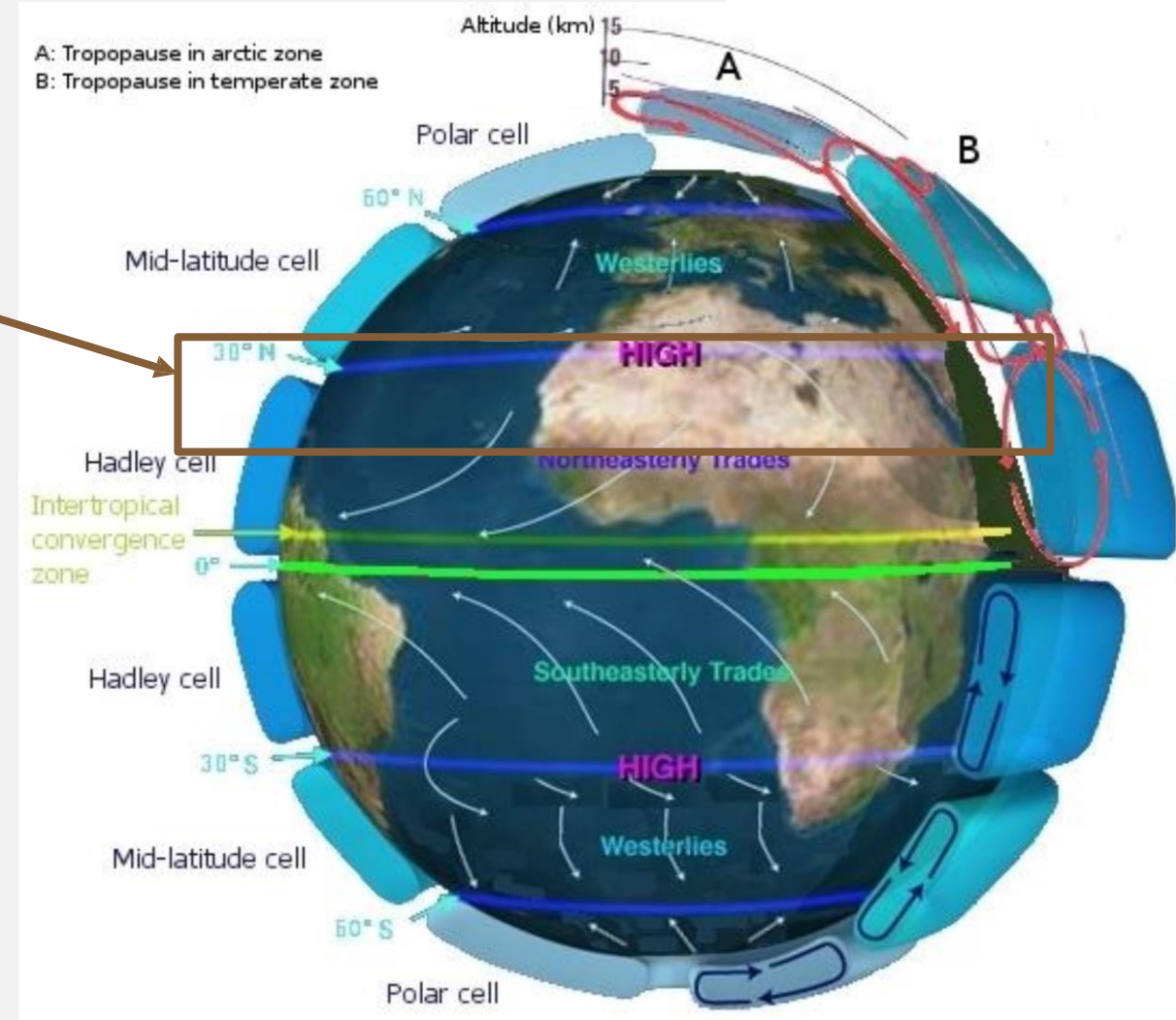
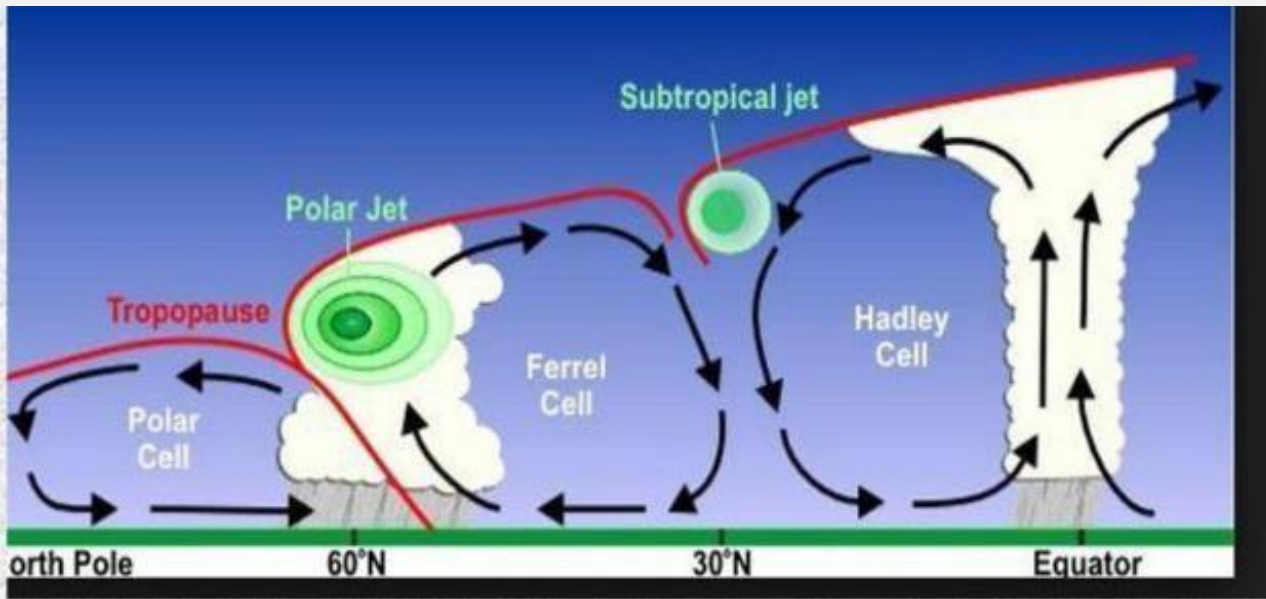
El aire seco combinado se hunde de nuevo a la Tierra a 30° de latitud. Este aire más seco que se hunde crea cinturones de presión predominantemente alta a aproximadamente 30° al norte y al sur del ecuador, llamados latitudes de los caballos.



LA ATMÓSFERA

Transferencia de energía en la atmósfera

Así pues, existen zonas áridas entre los 15° y los 30° al norte y al sur del ecuador, dentro de las cuales predominan las **condiciones desérticas**.



