

El cielo desde una mirada meteorológica

Curso de Capacitación en Turismo Astronómico



Tec.Met. Matías Posse

Setiembre 2021

Temario

- Tiempo y Clima
- Atmosférica
- Principios básicos de Meteorología
- Nubes

Tiempo y Clima

Tiempo: Es el estado de la atmósfera en un momento determinado (Tiempo presente).

Tiempo



Tiempo y Clima

Clima: Es el estado del medio ambiente habitable (descrito estadísticamente) que resulta de interacción entre los siguientes componentes del sistema climático: **ATMÓSFERA, HIDROSFERA, CRIOSFERA, CONTINENTES, BIOSFERA** entre otros.

Clima



Desierto de Atacama

Clima



Quebrada de los cuervos

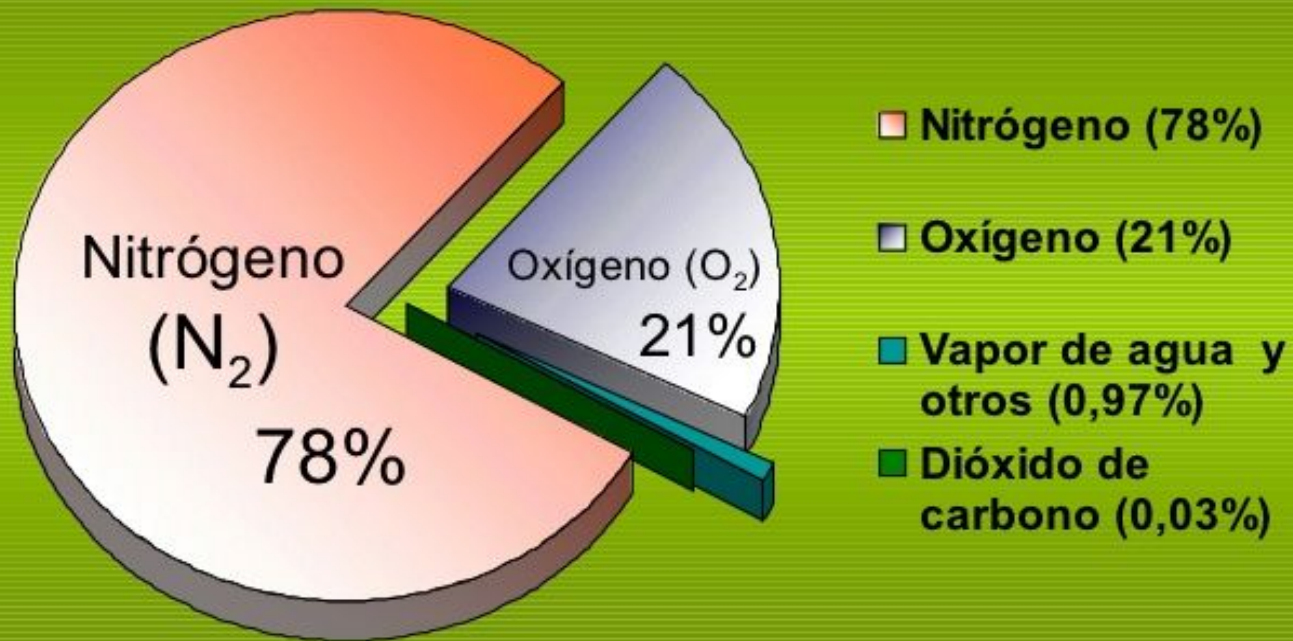
Atmósfera



Atmósfera

Composición de la atmósfera

Esta es la composición de un aire "normal", no contaminado:



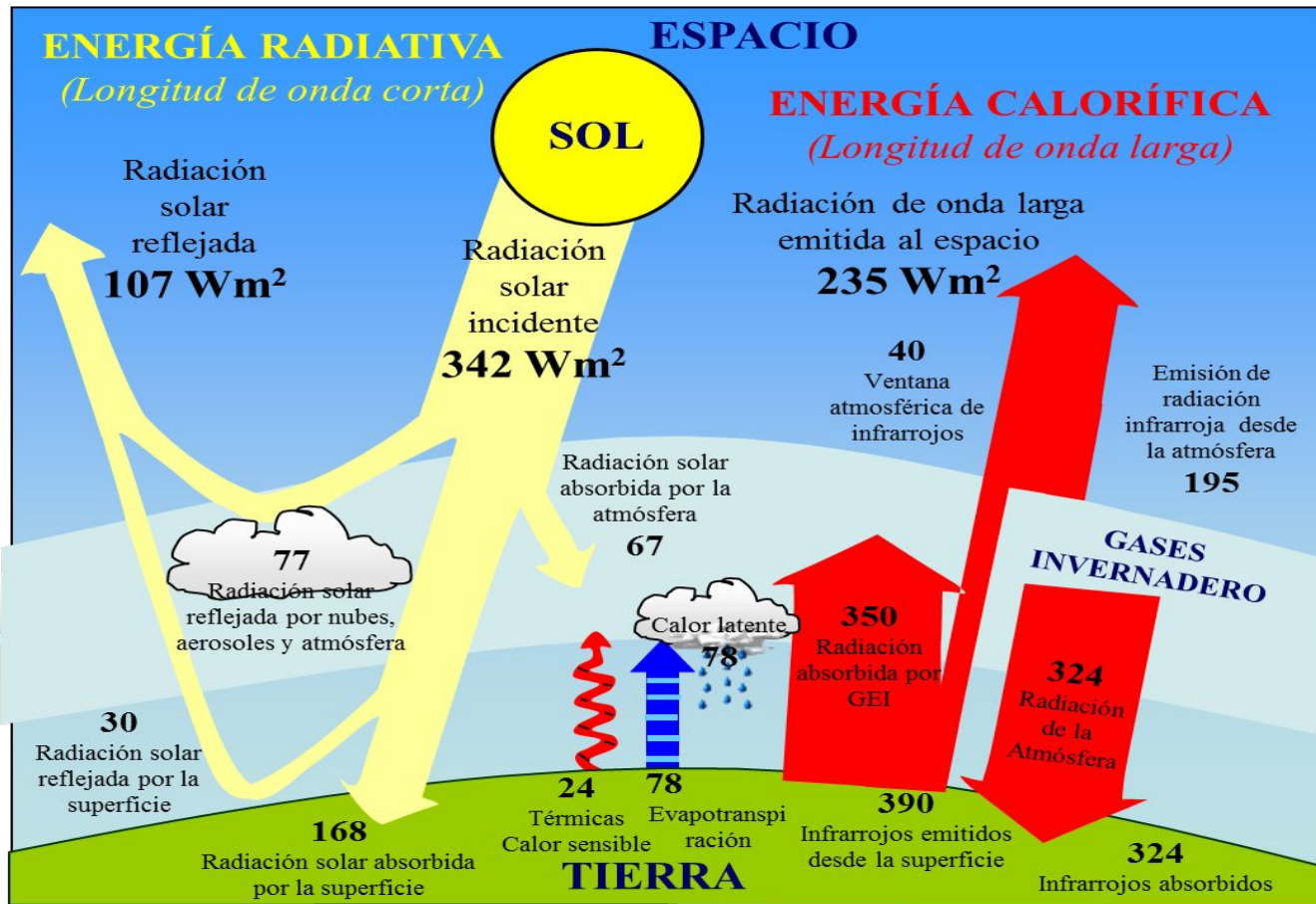
Composición del aire

Atmósfera

Composición de la atmósfera actual	
Gases	%
Nitrógeno (N ₂)	78,08
Oxígeno (O ₂)	20,95
Dióxido de Carbono (CO ₂)	0,0356
Vapor de agua (H ₂ O)	0,001
Metano (CH ₄)	0,00018
Óxido nitroso (N ₂ O)	0,00003
Clorofluorocarbonos (CFC)	0,00000001
Ozono (O ₃)	0 - 0,1
Argón (Ar)	0,93
Neón (Ne)	0,0018
Helio (He)	0,0005
Kriptón (Kr)	Trazas
Xenón (Xe)	Trazas
Hidrógeno (H ₂)	0,00005

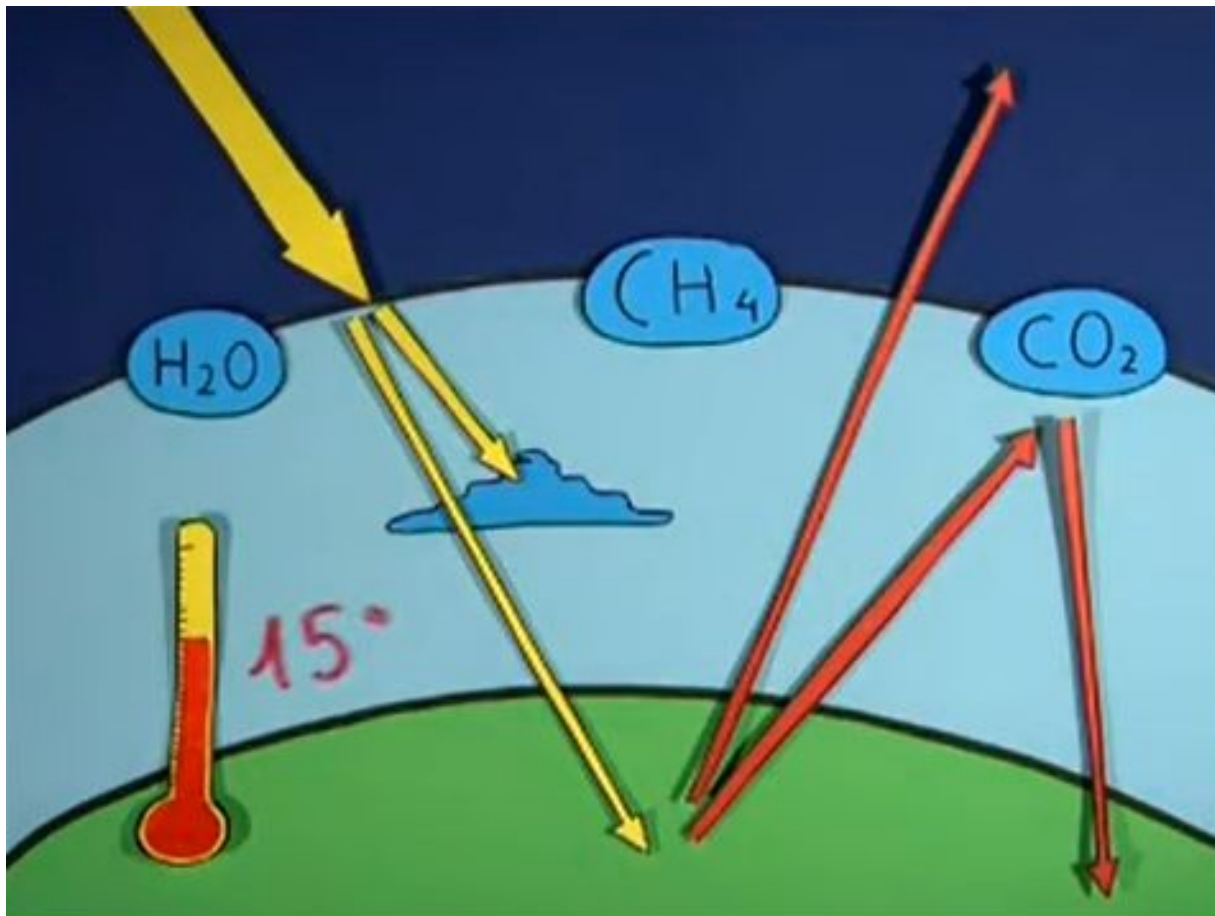
Atmósfera

Balance de radiación



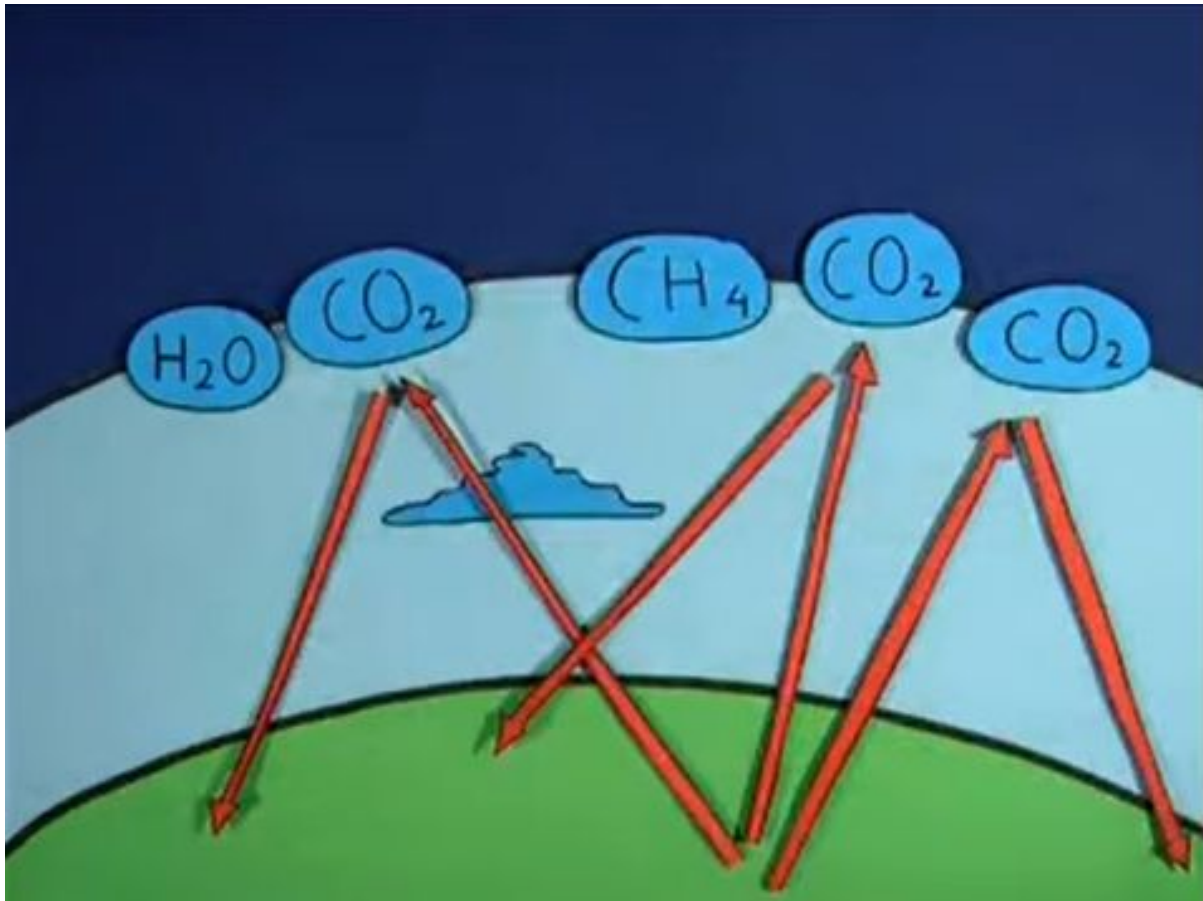
Atmósfera

Efecto invernadero



Atmósfera

Efecto invernadero



Atmósfera

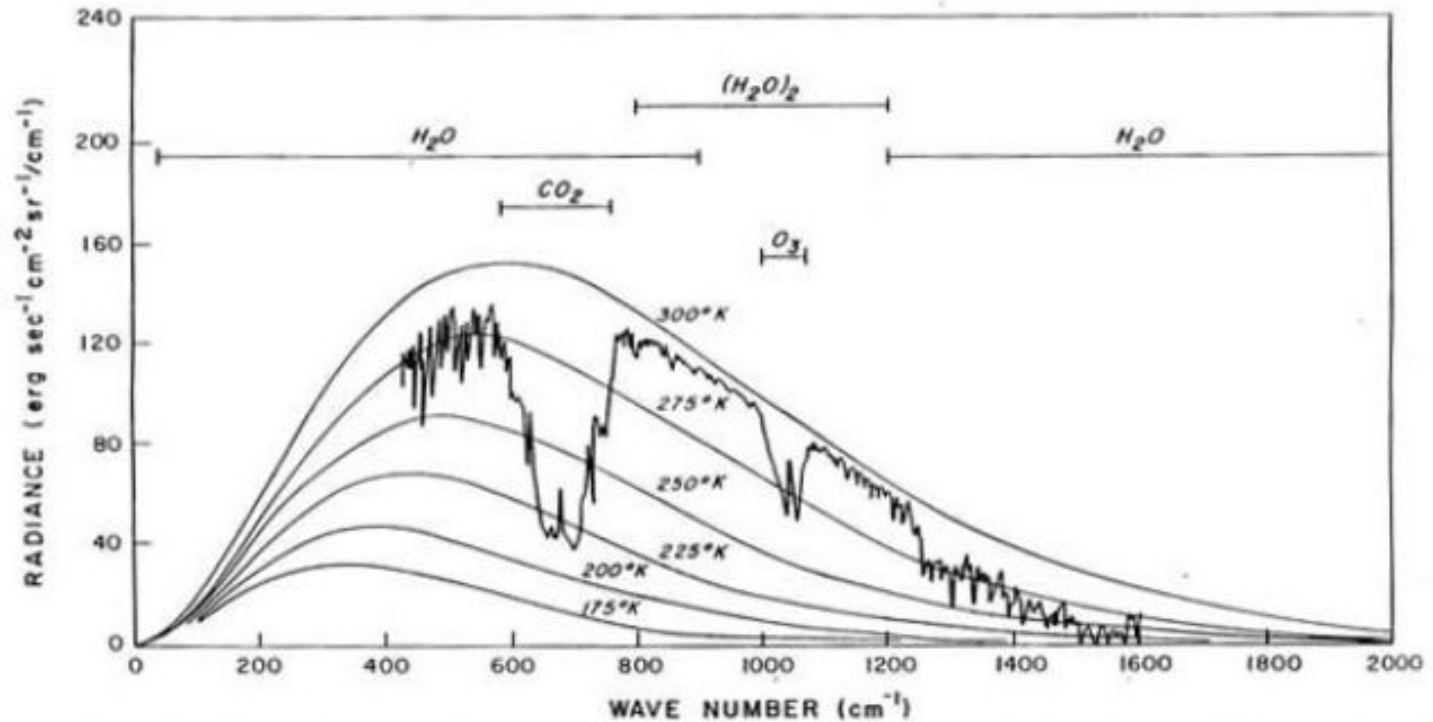
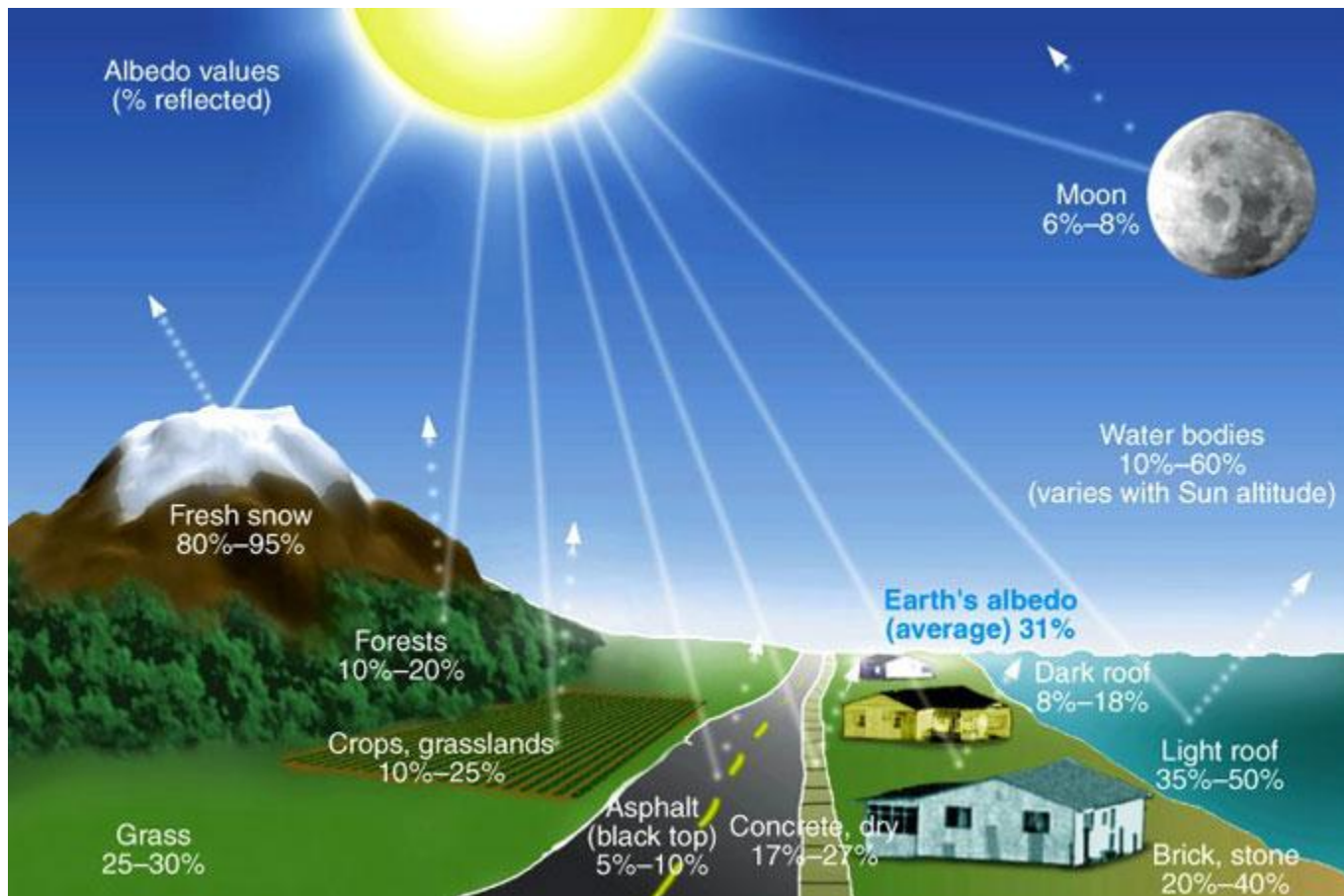


