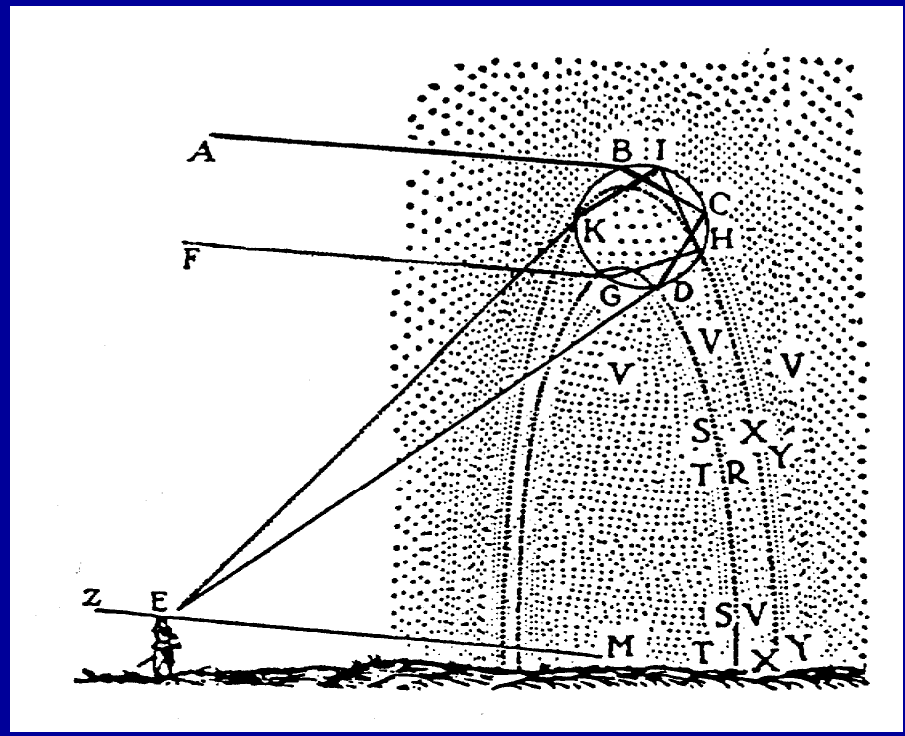


DESCUBRIR LA CIENCIA OBSERVANDO EL CIELO

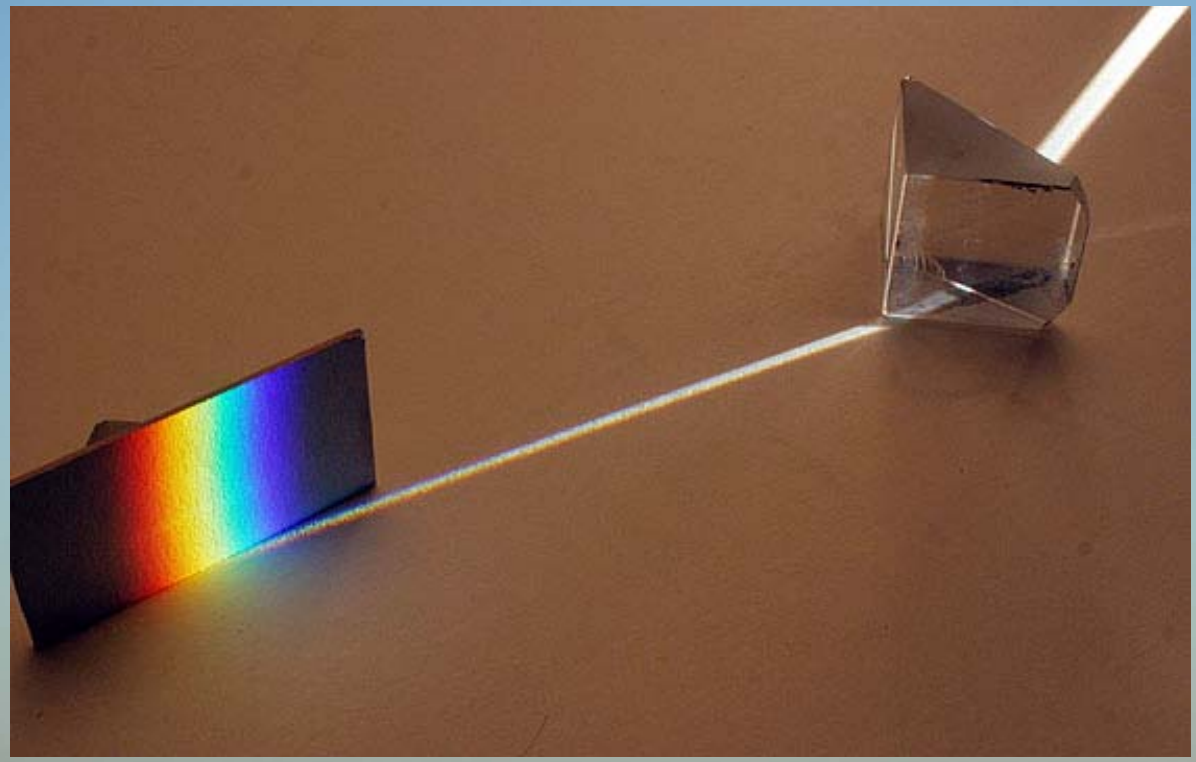
José Miguel Viñas Rubio

VII Semana de la Ciencia y la Tecnología. Oviedo, 13 de noviembre de 2007

¿De qué color es el cielo?

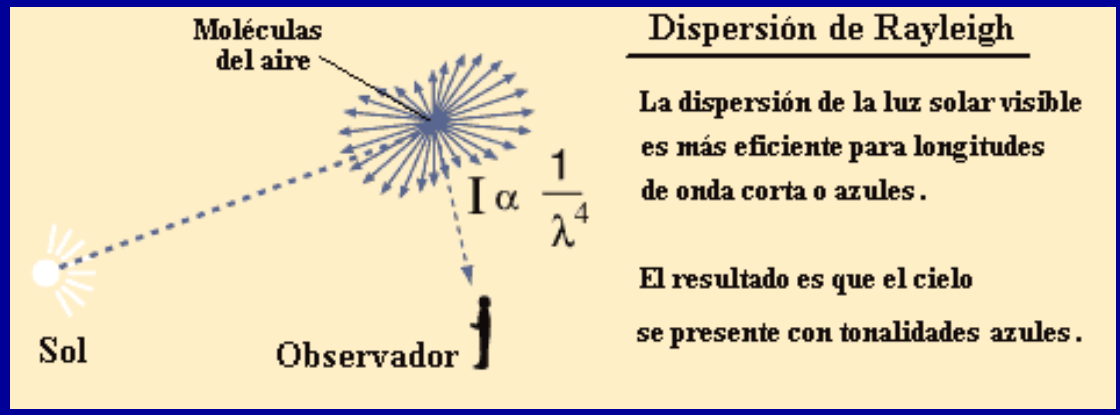
¿De qué color son las nubes?

Azul más intenso
Más blanquecino



Mayor turbidez

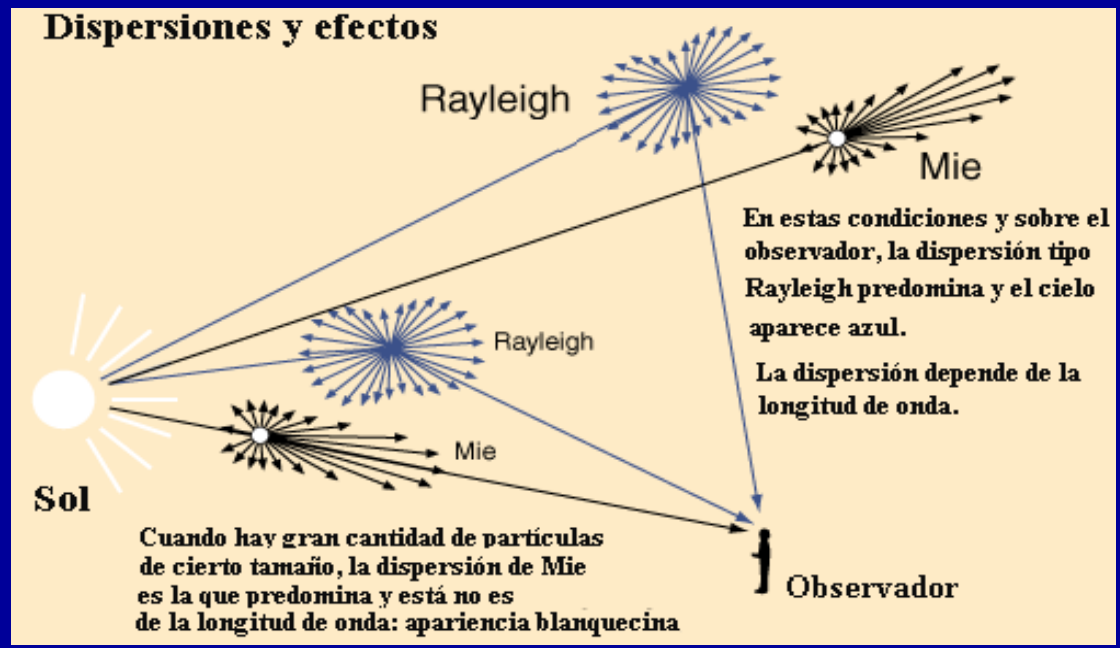
Lord Rayleigh (1842-1919)



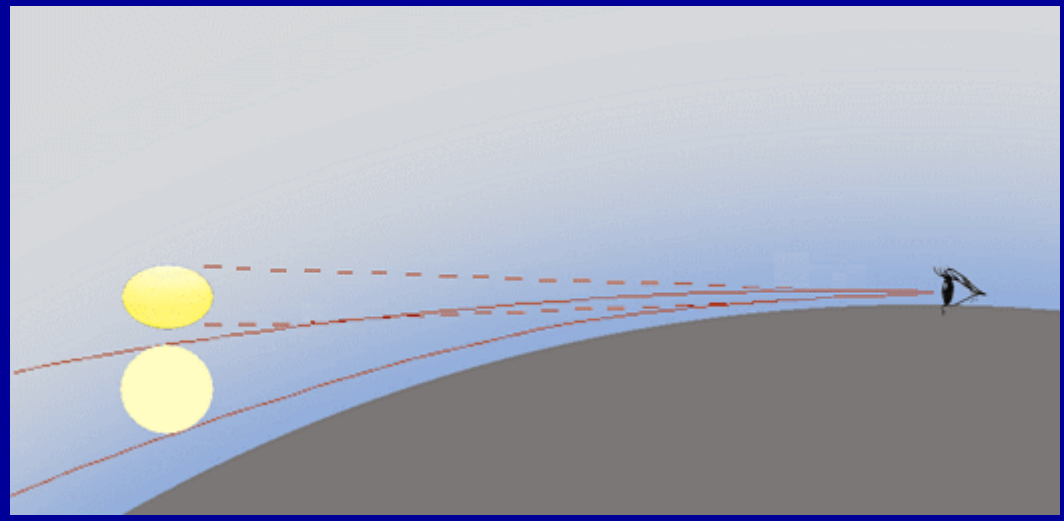
Dispersión de Rayleigh

La dispersión de la luz solar visible es más eficiente para longitudes de onda corta o azules.

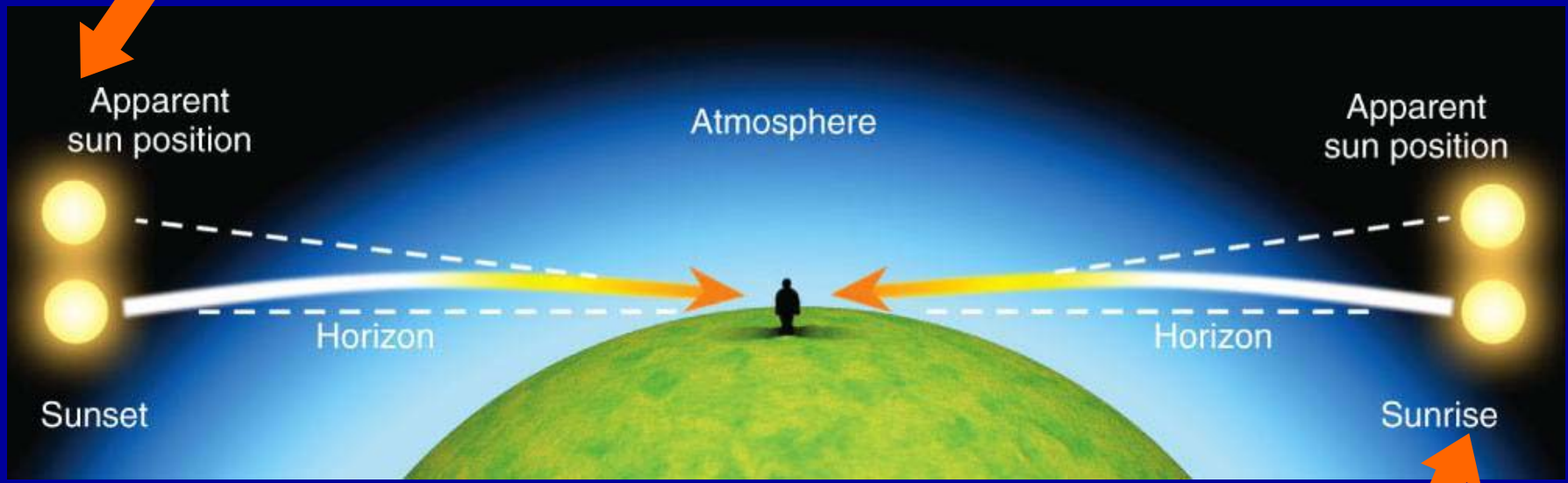
El resultado es que el cielo se presente con tonalidades azules.



