



# Universidad Nacional de Río Negro

## Int. Partículas, Astrofísica & Cosmología - 2017

- **Unidad** 02 – Astrofísica
- **Clase** UO2 C01 – 07
- **Fecha** 26 Sep 2017
- **Cont** Astronomía
- **Cátedra** Asorey
- **Web** [github.com/asoreyh/unrn-ipac](https://github.com/asoreyh/unrn-ipac)  
[www.facebook.com/fisicareconocida/](https://www.facebook.com/fisicareconocida/)



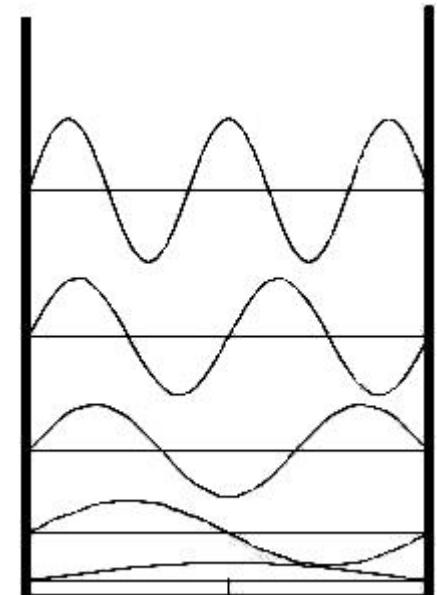
# Y la cuántica?

- También tenemos

$$E^2 = p^2 c^2 + m^2 c^4 \rightarrow E = -\sqrt{p^2 c^2 + m^2 c^4}$$

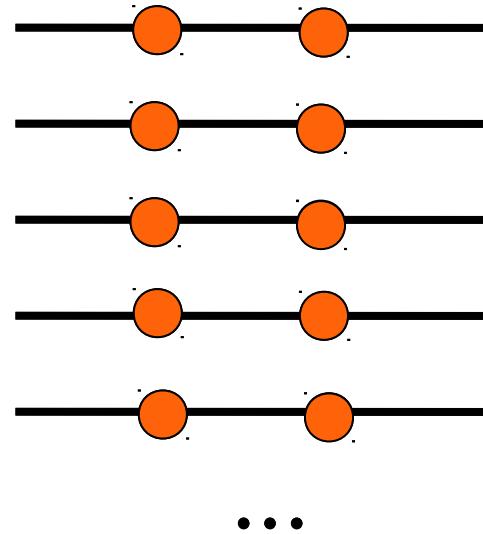
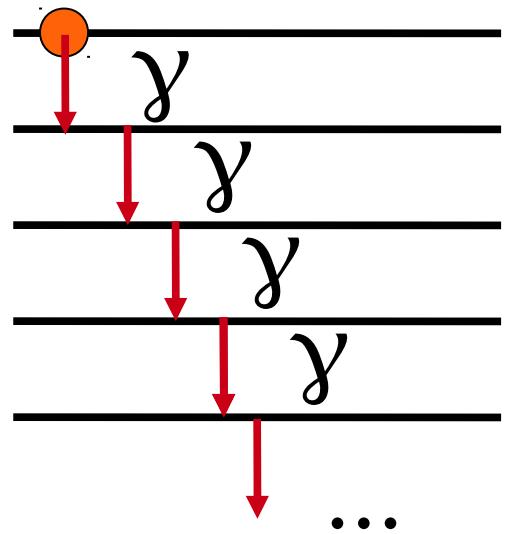
- La relatividad anticipa estados con energía total negativa... → **PROBLEMAS**
- Y encima son infinitos → **MÁS PROBLEMAS**
- Partícula en una caja

$$E_n = \left( \frac{\hbar^2}{8mL^2} \right) n^2$$



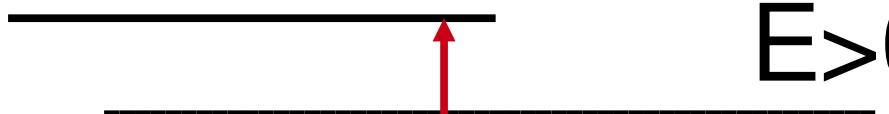
# Felicidad

- No hay colapso porque no hay estados vacíos

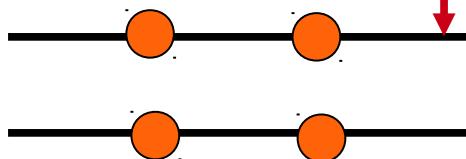


$E < 0$

$$E = 2mc^2 = 1.022 \text{ MeV}$$



$E > 0$

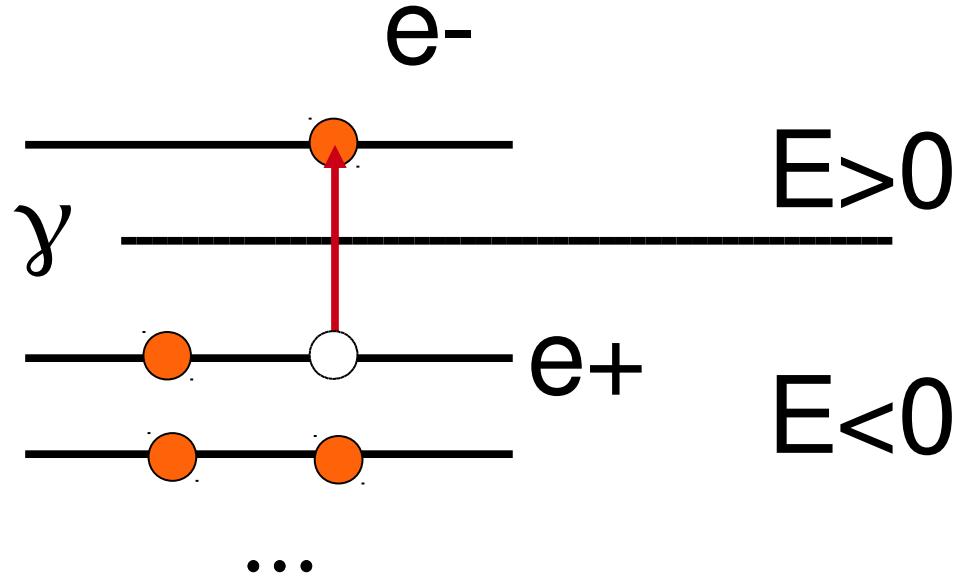


$E < 0$

$$E = \pm mc^2$$

# Materia-Antimateria

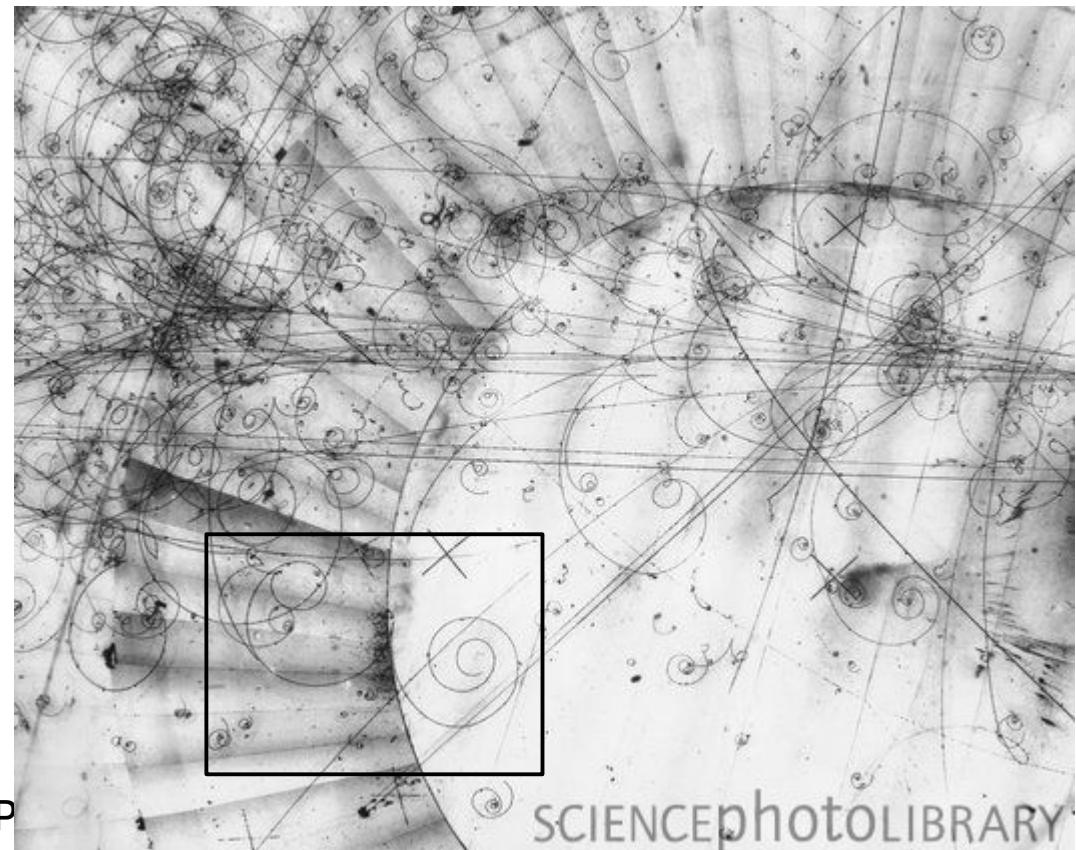
- En una interacción EM (scattering) es posible sacar un electrón del mar
- El “hueco” se ve como un electrón positivo