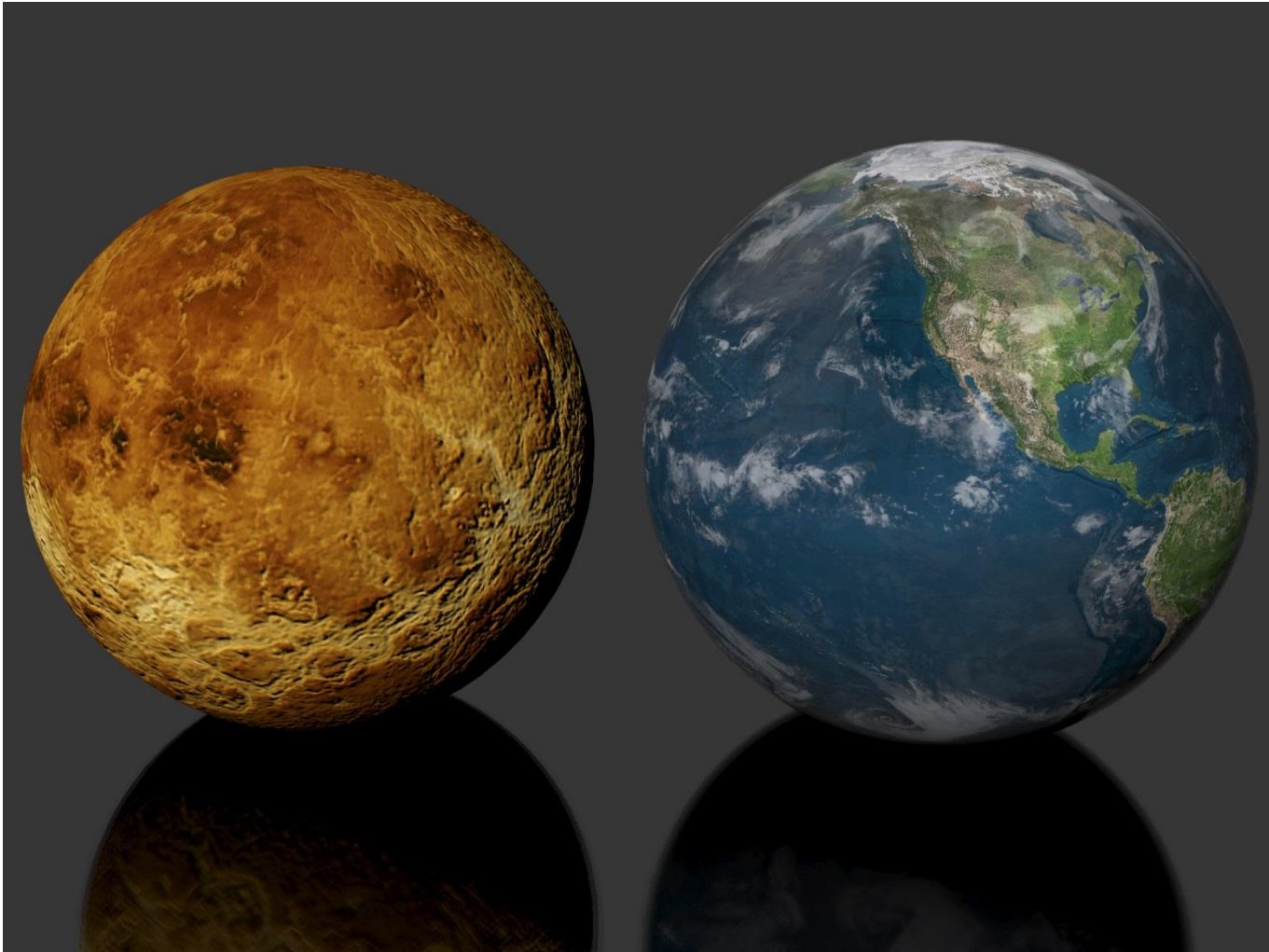
Fig. 4.1 The terrestrial infrared spectra and various absorption bands. Also shown is an actual atmospheric emission spectrum taken by the Nimbus IV IRIS instrument near Guam at 15.1°N and 215.3°W on April 27, 1970.

Atmósfera

Albedo

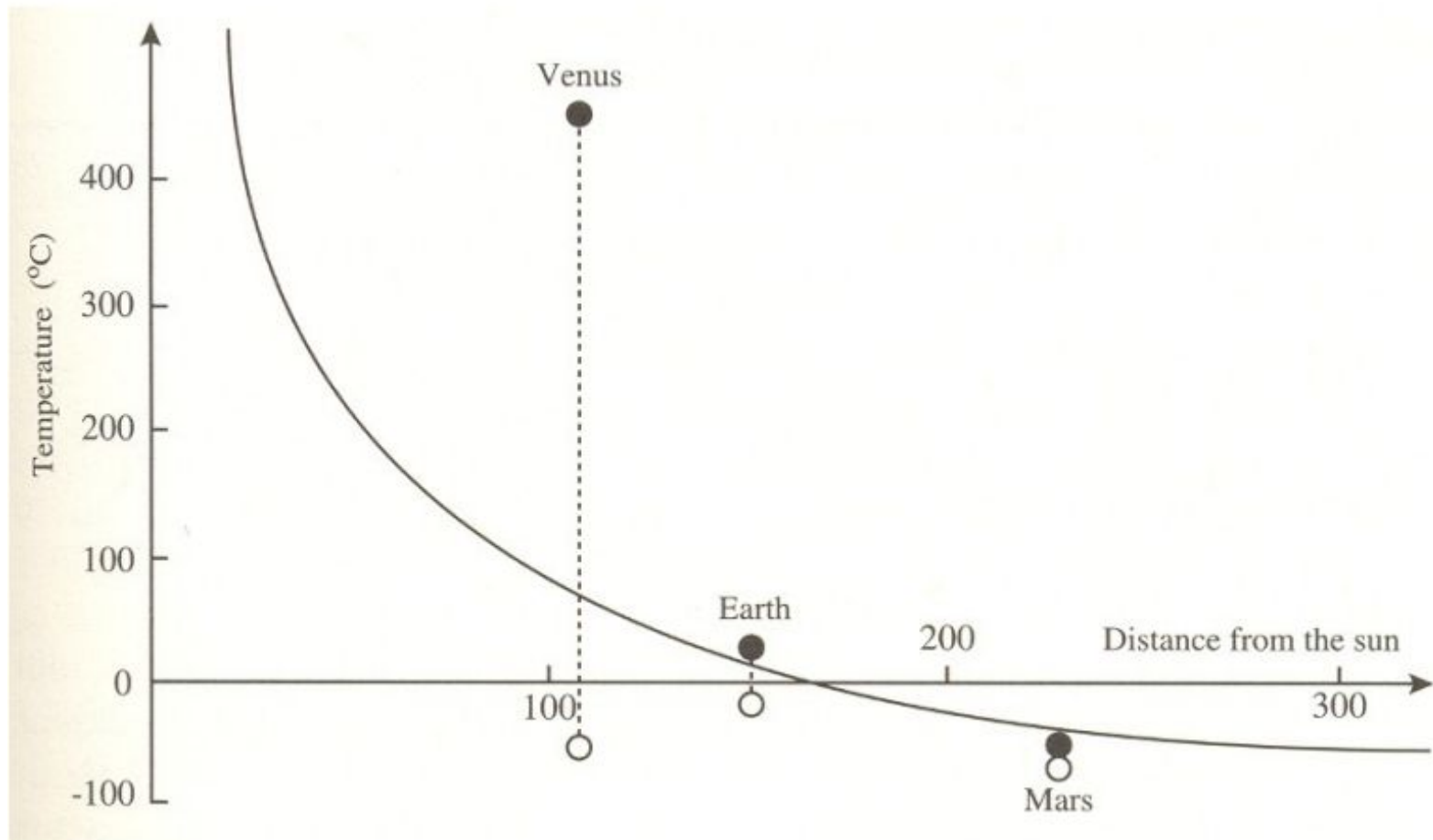


Atmósfera



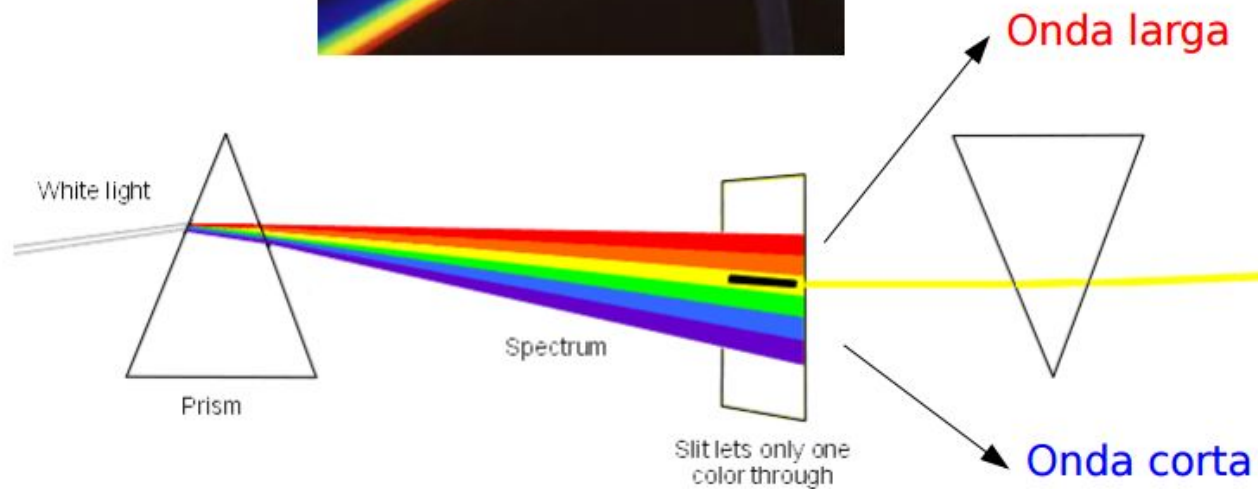
Atmósfera

La curva muestra las T calculadas si los planetas absorbieran toda la radiación solar. (círculos negros: T observada)