La dispersión de la luz vista a 300 km de altura

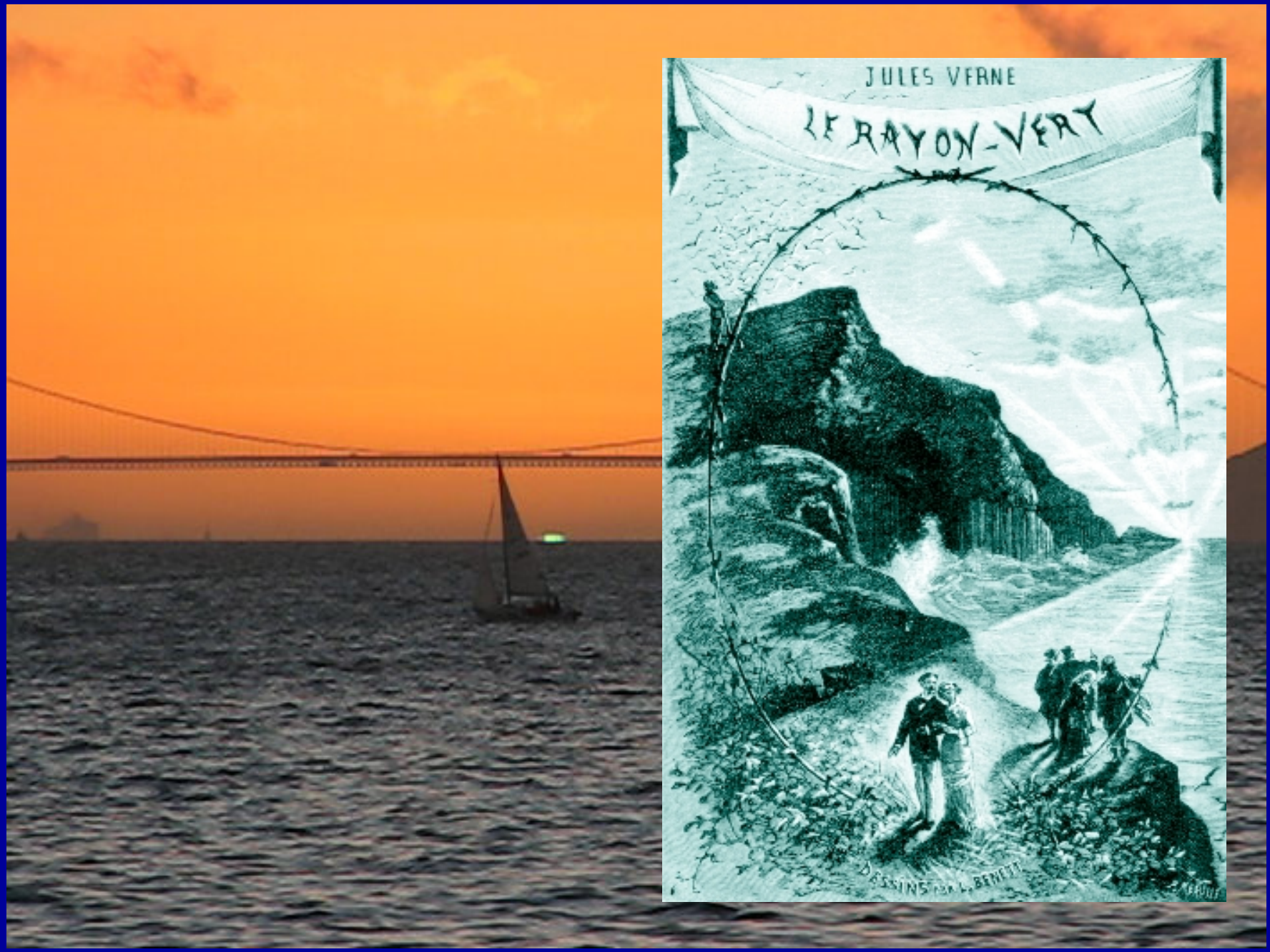


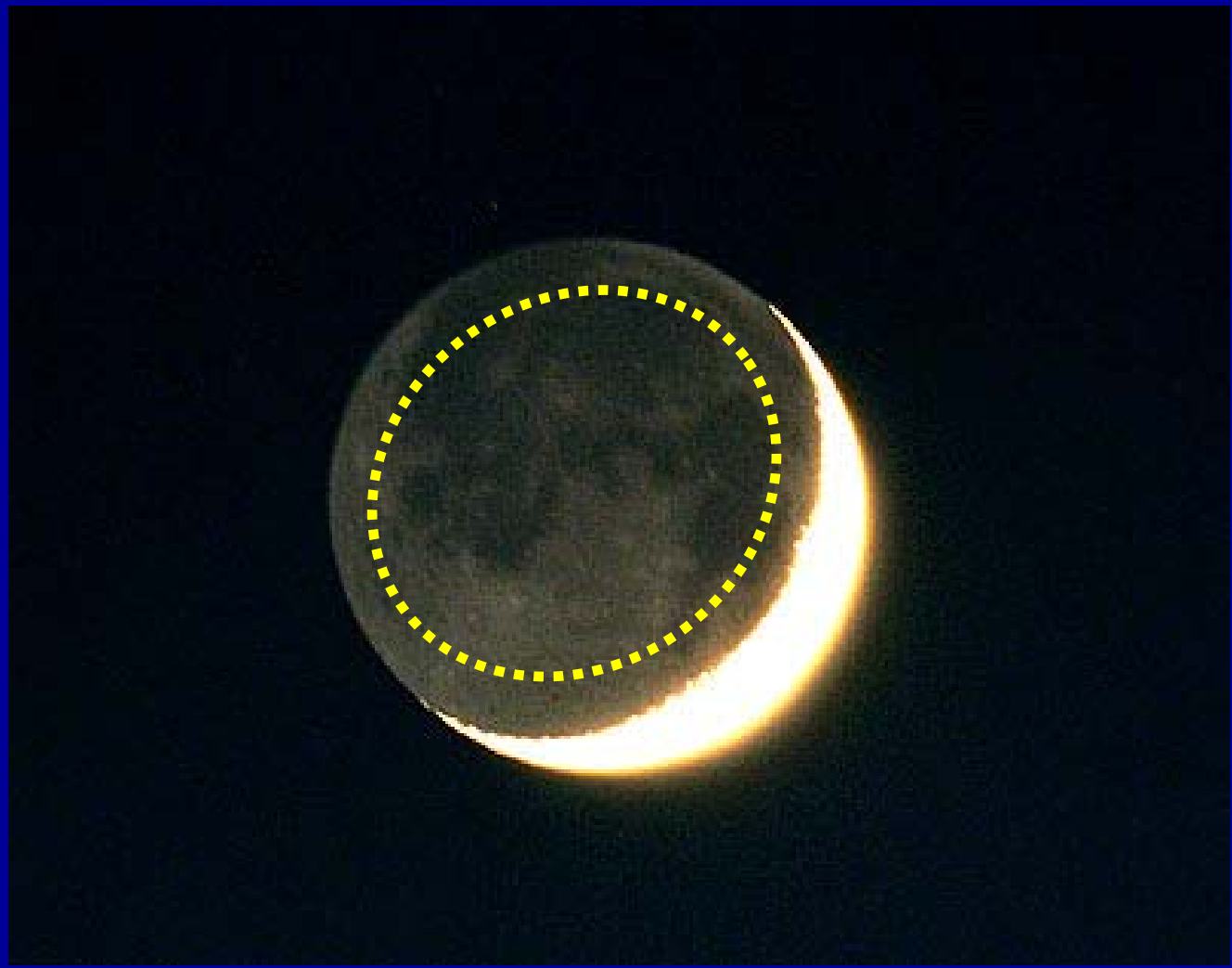
Los rayos de luz se curvan debido a la refracción atmosférica



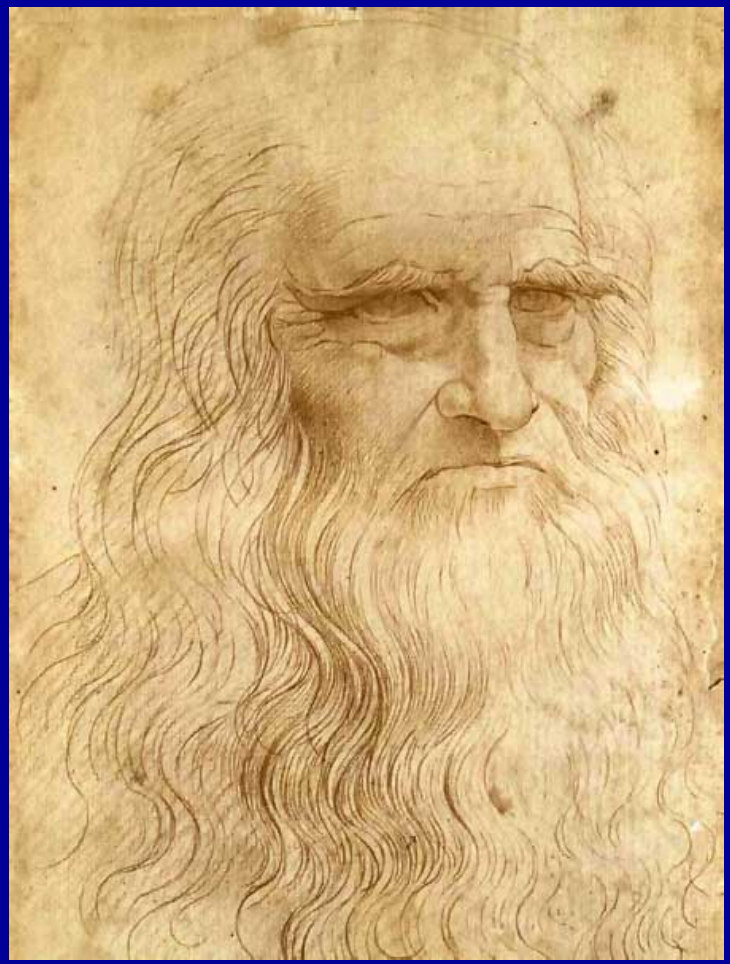
- La refracción es máxima en el horizonte
- La refracción atrasa la puesta de sol
- La refracción adelanta la salida del sol

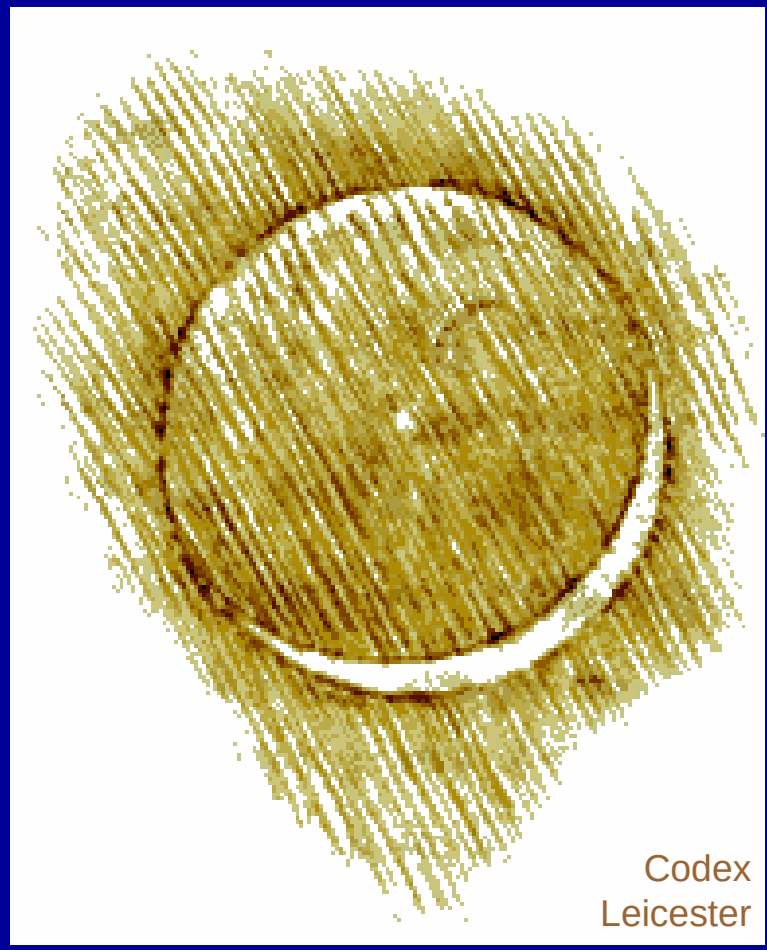
1. Pilar de sol
2. Cono de sombra
3. Rayo verde