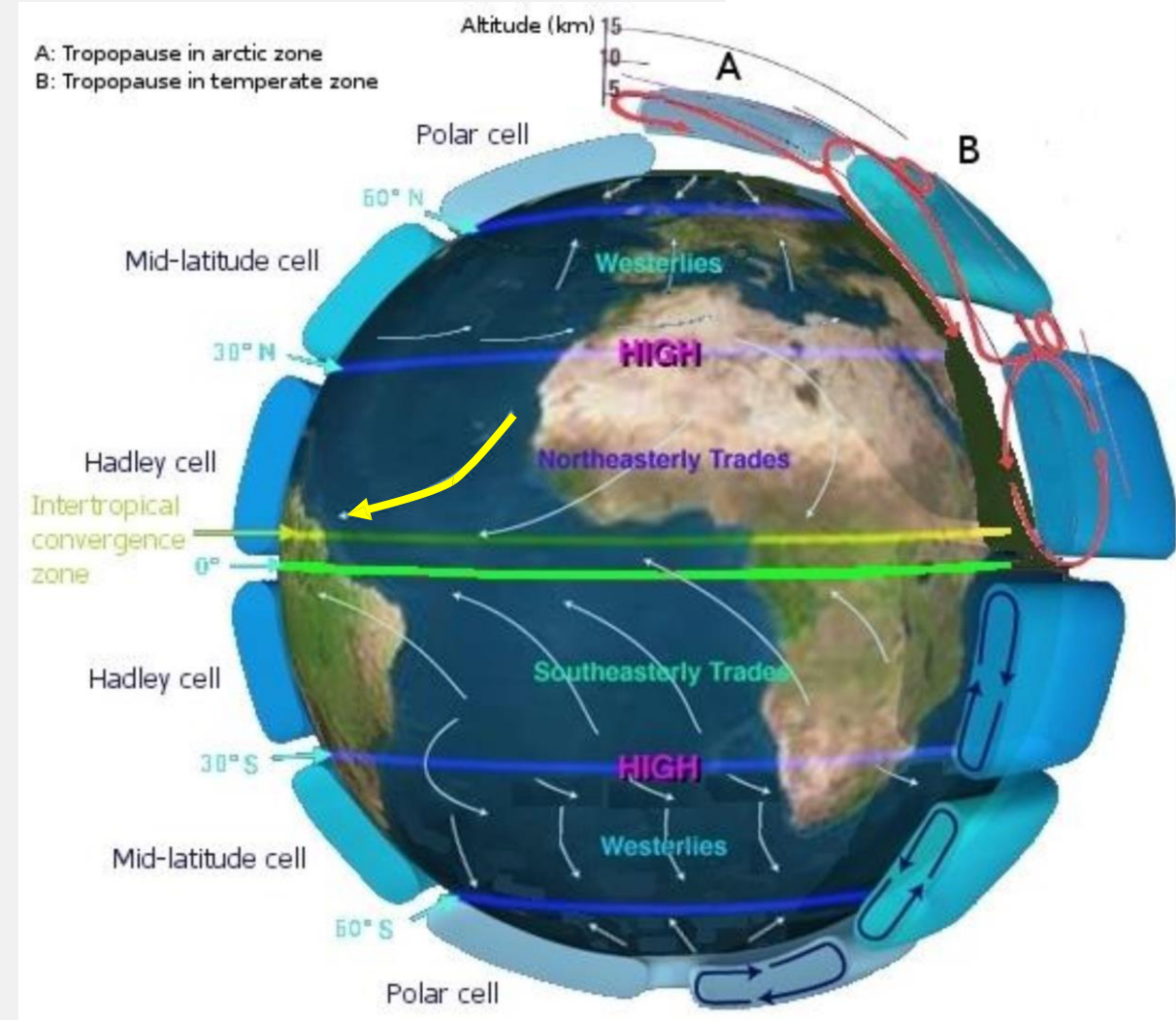
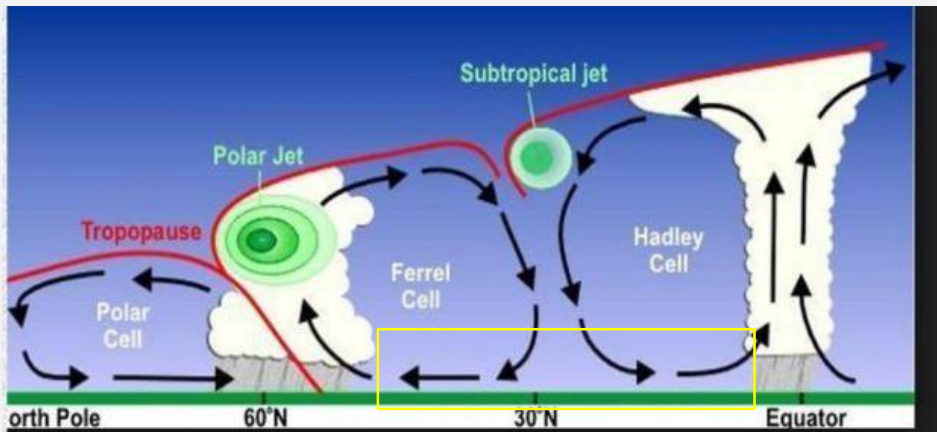
LA ATMÓSFERA

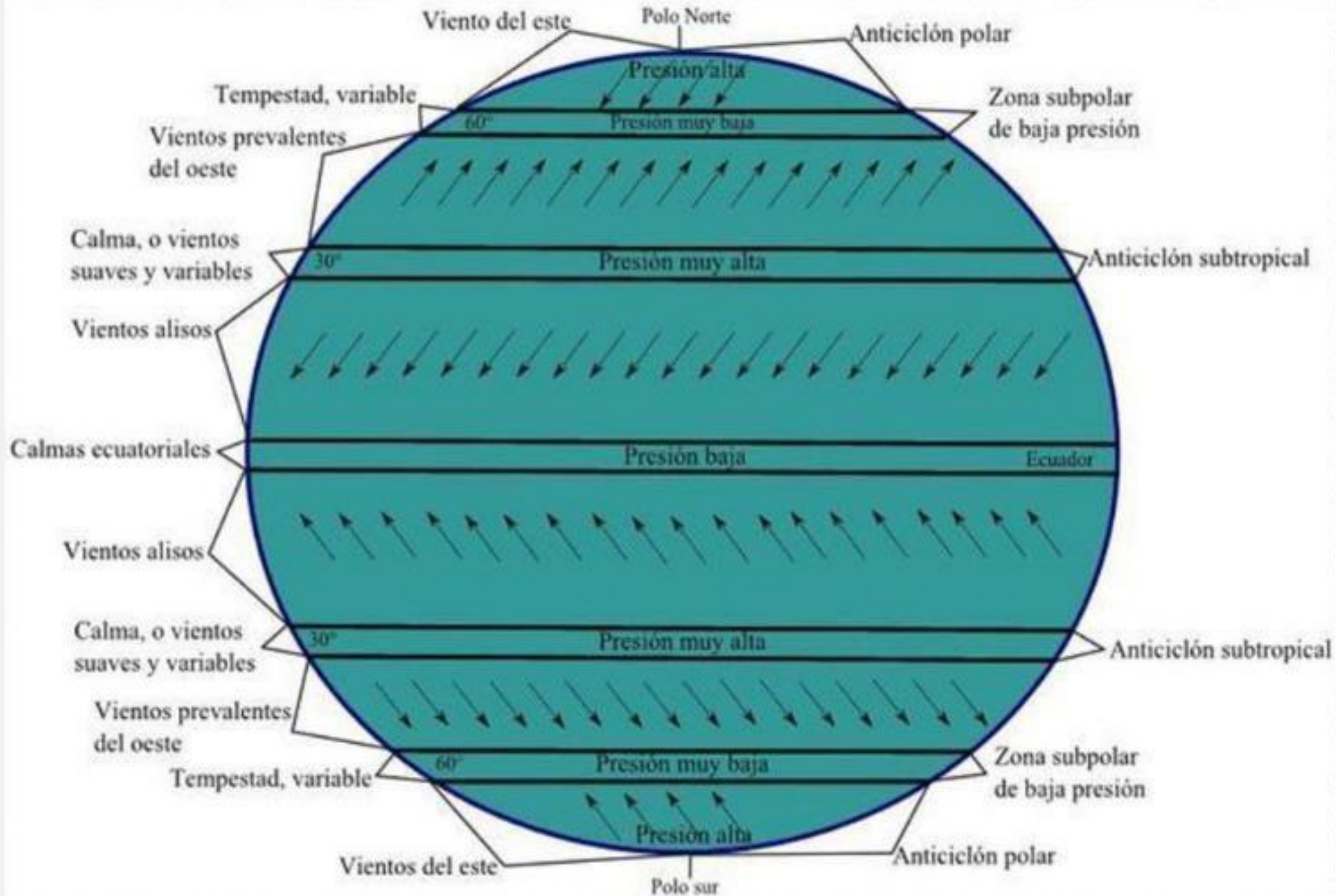
Transferencia de energía en la atmósfera

El aire descendente que fluye de norte a sur en las celdas de Hadley y Ferrel también crea vientos predominantes llamados vientos alisios cerca del ecuador y vientos del oeste en la zona templada.

las flechas que indican las direcciones generales de los vientos en estas zonas.

Las latitudes 30° se conocen como las zonas de Calma subtropical.