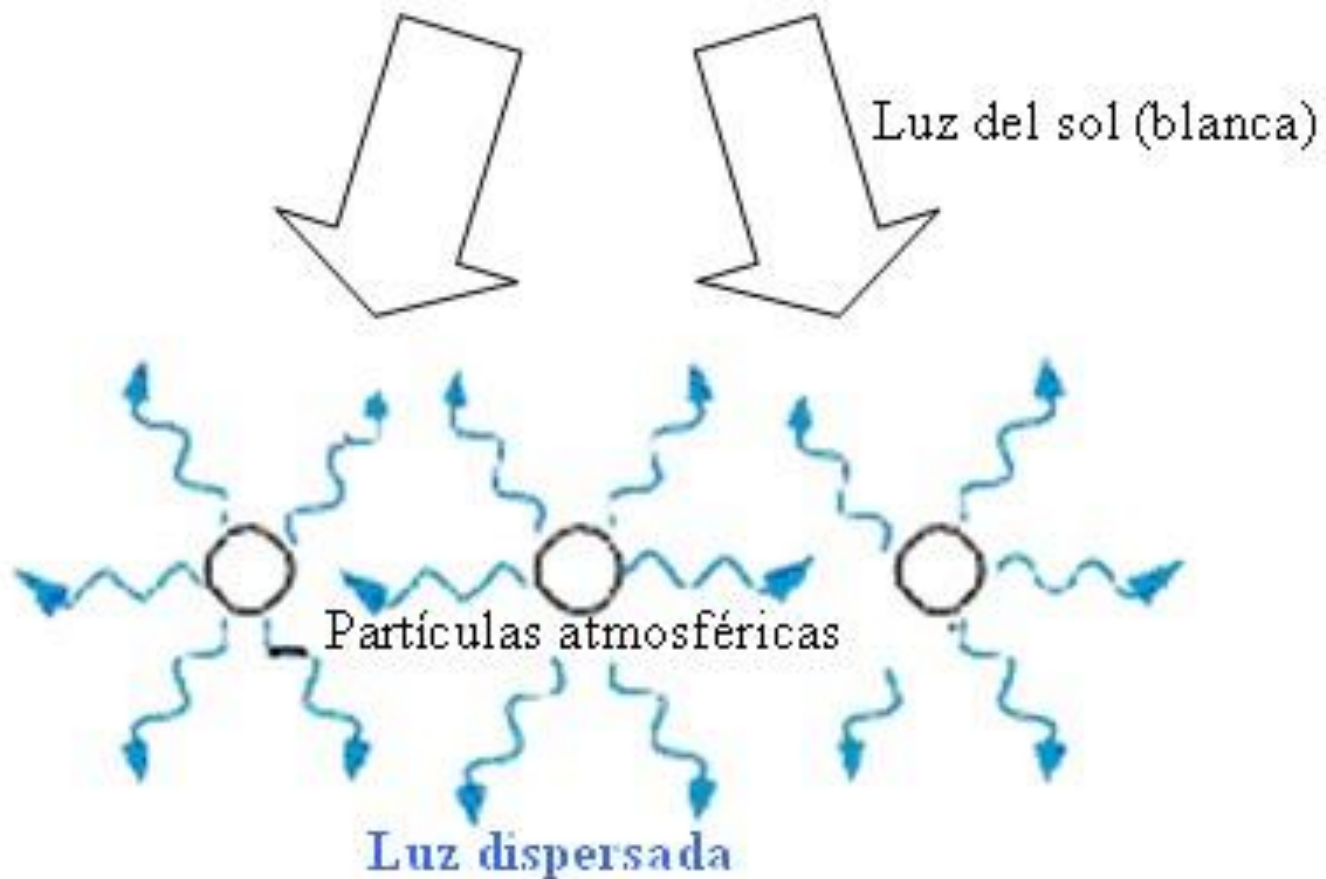
Atmósfera

Dispersión

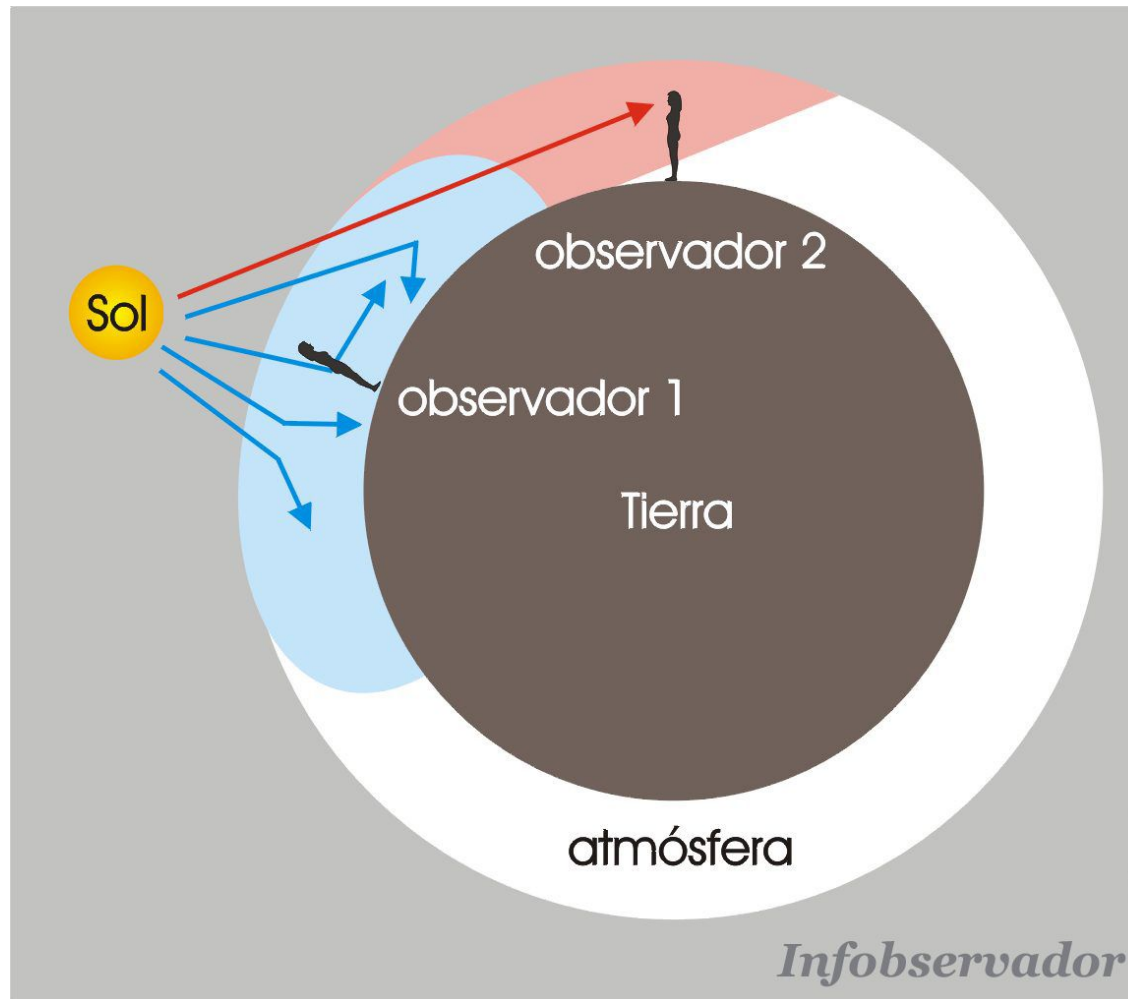


Atmósfera

Dispersión de Rayleigh

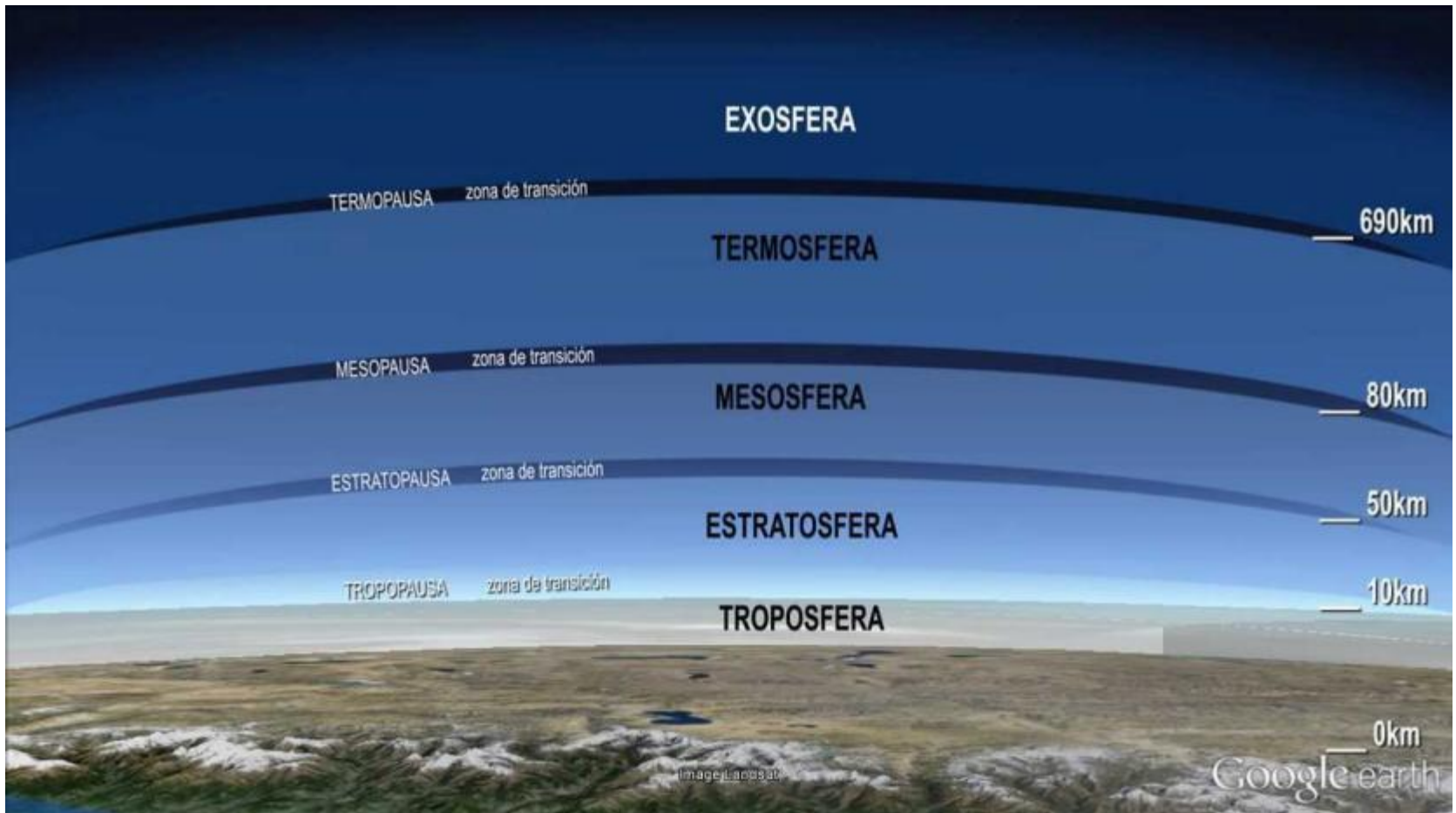


Atmósfera

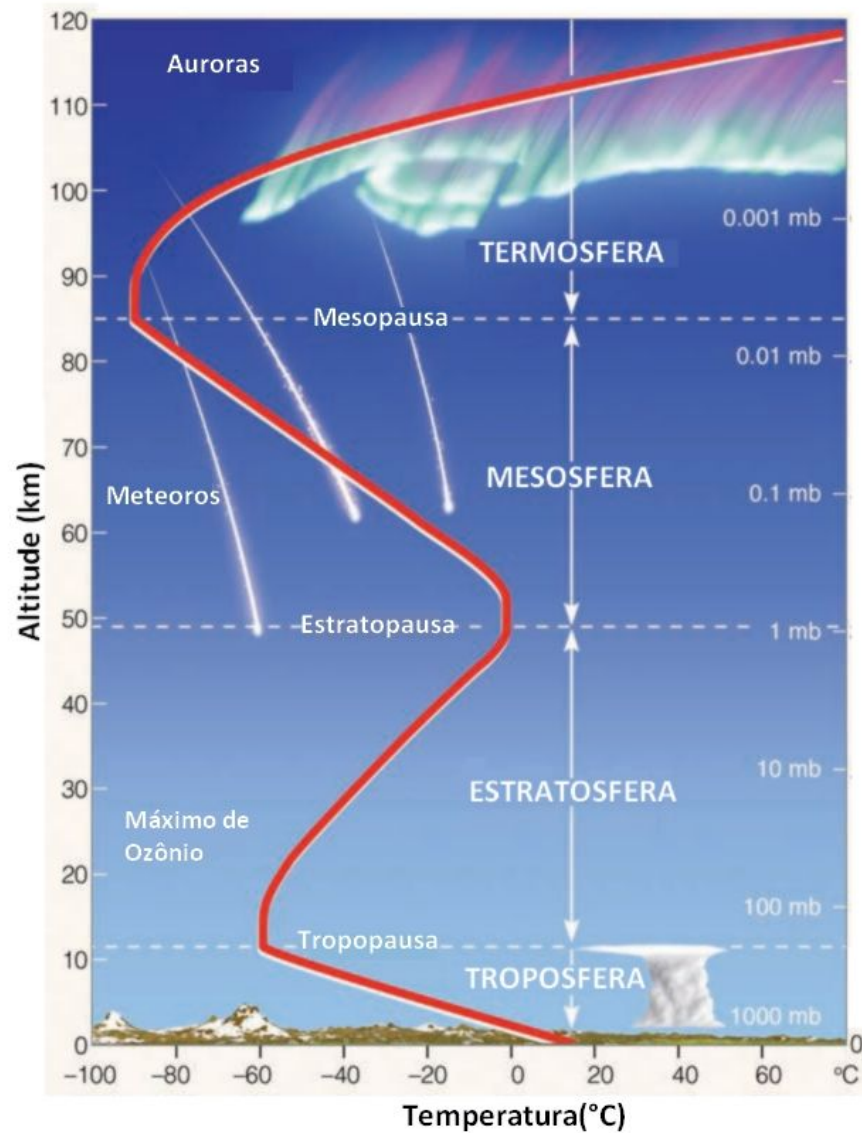


Atmósfera

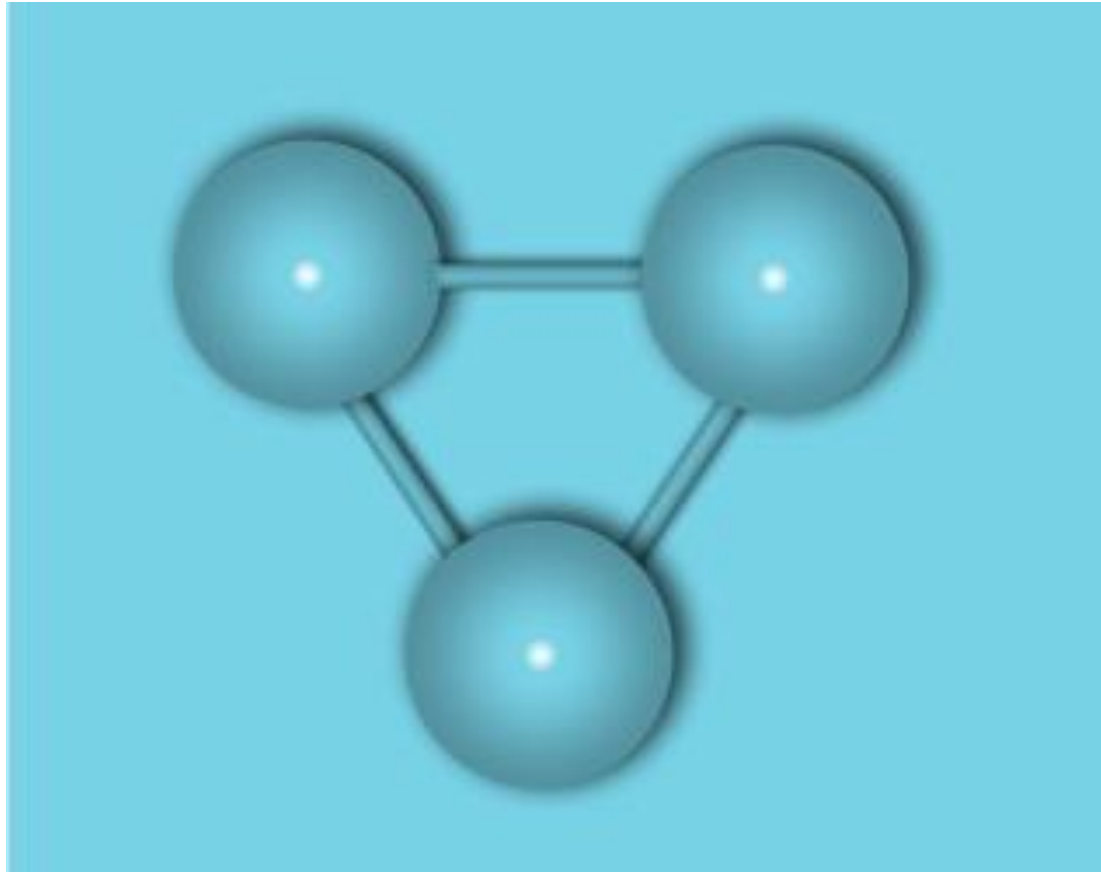
Estructura vertical



Atmosfera



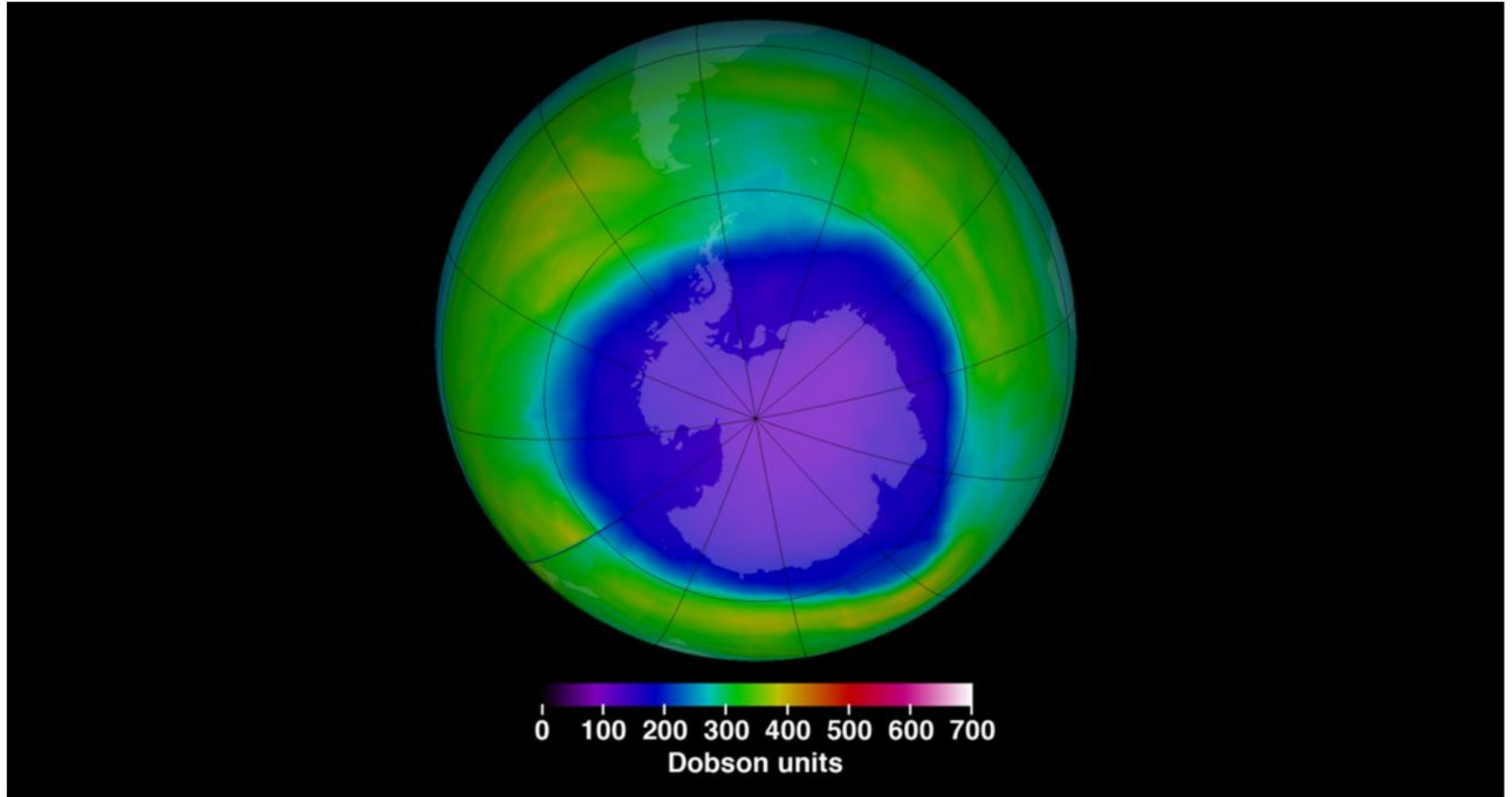
Ozono



Ozono

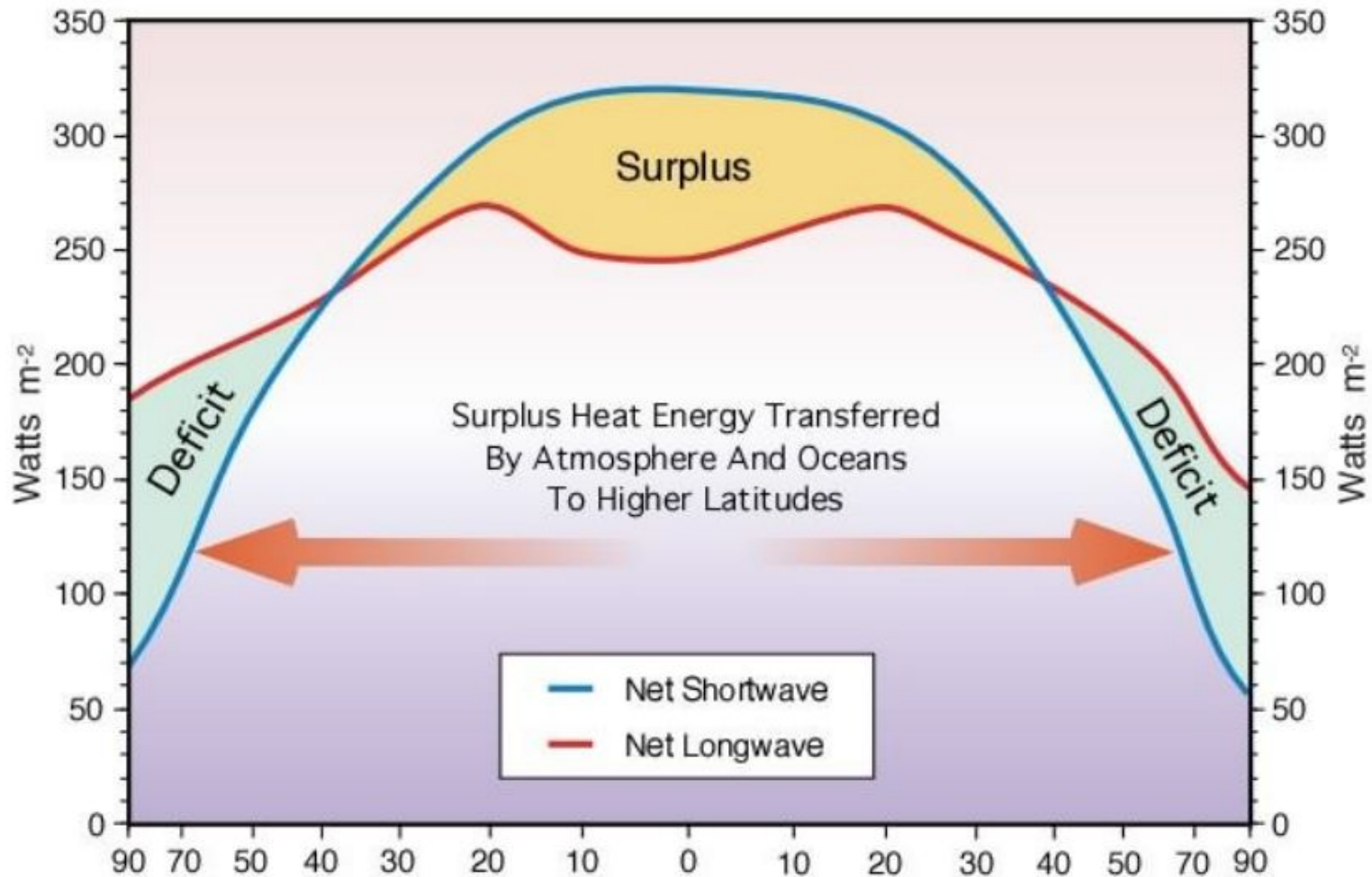


Capa de ozono

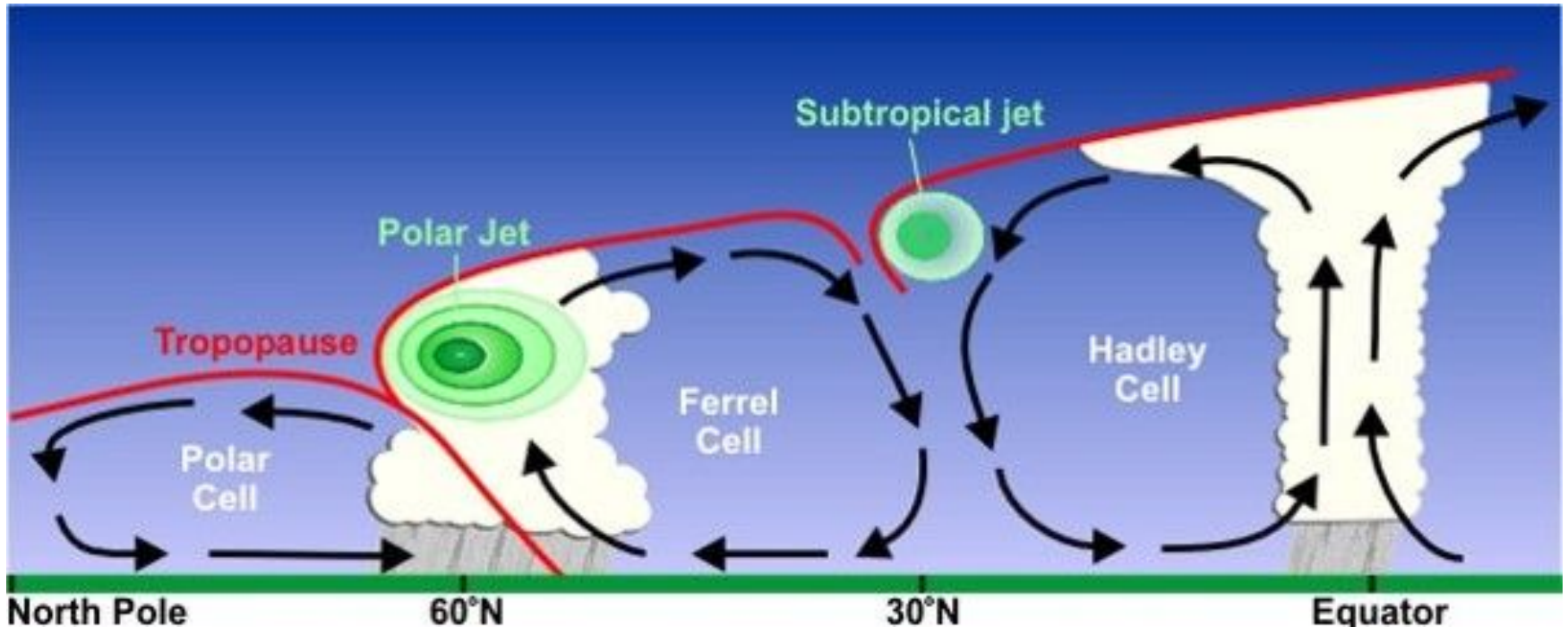


1 octubre - 2018. Foto: NASA.