$$E_\gamma \geq 1.022 \text{ MeV}$$

Sep 26, 2017

H. Asorey - IP





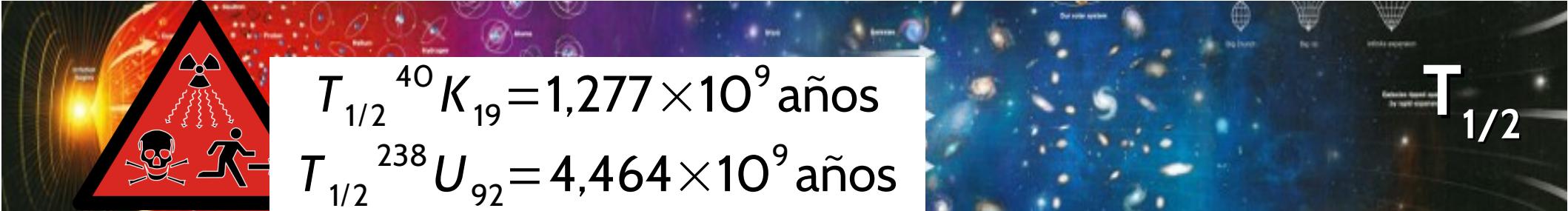
# En esa época

- Se conocían cuatro partículas:
  - Protón (+)
  - Electrón (-)
  - Fotón (0) ← interacciones cargadas
  - Neutrón (0)
- Si existía el antielectrón, ¿por qué no un antiproton?
- La idea del antineutrón es más compleja (sin carga)



# Radiactividad

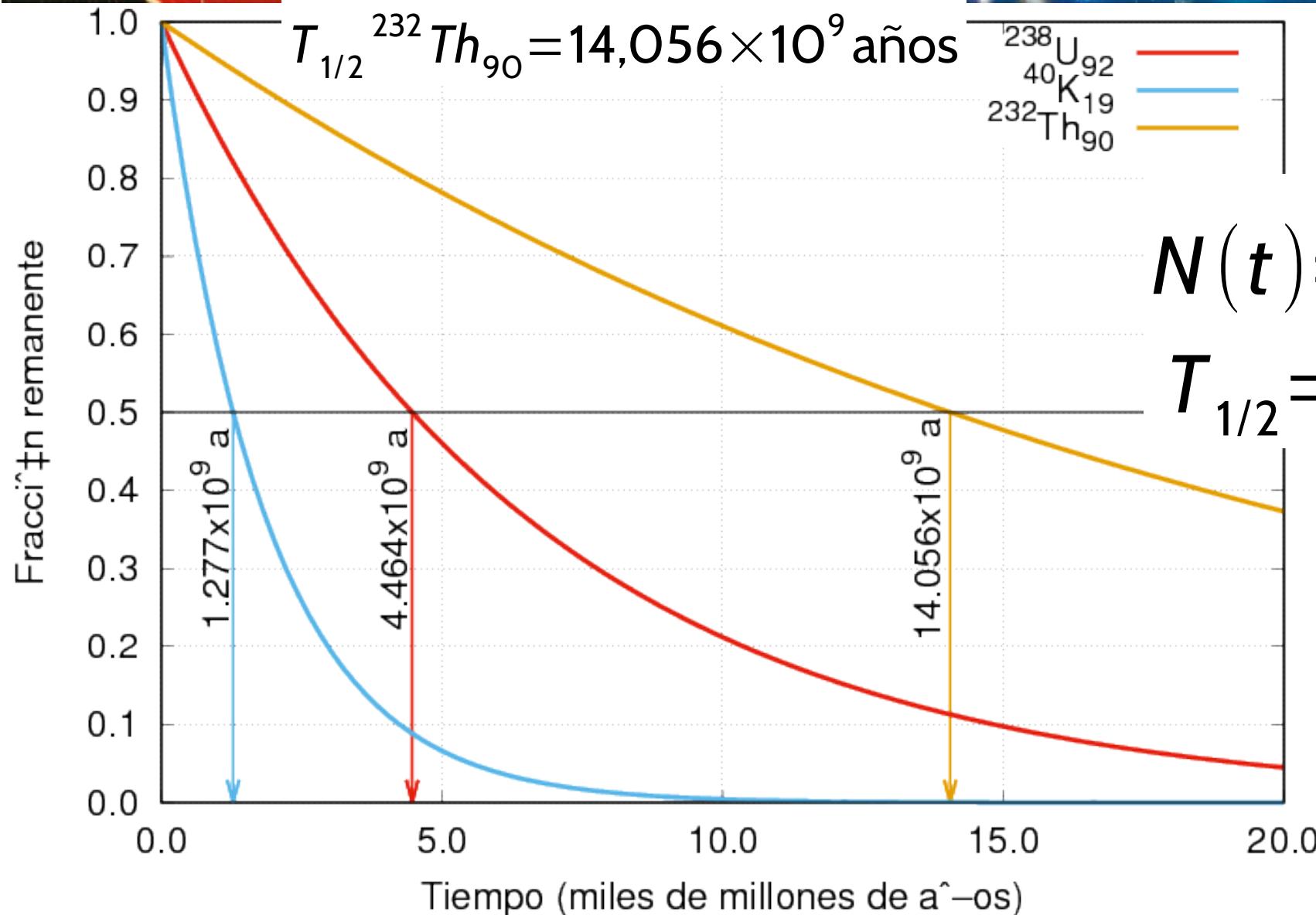
- **Fenómeno físico por el cual algunos elementos inestables decaen en otros más estables emitiendo radiación ionizante (Energías típicas: keV – MeV).**
- **Tipos:**
  - **Alfa:** emisión de un núcleo de Helio (2 protones, 2 neutrones). Poca capacidad de penetración (las detiene un papel)
  - **Beta:** emisión de un electrón o un positrón (media capacidad de penetración: láminas metálicas delgadas)
  - **Gamma:** emisión de un fotón de alta energía (alta capacidad de penetración, hasta plomo)
  - Otros: neutrones, protones, fisión espontánea, fragmentación



$$T_{1/2}^{40}K_{19} = 1,277 \times 10^9 \text{ años}$$

$$T_{1/2}^{238}U_{92} = 4,464 \times 10^9 \text{ años}$$

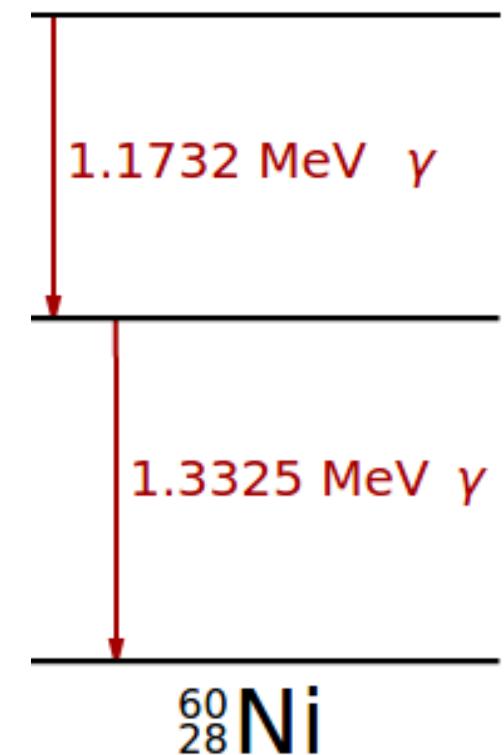
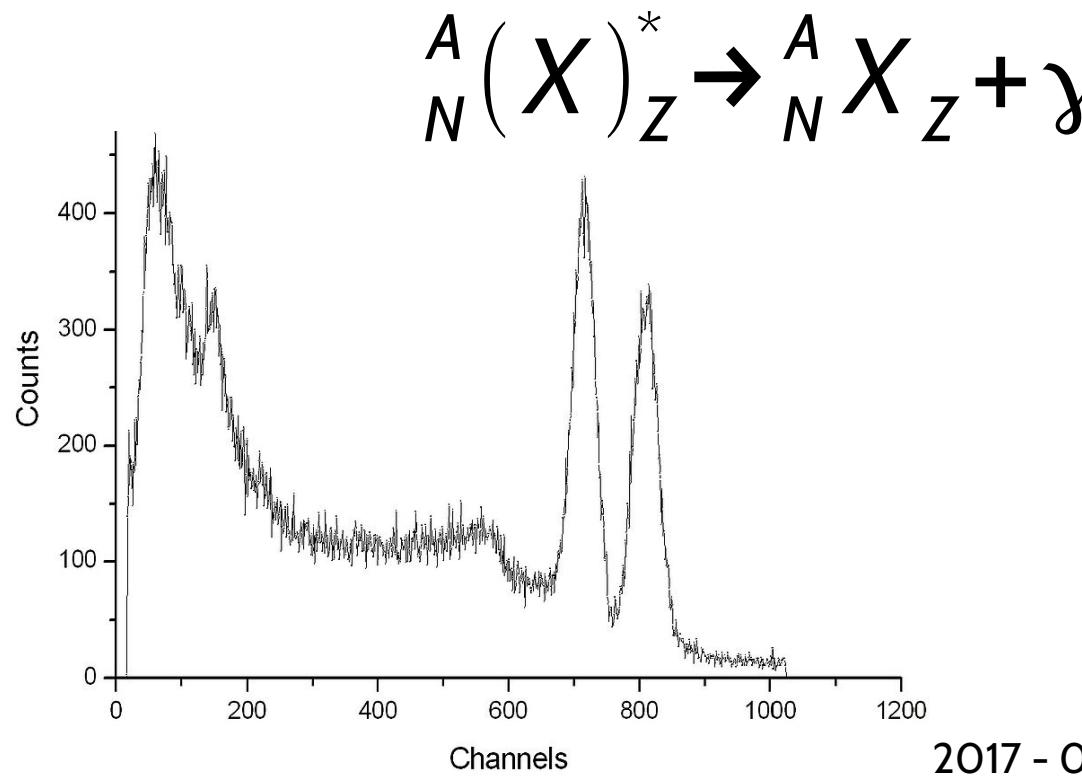
$$T_{1/2}^{232}Th_{90} = 14,056 \times 10^9 \text{ años}$$