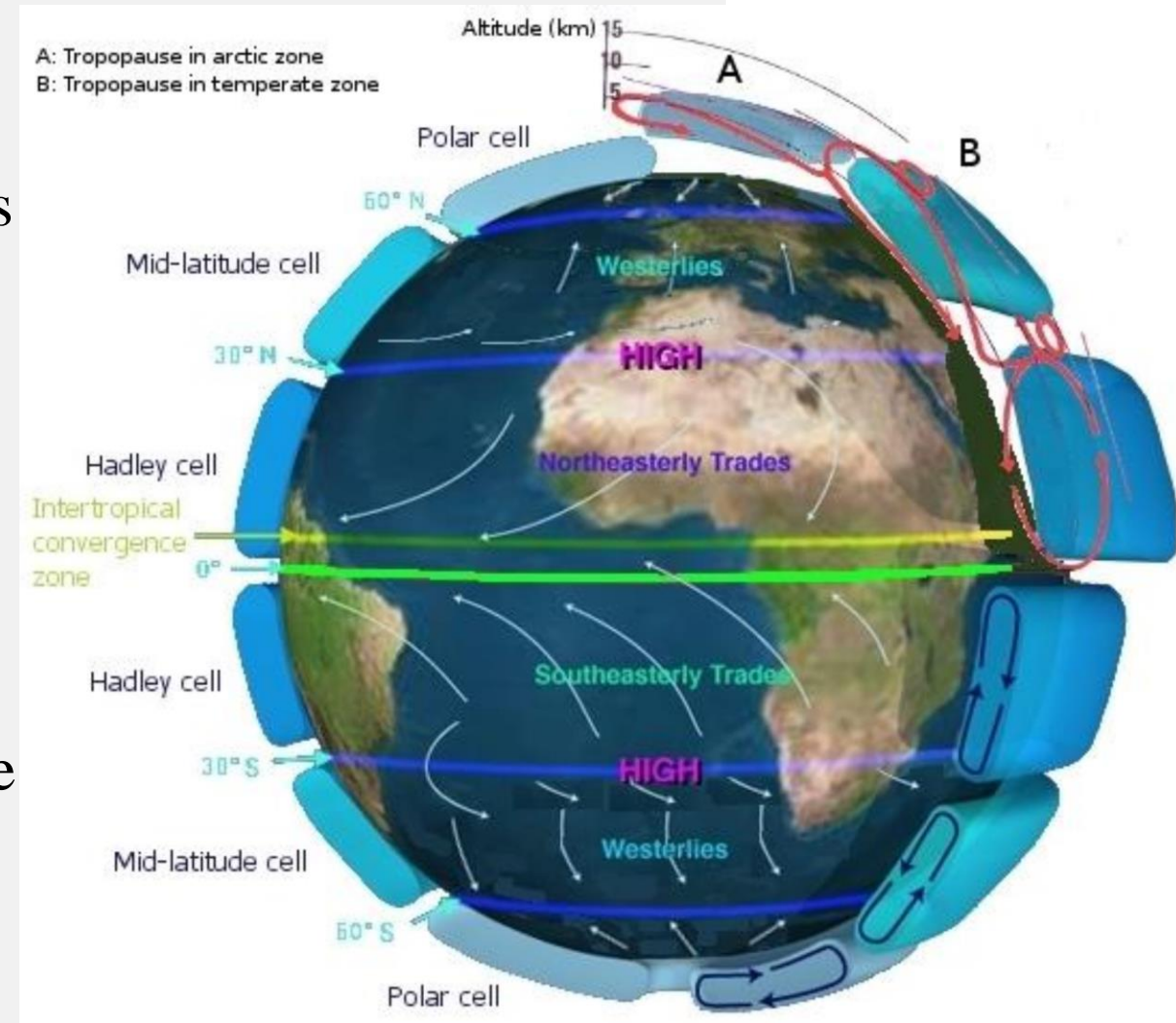
LA ATMÓSFERA

Transferencia de energía en la atmósfera

En las latitudes 30° , parte del aire superficial va hacia los polos, pero Coriolis desvía estos vientos al E.

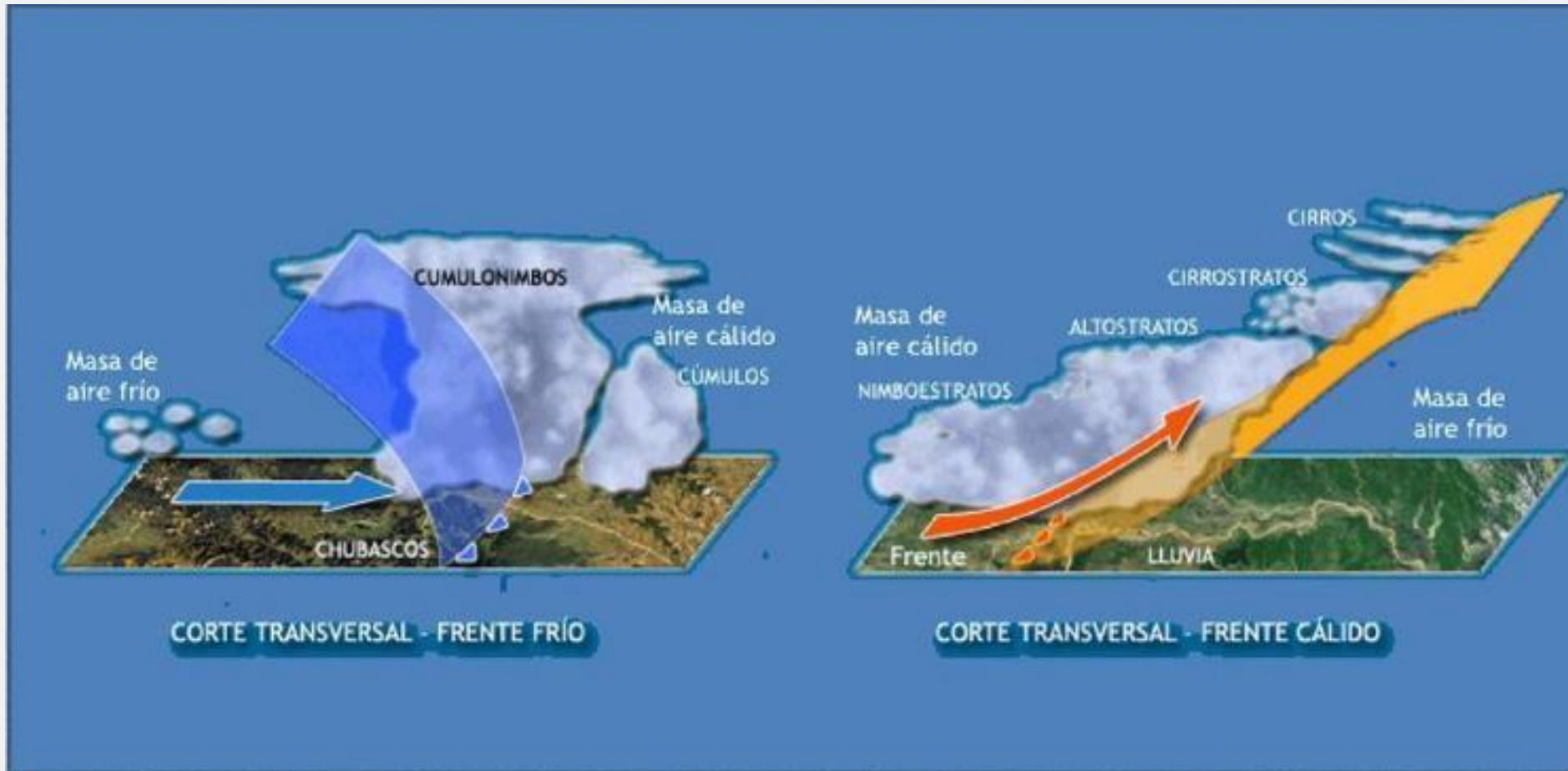
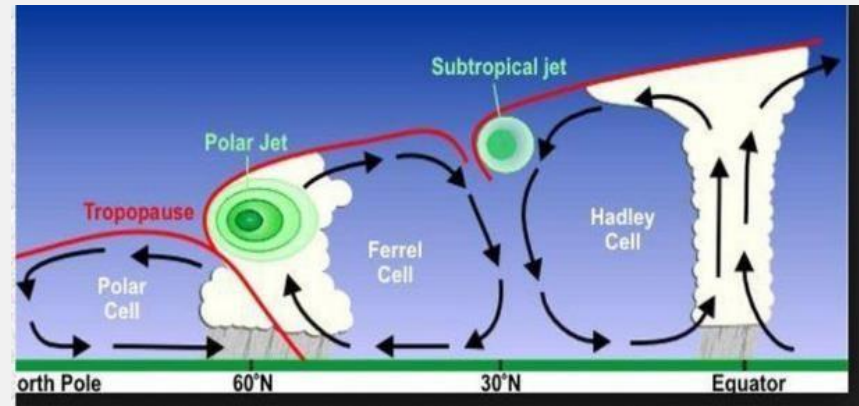
La mayor parte del aire húmedo que va hacia el norte, al condensar, libera energía que ayuda a calentar el aire en esas latitudes.