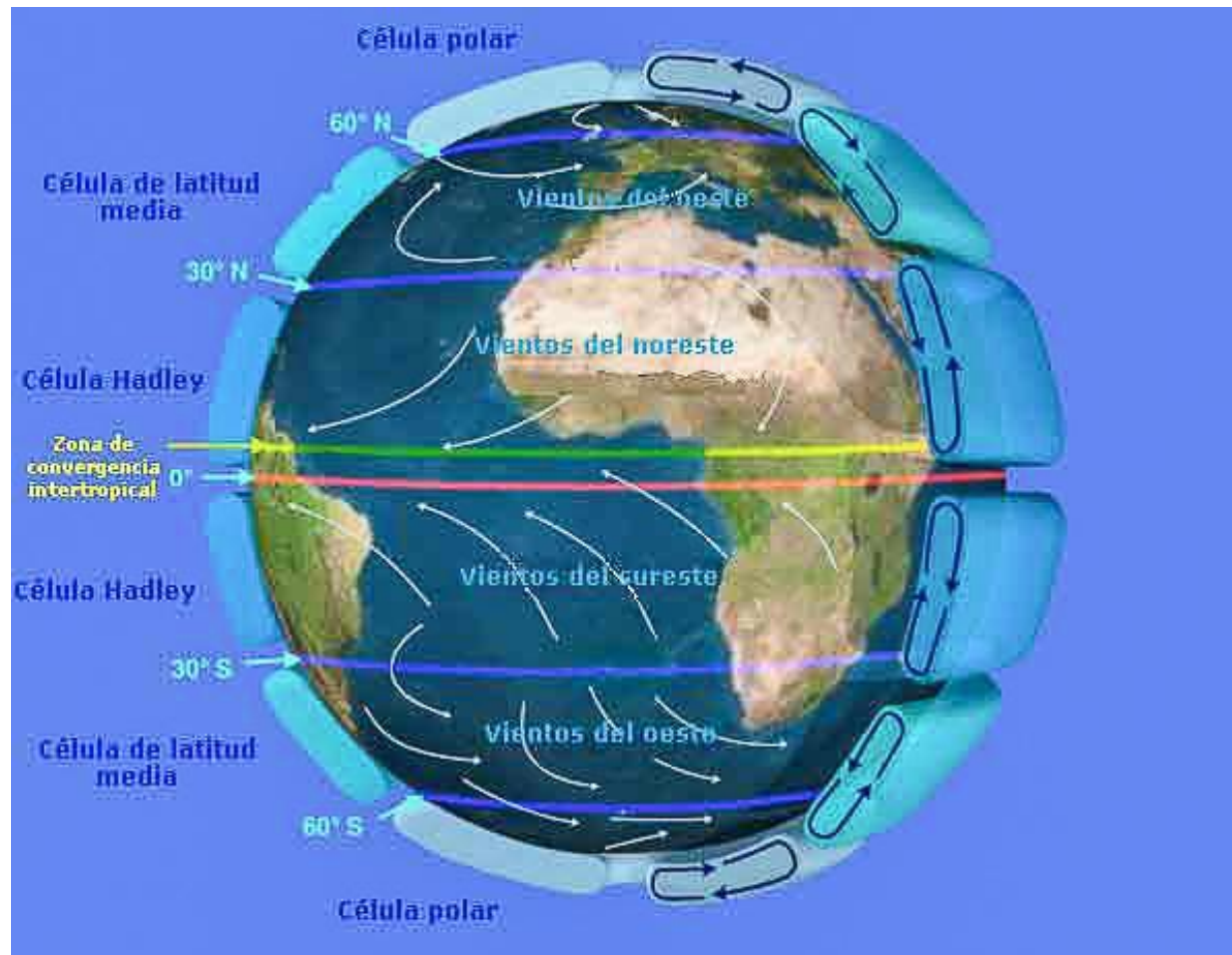
El motor del tiempo: distribucion de la energia



Circulación general atmosférica

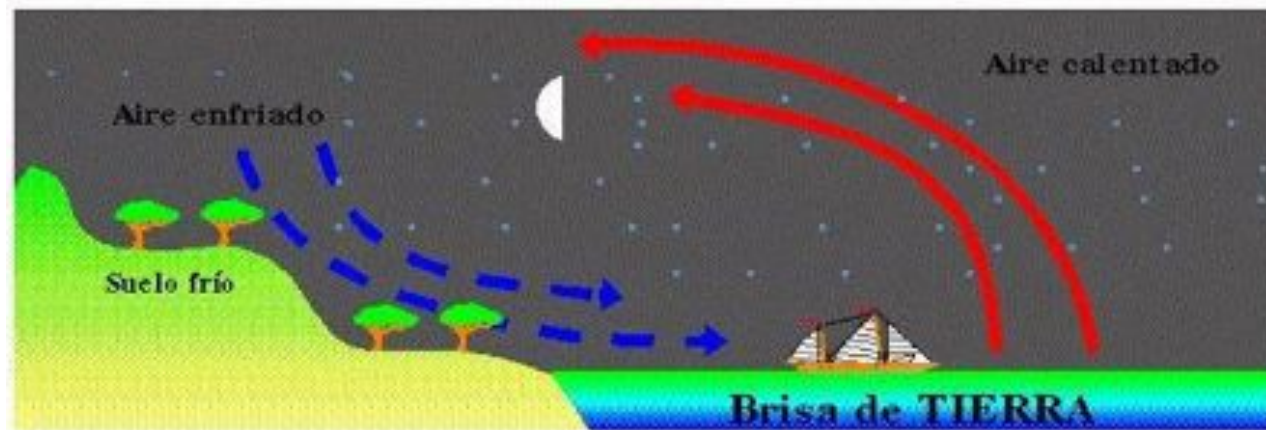
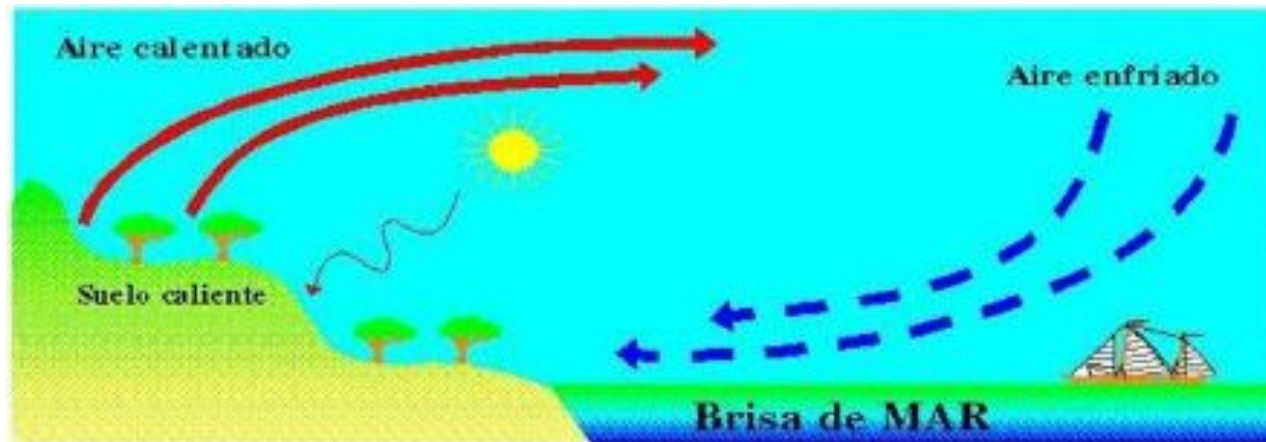


Circulación general atmosférica



Circulación general atmosférica

Ej: Brisa de mar y tierra



Circulación Oceánica

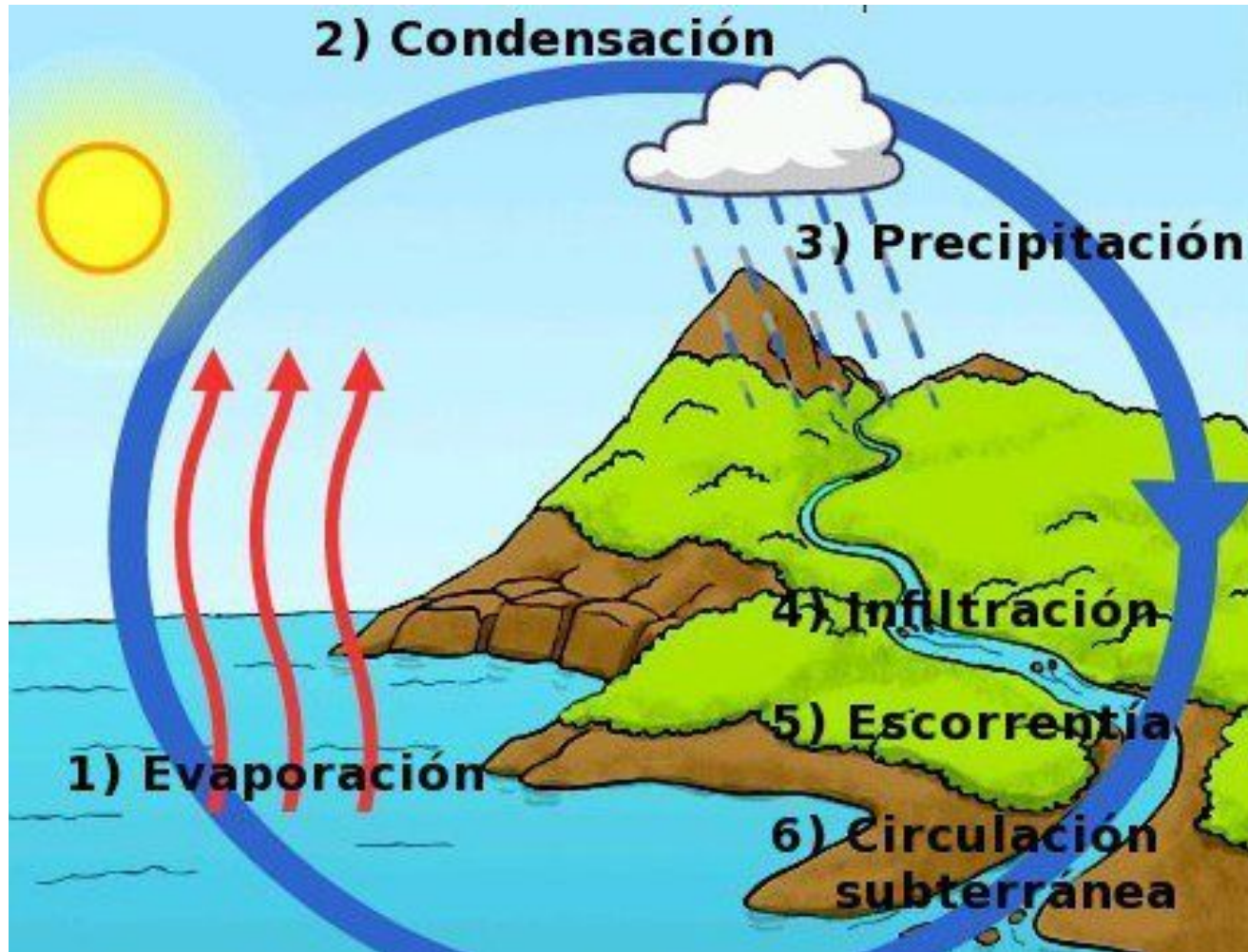


Agua en la Atmósfera



Vapor de agua

Ciclo Hidrológico



Formación de nubes



Formación de nubes

1- Ascenso del aire.

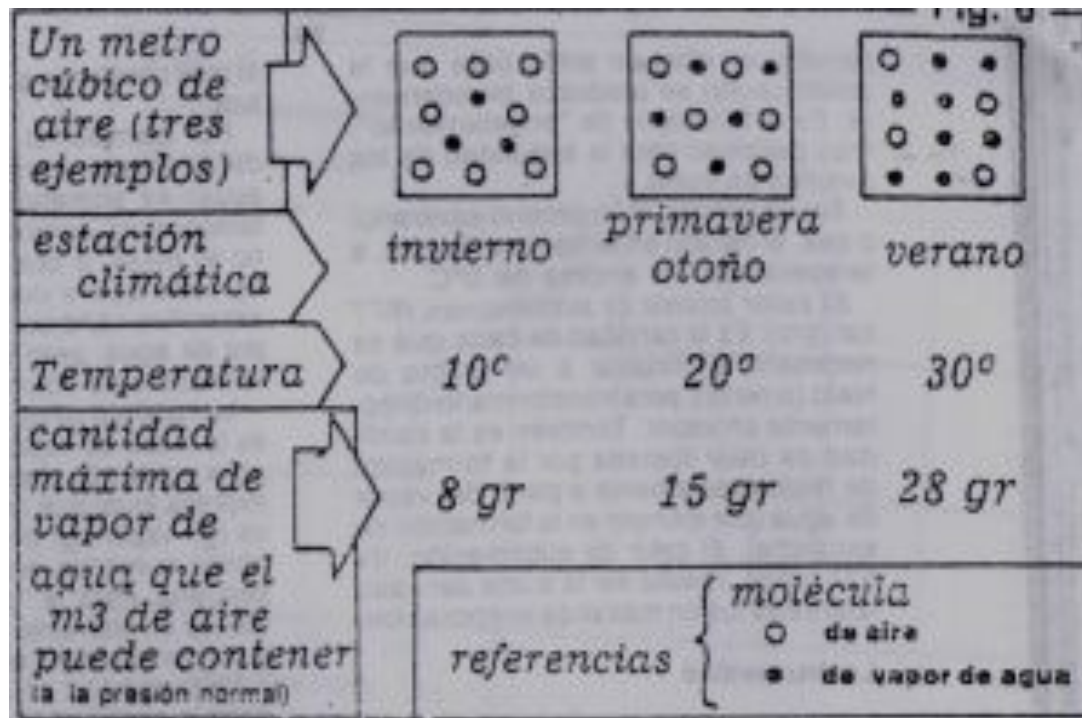
2- Saturación del aire por enfriamiento adiabático (no admite más vH_2O).

3- Condensación.

Formación de nubes

¿Cómo se satura el aire?

- por incremento de vapor de agua
- por enfriamiento.



Formación de nubes

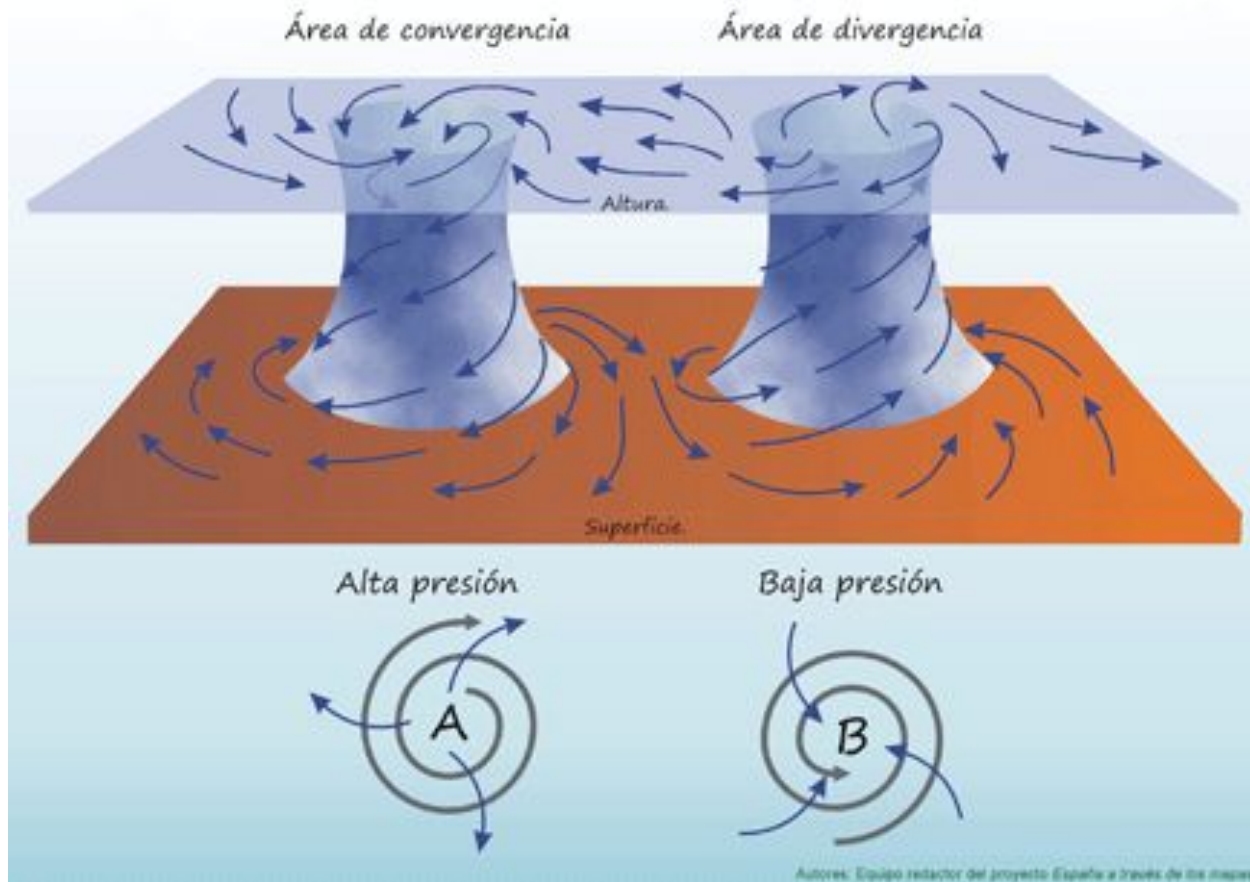
Tipos de ascenso:

- Dinámico
- Térmico
- Frontal
- Orográfico



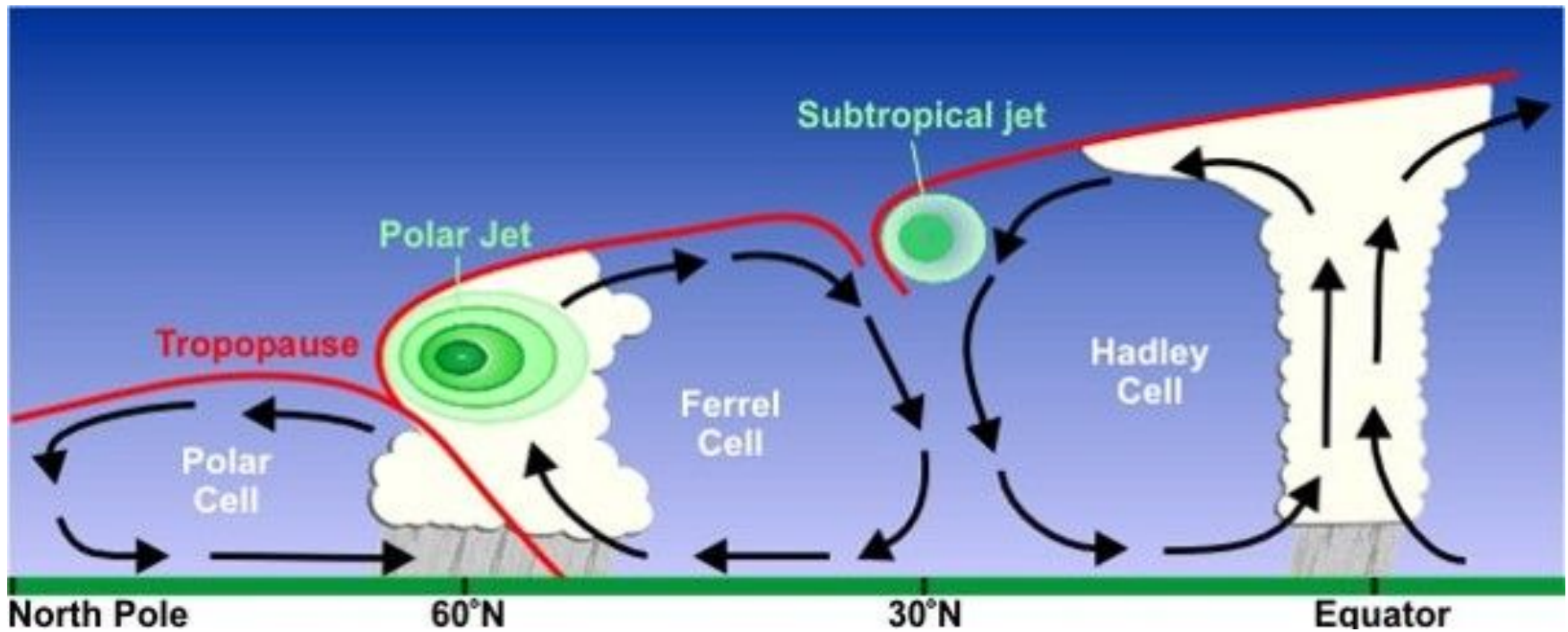
Formación de nubes

Ascenso dinámico



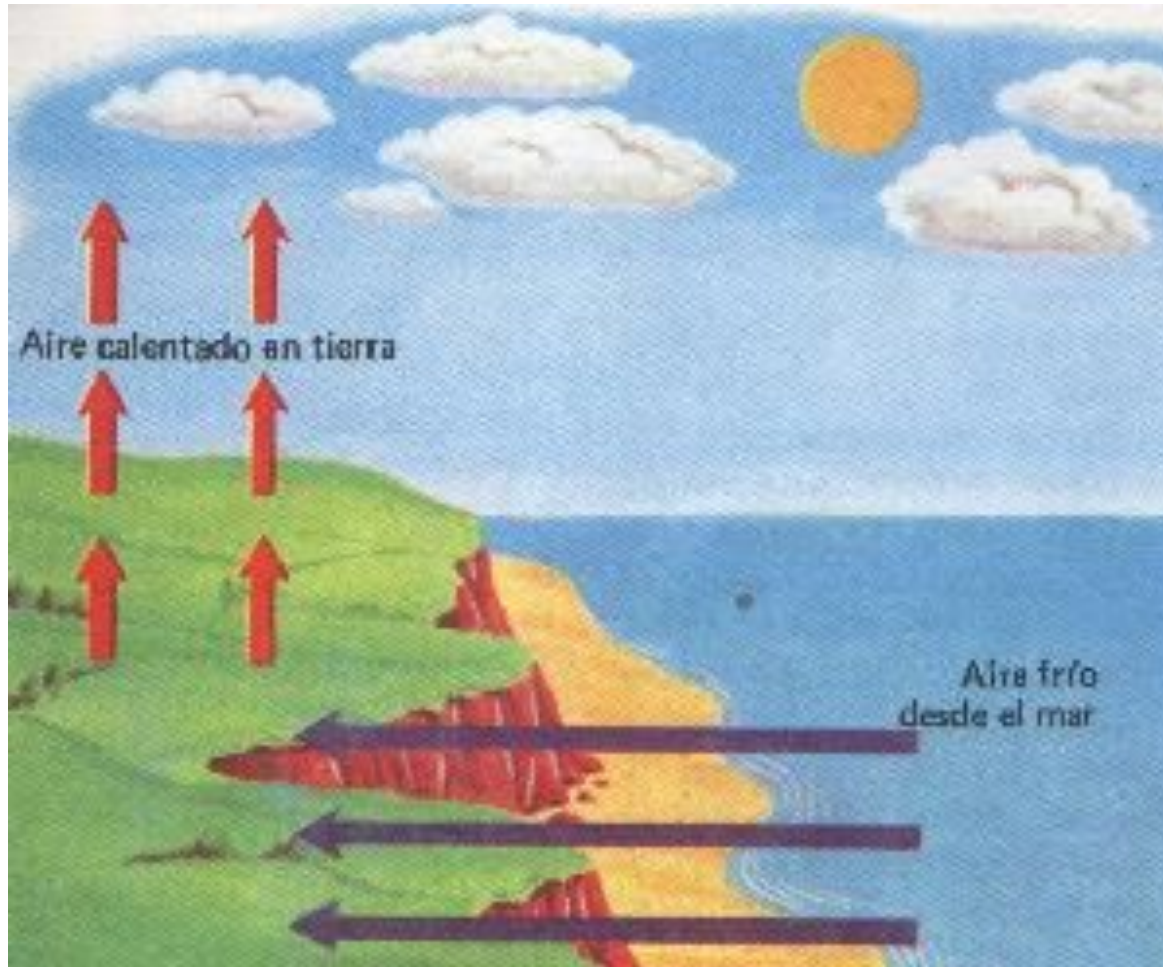
Formación de nubes

Ascenso dinámico



Formación de nubes

Ascenso térmico



Formación de nubes

Ascenso orográfico



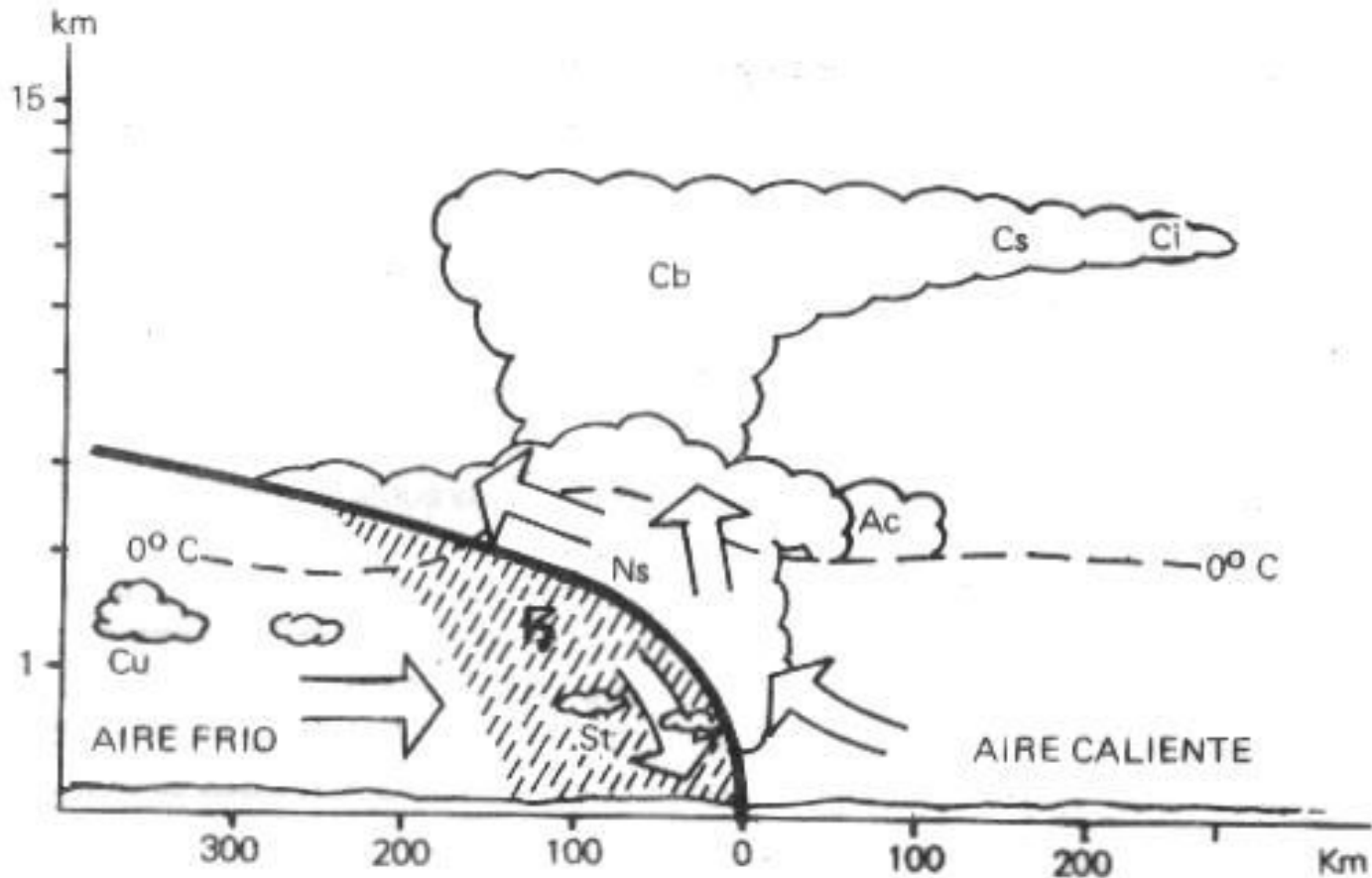
Formación de nubes

Ascenso orográfico



Formación de nubes

Ascenso frontal



Formación de nubes

Es necesario la existencia de **núcleos de condensación** .

Son partículas de naturaleza química y orgánica que se encuentran en la atmósfera, ejemplos: sal marina (higroscópicos), partículas de polvo etc.

Sobre la superficie de los núcleos el agua se condensa.

Clasificación de nubes

El Atlas Internacional de Nubes reconoce actualmente diez géneros de nubes (clasificaciones básicas), que describen en qué parte del cielo se forman y su apariencia aproximada.

Las nubes altas suelen formarse por encima de los 5 000 metros; las nubes medias se suelen formar entre los 2 000 y los 7 000 metros; y las nubes bajas suelen formarse a una altura máxima de 2 000 metros.

Clasificación de nubes

La mayoría de los nombres de nubes contienen prefijos y sufijos latinos que, al combinarse, dan una indicación del tipo de nube. Algunos de ellos son los siguientes:

- **Stratus/strato:** alargado, allanado y nivelado
- **Cumulus/cumulo:** montón, colmo
- **Cirrus/cirro:** plumoso, fleco
- **Nimbus/nimbo:** portador de lluvia
- **Alto:** nivel medio (aunque altus significa alto en latín)

Clasificación de nubes

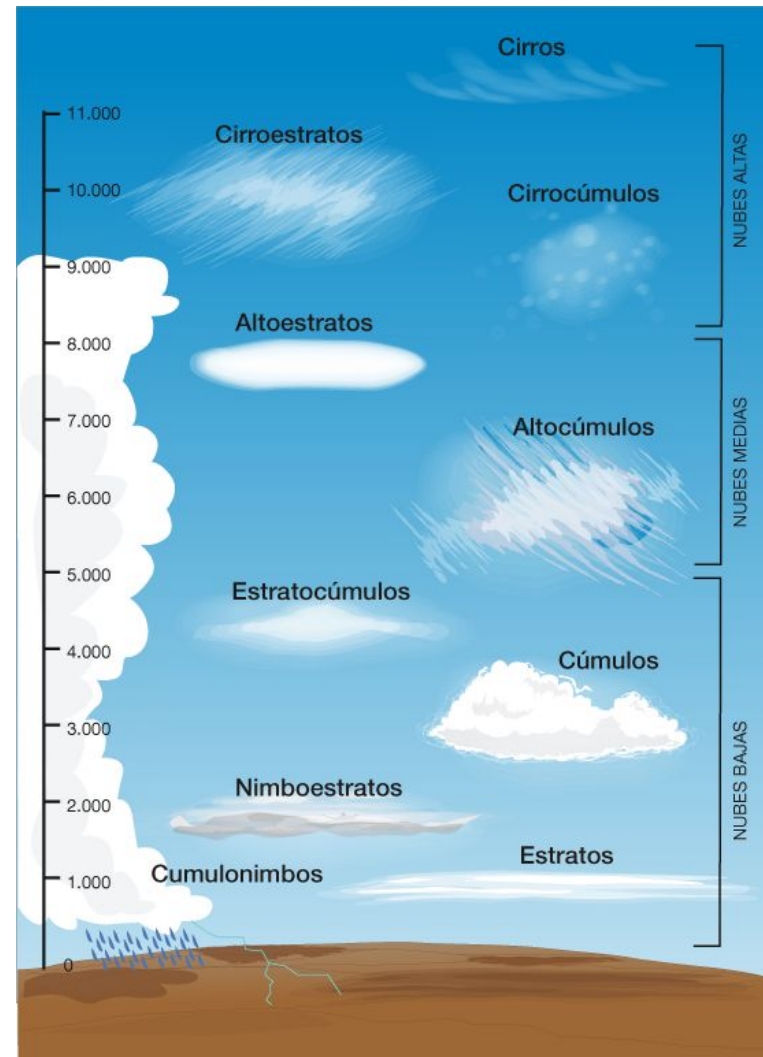
Según la altura:

Nubes Bajas (agua líquida)

Nubes Medias (agua líquida)

Nubes Altas (cristales de hielo)

Nubes de Desarrollo Vertical



Nubes

Nubes Bajas:

- Cúmulo
- Strato
- Stratocumulo

Nubes

Cúmulo

Nubes separadas, generalmente densas y de contornos bien definidos, que se desarrollan verticalmente en forma de protuberancias, cúpulas o torres cuya parte superior convexa se parece con frecuencia a una coliflor. Las partes de estas nubes iluminadas por el Sol son, en su mayoría, de un blanco brillante; su base es relativamente oscura y casi horizontal.



Nubes

Cúmulo



Nubes

Strato

Capa de nubes generalmente gris, con una base relativamente uniforme de la que pueden caer llovizna, nieve o cinarra.

Cuando el Sol es visible a través de la nube, su contorno se distingue claramente.



Nubes

Strato



Nubes

Stratocumulo

Banco, banda delgada o capa de nubes de color blanco o gris, o a la vez blanco y gris, que casi siempre presentan partes oscuras y están compuestos por losetas, masas redondeadas, rodillos, etc., que no son fibrosos (excepto la virga) y que pueden o no estar unidos; la mayoría de los pequeños elementos están distribuidos con regularidad y tienen, por lo general, una anchura aparente superior a 5 grados.



Nubes

Stratocumulo



Nubes

Nubes Medias

- Altostrato
- Altocúmulo
- Nimbostrato

Nubes

Altostrato

Banda delgada o **capa nubosa grisácea** o azulada de apariencia estriada, fibrosa o uniforme que **cubre por entero o parcialmente el cielo**. Tiene partes suficientemente delgadas que permiten distinguir el Sol al menos vagamente, como a través de un vidrio deslustrado.



Nubes

Altostrato



Nubes

AltoCúmulo

Banco, banda delgada o capa de nubes blancas o grises, o a la vez blancas y grises, que normalmente tienen sombras y están compuestos de losetas, masas redondeadas, rodillos, que a veces son parcialmente fibrosos o difusos y pueden estar unidos o no; la mayoría de los pequeños elementos están distribuidos regularmente



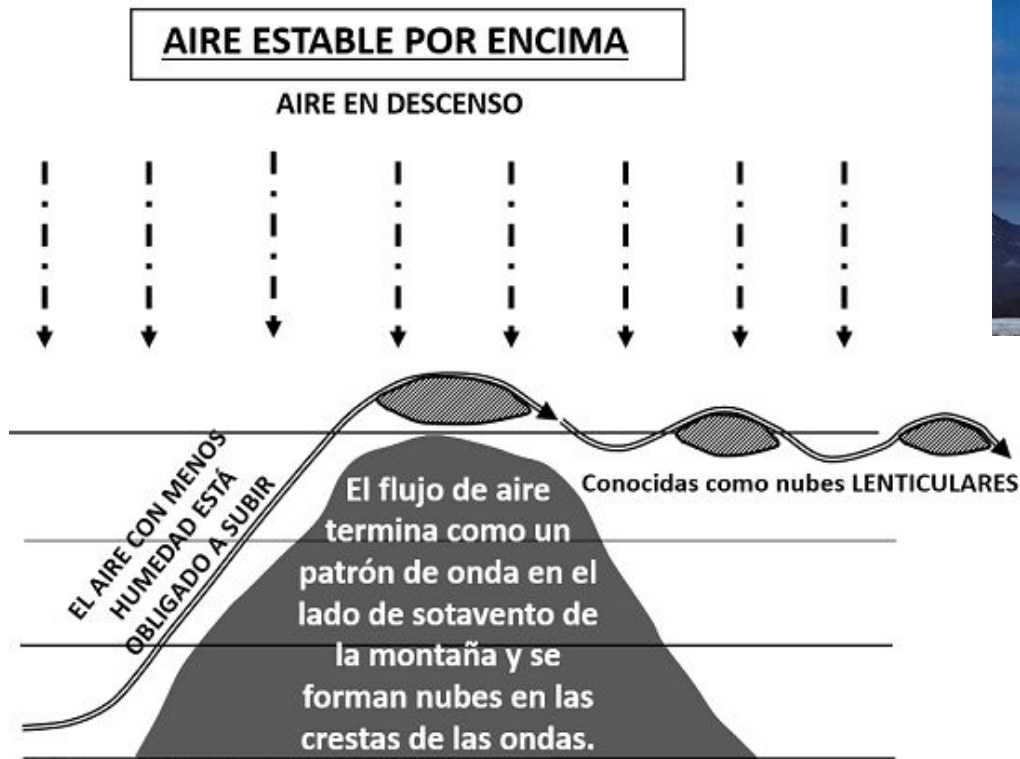
Nubes

Altocúmulo



Nubes

Alto cúmulo lenticular (nube orográfica)



- Menos condiciones de superficie húmeda
- Viento perpendicular a la montaña
- Velocidad del viento de 10 a 20 nudos

Nubes

Nimbostrato

Capa de nubes gris, a menudo oscura, con un aspecto velado por la precipitación más o menos continua de lluvia o nieve que, en la mayoría de los casos, llega al suelo. El espesor de esta capa es por todas partes suficiente para ocultar completamente el Sol.



Nubes

Nimbostrato



Nubes

Nubes Altas

- Cirrus
- Cirrostrato
- Cirrocúmulo

Nubes

Cirrus

Nubes separadas, en forma de filamentos blancos y delicados, o de bancos o bandas estrechas, blancas o casi blancas. Estas nubes tienen un aspecto fibroso (parecido a cabellos) o un brillo sedoso, o ambos a la vez.



Nubes

Cirrus



Nubes

Cirrostrato

Velo nuboso transparente y blanquecino, de aspecto fibroso o liso, que cubre total o parcialmente el cielo y a menudo da lugar a fenómenos de halo.



Nubes

Cirrostrato



Nubes

Cirrocúmulo

Banco, banda o capa de nubes delgadas y de color blanco, sin sombras, compuestos de elementos muy pequeños en forma de gránulos, ondulaciones, etc., unidos o separados y distribuidos con mayor o menor regularidad



Nubes

Cirrocúmulo



Nubes

Nubes de Desarrollo Vertical

- Cumulusnimbus

Nubes

Cumulonimbus

Nube amazacotada y densa, con un desarrollo vertical considerable, en forma de montaña o de enormes torres. Parte, al menos, de su cima es normalmente lisa, fibrosa o estriada, y casi siempre aplastada; esta parte se extiende a menudo en forma de un yunque o de un vasto penacho.