# Emisión Gamma

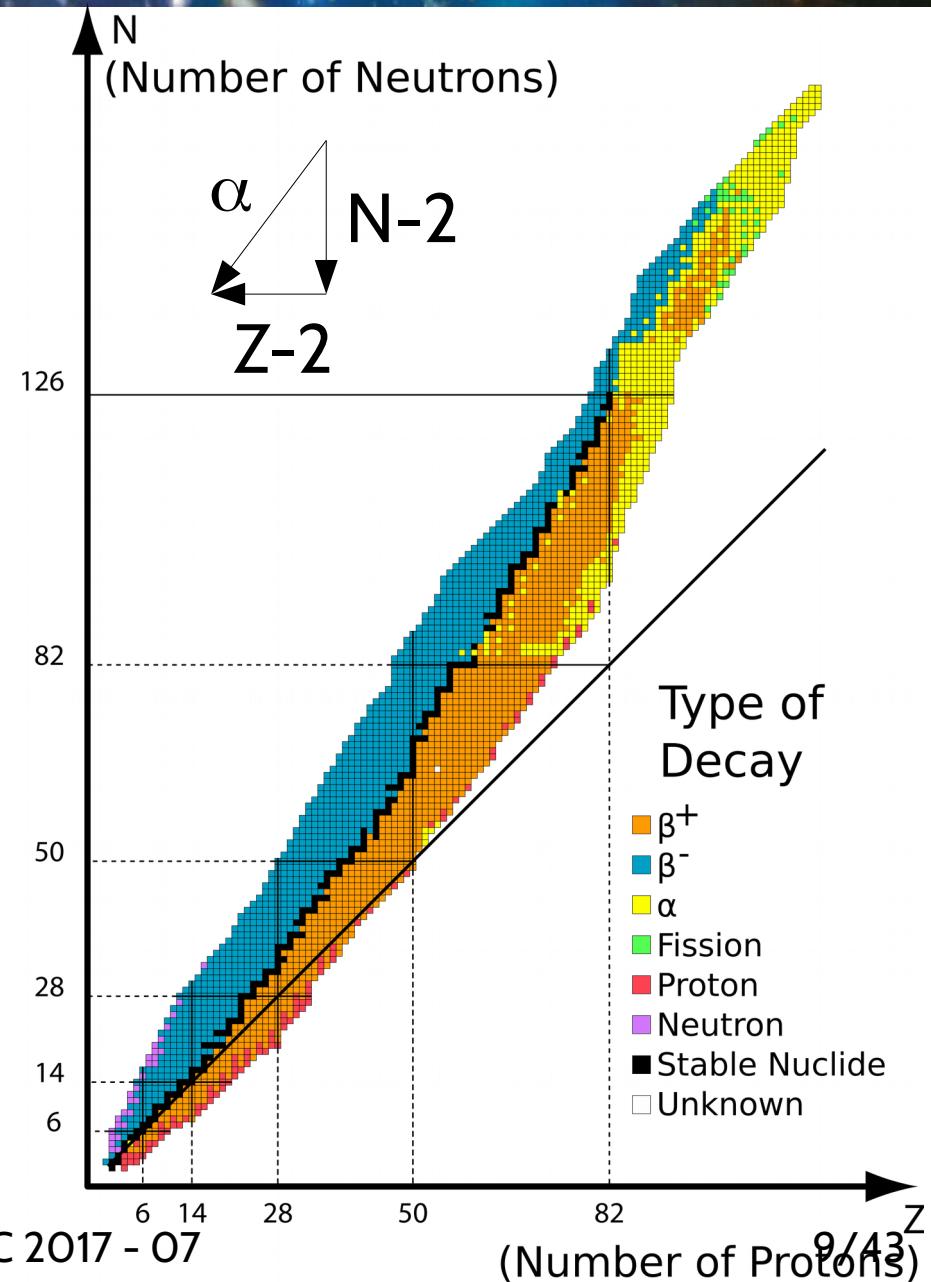
- El núcleo tiene niveles de energía
- El núcleo en un estado excitado se desexcita a través de la emisión de un fotón (gamma) con energía igual a la diferencia de energía entre los estados inicial y final





# Decaimiento alfa

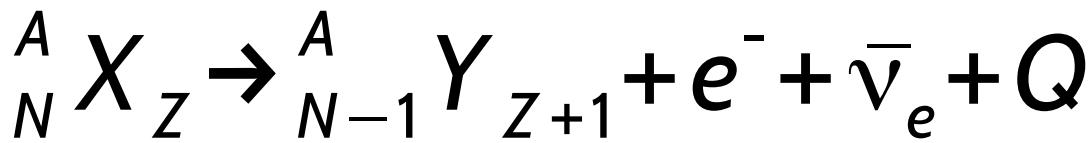
- Corresponde a la emisión espontánea de un núcleo de Helio  ${}^4\text{He}_2$  (partícula alfa, 2 neutrones, 2 protones)
- El núcleo pierde dos protones  $\rightarrow$  otro elemento!



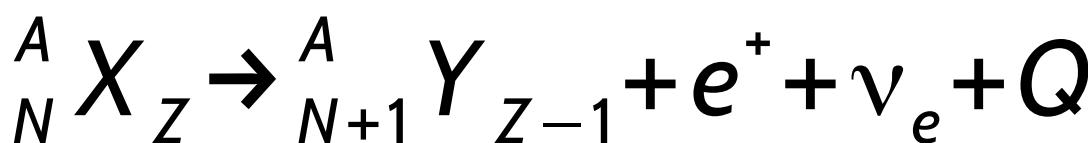


# Decaimiento beta

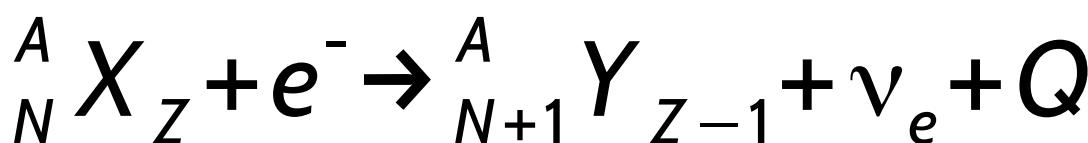
- $\beta^-$ : emisión de un **electrón**



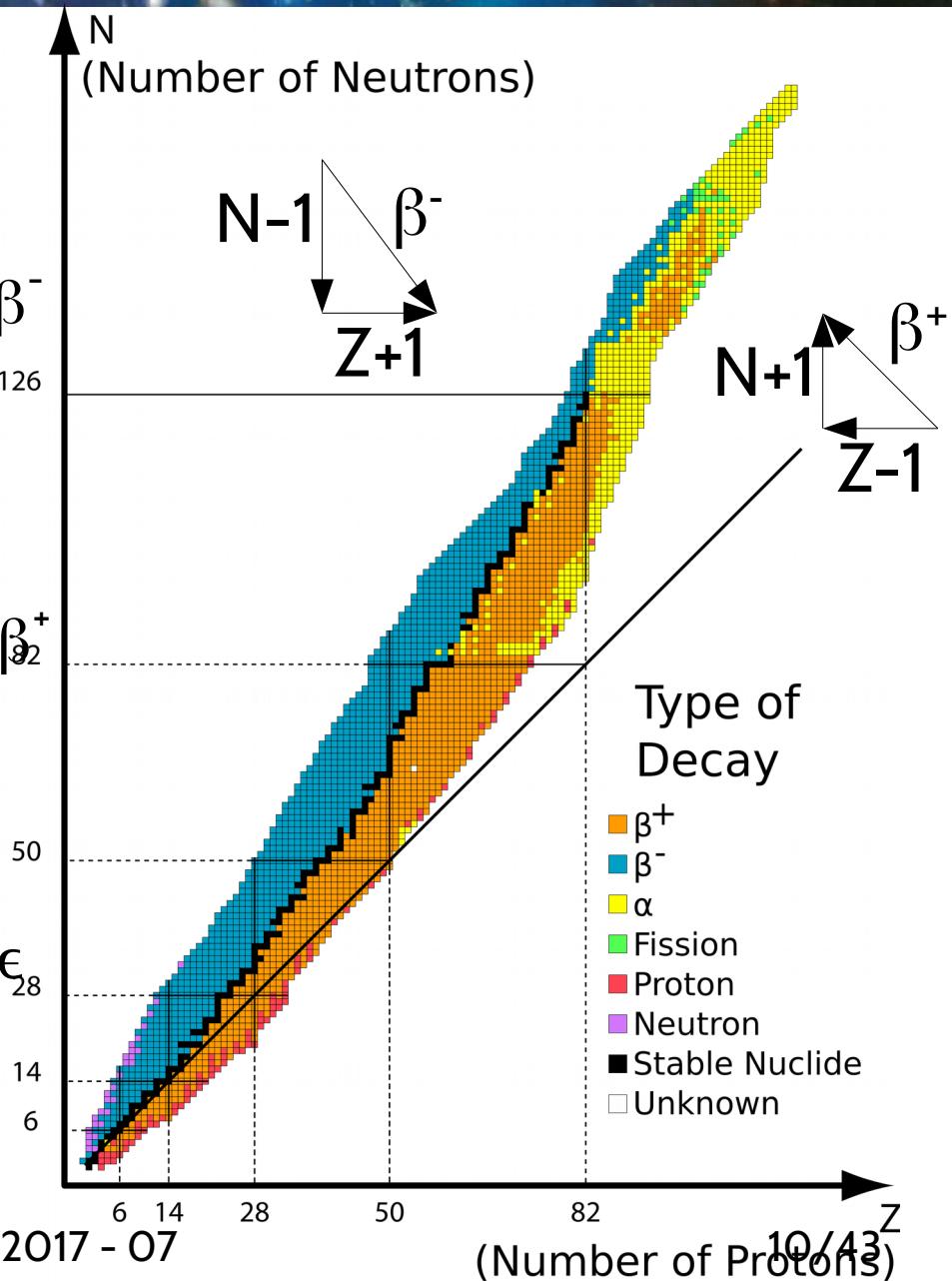
- $\beta^+$ : emisión de un **positrón**