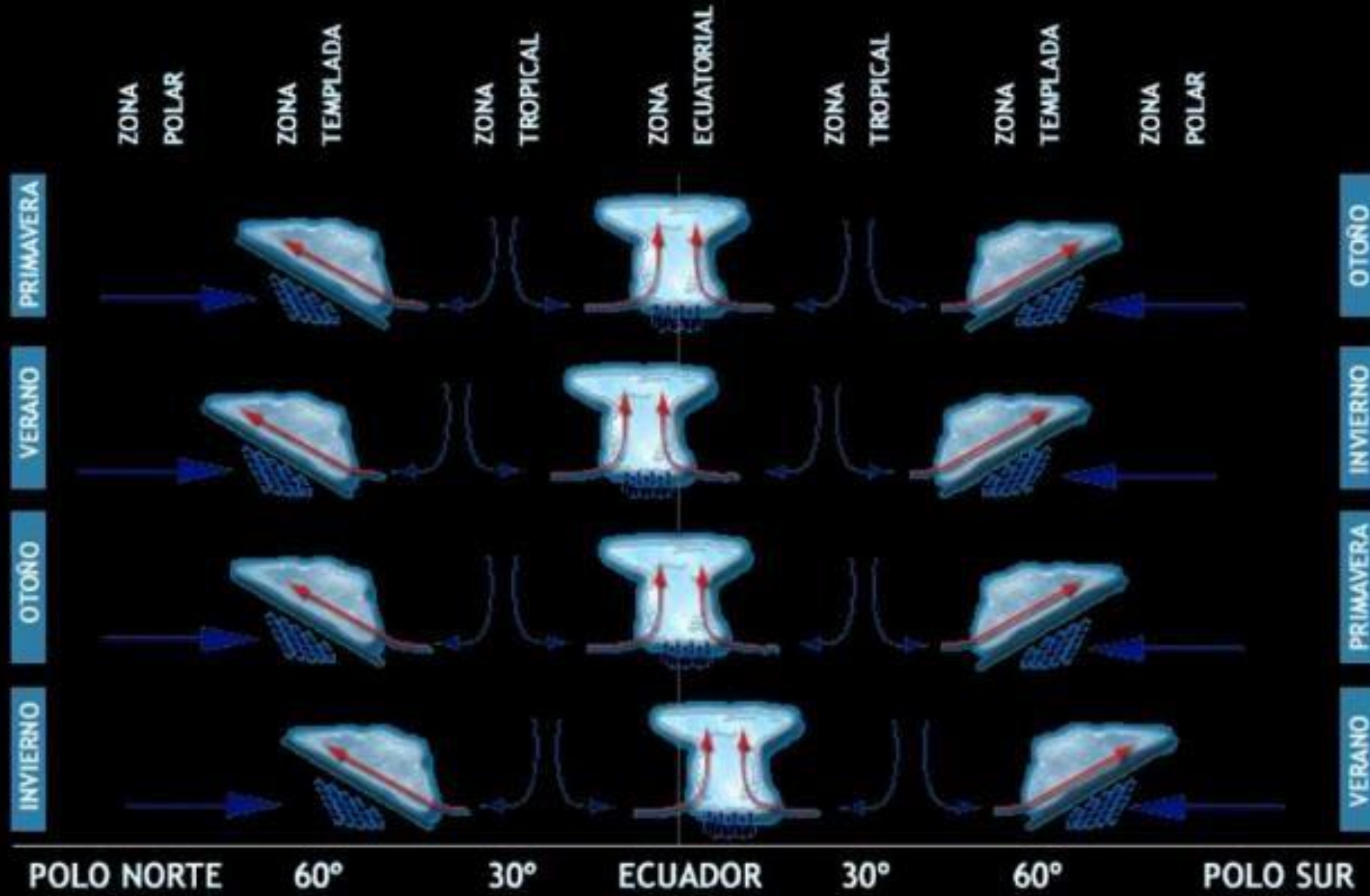
En las latitudes 60° y polos, dominan los vientos polares del este. Forman una zona de aire frío que sopla hacia el SE (en el hemisferio norte) y hacia el NE en el (hemisferio sur)



LA ATMÓSFERA

Transferencia de energía en la atmósfera





LA ATMÓSFERA Y LA BIOSFERA

Interacción atmósfera-biosfera

Estas variaciones latitudinales no solo impulsan nuestro clima, sino que también conducen a gradientes importantes en la biosfera, llamados gradientes latitudinales de biodiversidad (LDB).

Generalmente, la biodiversidad disminuye desde los trópicos hacia los polos. Este cambio en la biodiversidad está directamente relacionado con los cambios de temperatura con la latitud... hoy.

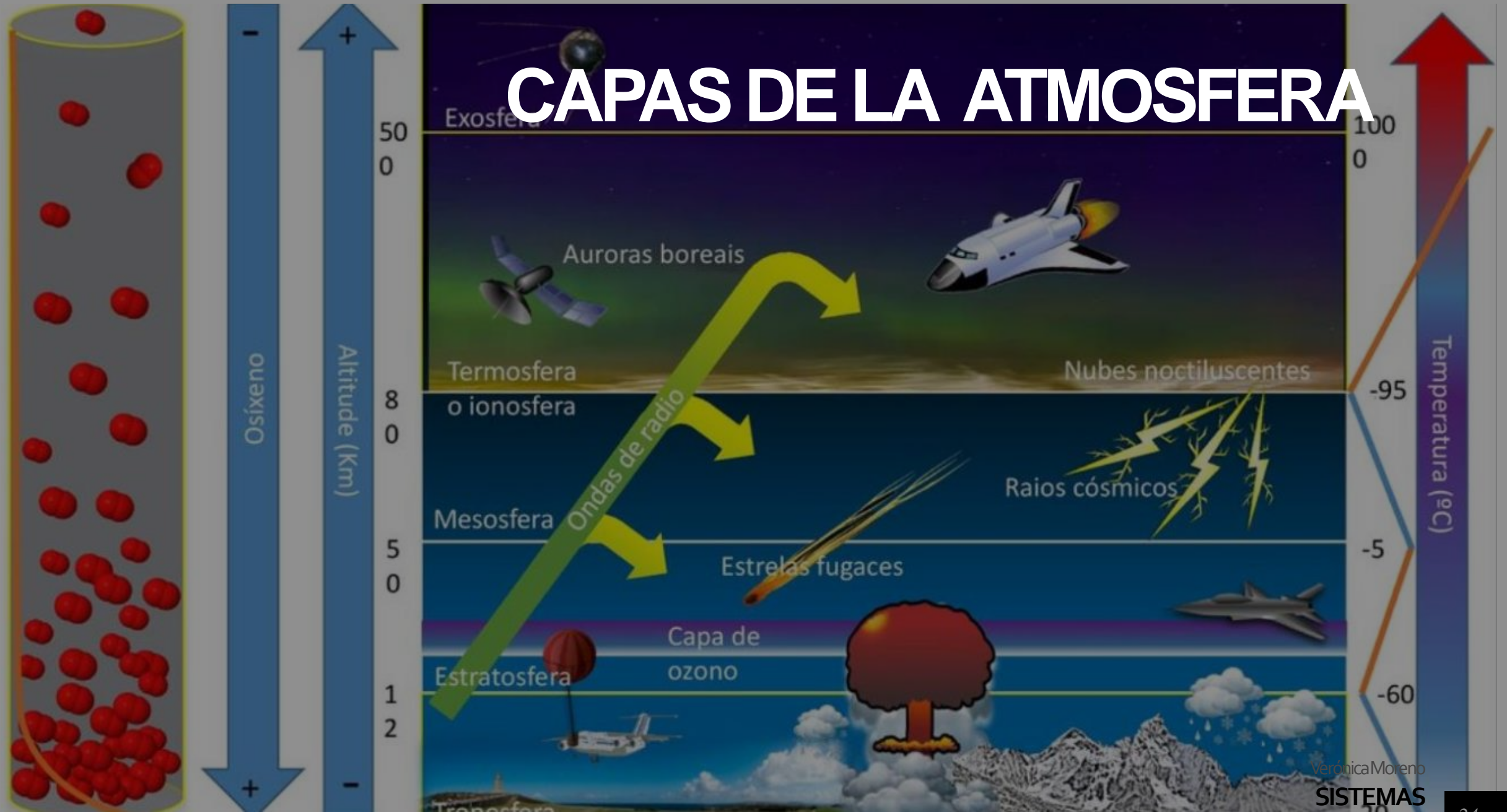
Es importante señalar aquí que el LDB de hoy no es la norma para el pasado de la Tierra.