JULES VERNE
LE RAYON-VERT

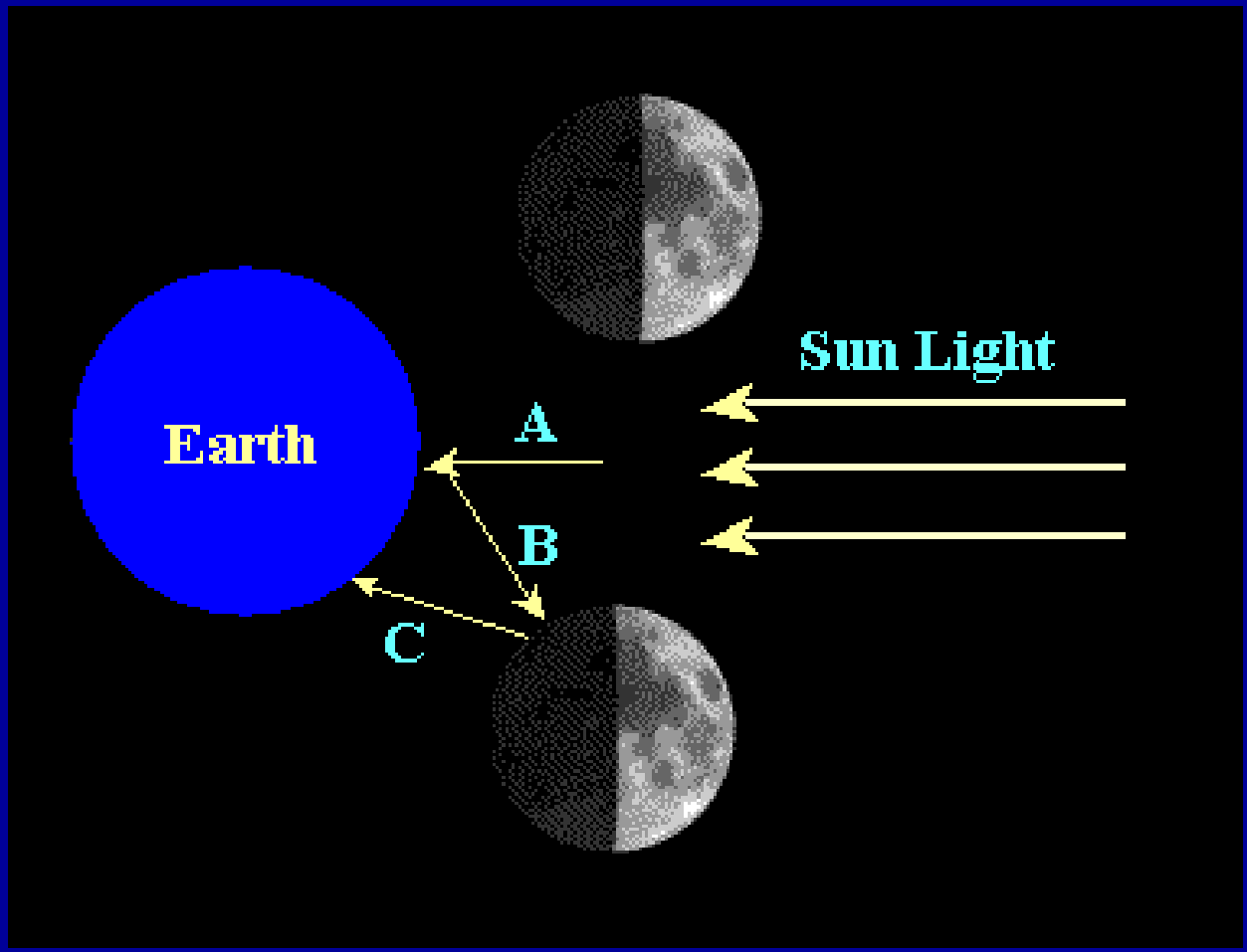


¿Por qué somos capaces de ver la zona de sombra de la Luna?



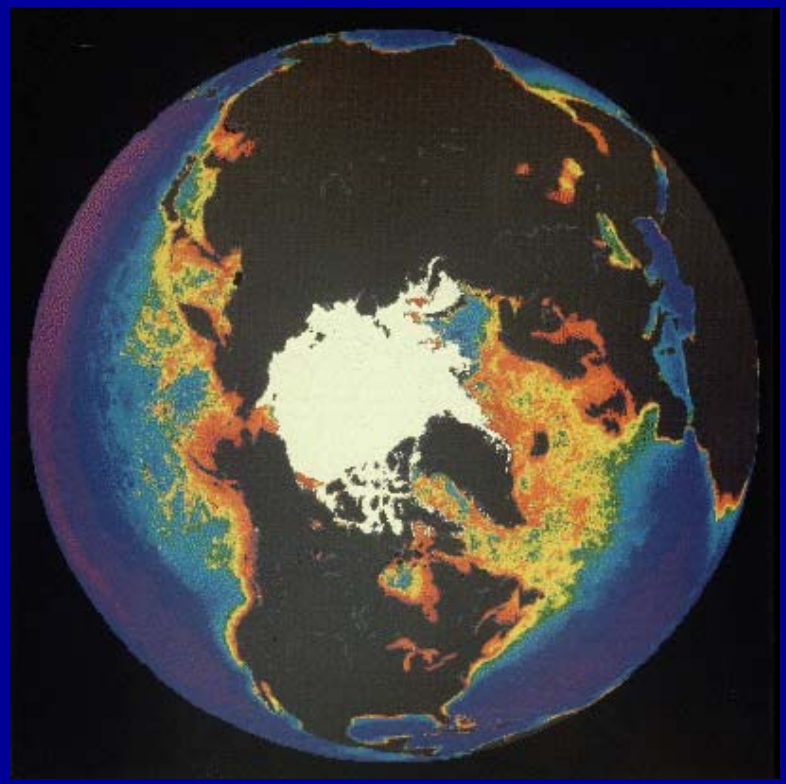


Leonardo da Vinci, hacia 1510, dio la primera explicación científica del fenómeno



LA LUZ CENICIENTA ES EL REFLEJO DE LA LUZ DE LA TIERRA

- **La Tierra brilla más del triple que la luna**
- **Luz cenicienta** ↔ NUBES y HIELO

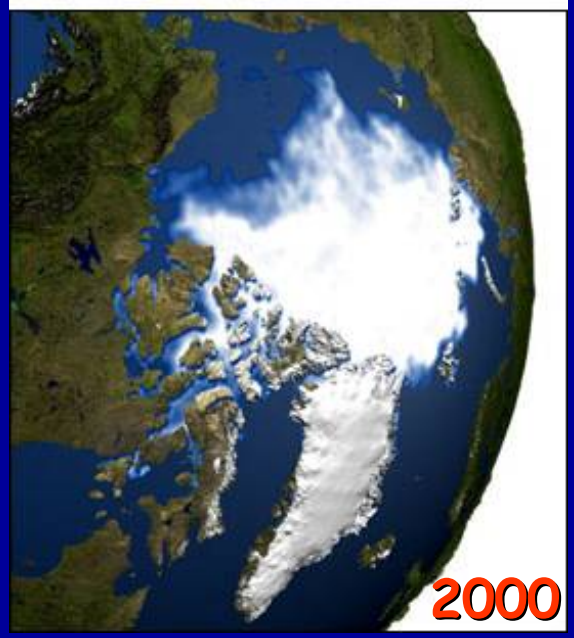


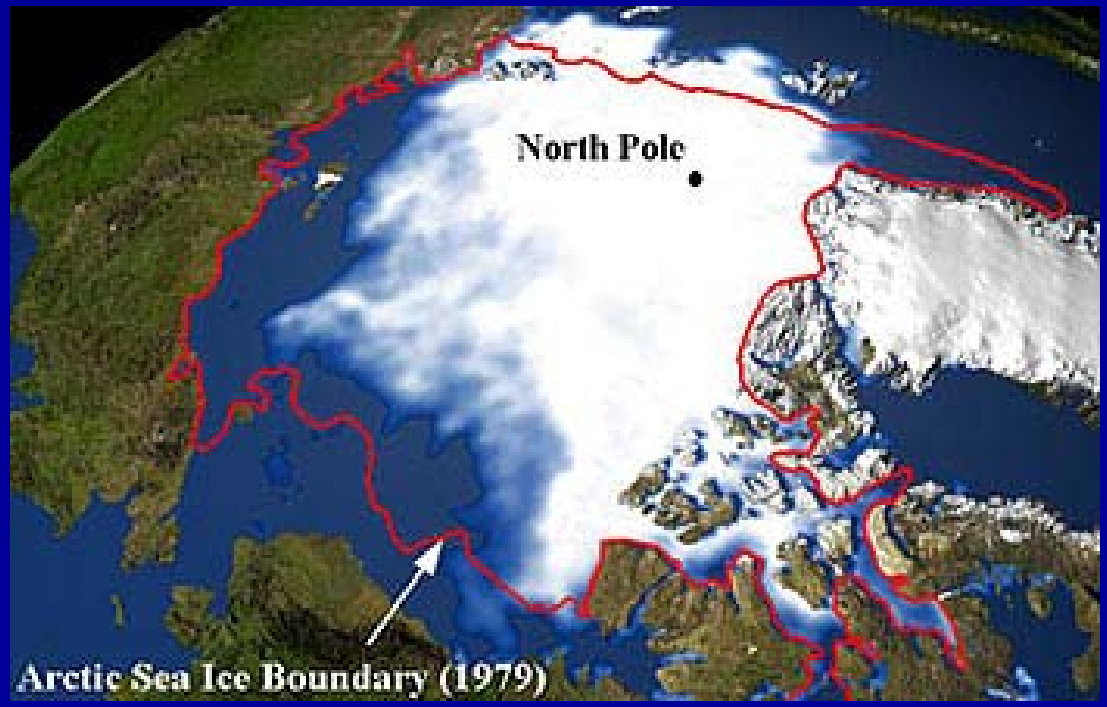
Océano helado rodeado de tierra

Tierra helada rodeada de océano

Las grandes zonas heladas del planeta son las que más luz reflejan hacia el espacio (hasta un 90%)

¿Cuándo se observa mejor la luz cenicienta?