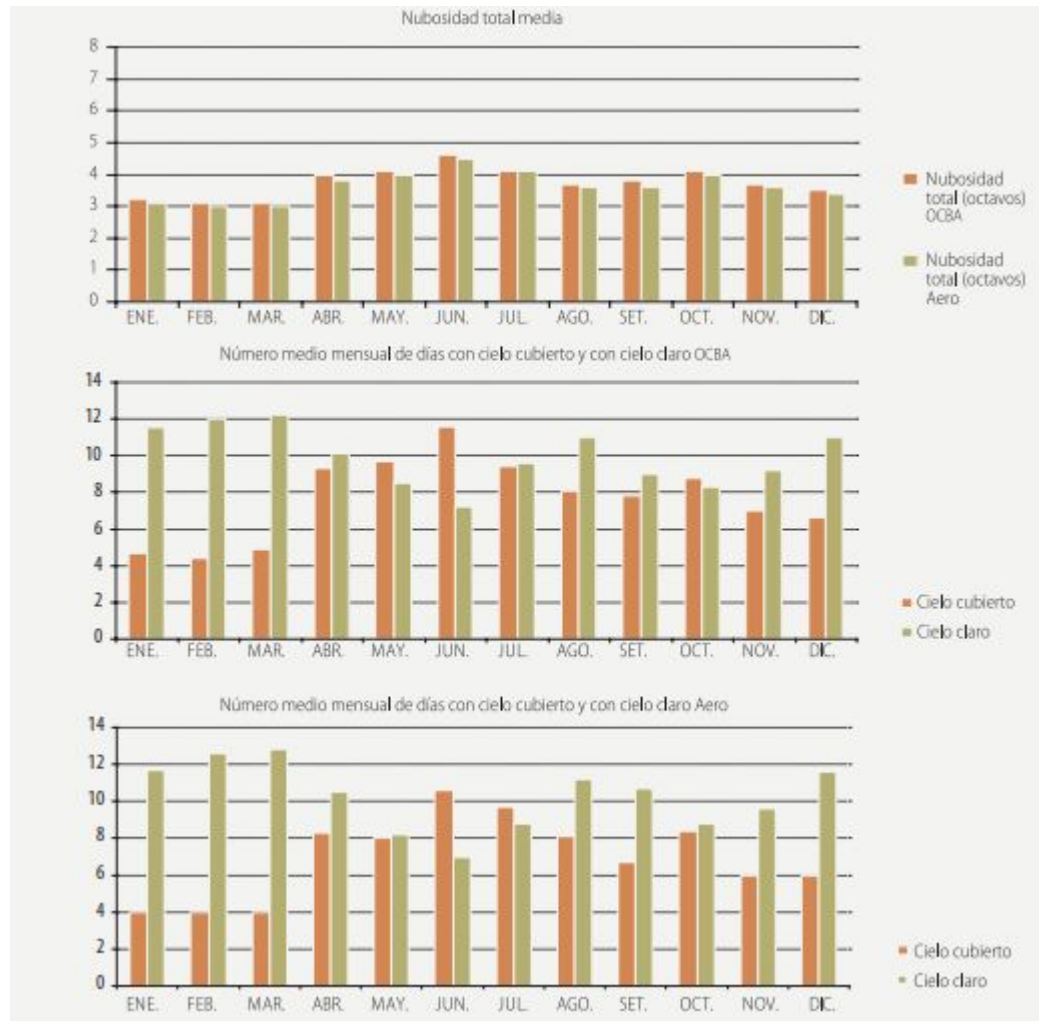


Nubes

Cumulonimbus



Nubosidad



Fuente: Camillioni, I. (1810). Clima y cambio climático. *Dinámica de Una Ciudad, Buenos Aires*, 2010, 61-91.

Bibliografía

Camillioni, I. (1810). Clima y cambio climático. *Dinámica de Una Ciudad, Buenos Aires, 2010*, 61-91.

Calvo, J. A. Q. (2017). Nuevo Atlas internacional de nubes. *Revista Tiempo y Clima*, 5(56).

Celemín, A. H. (1984). Meteorología práctica. *Edición del autor, Mar del Plata*.

OMM. (1993). Atlas Internacional de Nubes. Volumen I: "Manual de observación de nubes y otros meteoros" Publicaciones de la OMM, N° 407, Ginebra.

OMM. Atlas Internacional de Nubes. 2021. | *Atlas Internacional de Nubes* . [en línea] Disponible en: <<https://cloudatlas.wmo.int/es>>

Temario

- Fenomenos meteorológicos.
- Masas de aire.
- Frentes.
- Sistema de Presión.
- Fenomenos opticos

Meteoros

En meteorología se conoce como meteoro un fenómeno observado en la atmósfera o sobre la superficie de la Tierra que puede consistir en una precipitación, una suspensión o un depósito de partículas líquidas o sólidas, así como en una manifestación óptica o eléctrica.

Los meteoros presentan una gran diversidad de tipos. No obstante, si se toman en consideración las partículas que los constituyen o los procesos físicos que intervienen en su formación, los meteoros pueden clasificarse en cuatro grupos: **hidrometeoros, litometeoros, fotometeoros y electrometeoros.**

Hidrometeoros

Se refieren a todas las formas posibles de presentarse el agua atmosférica, exceptuando las nubes.

- **Niebla:** es una suspensión de diminutas gotas de agua cerca del suelo que reduce la visibilidad horizontal a menos de 1 Km. Si la visibilidad es mayor a 1 Km. se llama **neblina**.
- **Lluvia:** Es una precipitación de gotas cuyo diámetro es superior a 0,5 mm. Si las gotas tienen un diámetro inferior a 0,5 mm se llama llovizna.
- **Nieve:** Precipitación de cristales de hielo ramificados o estrellados. Cuando se trata de glóbulos de hielo de diámetro entre 5 y 50 mm se llama granizo o pedrisco. Cuando la nieve es levantada de la tierra por el viento aparece la ventisca.
- **El rocío y la escarcha** consisten en depósitos de vapor de agua condensado (rocío) o congelado (escarcha). En el segundo caso el agua pasa de su estado gaseoso al sólido directamente.

Niebla

Tipos (según el mecanismo de formación):

- Radiación (enfriamiento)
- Evaporación (adición de vapor de agua)
- Advección (aire en movimiento)
- Orográfica (ascenso forzado)

Niebla

Niebla de Radiación



Niebla

Niebla de radiación



Niebla

Niebla de evaporación



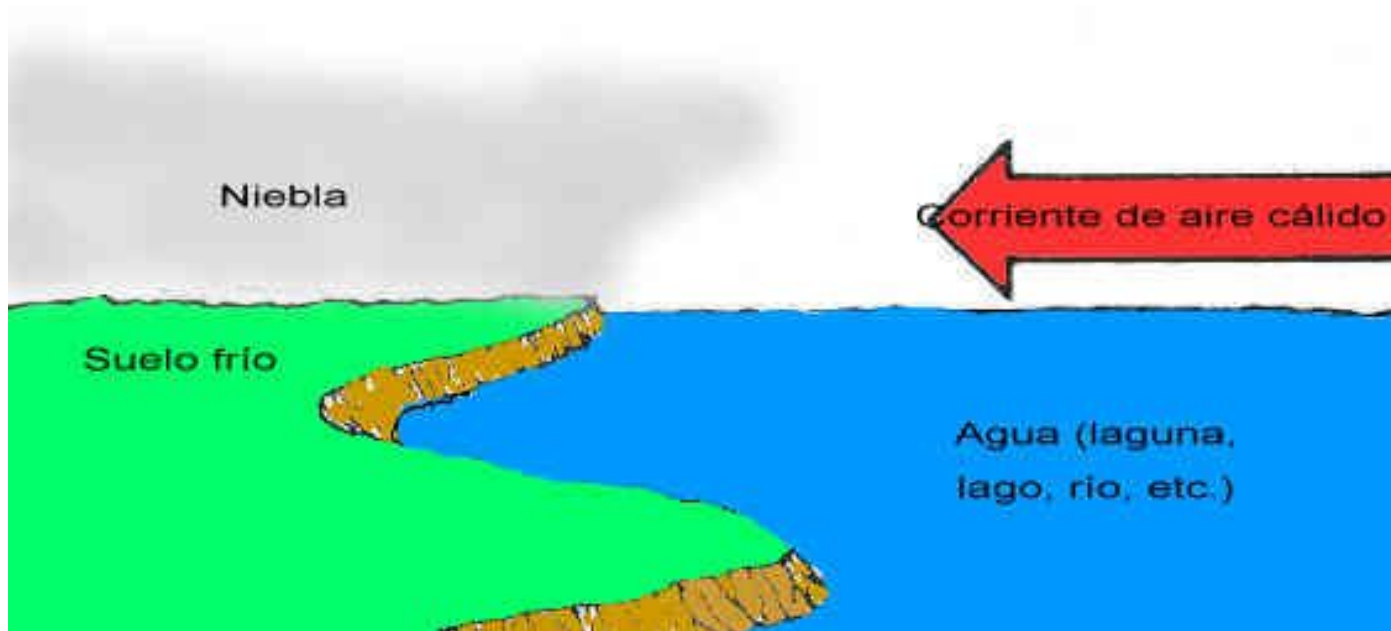
Niebla

Nieblas de evaporación



Niebla

Niebla de advección



Niebla

Niebla de advección



Niebla

Niebla orográfica



Niebla

Niebla orográfica



Precipitación

Se forman a partir de dos procesos principalmente:

Proceso de Bergeron (nieve y granizo)

Proceso de Coalescencia (lluvia)

Precipitación

Proceso de Bergeron

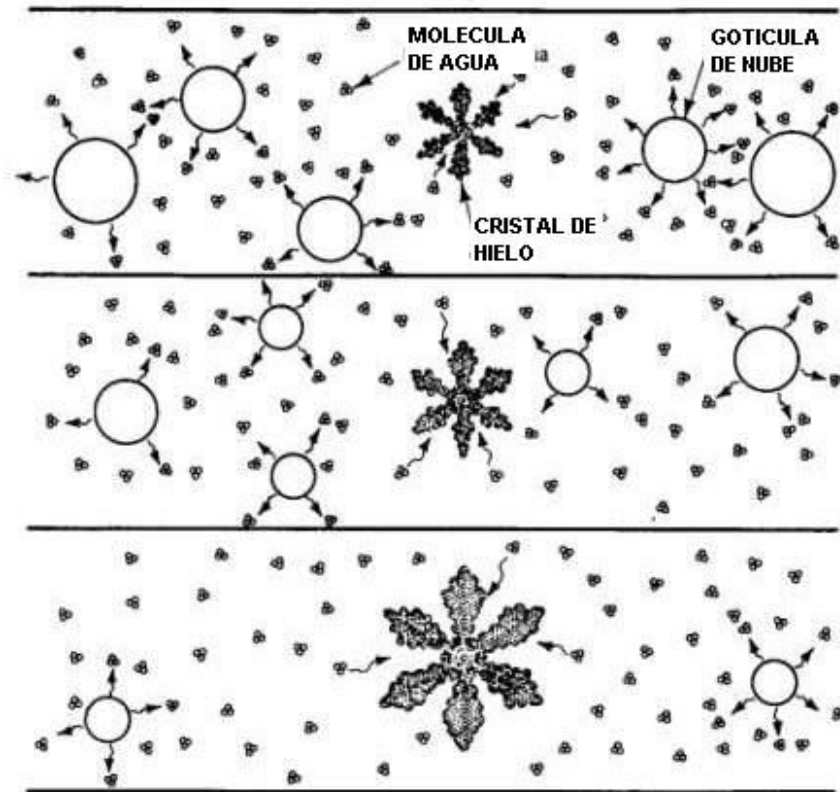
- Nubes frías o con desarrollo vertical
- Presencia de gotículas sobreenfriadas (temp $<0^{\circ}\text{C}$)

Acreción (formación de granizo)

Agregación (formación de copos de nieve)

Precipitación

Proceso de Bergeron



Precipitación

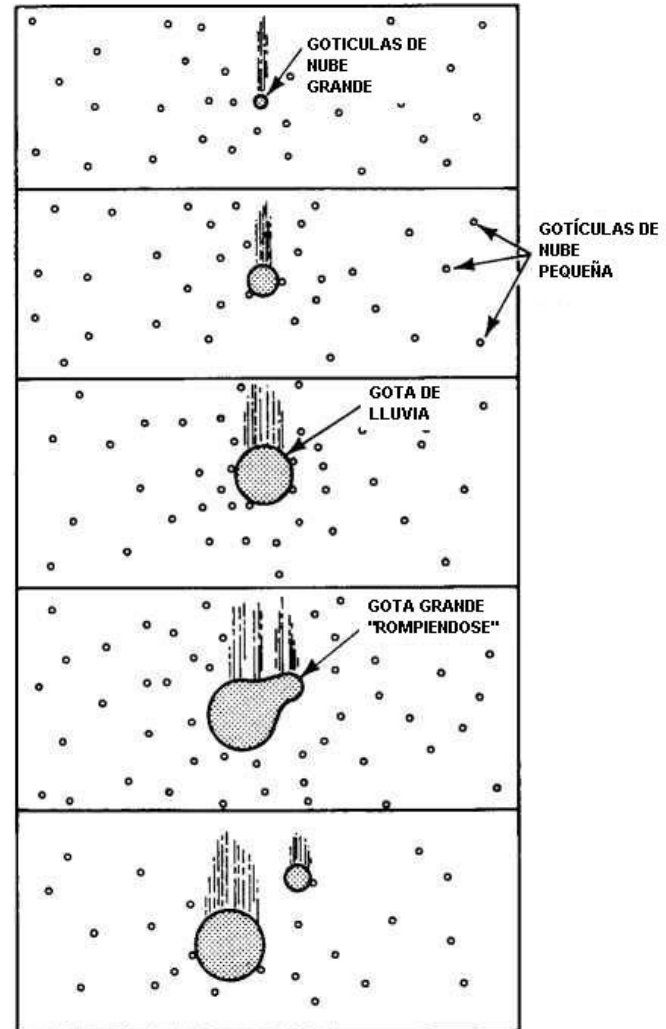
Proceso de coalescencia

Nubes con temperaturas mayores que las congelación de las gotas, se llaman **nubes cálidas**, donde no es posible la existencia de cristales de hielo, por lo que existe otro proceso de precipitación llamado de **coalescencia**.

En las nubes **se pueden formar grandes gotas cuando hay núcleos de condensación gigantes**, mayores que 20 micrómetros, o **con núcleos higroscópicos** que pueden crecer rápidamente.

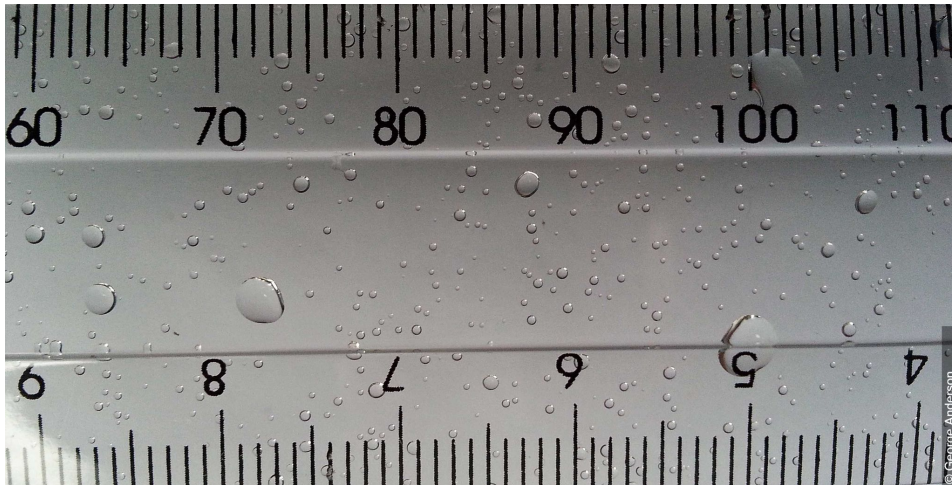
Precipitación

- **Proceso de Coalescencia**

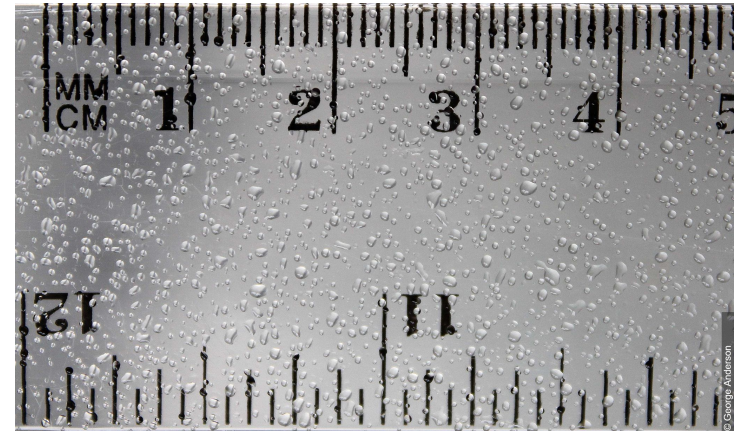


Precipitación

- 3.000 gotículas para formar una gota de llovizna; casi 2 millones para formar una gota de lluvia



Gotas de lluvia



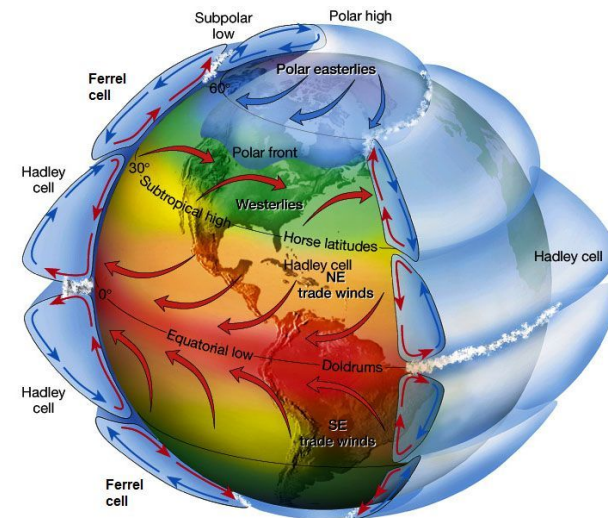
Gotas de llovizna

Masas de aire

Gran volumen de aire cuyas propiedades de temperatura humedad se mantienen aproximadamente constantes en cualquiera de las direcciones horizontales, salvo en los extremos de la misma donde sufren un abrupto cambio.

Extensión espacial:

- Horizontal: varios miles de km^2
- Vertical: varios km a alguna decena de km



Frentes

Las masas de aire se desplazan en conjunto y se "empujan y chocan" unas a otras. En cambio, raramente se mezclan.

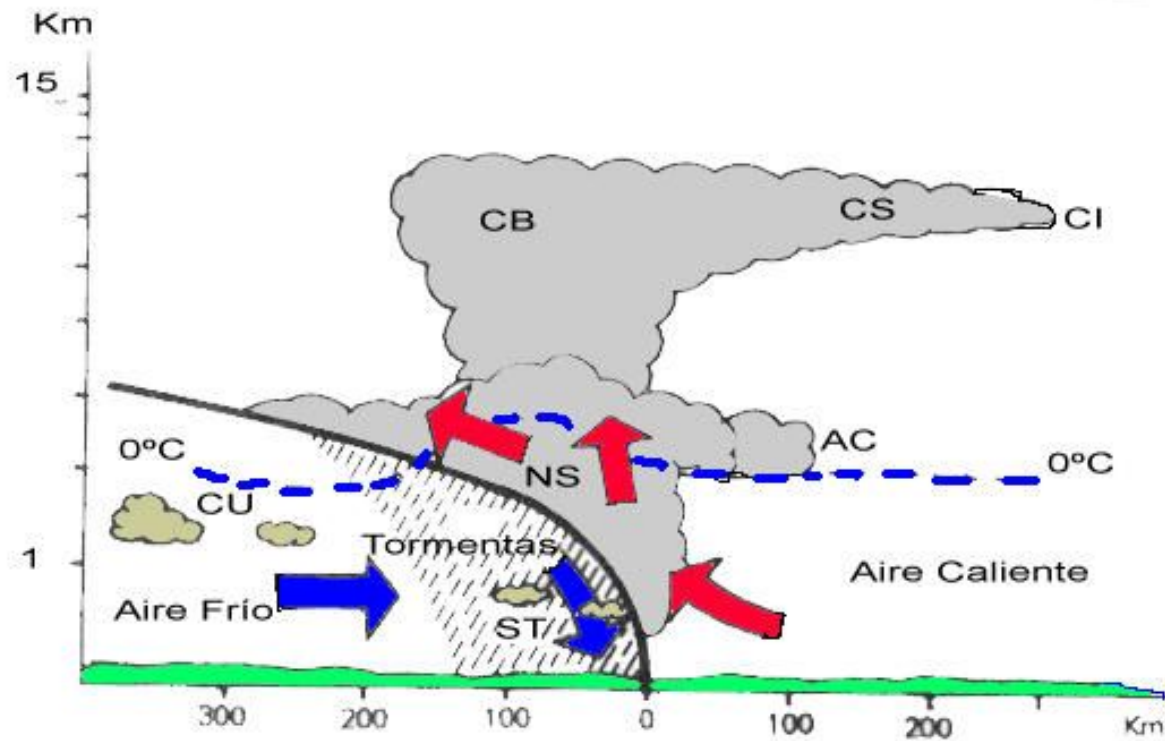
Esta propiedad es la causante del acentuado dinamismo de la atmósfera, y de la formación de los llamados frentes

Tipos de frentes más frecuentes en nuestra región:

- **Frente Frio:** es el aire frío el que desplaza al aire caliente en superficie. Como la masa de aire frío es más densa, ataca al aire caliente por debajo, como si fuese una cuña, lo levanta, lo desaloja y lo obliga a ascender sobre la empinada superficie frontal. El fenómeno es violento.
- **Frente Cálido:** En este caso, el aire caliente avanza sobre el frío, pero al ser este último más pesado, se pega al suelo y, a pesar de retirarse la masa fría, no es desalojada totalmente, de manera que el aire cálido asciende suavemente por la superficie frontal que hace de rampa. En general la nubosidad es estratiforme y las precipitaciones menos intensas que en un frente frío.
- **Frente Estacionario:** Es aquel que marca la separación entre dos masas de aire, entre las que no se manifiesta desplazamiento de una respecto de la otra.