De hecho, durante la época del Eoceno, es muy probable que las regiones templadas del planeta fueran las más diversas.

Esto se debe a que hacía mucho más calor en los trópicos.

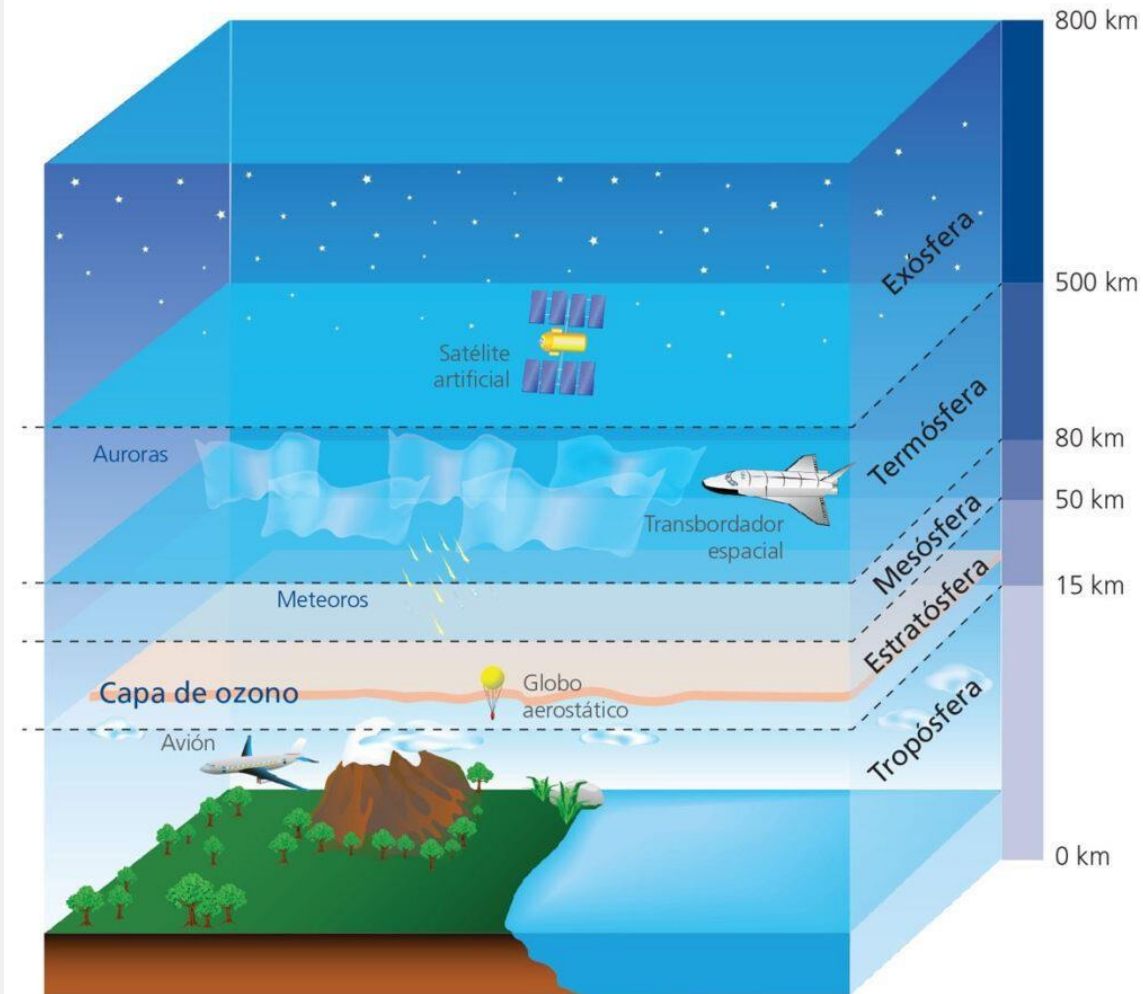


CAPAS DE LA ATMOSFERA

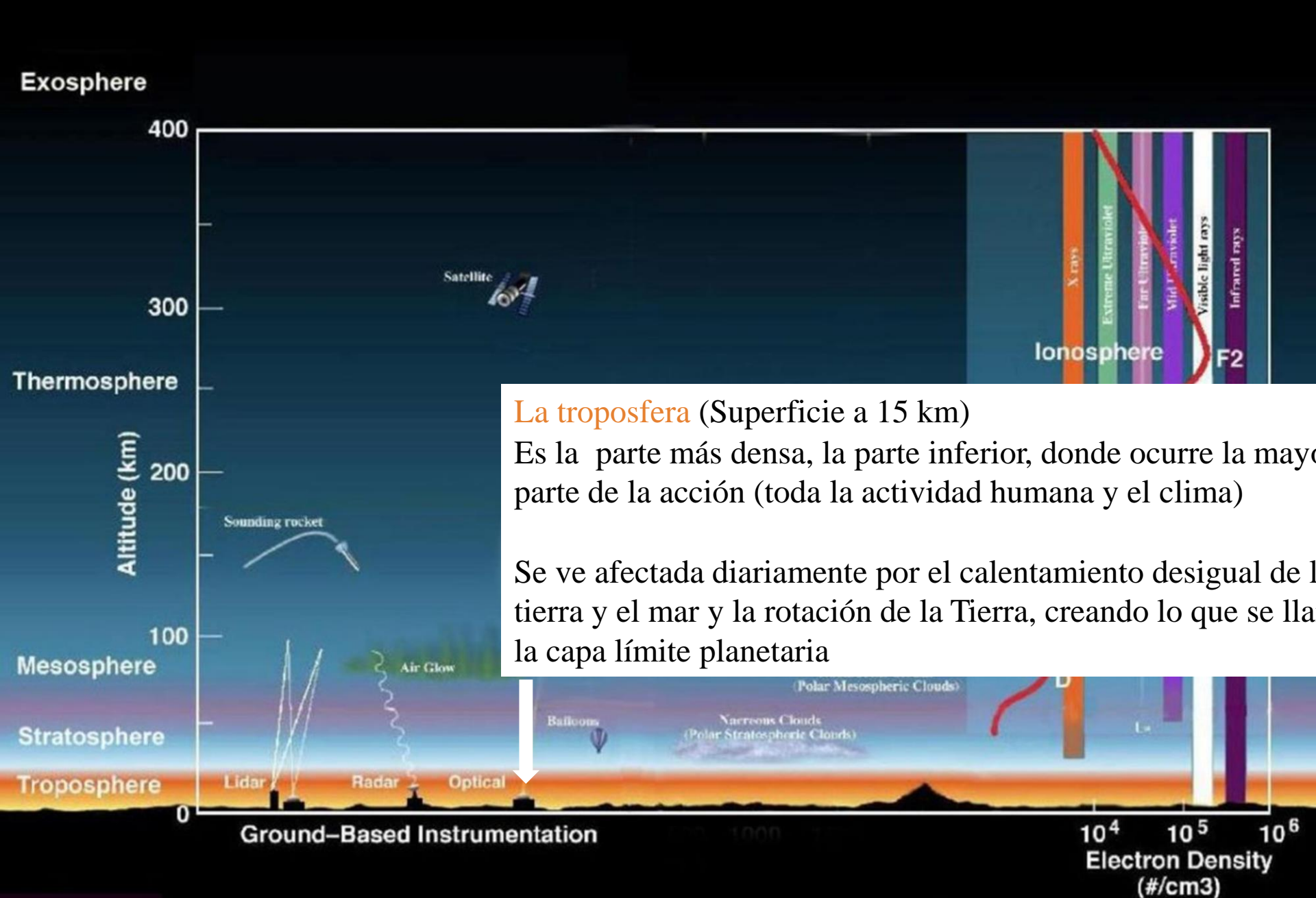


LA ATMÓSFERA

Capas de la atmósfera (grososres estimados)