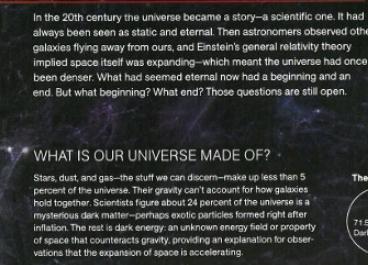
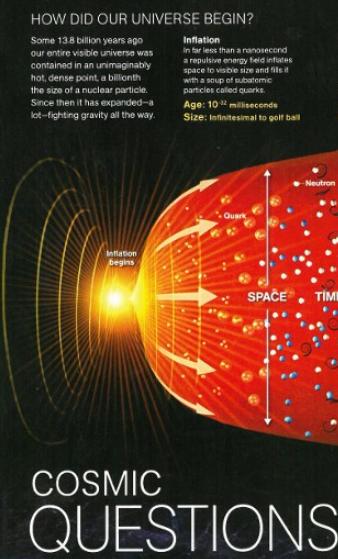
- $\epsilon$ : **captura electrónica**



- **¿Qué es  $\nu_e$ ?**



# Contenidos: un viaje en el tiempo



## Unidad 2 Astrofísica Cálido y frío

### DO WE LIVE IN A MULTIVERSE?

What came before the big bang? Maybe other big bangs. The uncertainty principle holds that even the vacuum of space has quantum energy fluctuations. Inflation theory says our universe exploded from such a fluctuation—a random event that, odds are, had happened many times before. Our cosmos may be one in a sea of others just like ours—or nothing like ours. These other cosmos will very likely remain forever inaccessible to observation; their possibilities limited only by our imagination.

## Unidad 1 Partículas 1 *todo es relativo*



# U2: Cálido y Frío

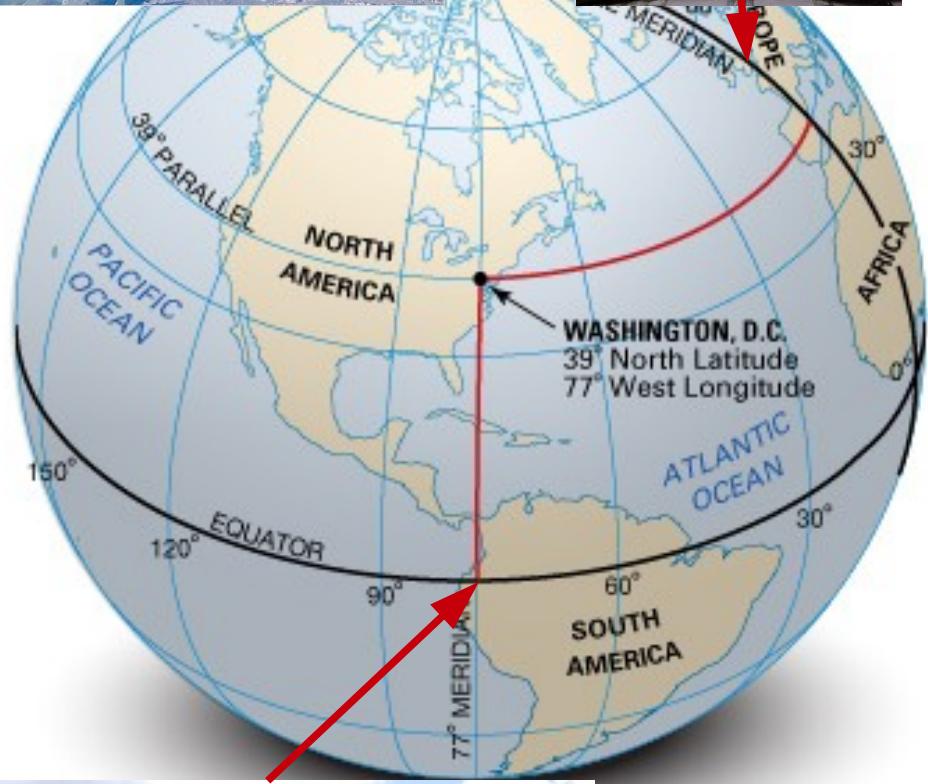
- Estrellas
  - Astronomía Observacional: sistemas de coordenadas y mapas estelares
  - Radiación de Cuerpo Negro
  - Ley de Eddington, Clasificación estelar, Diagrama H-R
  - Objetos Compactos y evolución estelar
- Planetas
  - Planetas y Exoplanetas
  - Vida en el Universo: Astrobiología
- Galaxias
  - Modelos y formación
  - Ejemplos: La Vía Láctea, Otras Galaxias, GalaxyZoo(\*)

# El sistema de coordenadas

- En el espacio tridimensional, necesitamos 3 números (coordenadas) para ubicar la posición de un objeto
- Esos tres números se miden respecto a un “origen de coordenadas”
- Sistema de Coordenadas Geográficas
  - Latitud  $\phi$ : Posición Norte-Sur  
 $0^\circ$ =Ecuador,  $+90^\circ$ =P. Norte,  $-90^\circ$ =P. Sur
  - Longitud  $\lambda$ : Posición Este-Oeste  
 $0^\circ$ =Greenwich, + hacia el Este, - hacia el Oeste
  - Altitud A: Posición vertical. Altura respecto al Geoide (metros sobre el nivel del mar, m s.n.m.)



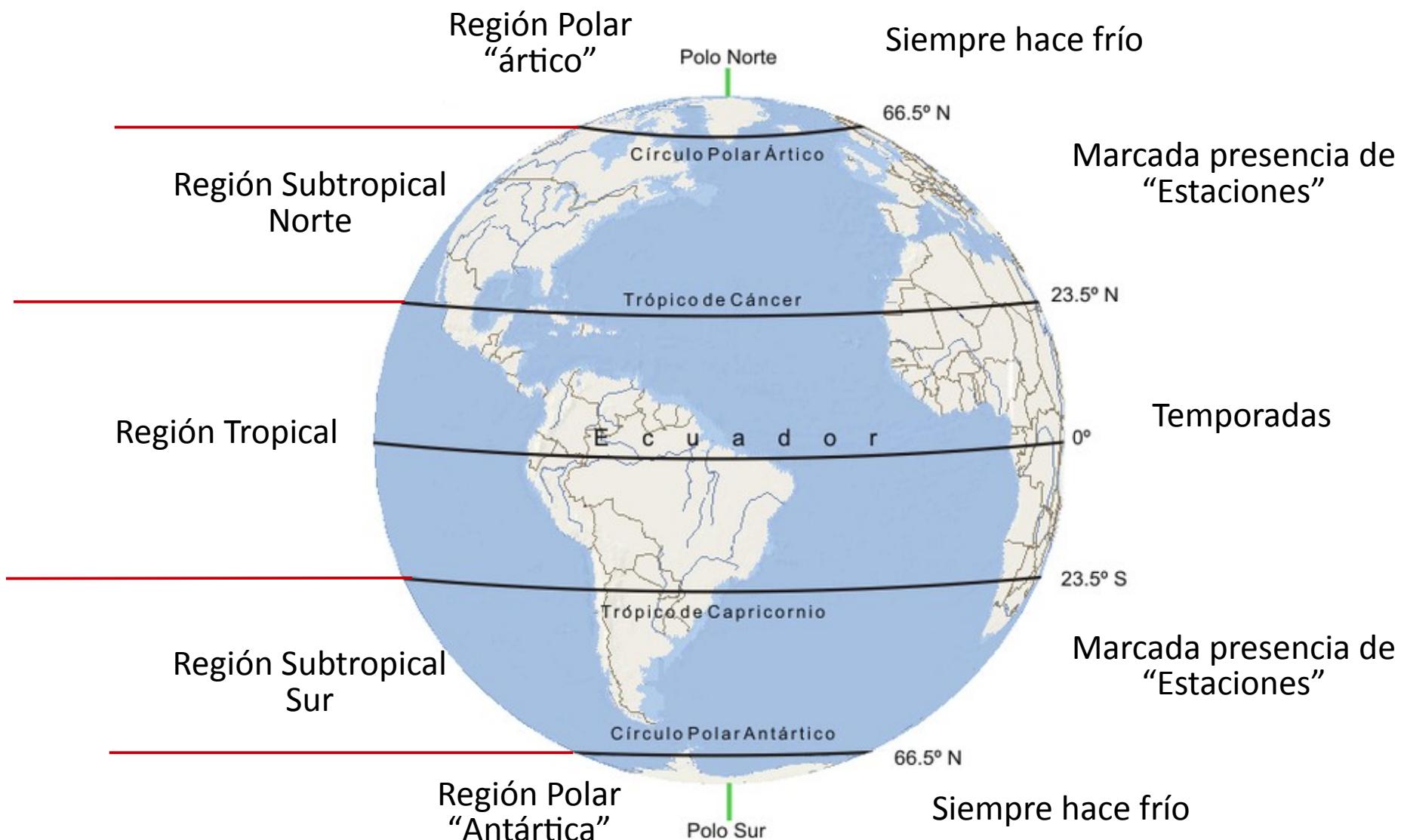
© 2012 Encyclopædia Britannica, Inc.