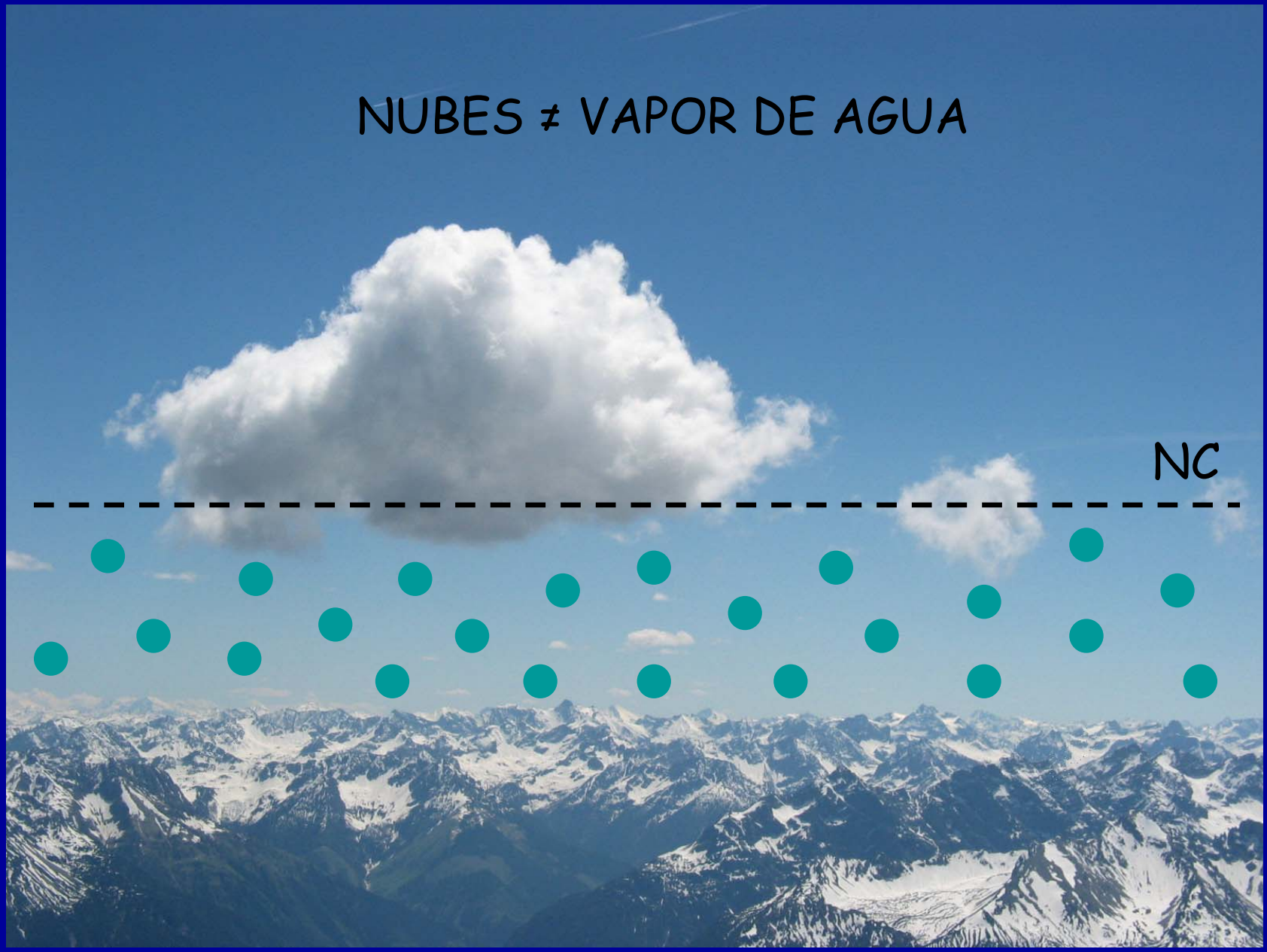




La disminución de hielo en el Ártico provoca una disminución del albedo terrestre

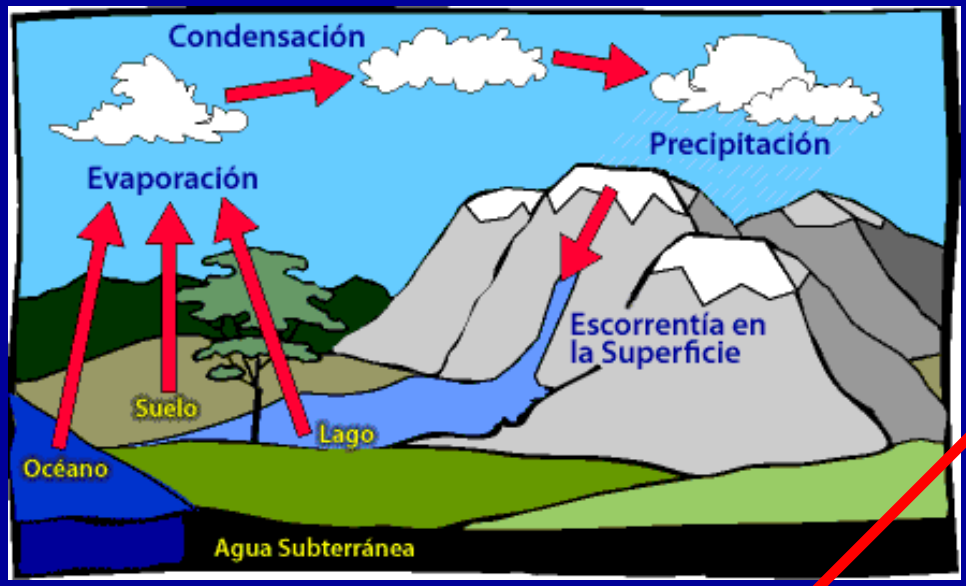
CLAVES: Nubes + luz cenicienta

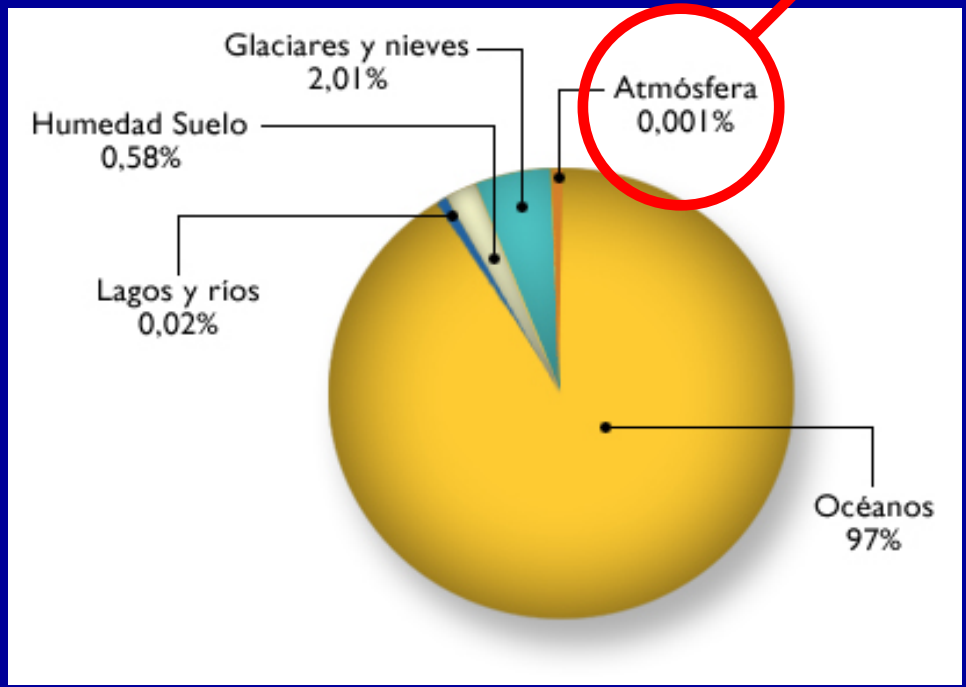
CAMBIO CLIMÁTICO


NUBES ≠ VAPOR DE AGUA
NC

Gotitas de agua

FASE LÍQUIDA
NO GAS





12 billones de m^3

Nubes: 4%
Vapor de agua: 96%

La mayor parte del agua de la atmósfera es invisible ante nuestros ojos

Cambio de fase HIELO-AGUA

- Absorción de calor latente: 80 cal/g
- La "rareza" del agua permite la existencia de hielo flotante (ρ_{Agua} disminuye si T<4 °C)

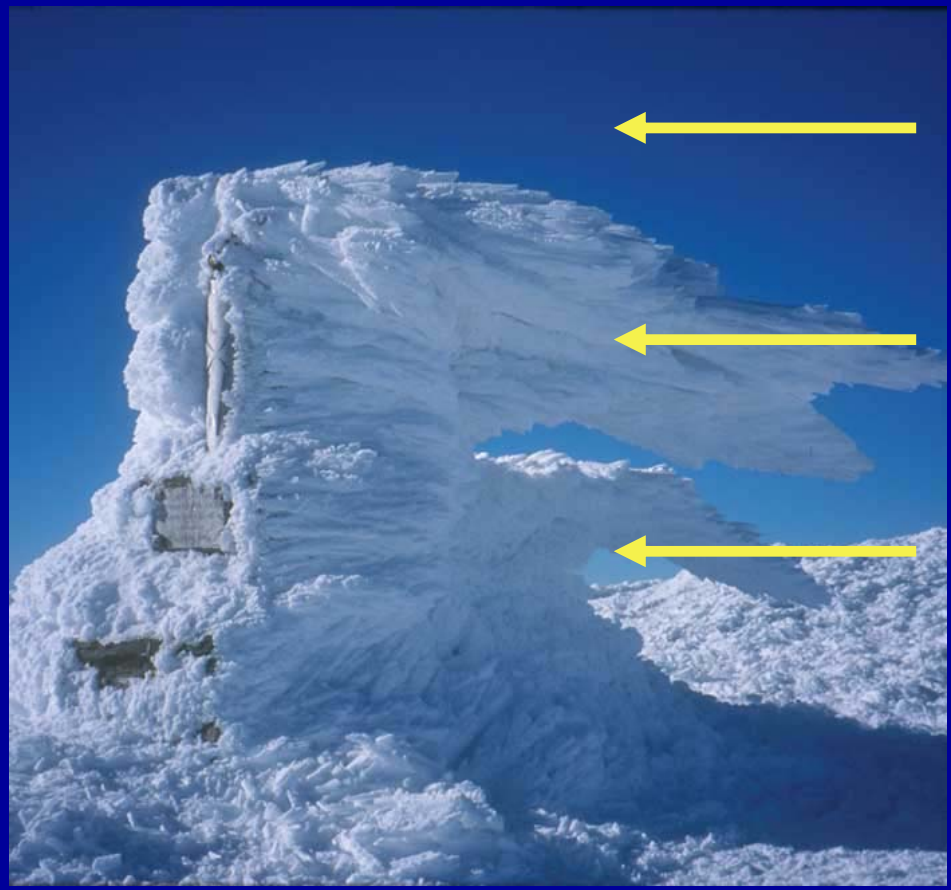
Elevado poder refrigerante

Cambio de fase VAPOR-AGUA

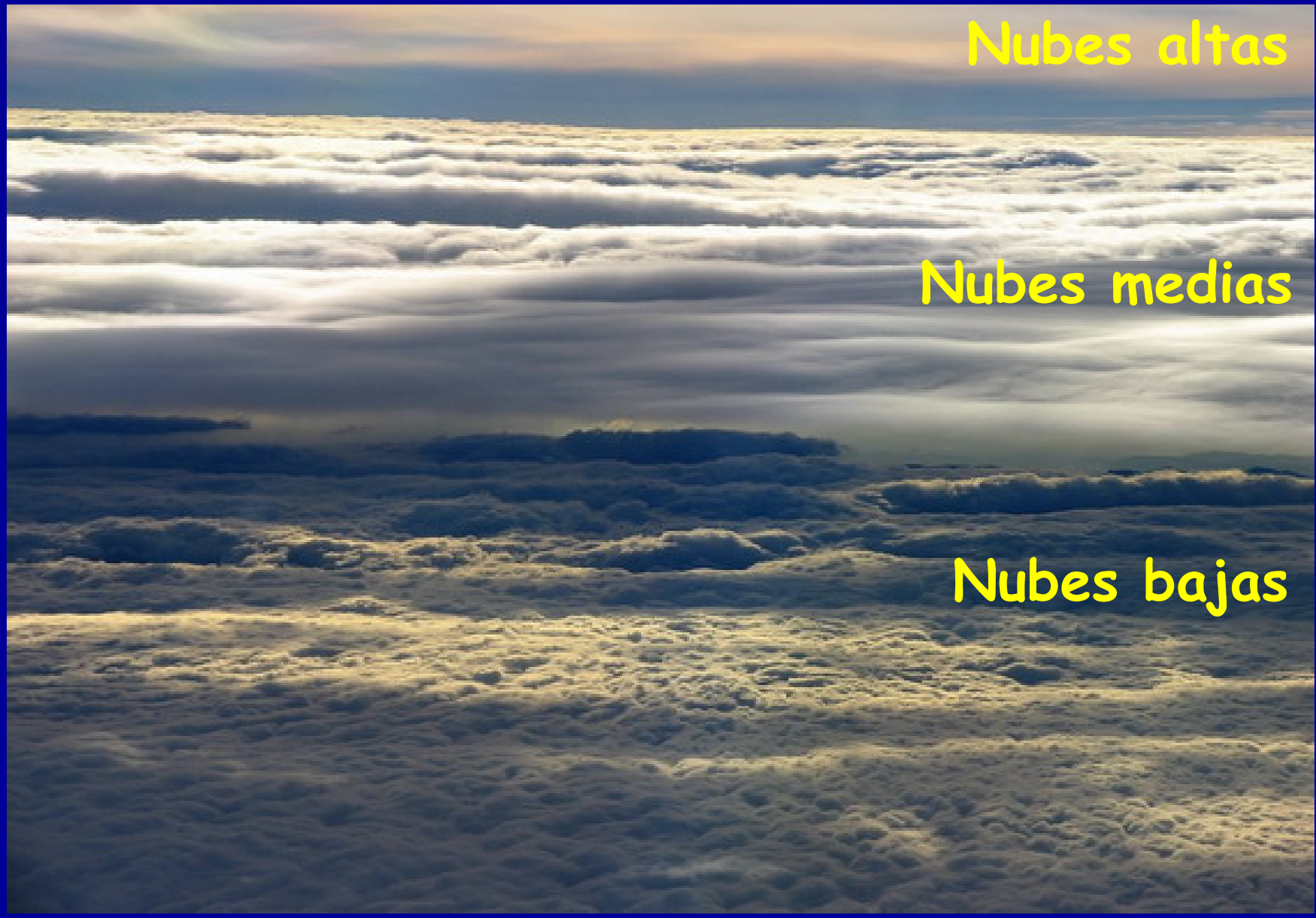
Pérdida de calor latente: 600 cal/g

ESCARCHA

Sublimación (VAPOR → HIELO)