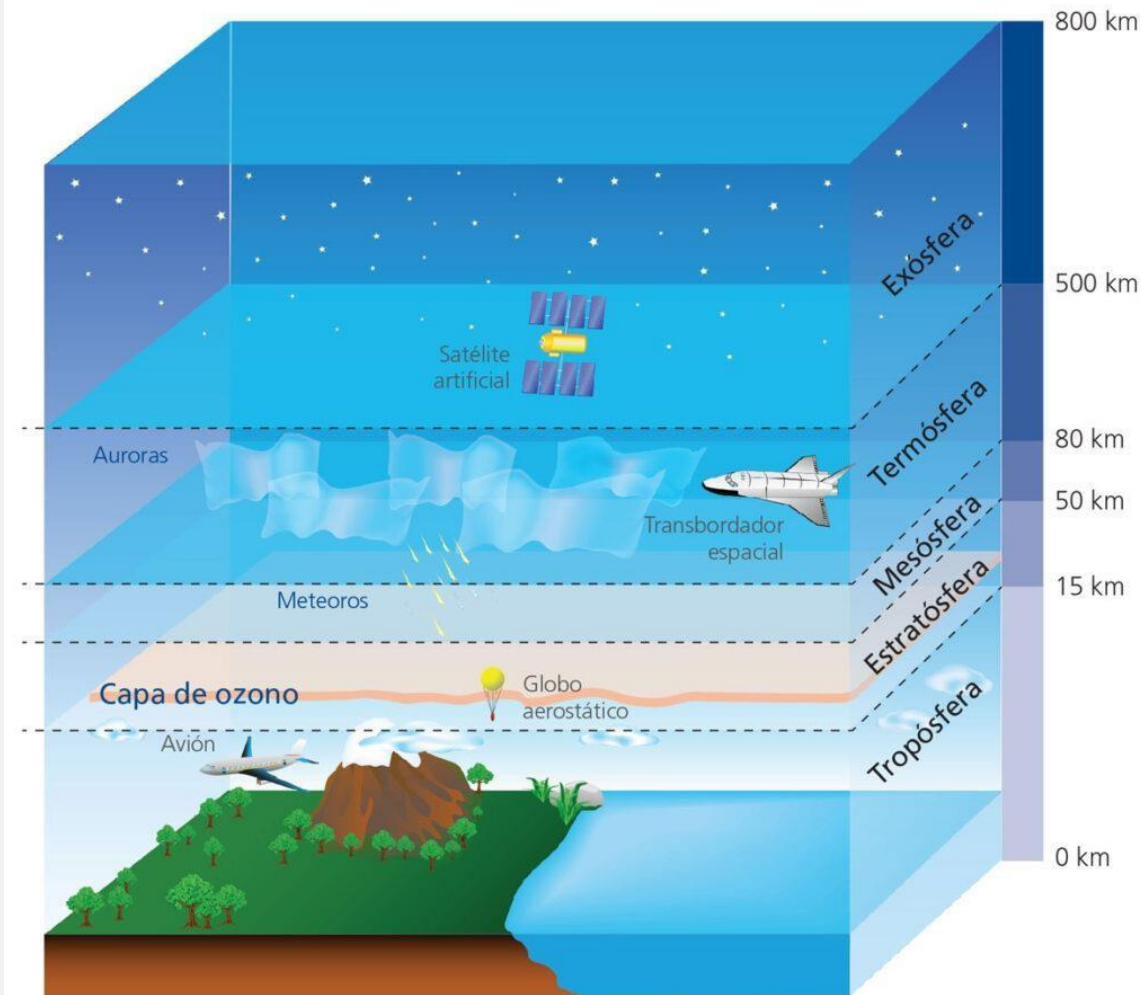
Nuestra atmósfera está estratificada (en capas)



La troposfera (Superficie a 15 km)
 Es la parte más densa, la parte inferior, donde ocurre la mayor parte de la acción (toda la actividad humana y el clima)
 Se ve afectada diariamente por el calentamiento desigual de la tierra y el mar y la rotación de la Tierra, creando lo que se llama la capa límite planetaria

LA ATMÓSFERA

Capas de la atmósfera (grososres estimados)



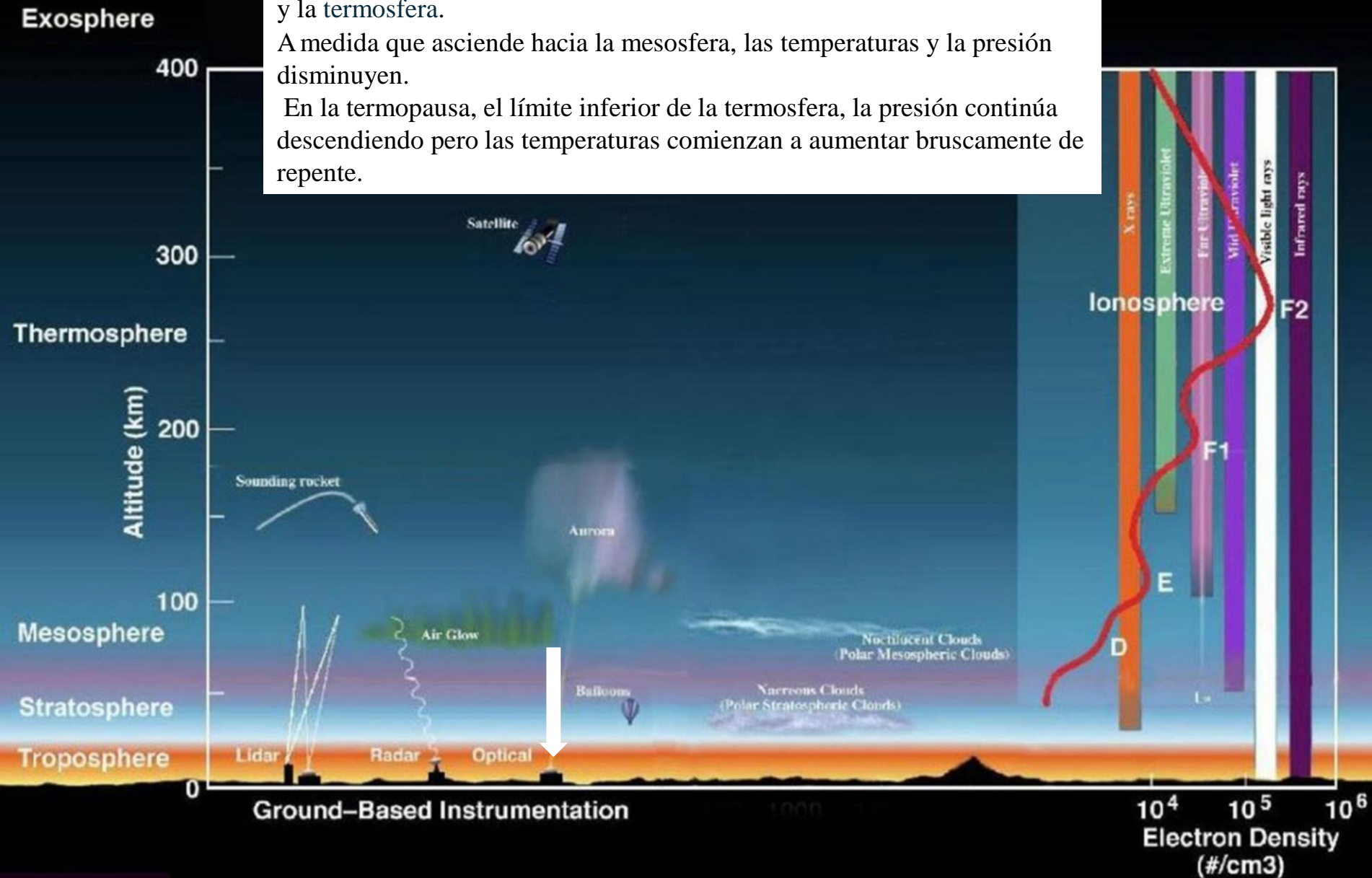
Por encima de la troposfera se encuentra la **estratosfera**. En la estratosfera, la radiación ultravioleta exosférica es absorbida por el ozono producido fotoquímicamente.