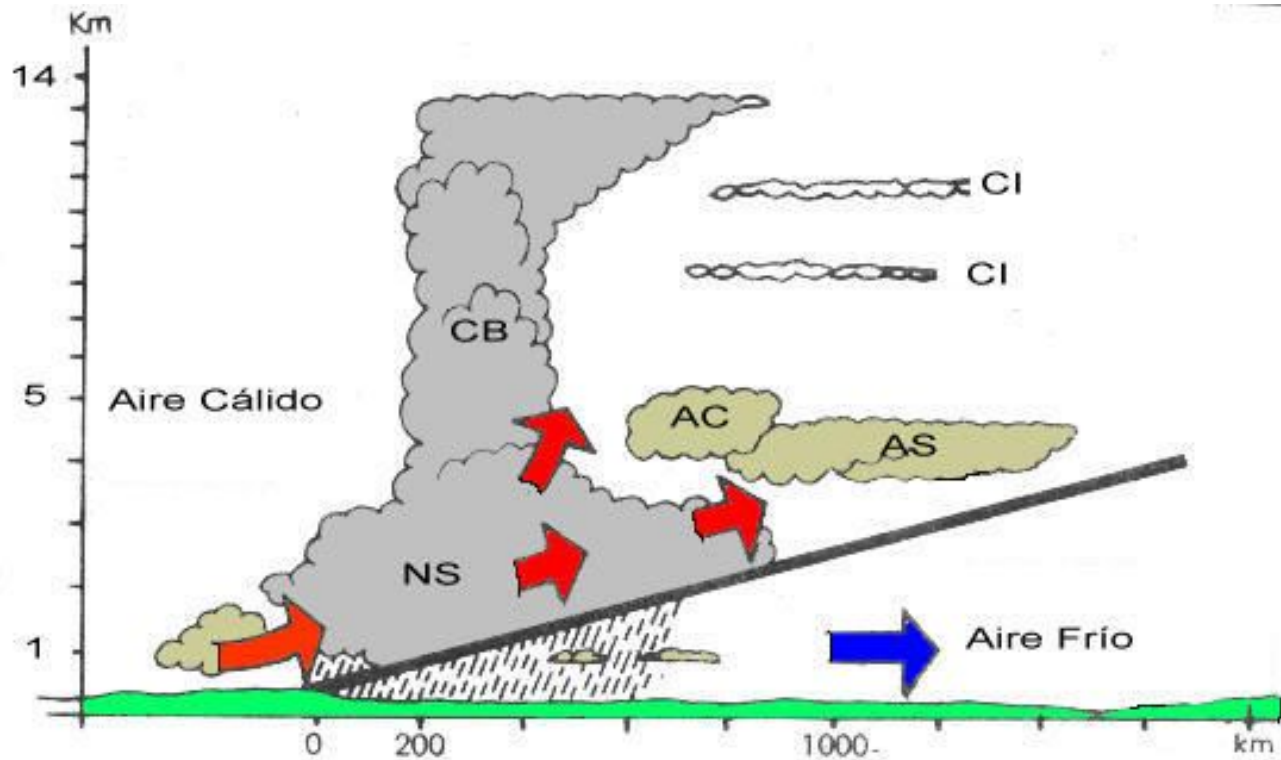
Frentes

Frente Frío



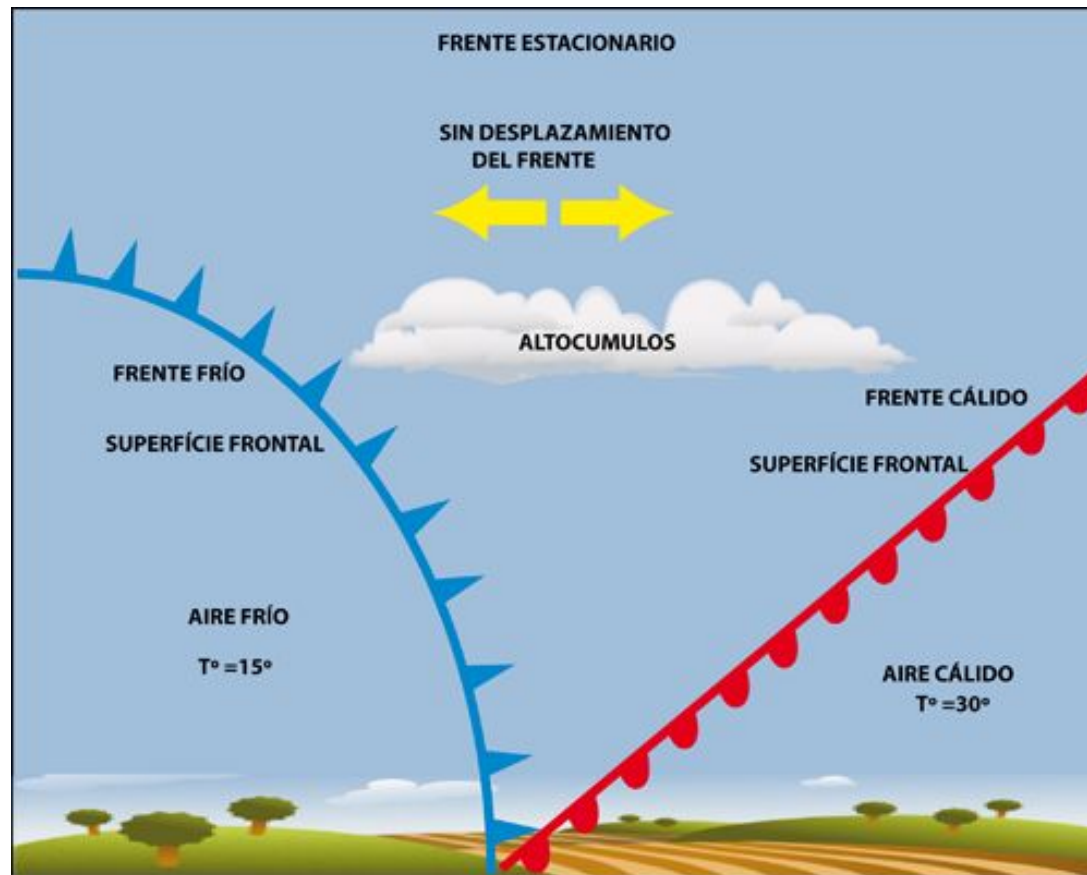
Frentes

Frente Cálido



Frentes

Frente estacionario



Sistemas de Presión

Tipos:

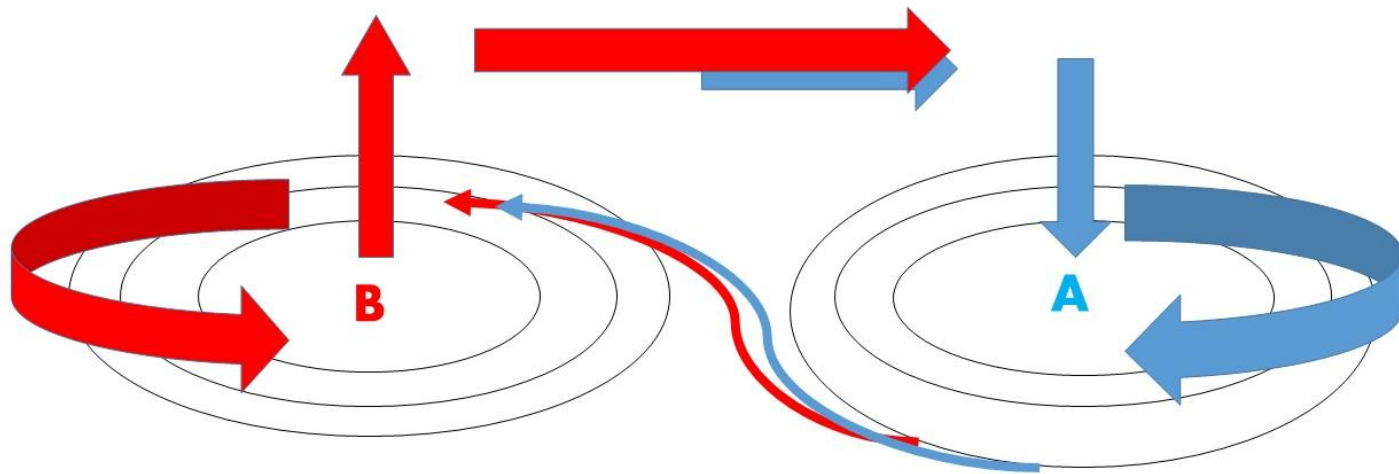
Sistema de Alta Presión (anticiclón)

Asociado a buen tiempo

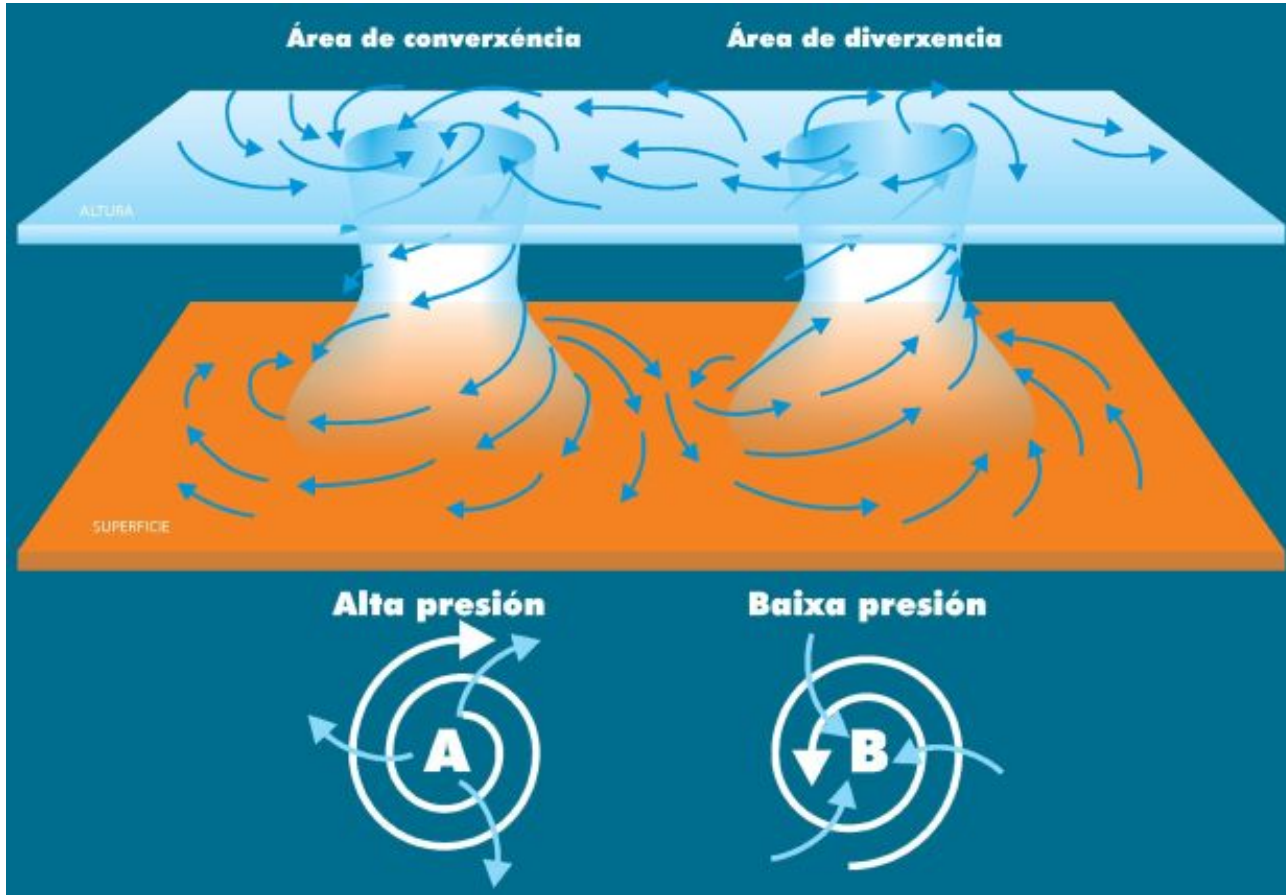
Sistemas de Baja Presión (ciclón)

Asociado a mal tiempo

Sistemas de Presión



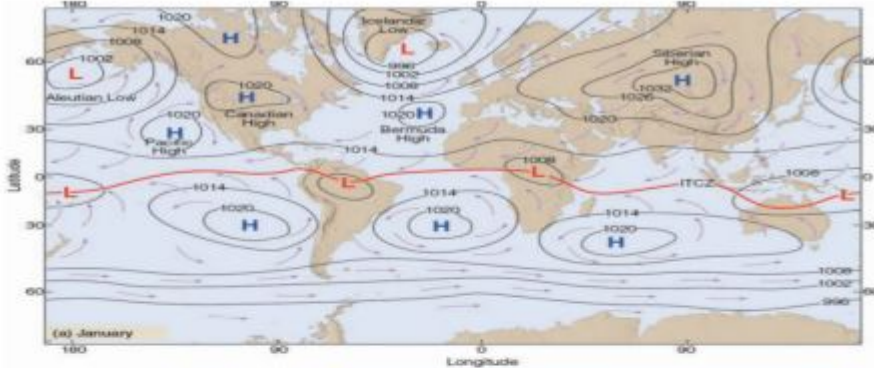
Sistemas de Presión



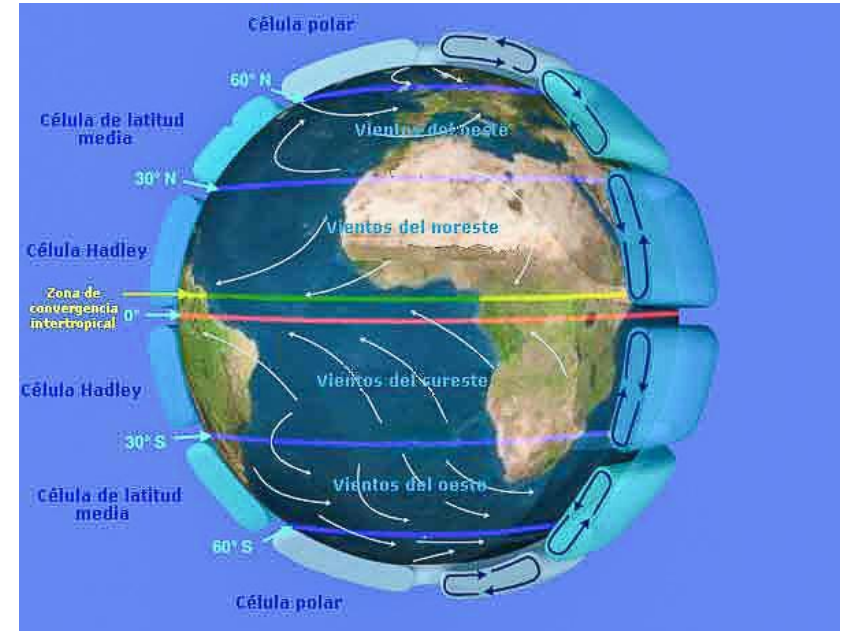
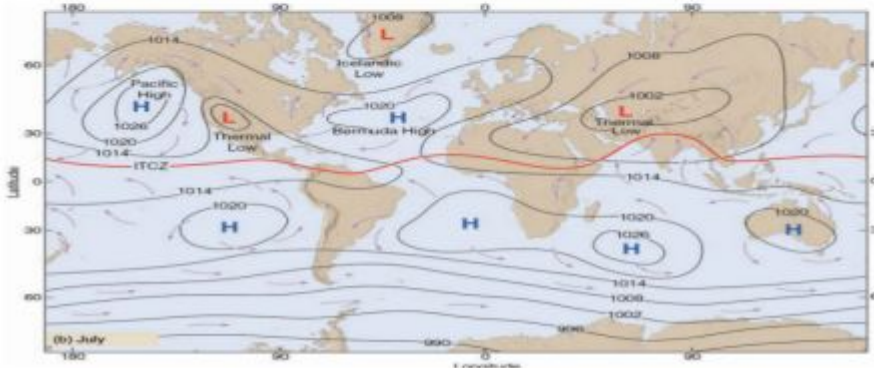
Sistemas de Presión