CENCELLADA

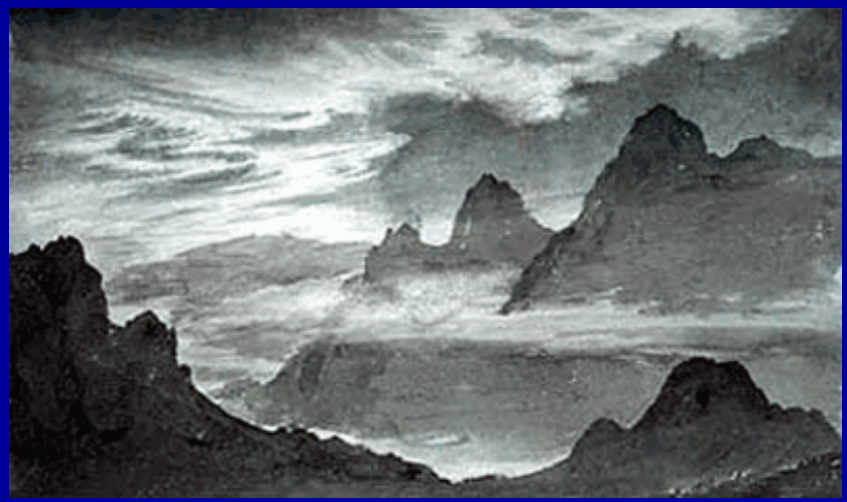

Nubes altas
Nubes medias
Nubes bajas

Nubes de desarrollo vertical

La variedad de formas nubosas dificulta su clasificación

Jean Baptiste de Lamarck (1744-1829)

Luke Howard (1772-1864)



On the modifications of clouds (1803)