El ozono a este nivel de la atmósfera es muy importante para proteger la vida.

Por encima de la estratosfera se encuentra la **mesosfera** (atmósfera media) y la termosfera.

A medida que asciende hacia la mesosfera, las temperaturas y la presión disminuyen.

En la termopausa, el límite inferior de la termosfera, la presión continúa descendiendo pero las temperaturas comienzan a aumentar bruscamente de repente.



LA ATMÓSFERA

La exosfera

La exosfera es el entorno espacial.

Toda la energía que alimenta a los otros sistemas de nuestro planeta, con la excepción de la geosfera, proviene **del Sol**, fuera de nuestro planeta.

Esta radiación solar, que va desde la radiación gamma hasta las ondas de radio de onda larga, es fundamental para el funcionamiento normal de la biosfera, la atmósfera y la hidrosfera.

La exosfera también es la fuente de radiación peligrosa en forma de rayos cósmicos galácticos y eventos de partículas solares.

En última instancia, la exosfera es un lugar hostil a la vida, pero paradójicamente crítico para ella también.



LA MAGNETOSFERA

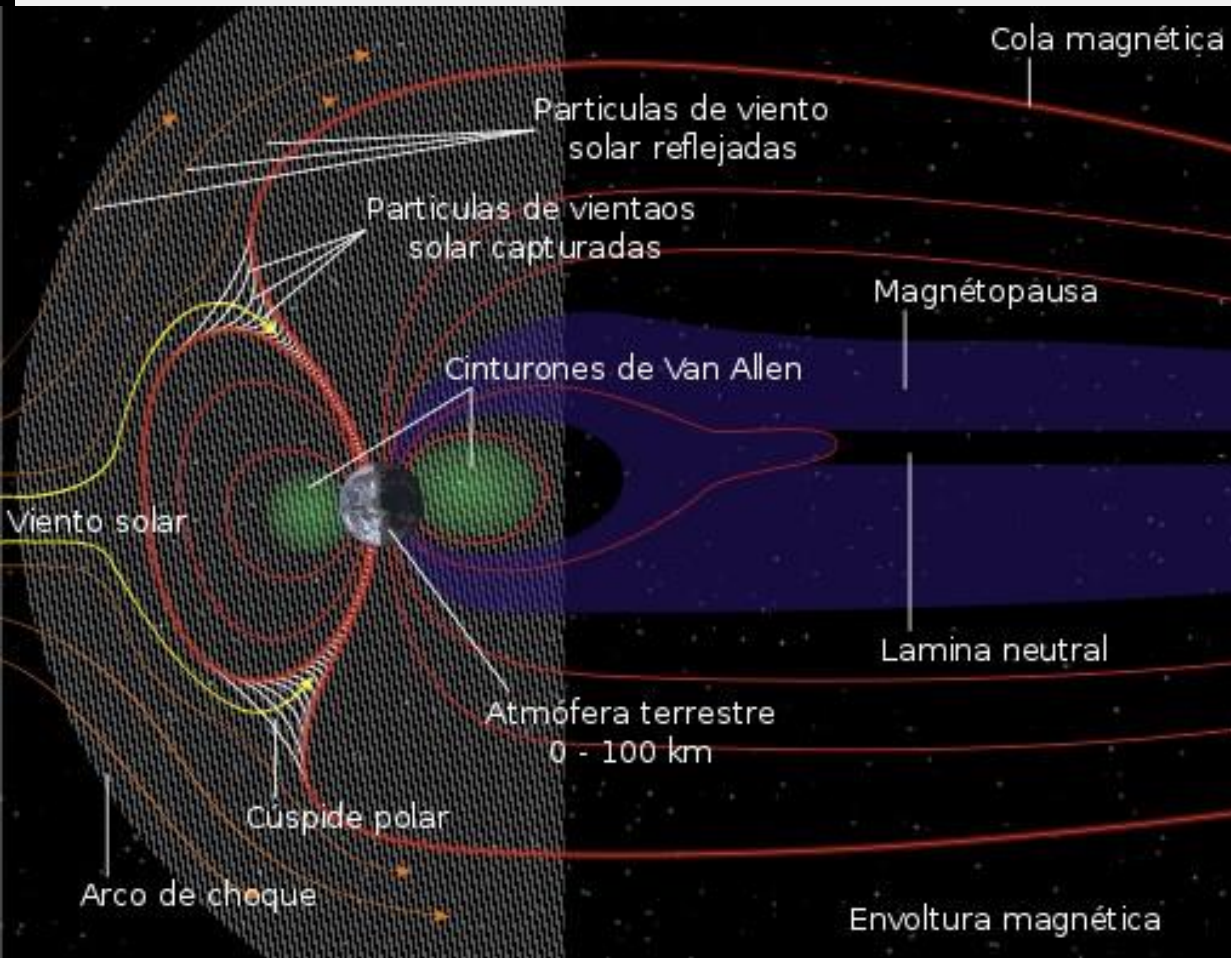
El escudo protector de la atmósfera

“El campo magnético de nuestro planeta es fundamental para mantener a la atmósfera en su sitio”.

AGENCIA ESPACIAL EUROPEA 2012

https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Spanish/El_campo_magnetico_protege_a_nuestra_atmosfera

https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Structure_of_the_magnetosphere-es.svg