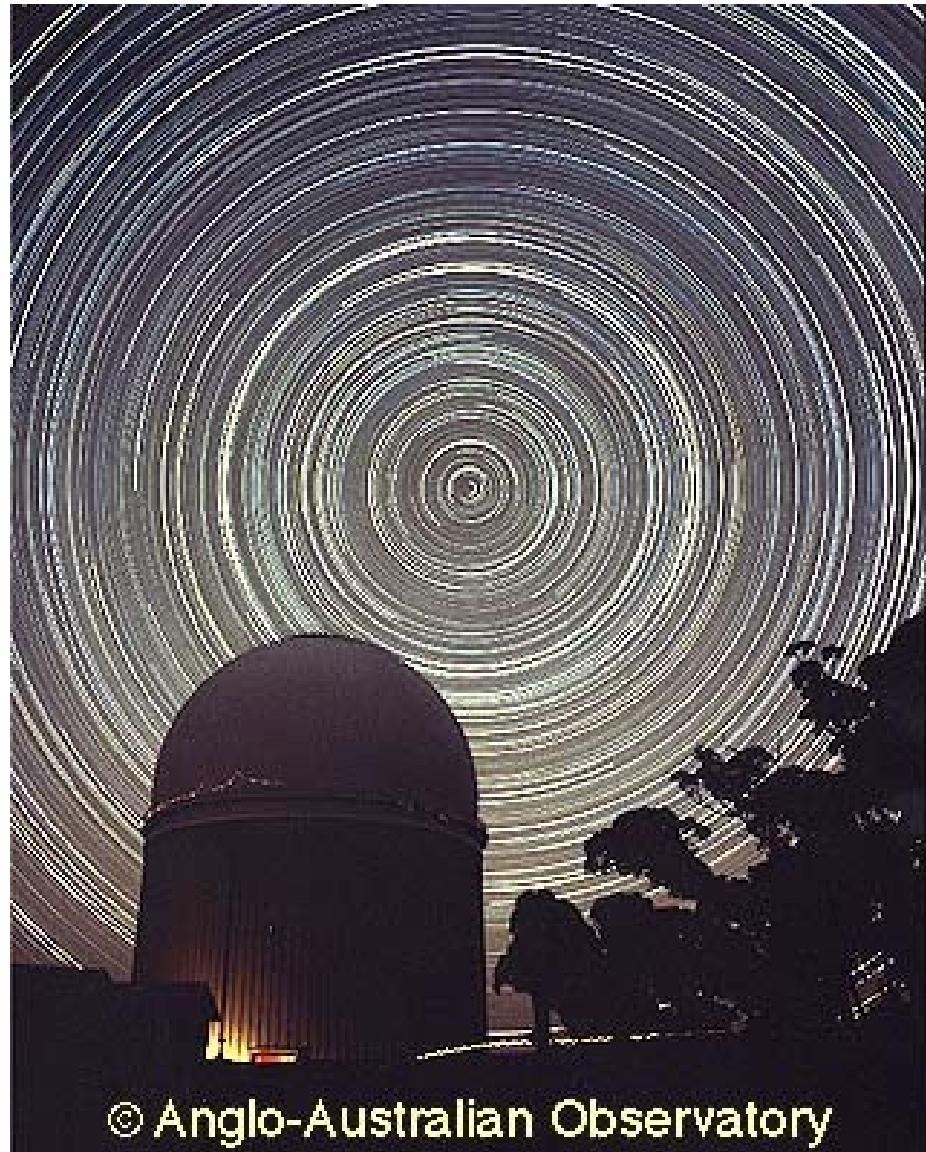
# Paralelos y Meridianos

- Paralelos:
    - Círculos “paralelos” al ecuador
    - Sobre un paralelo, la latitud es constante
    - Ecuador: paralelo principal
  - Meridianos:
    - Semicírculos que conectan los polos uniendo puntos de igual longitud
    - Por construcción, en un meridiano la longitud es constante
    - Greenwich es el Meridiano Principal (1884)

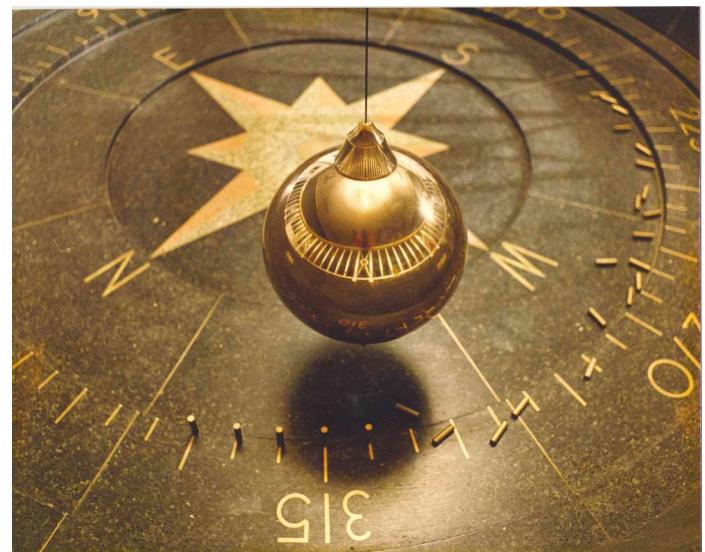
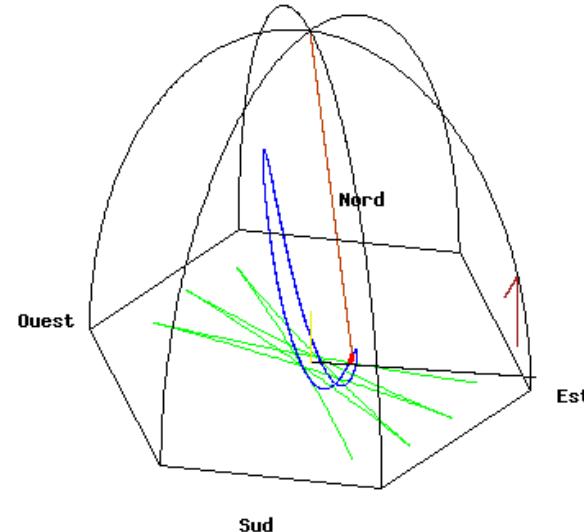
# Círculos principales y clima