Campo de Presión Atmosférico

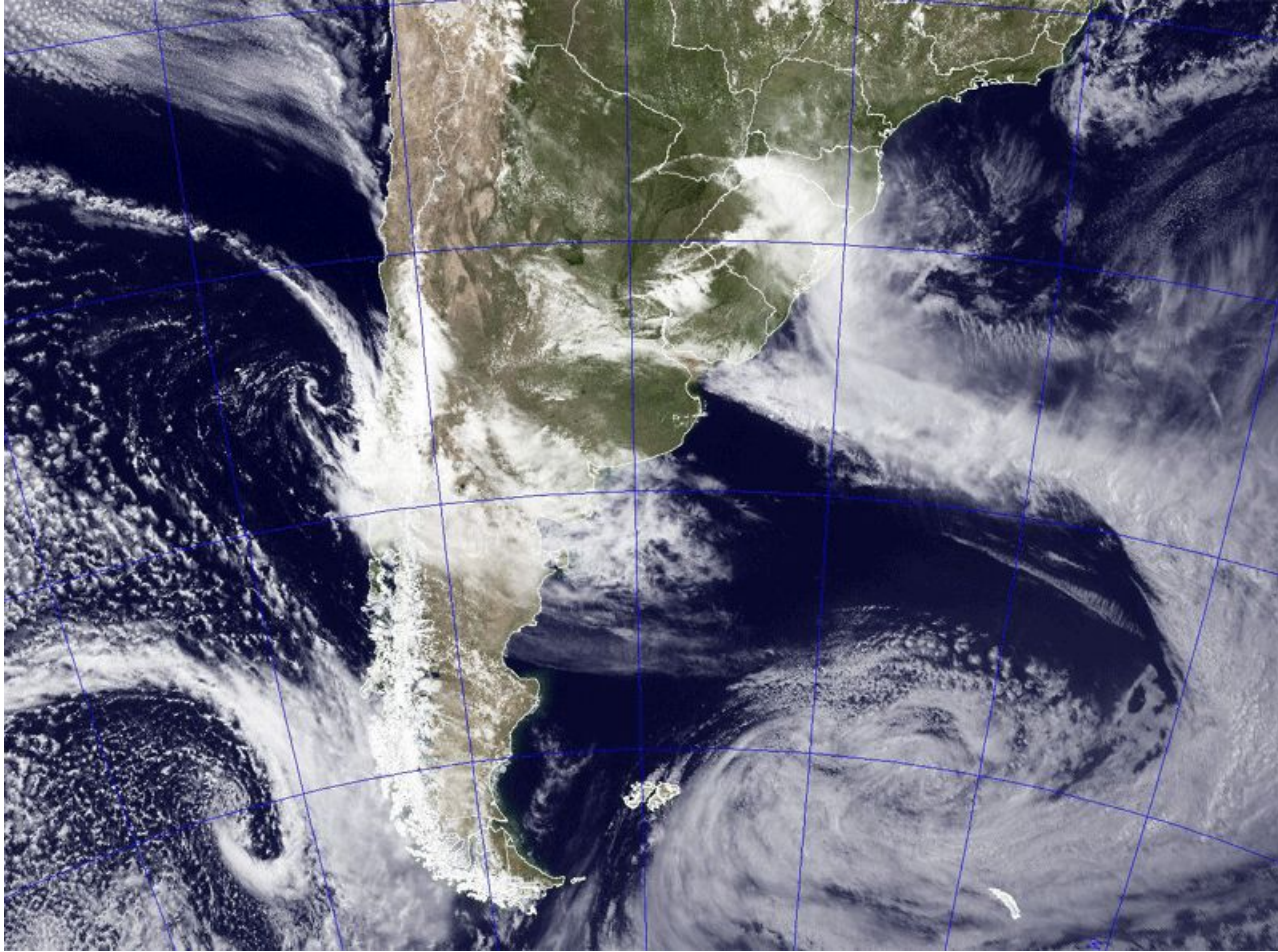
E
N
E
R
O



J
U
L
I
O



Sistemas de Presión



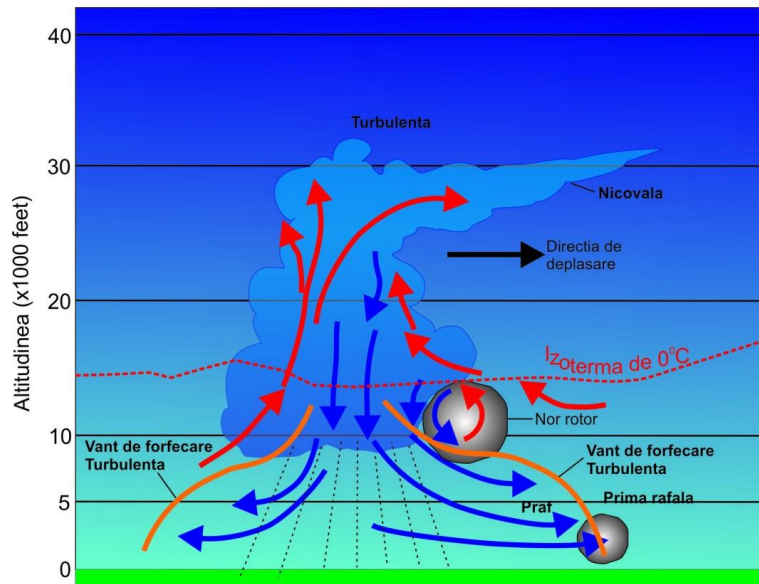
Fuente: EUMETSAT

Tormenta

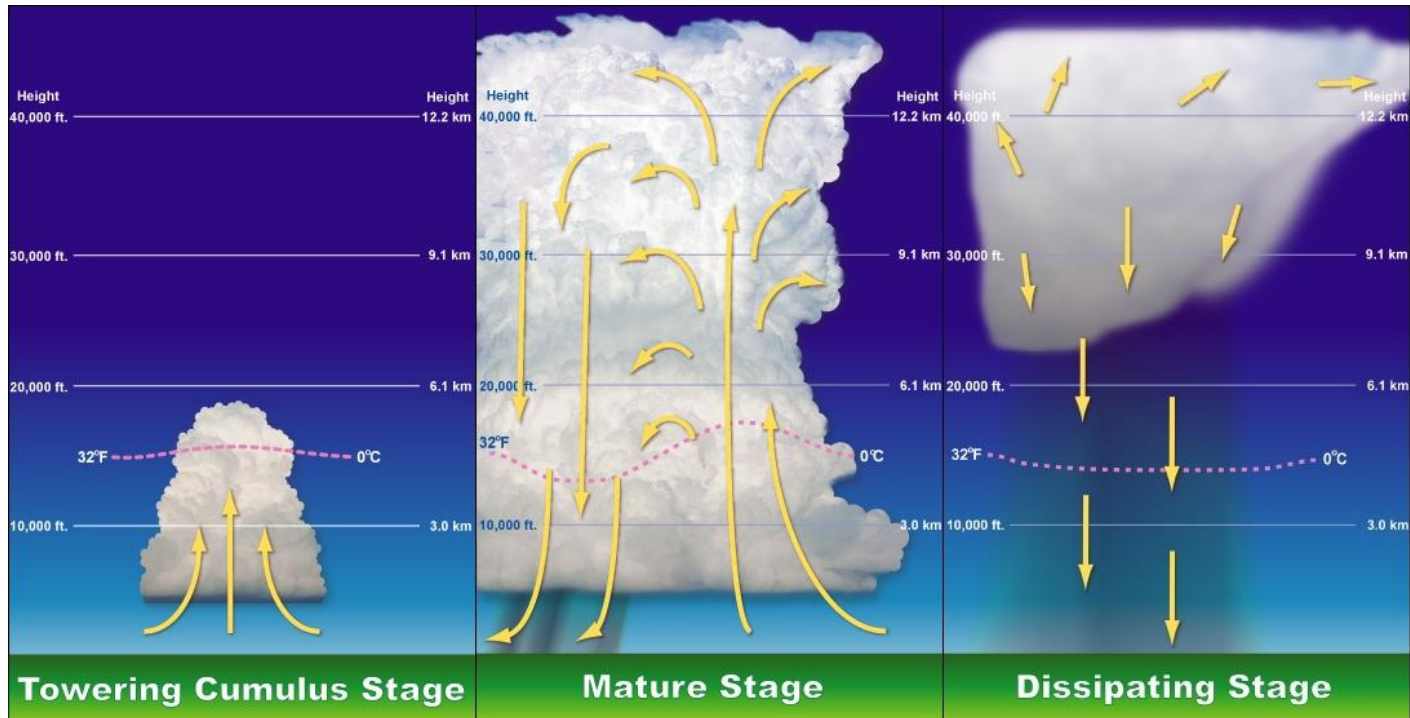
Fenómeno meteorológico caracterizado por lluvias (que ocasionalmente pueden ser muy intensas e incluso en forma de granizo), vientos, rayos y truenos.

Son nubes convectivas tipo cumulonimbo. Surgen como consecuencia del ascenso de aire cálido y húmedo en un ambiente condicionalmente inestable.

Cuanto más cálido sea el aire de la parcela con respecto al ambiente que le rodea, mayor es la flotabilidad y, por tanto, la convección



Tormenta



Tormenta

Cumulonimbus



Tormenta

Cumulonimbus



Tormenta

Cumulus Mammatus



Supercelda



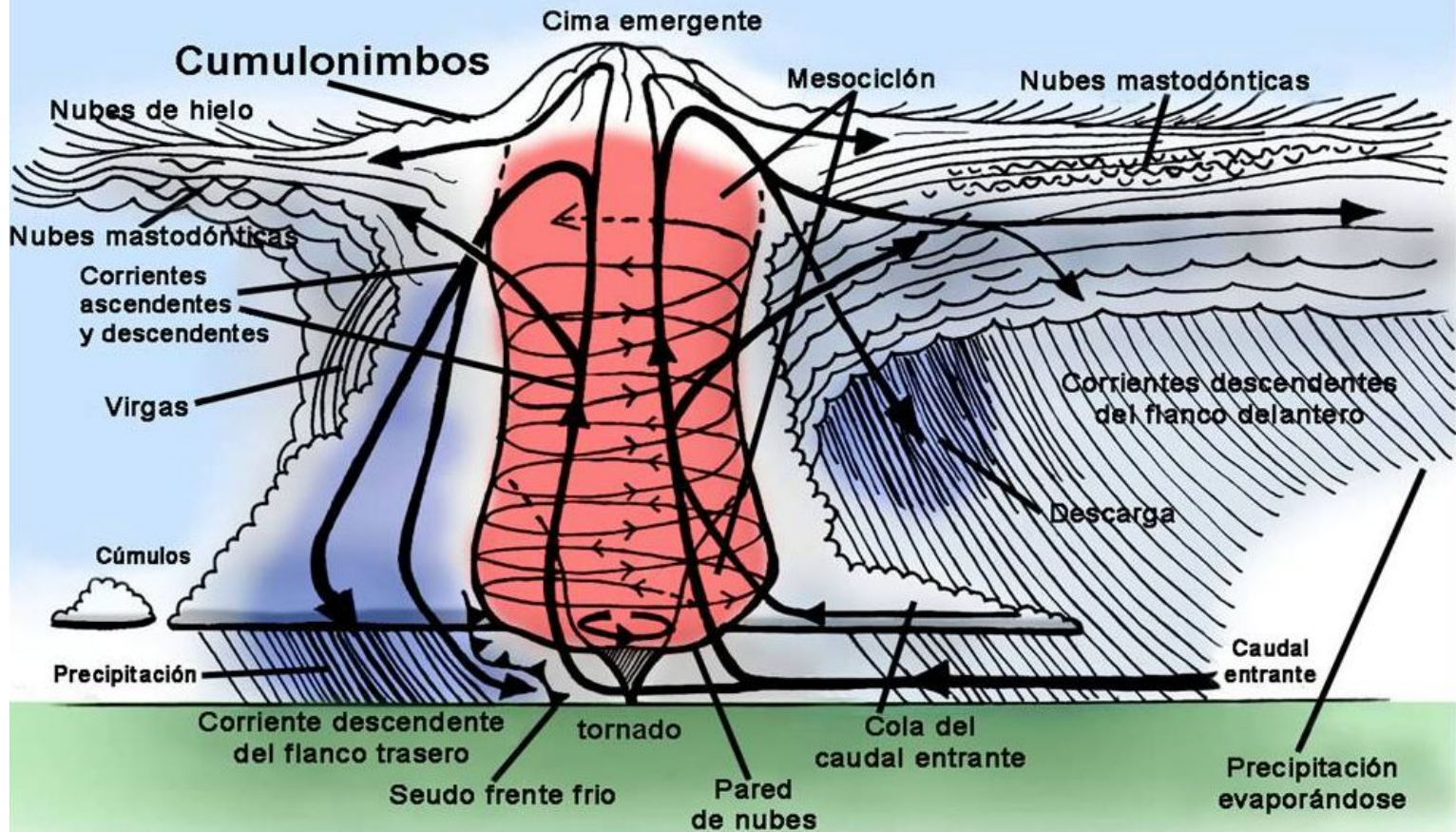
Supercelda

Condiciones necesarias para su formación:

- Inestabilidad vertical alta
- Cizalladura de viento
- Nube Cumulonimbus
- Gradiente de temperatura muy elevado

Supercelda

Vista lateral de una supercelda



Fenómenos ópticos / Fotometeoros

- **Arco Iris:** Grupo de arcos concéntricos, con colores que van desde el violeta hasta el rojo, producidos en la atmósfera sobre una “pantalla” de gotas de agua (gotas de lluvia o gotitas de llovizna o de niebla) con la luz procedente del sol o la luna.
- **Halo:** Conjunto de fenómenos ópticos en forma de anillos, arcos, pilares o manchas brillantes producidos por la refracción o la reflexión de la luz en cristales de hielo suspendidos en la atmósfera (nubes cirriformes, polvo de diamante, etc.).
- **Corona:** una o más series de anillos coloreados (raramente más de tres) de radio pequeño y concéntricos con el sol o la luna.
- **Rayo Verde:** coloración predominantemente verde de corta duración, a menudo como un foganazo, que se observa en el extremo superior del sol

Fenómenos Ópticos

Arcoíris

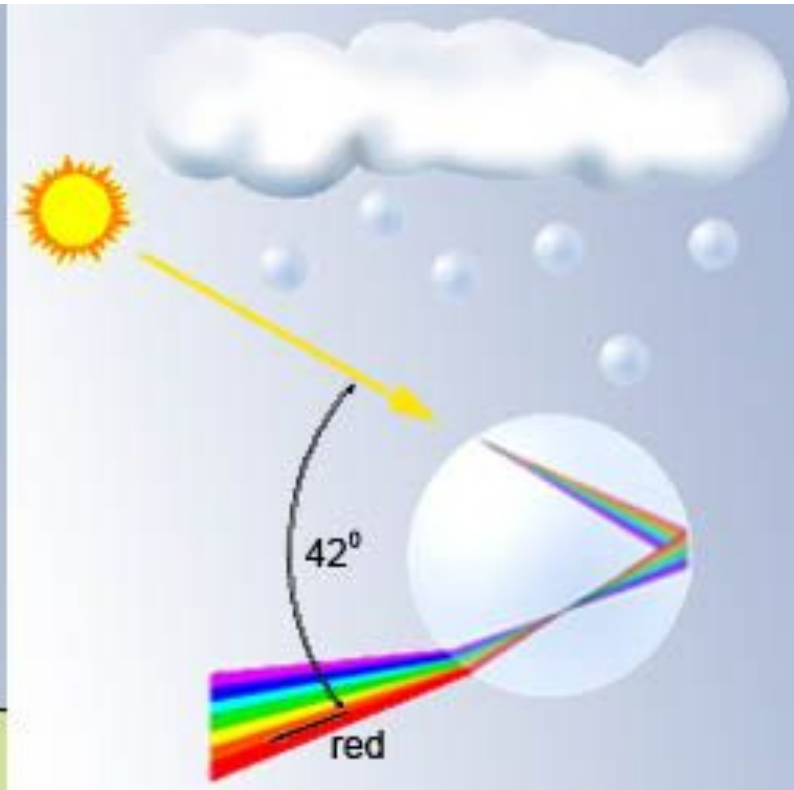
Condiciones:

Una “cortina” de lluvia delante y el sol nuestras espaldas.



Fenómenos ópticos

Arcoíris



Fenómenos Ópticos

Arcoíris Doble



Fenómenos ópticos

Halo Solar



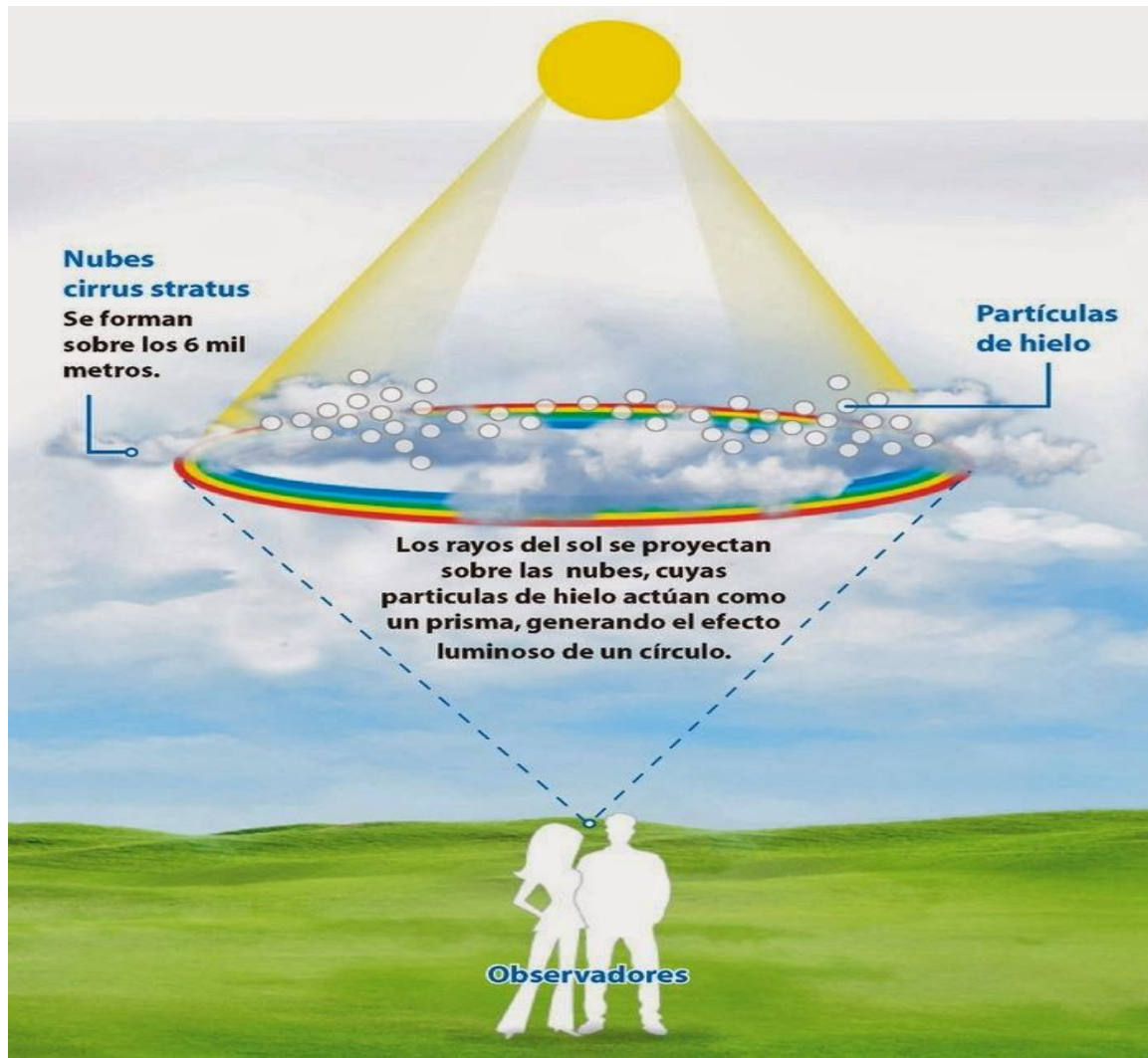
Fenómenos Ópticos

Halo Lunar



Fenómenos Ópticos

Halo



Fenómenos Ópticos

Halo 46°



Fenómenos Ópticos

Corona



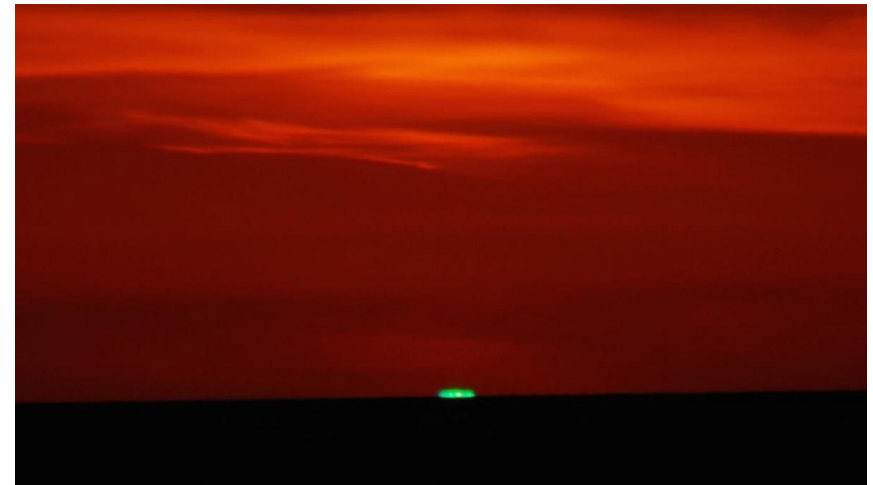
Fenómenos Ópticos

Iridiscencia



Fenómeno Óptico

Rayo Verde



Fenómenos Ópticos

Rayo Verde

"...un verde que ningún artista podría jamás obtener en su paleta, un verde del cual ni los variados tintes de la vegetación ni los tonos del más limpio mar podrían nunca producir un igual! Si hay un verde en el Paraíso, no puede ser salvo de este tono, que muy seguramente es el verdadero verde de la Esperanza..."

Julio Verne

Bibliografía

Camillioni, I. (1810). Clima y cambio climático. *Dinámica de Una Ciudad, Buenos Aires, 2010*, 61-91.

Calvo, J. A. Q. (2017). Nuevo Atlas internacional de nubes. *Revista Tiempo y Clima*, 5(56).

Celemín, A. H. (1984). Meteorología práctica. *Edición del autor, Mar del Plata*.

Meteorologia.edu.uy. 2021. *Climatología | Portal de Ciencias de la Atmósfera y Física de los Océanos*. [online] Available at:
<<http://www.meteorologia.edu.uy/climatologia/>>

OMM. (1993). Atlas Internacional de Nubes. Volumen I: “Manual de observación de nubes y otros meteoros” Publicaciones de la OMM, N° 407, Ginebra.

OMM. Atlas Internacional de Nubes. 2021. | *Atlas Internacional de Nubes* . [en línea] Disponible en: <<https://cloudatlas.wmo.int/es>>

Verne, J. (2018). Julio Verne. El rayo verde.