Las formas de las nubes y su evolución nos suministran mucha información

ONDAS

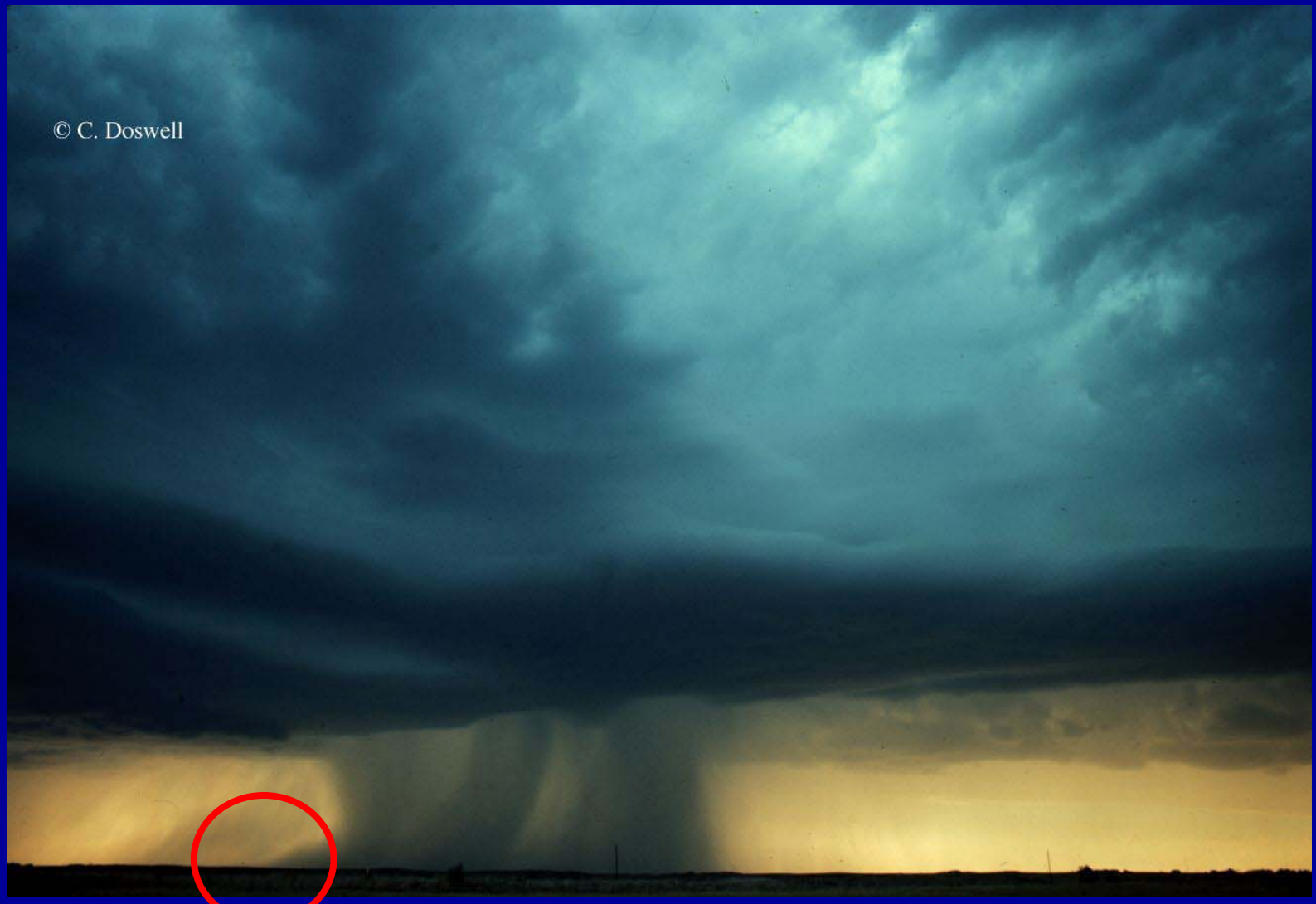
Patrones de repetición

BURBUJAS

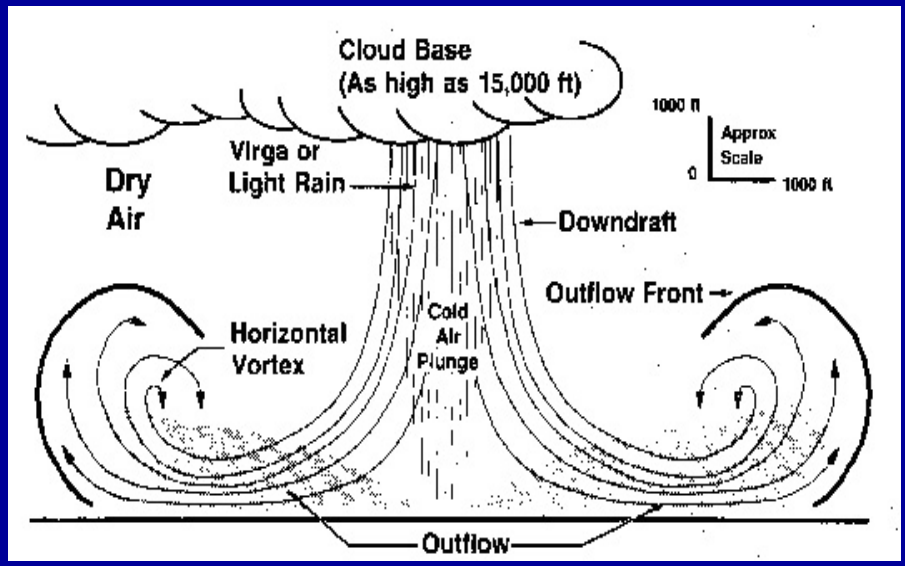
Formas redondeadas

MOVIMIENTOS ROTATORIOS

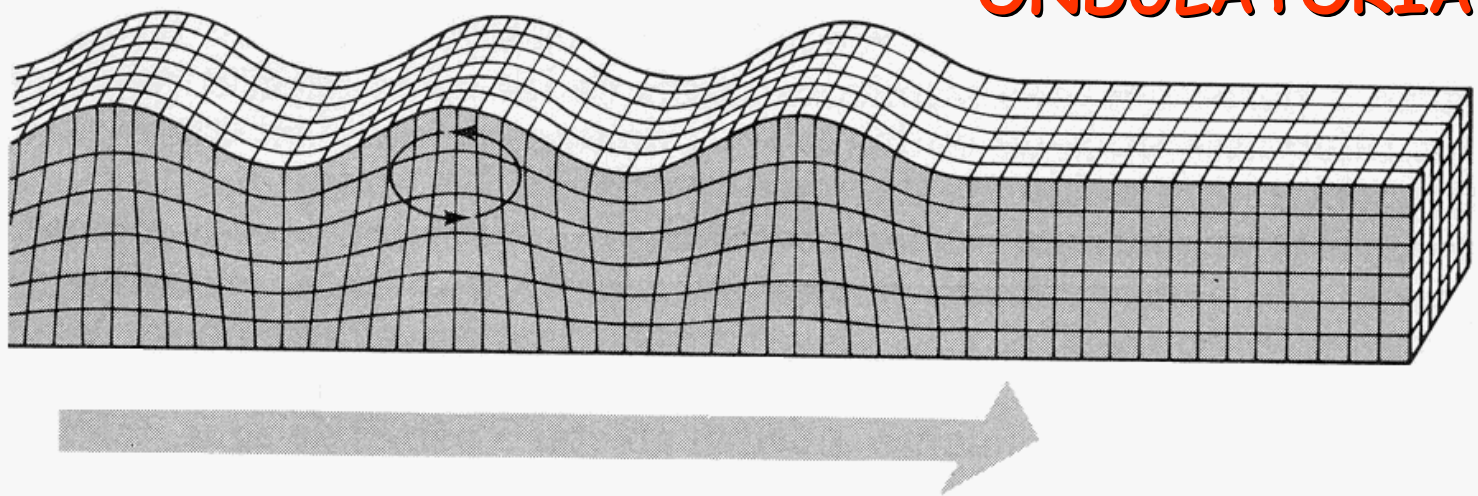
Oleaje atmosférico

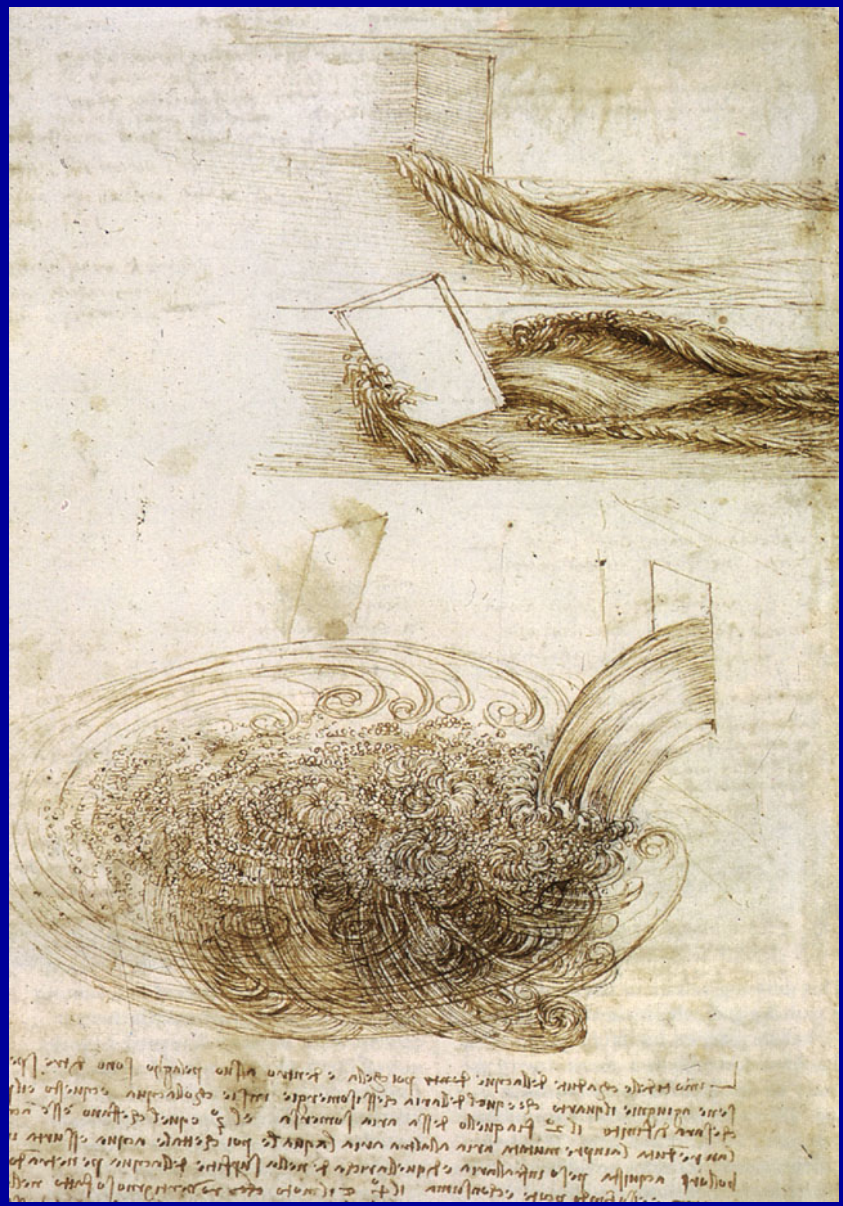


Desplome de aire frío contra el suelo



ONDULATORIA

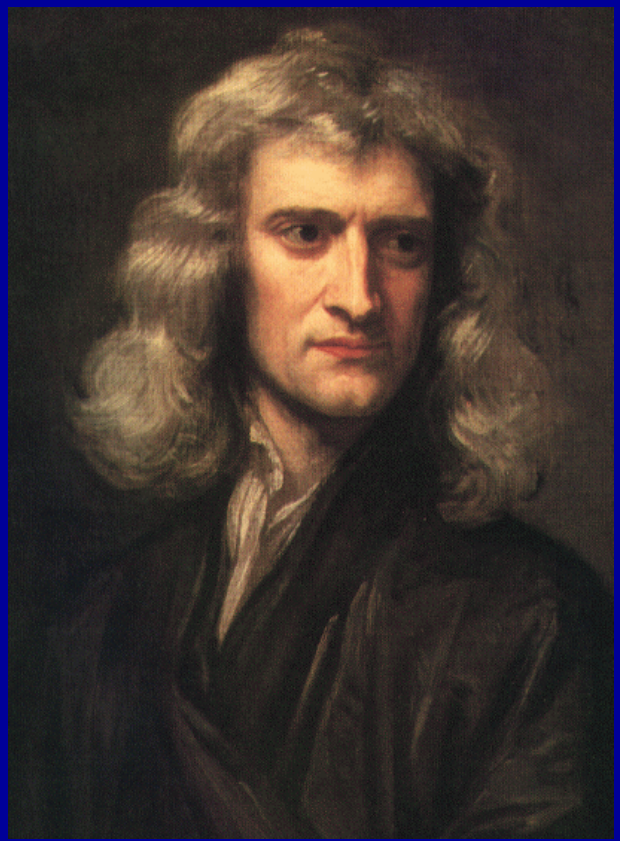




Formas del agua

Formas del aire

ATMÓSFERA ⟺ OCÉANO

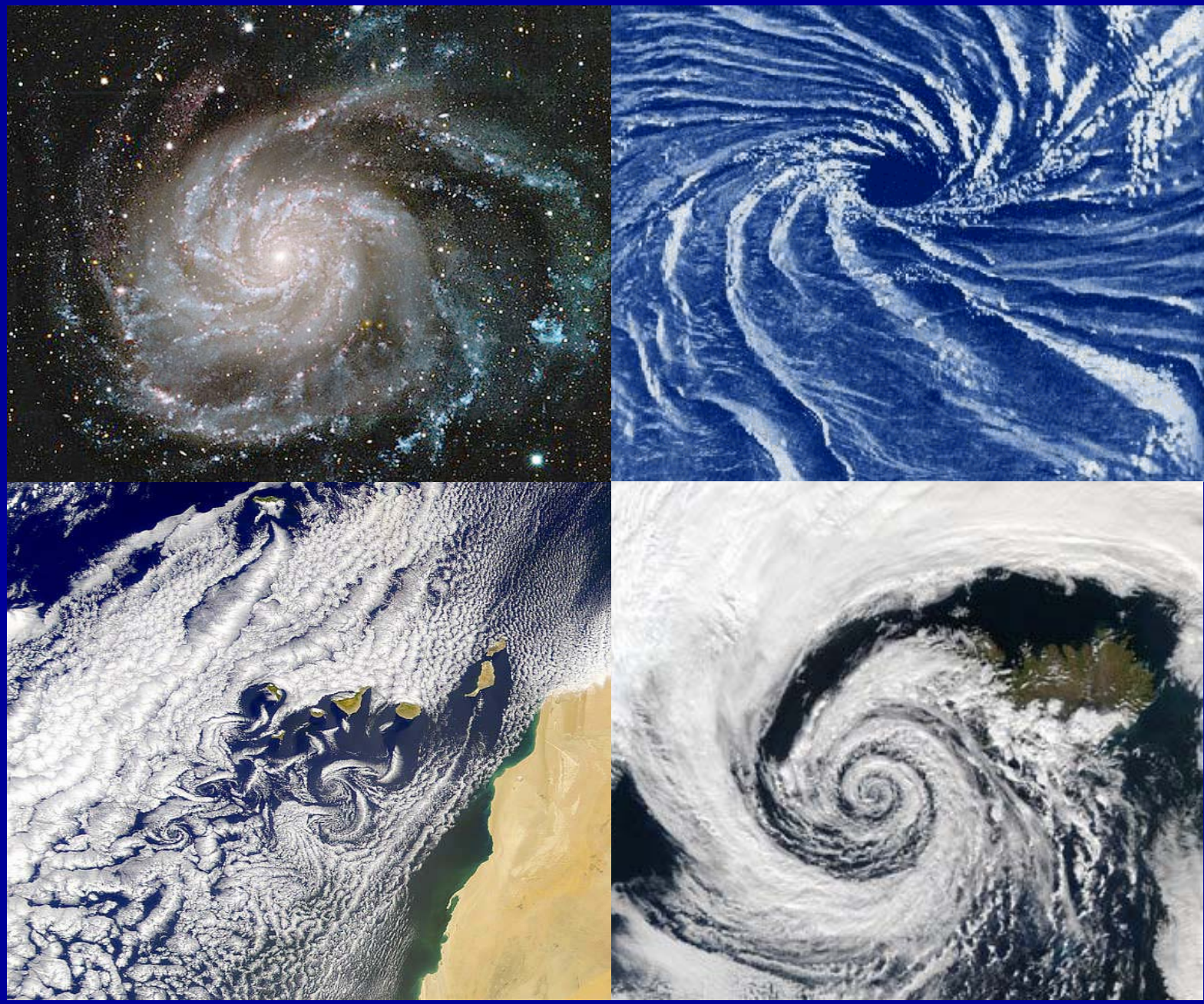


Isaac Newton
(1642-1727)

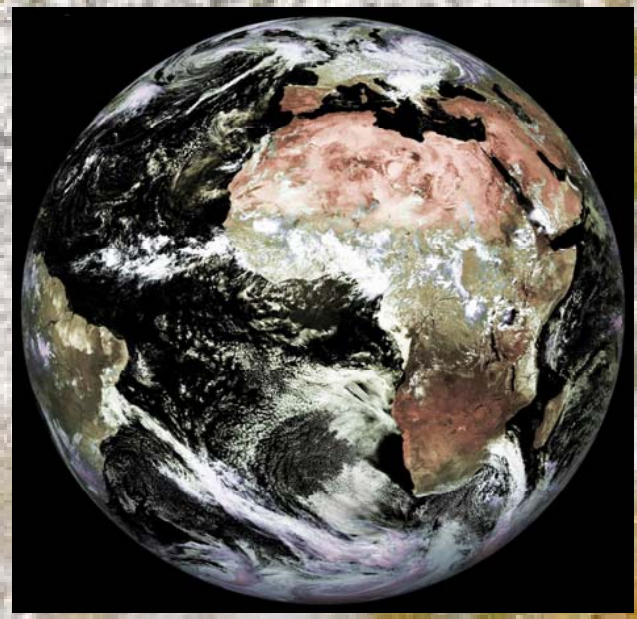
2ª LEY: F=m·a

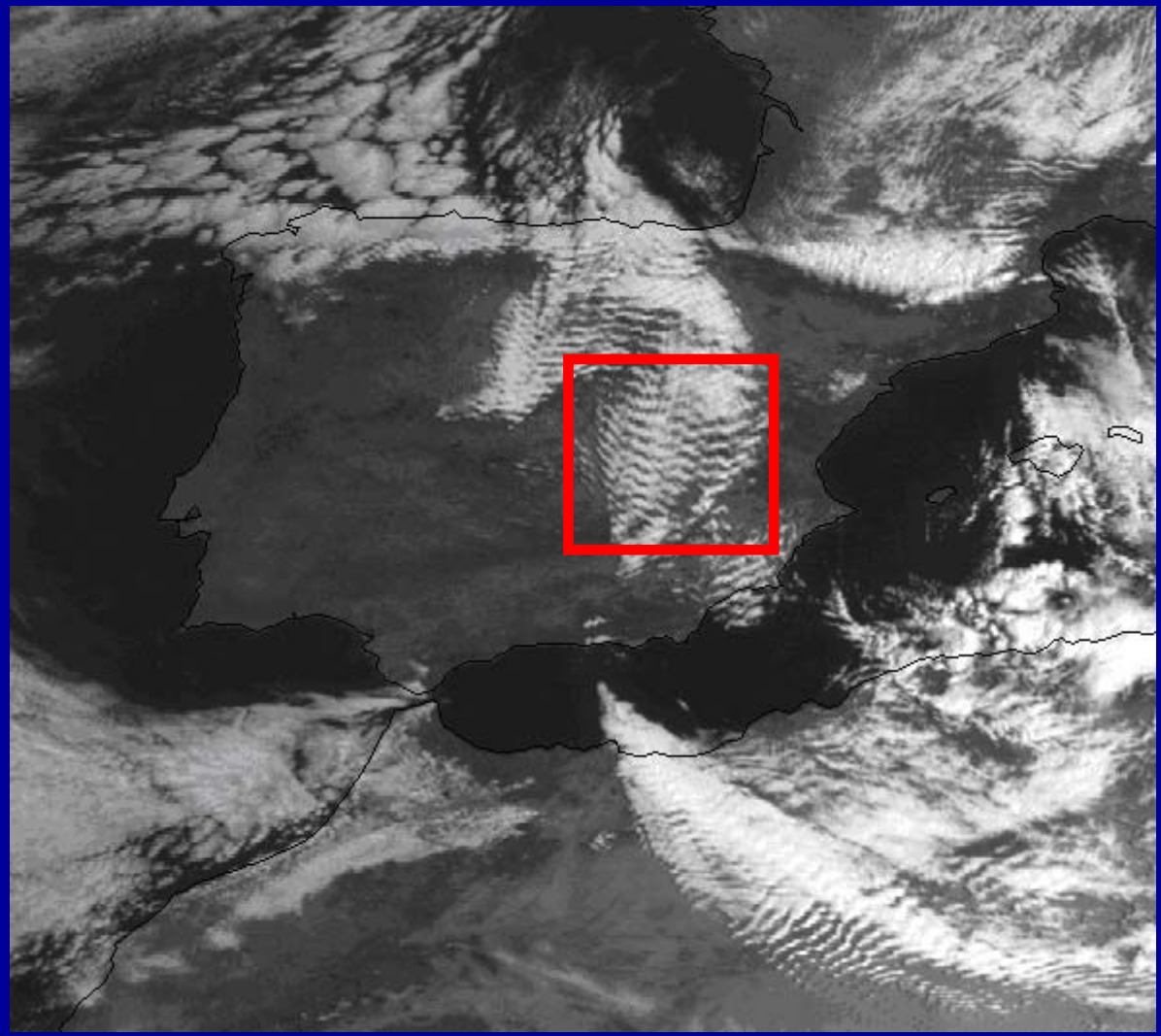
$$\frac{\partial v}{\partial t} + (v \bullet \nabla)v = -\frac{\nabla p}{\rho} + \frac{\eta}{\rho}\nabla \times \omega + g$$