# La Tierra rota sobre su eje

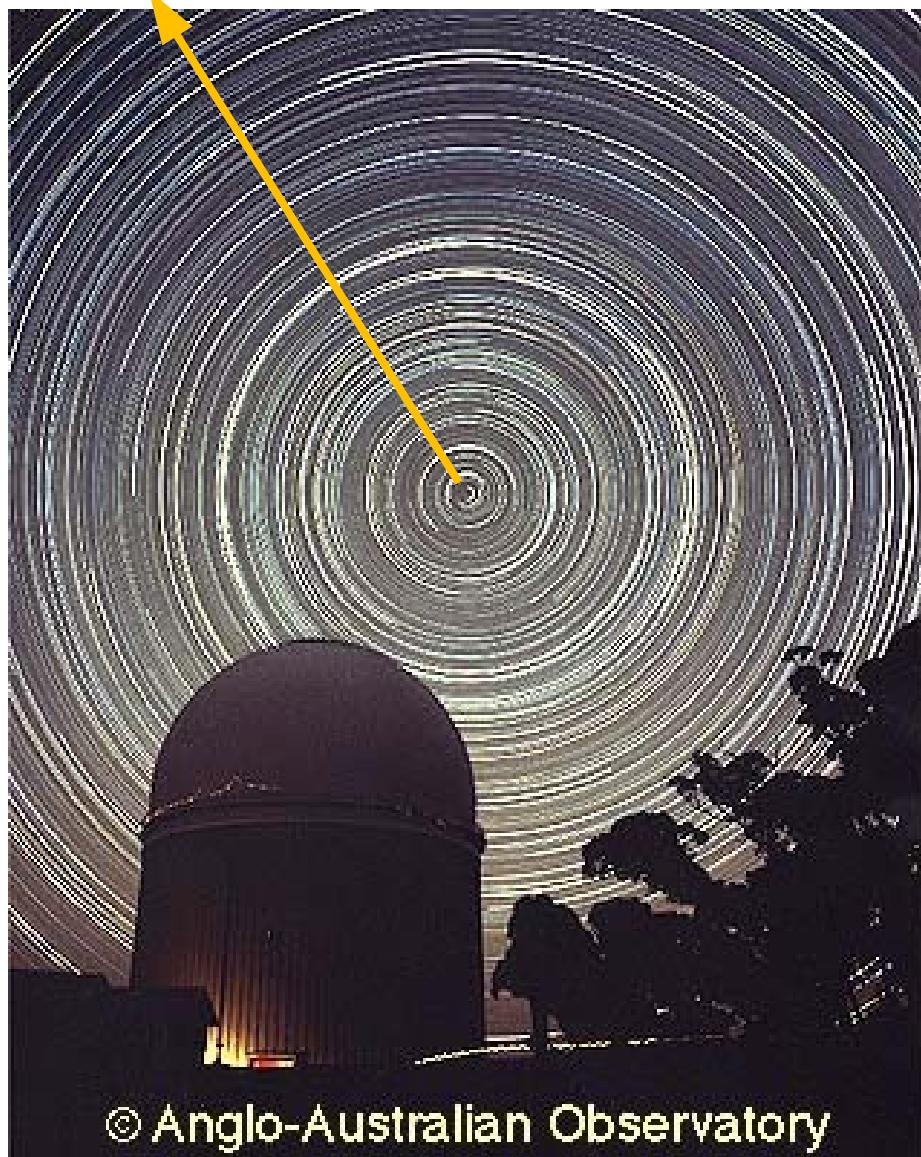


© Anglo-Australian Observatory



# Polos y ecuador celeste

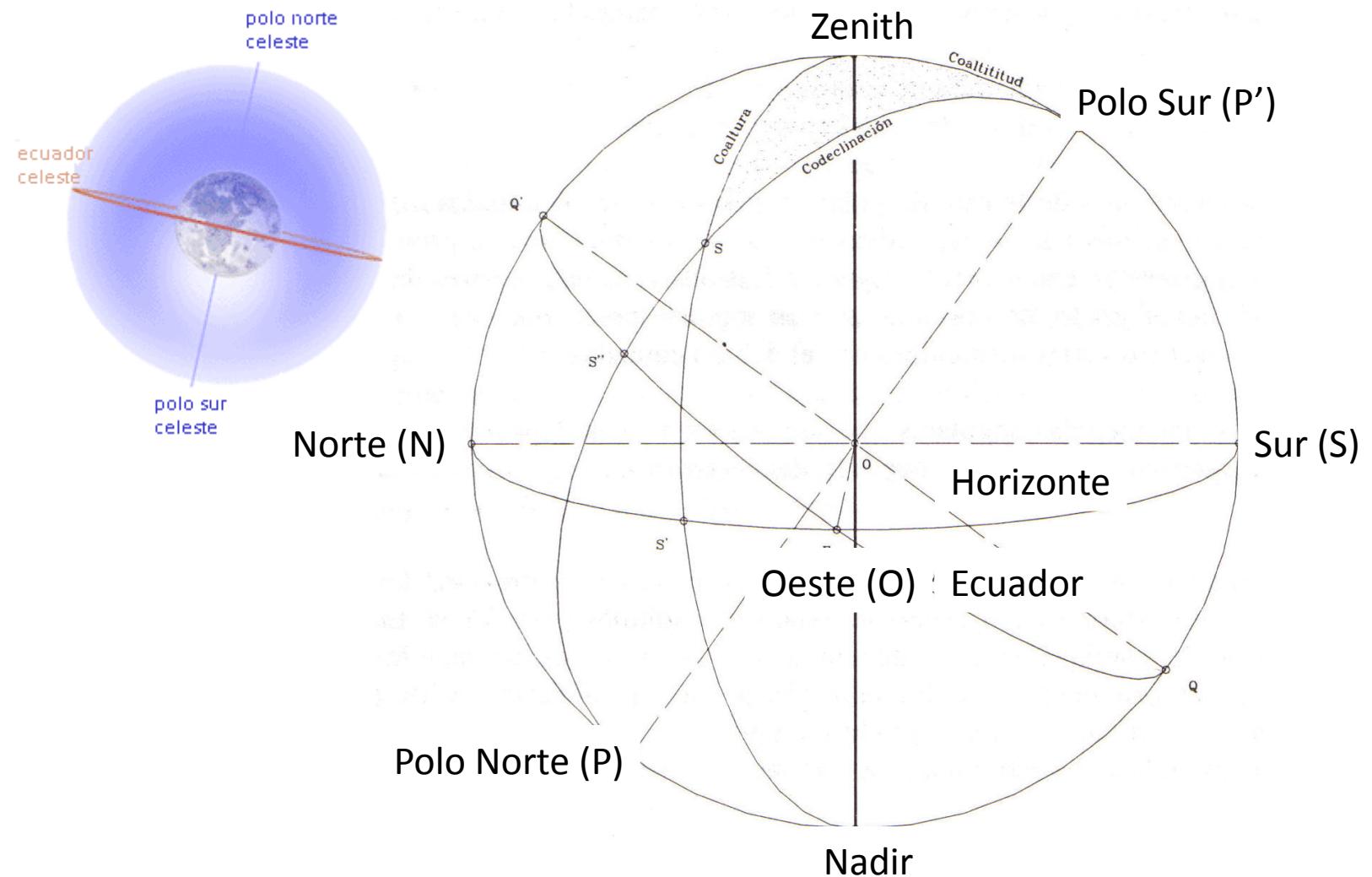
Polo Sur celeste



- Esfera celeste: esfera imaginaria por donde en apariencia se mueven los astros
- Polos celeste: intersección del eje de la Tierra con la esfera celeste
- Ecuador celeste: proyección del ecuador sobre la esfera celeste