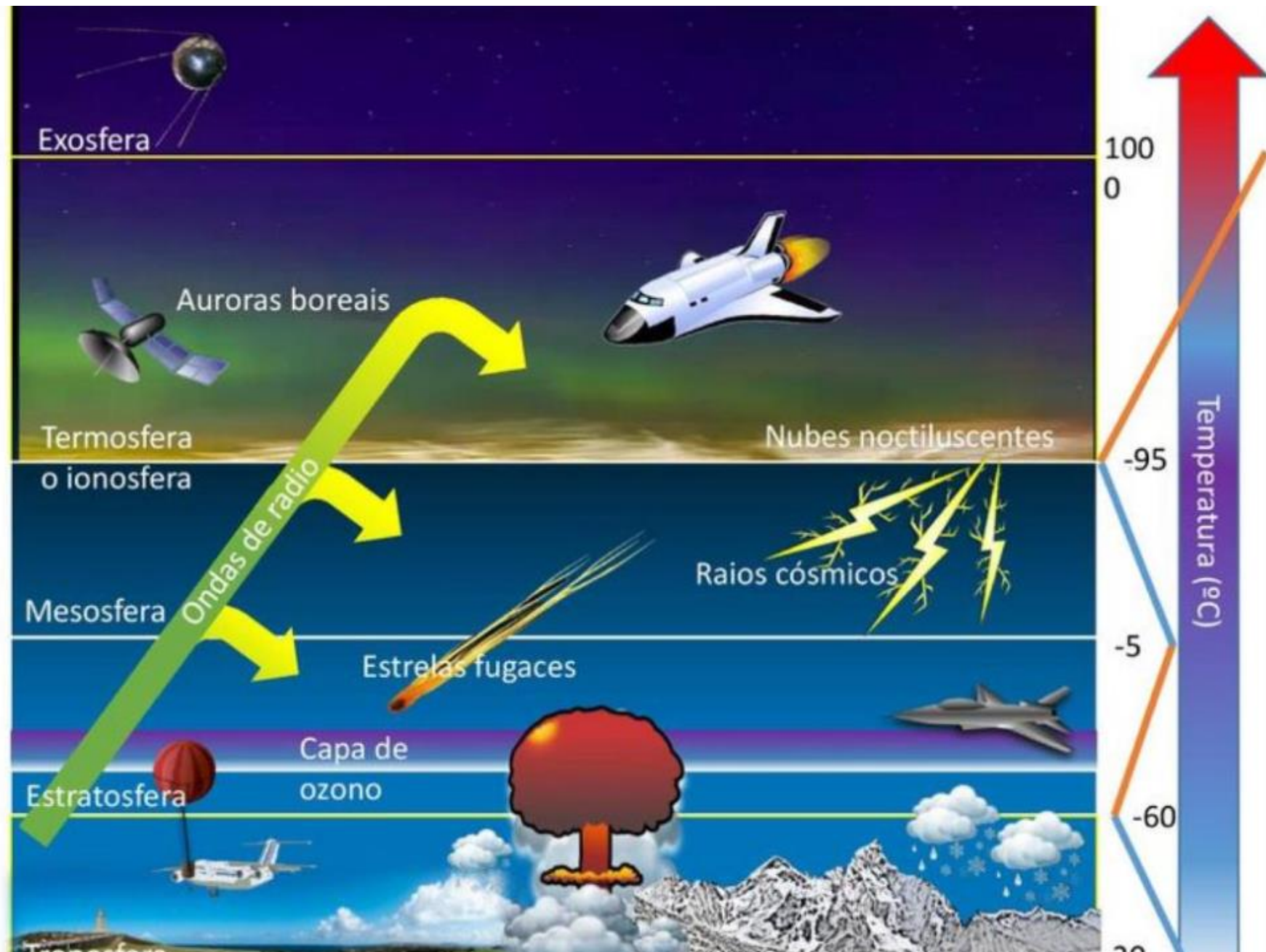
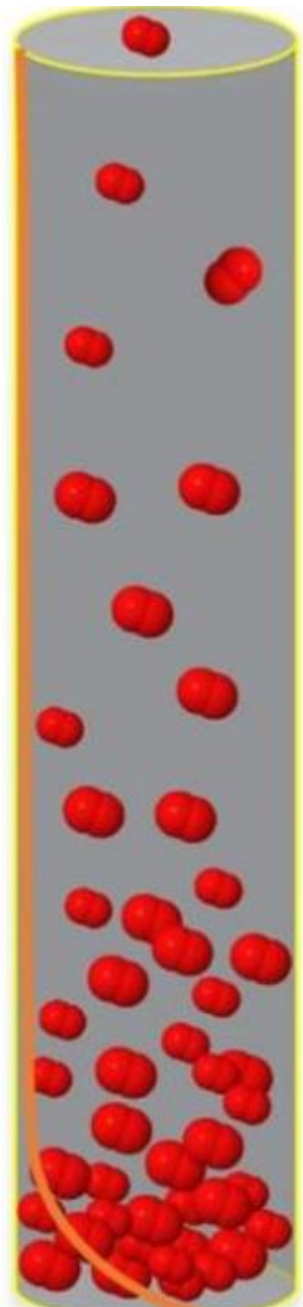
<https://ciencia.nasa.gov/la-magnetosfera-de-la-tierra>



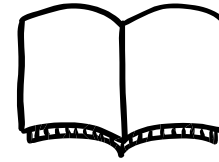
Verónica Moreno

**SISTEMAS
TERRESTRES**

11



BIBLIOGRAFÍA



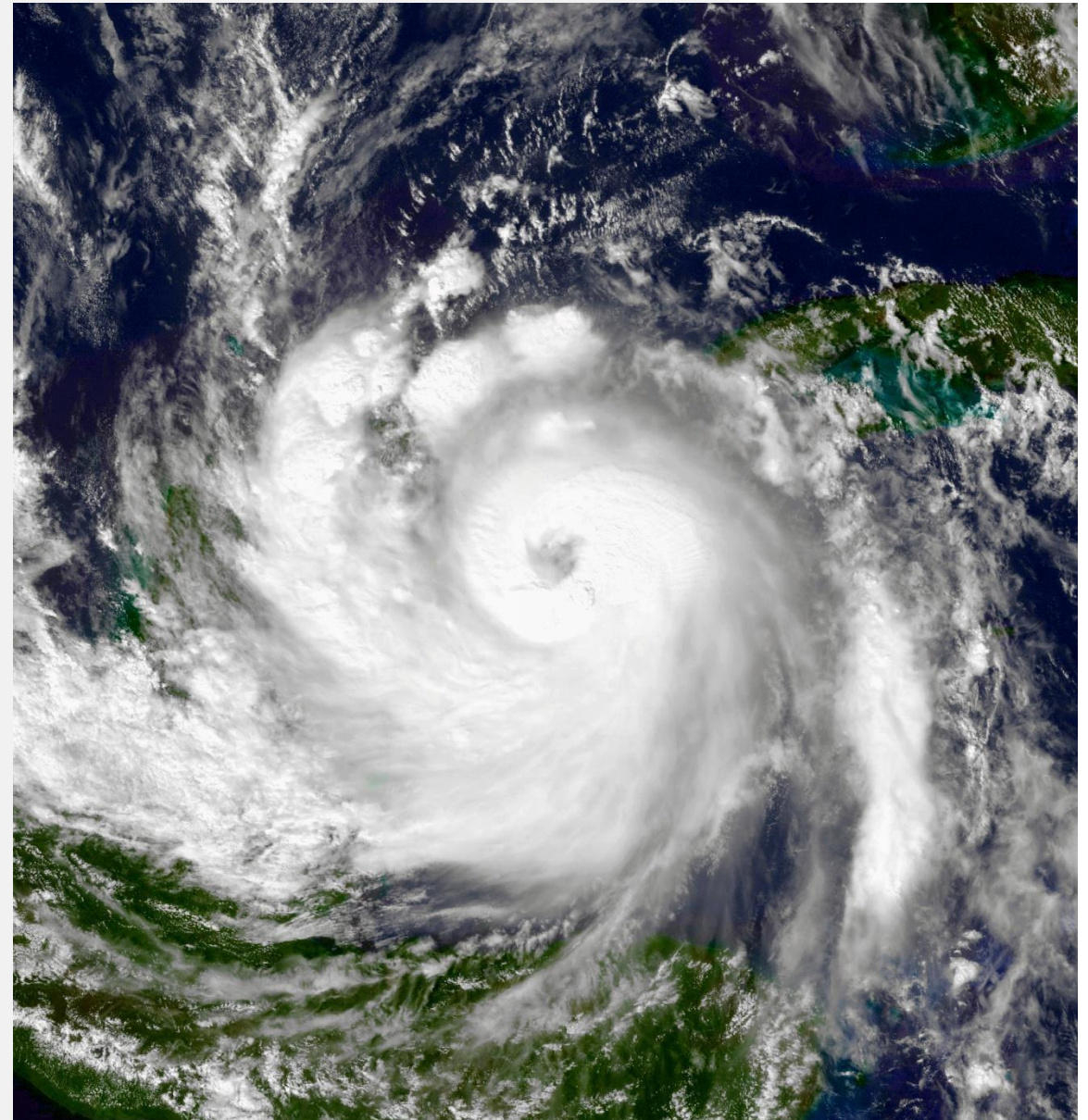
Bentley, C., Layou, K., Kohrs, r., Jaye, S., Affolter, M., Ricketts, B. (2020) Earth Systems Through Time. Historical Geology. WordPress https://opengeology.org/historicalgeology/climate-and-earth-systems-through-time/#Atmosphere_8211_Gaseous_Earth_Troposphere_Greenhouse_Gases_etc

NASA. Earth System. <https://science.nasa.gov/earth-science>

Science-class-net (2019) Earth System http://science-class.net/Earth_systems/earth_systems.htm

Kreger, C. (2004) NASA, Center for education Tectnology. **Earth System Science** <http://www.cotf.edu/ete/ess/ESSspheres.html>

Description	English: Hurricane Roxanne at peak intensity on October 10th.
Date	10 October 1995
Source	NOAA CLASS - www.class.noaa.gov
Author	The National Oceanic and Atmospheric Administration(NOAA)



Description	English: Tree ridge in flames during the 2018 Woolsey Fire , California, US.
Date	Taken on 9 November 2018, 21:11:08
Source	https://www.flickr.com/photos/usforestservice/45923164272/
Author	Photo courtesy of Peter Buschmann, United States Forest Service, USDA . Some additional editing by W.carter .



Boaworm, CC BY 3.0
<<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>>, via
Wikimedia Commons