Ec. de Navier-Stokes



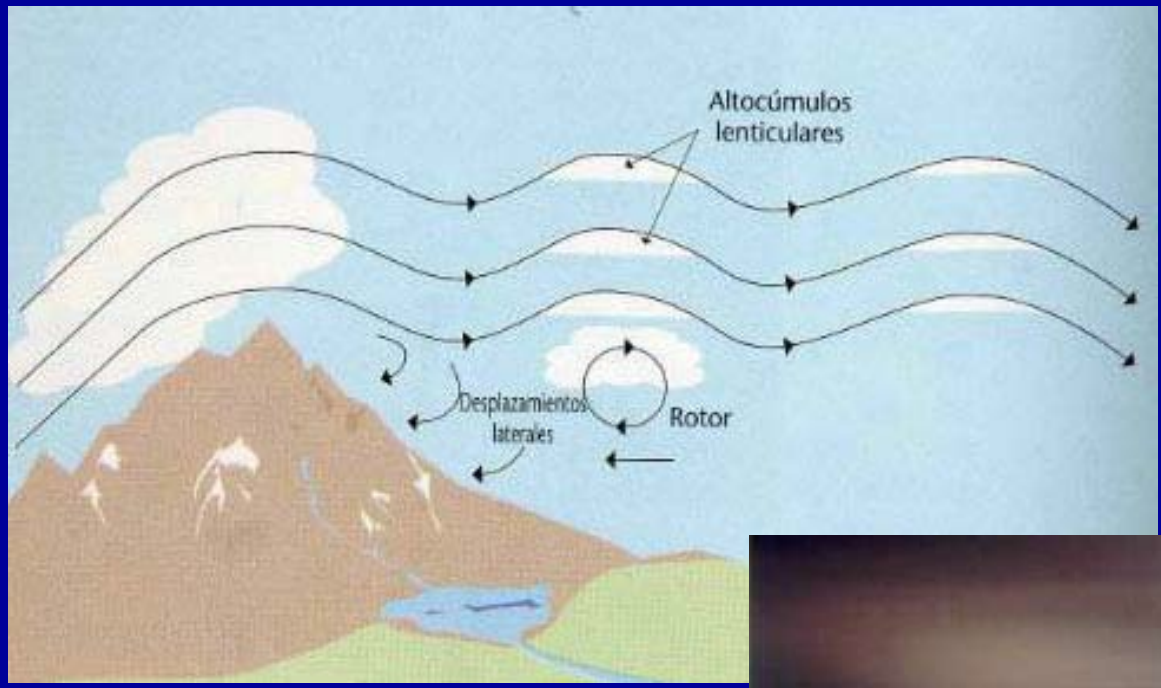
La rotación terrestre genera belleza





Ondas de montaña vistas desde el Meteosat

"Tren de ondas" visto desde abajo



ONDAS DE MONTAÑA

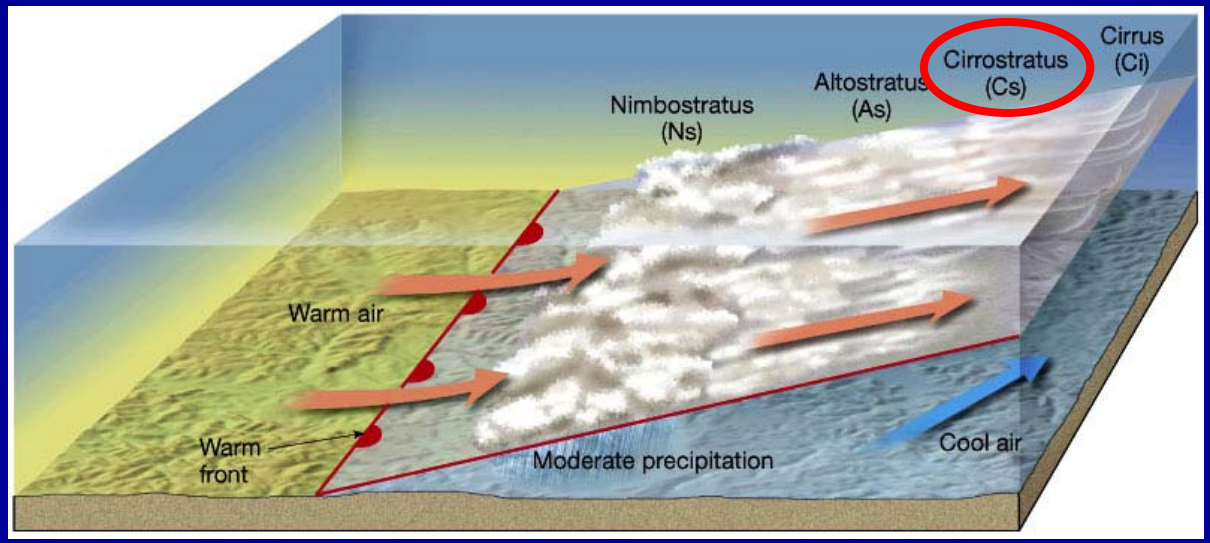
- Viento intenso
- Incidencia perpendicular
- Estabilidad

4.000 m
Indicador de cambio de tiempo

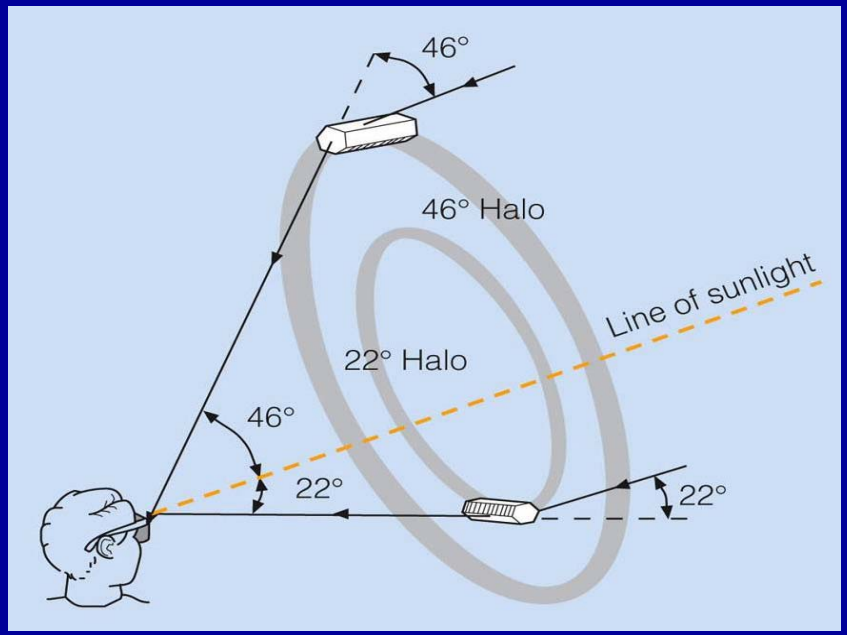
Indicador de cambio de tiempo

Ci, Cs

"Cerco de luna, lluvia segura"


Cirrus
(Ci)
Cirrostratus
(Cs)
Altostratus
(As)
Nimbostratus
(Ns)
Warm air
Warm
front
Moderate precipitation
Cool air

~ 800 km


46°
46° Halo
Line of sunlight
22° Halo
46°
22°
22°

No confundir los halos con las coronas, glorias o espectros de Brocken

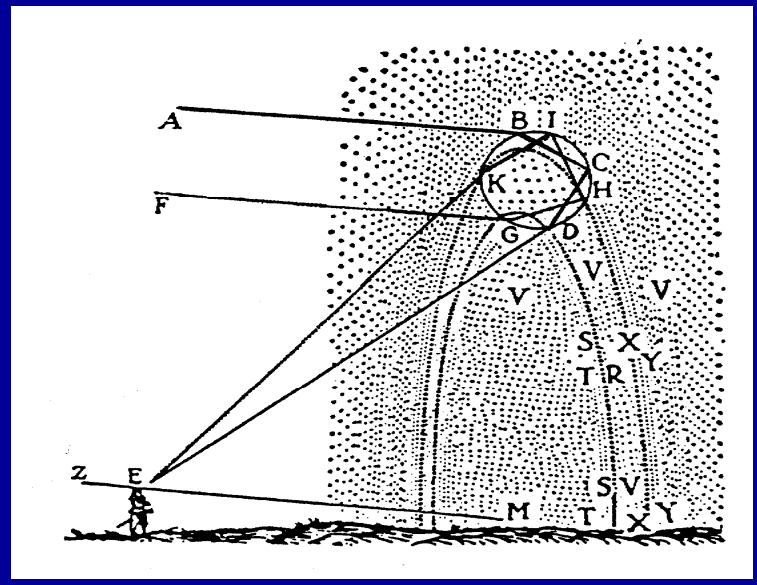
El arco iris tiene forma circular debido a la simetría esférica de las gotas de lluvia

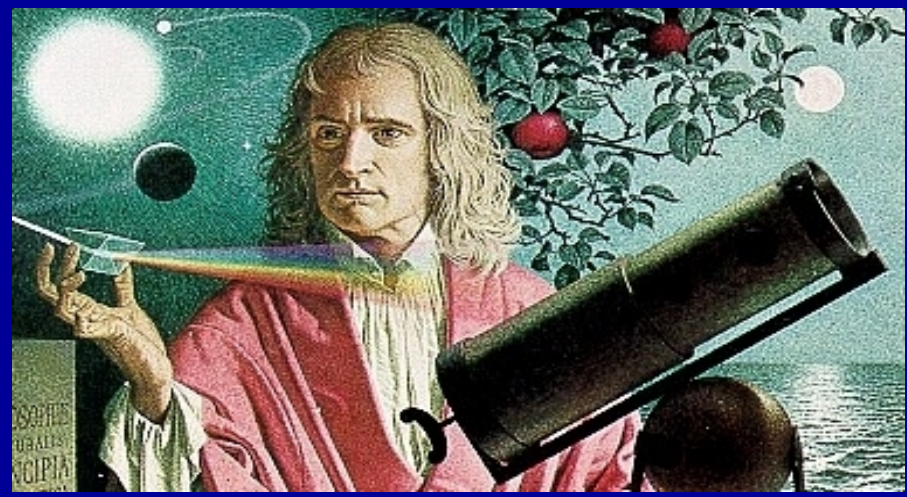
Las gotas de lluvia son esféricas

La esfera es la menor superficie capaz de contener un mayor volumen

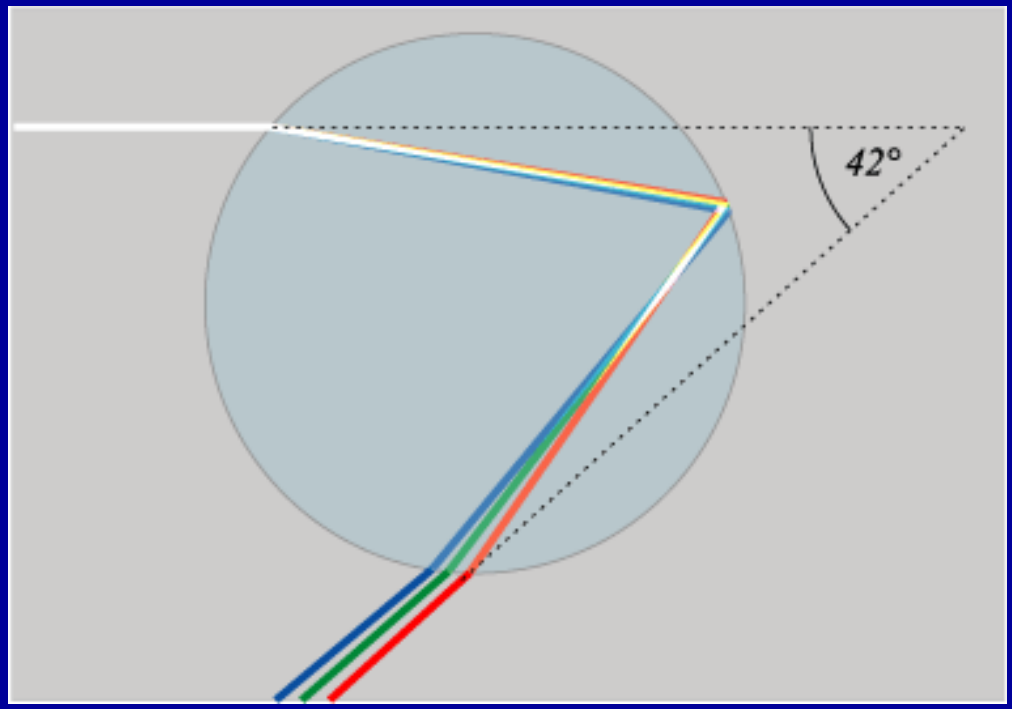
El Principio de mínima energía triunfa en la Naturaleza