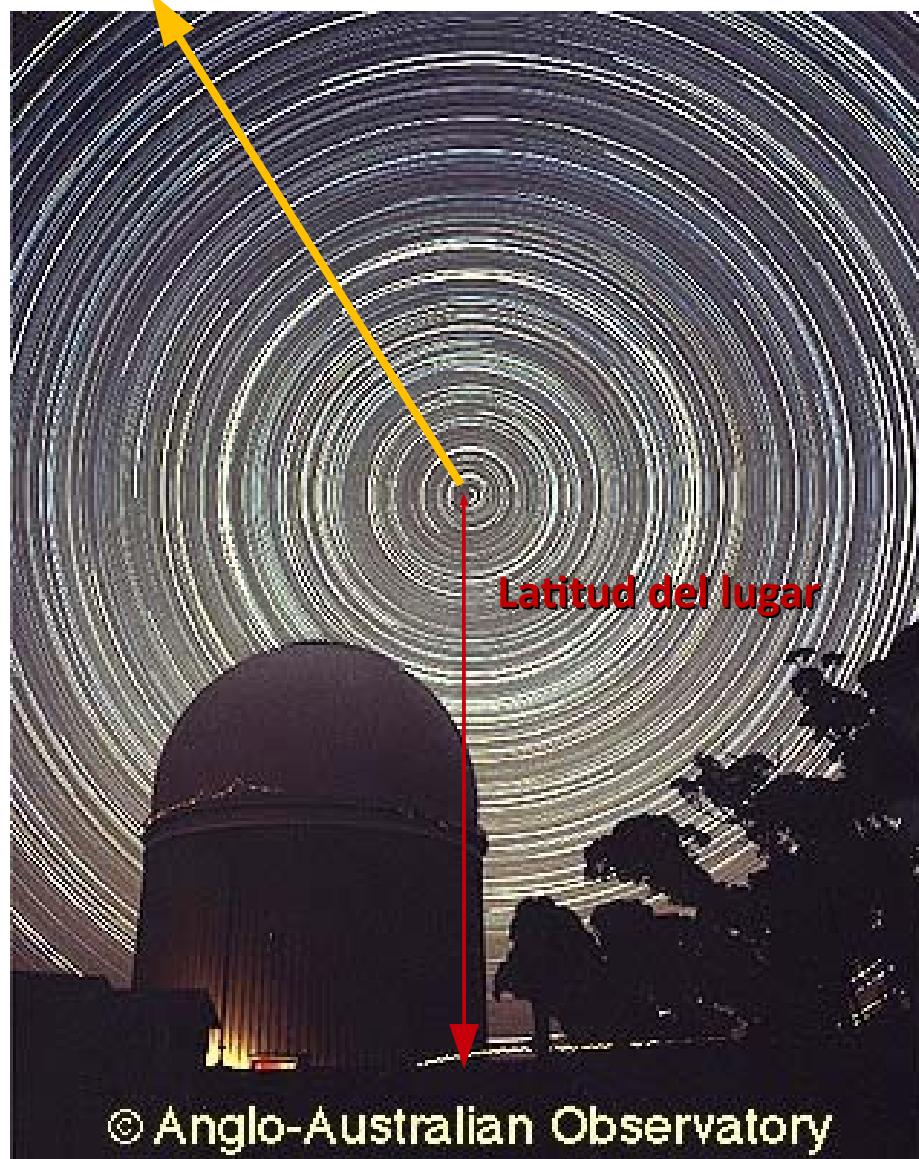
# La esfera celeste



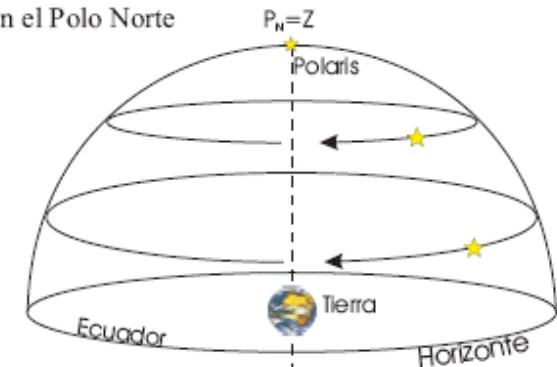
# Polos y ecuador celeste



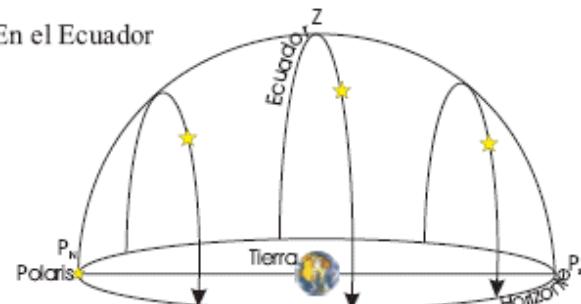
Polo Sur celeste



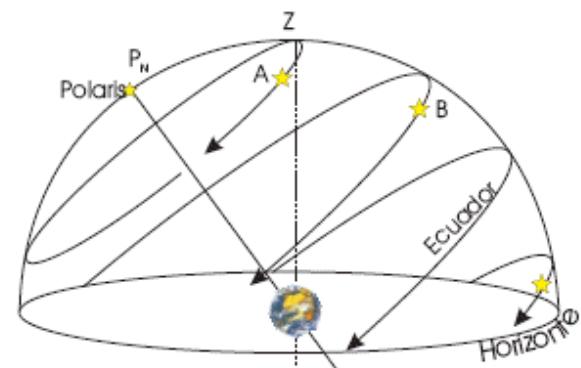
1) En el Polo Norte



2) En el Ecuador



3) En una latitud septentrional intermedia