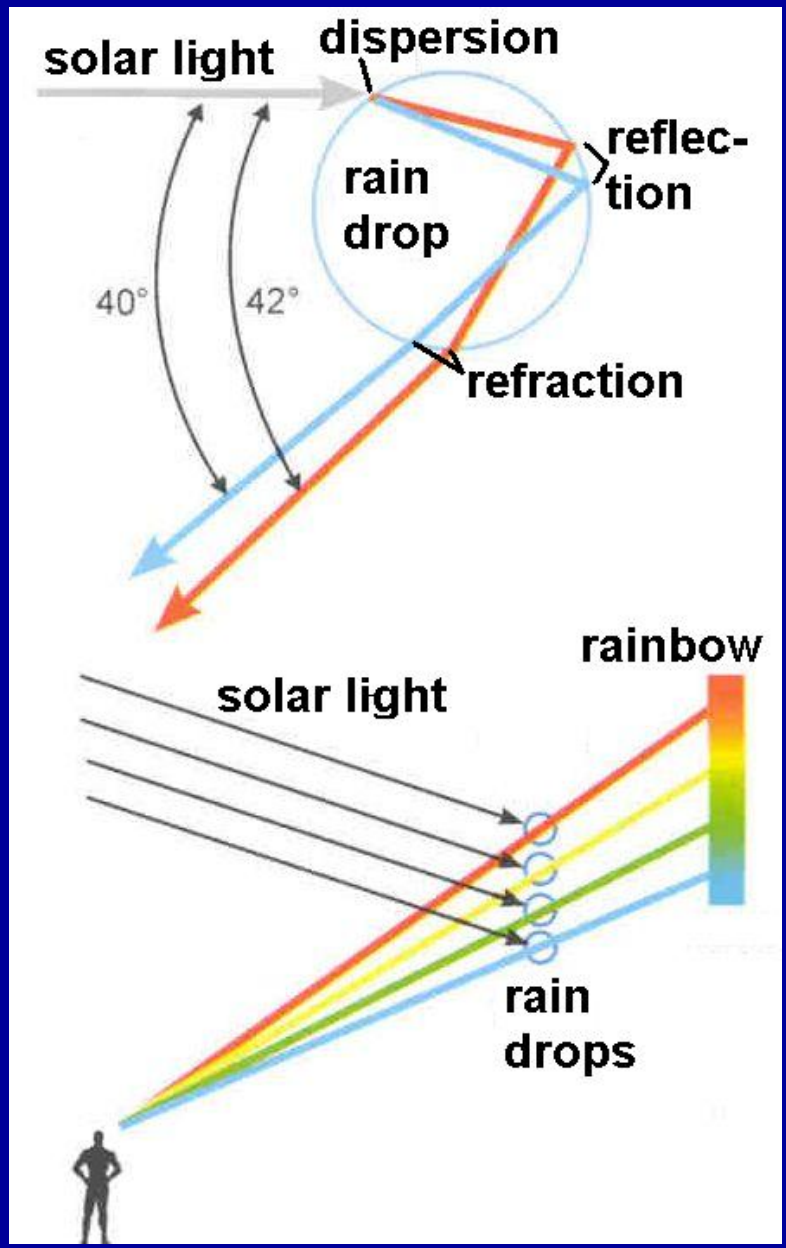
René Descartes
(1596-1650)





Isaac Newton (1642-1727)





- Cada persona vemos arcos iris diferentes

- Los arcos de cada color provienen de grupos de gotas diferentes

A.I. secundario (orden inverso)

Zona oscura de Alejandro

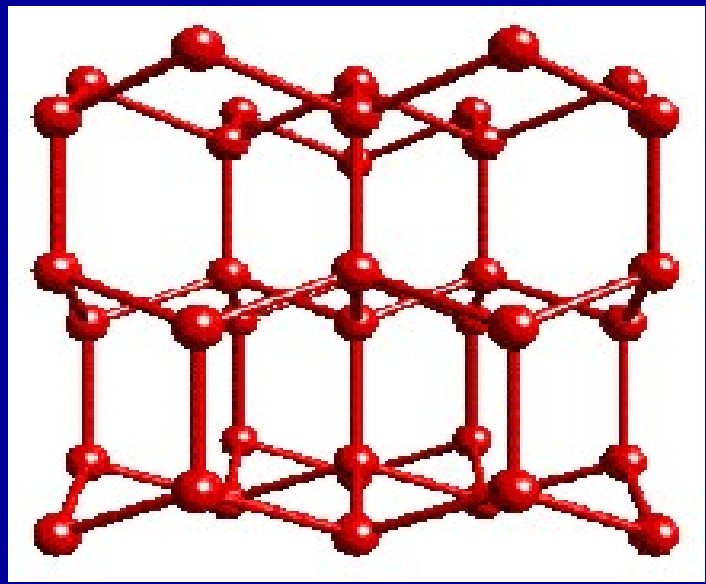
× Punto antisolar

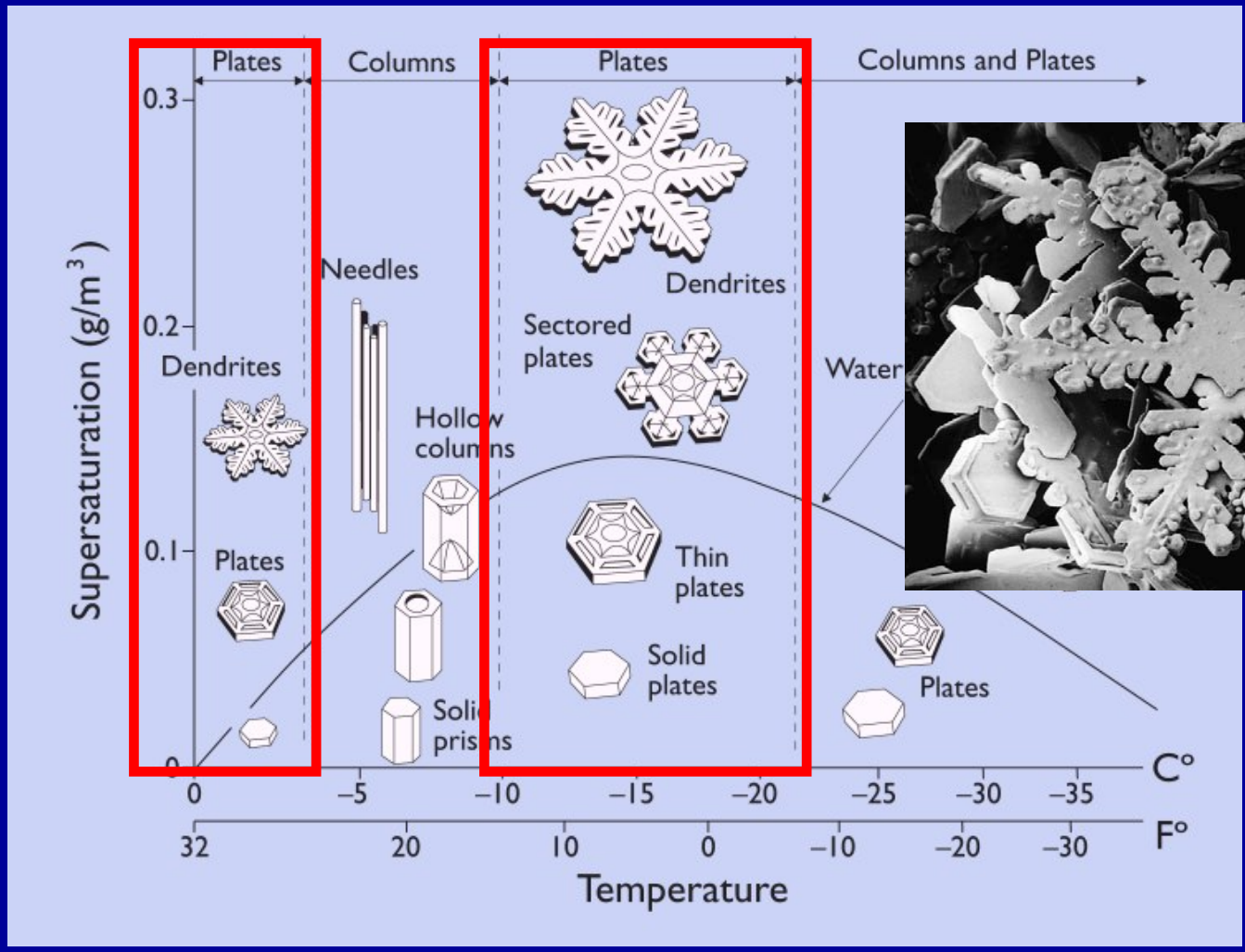
A.I. Secundario
A.I. por reflexión
¡¡ 6 ARCOS IRIS !!
A.I. por reflexión reflejado
A.I. Primario
A.I. Primario reflejado
A.I. Secundario reflejado

¿A qué es debida la blancura de las nubes?

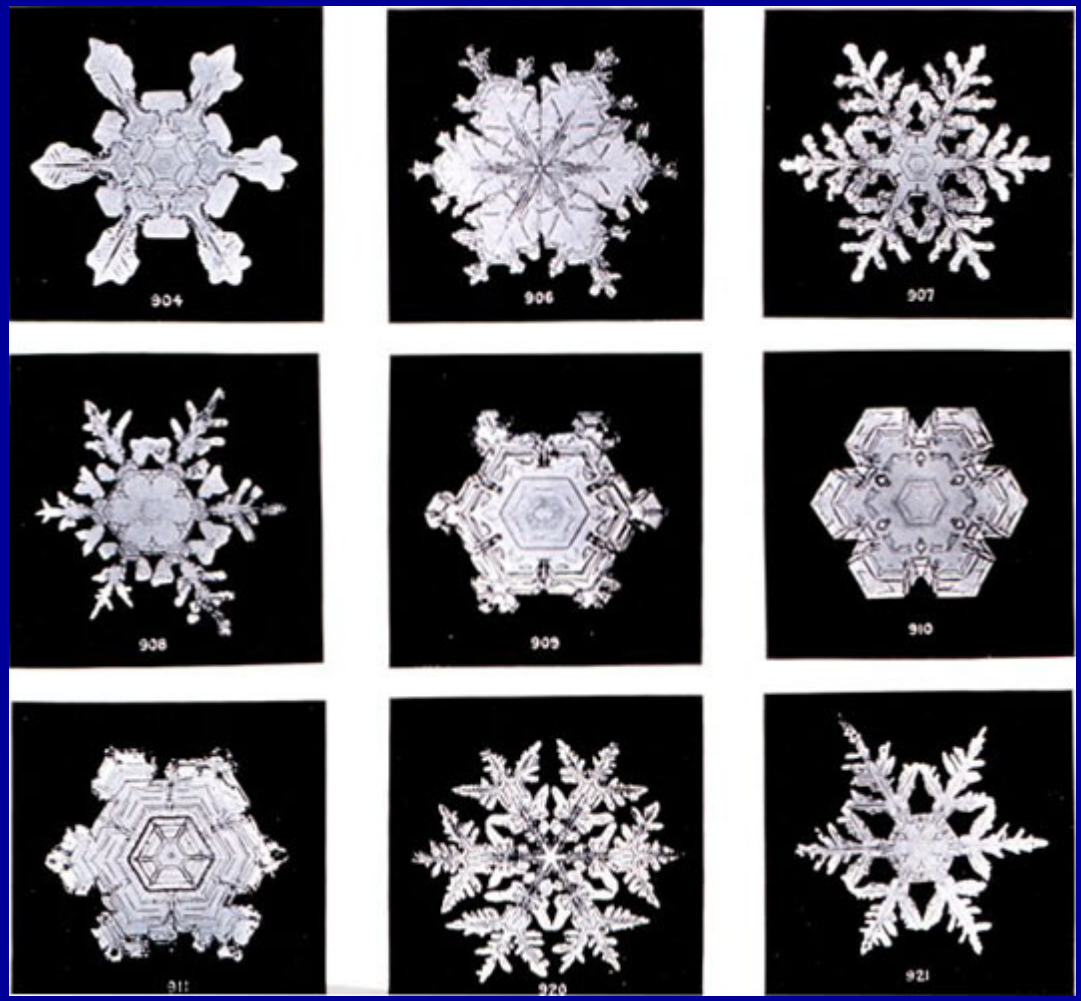
HIELO, AGUA y AIRE

© Sergio Padura





¿A qué obedece este comportamiento?



Wilson "Snowflake" Bentley (1865-1931)

No existen dos estrellas de nieve iguales

Estrella de nieve

Todo está maravillosamente entrelazado

La belleza impregna todo en la Naturaleza

Os animo a que observéis el cielo, os dejéis seducir por su belleza e interpretéis sus señales

Descubriréis las verdaderas causas de las nubes …

La fauna nubosa es muy variada …

Conocer las causas de los fenómenos producirá en vosotros la mayor de las satisfacciones

¡¡ Muchas gracias !!