# En los polos





# Hemisferio Norte





# Ecuador

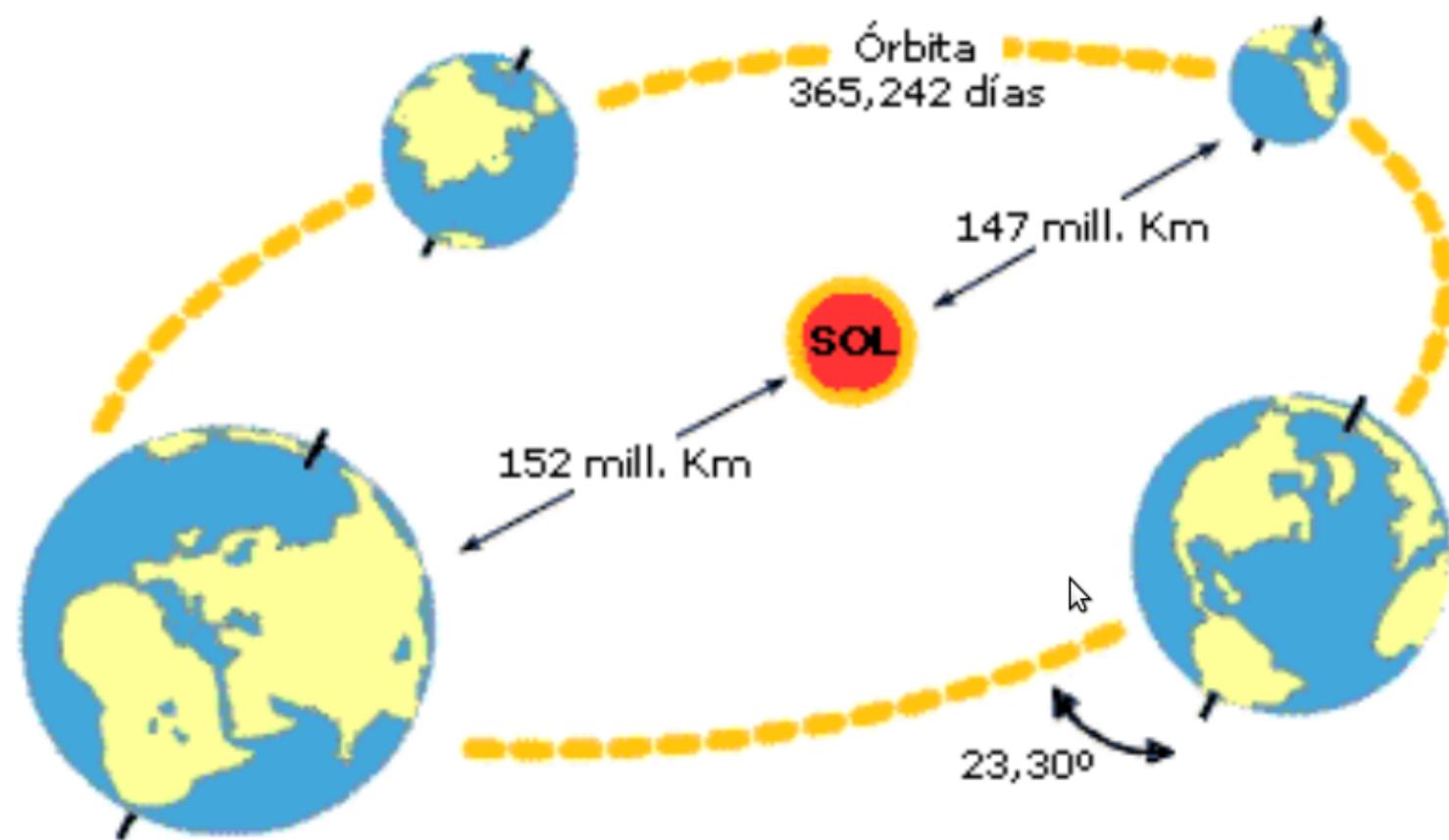




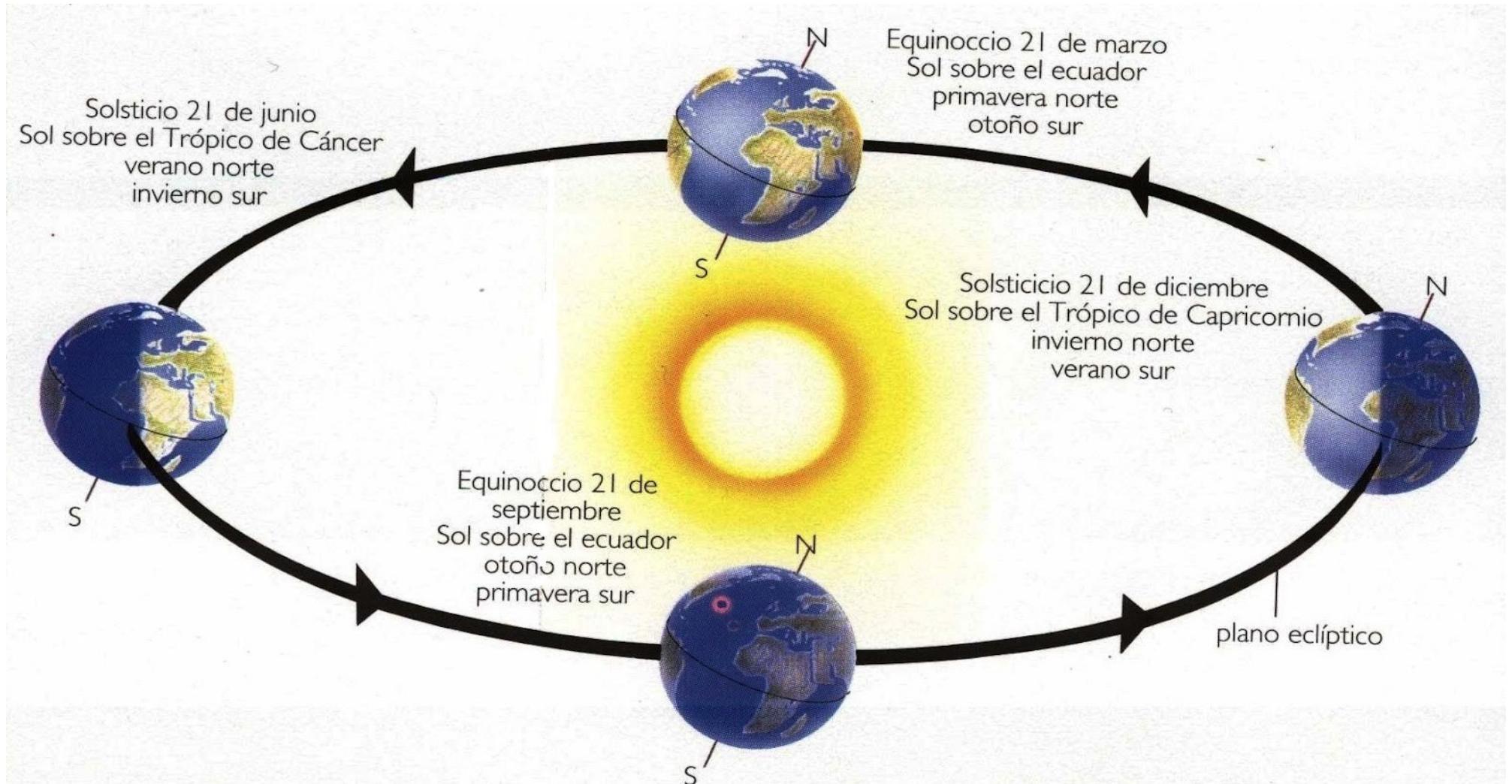
# Hemisferio Sur



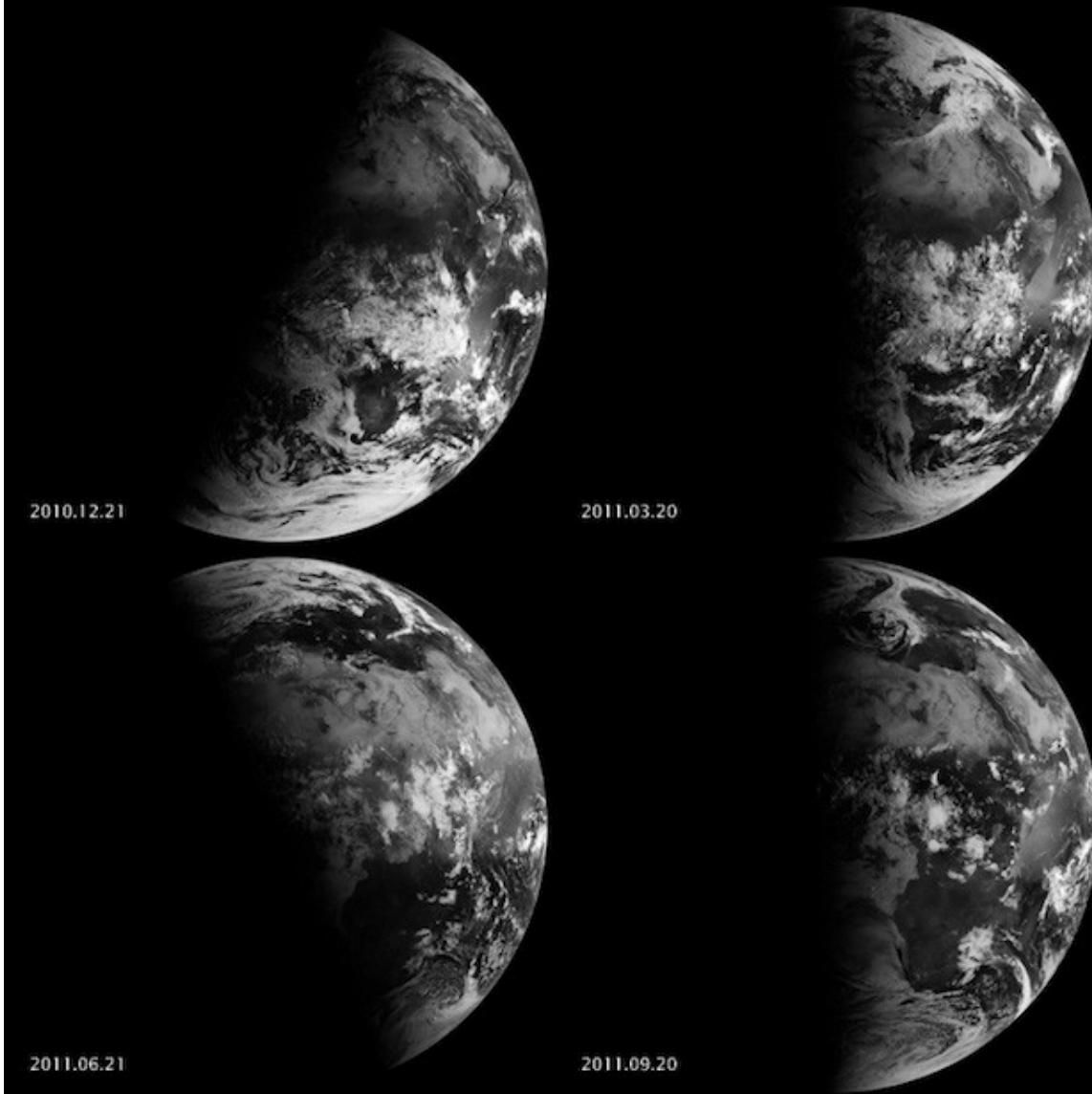
# Traslación...



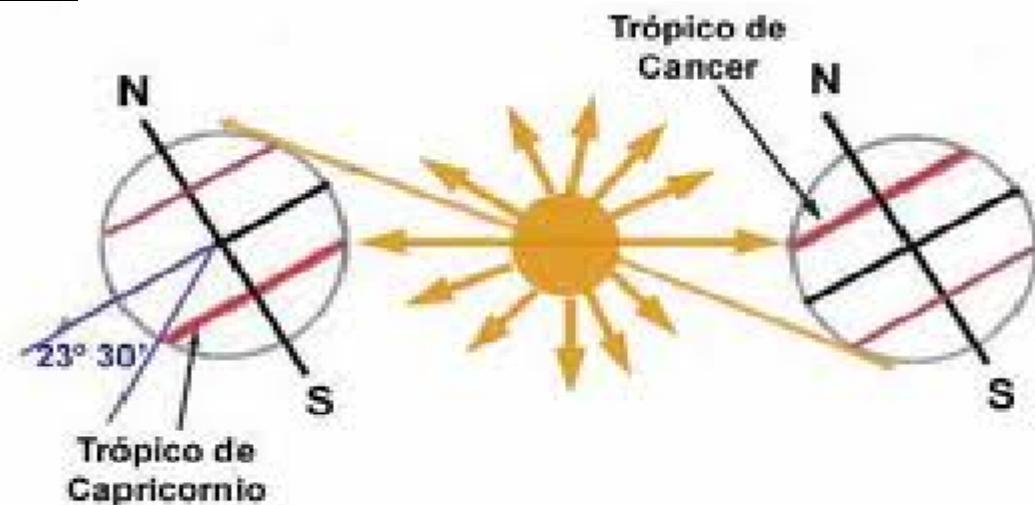
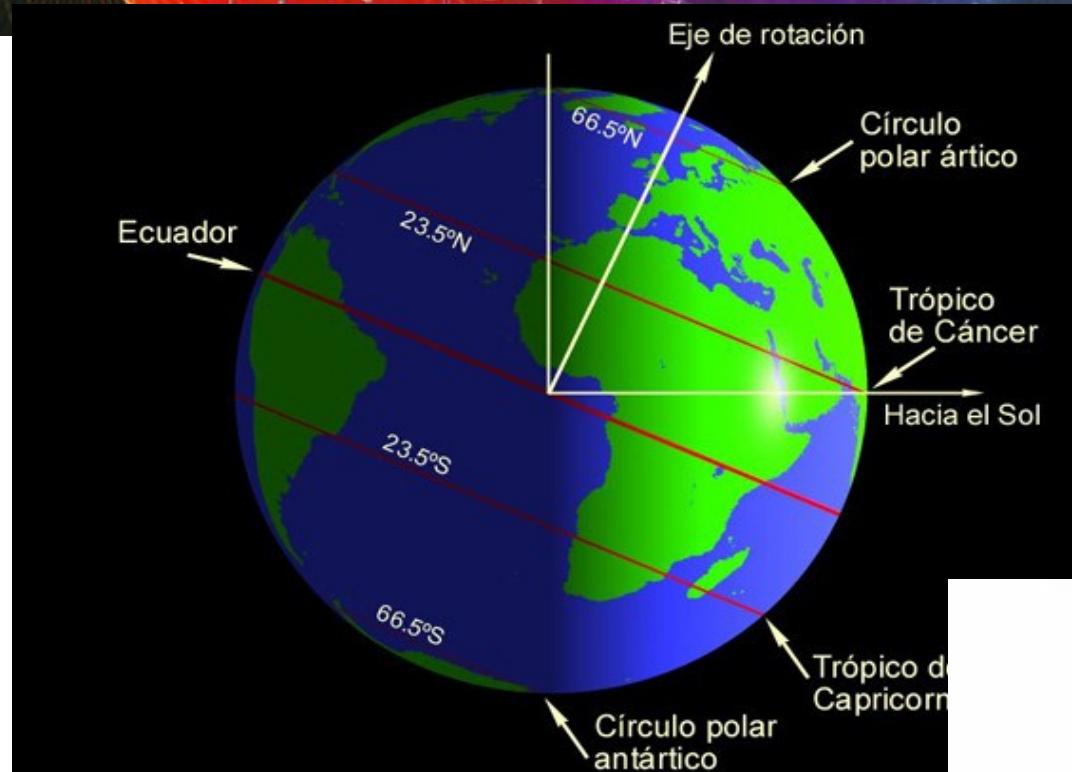
# Las cuatro estaciones



# La Tierra se mueve alrededor del Sol



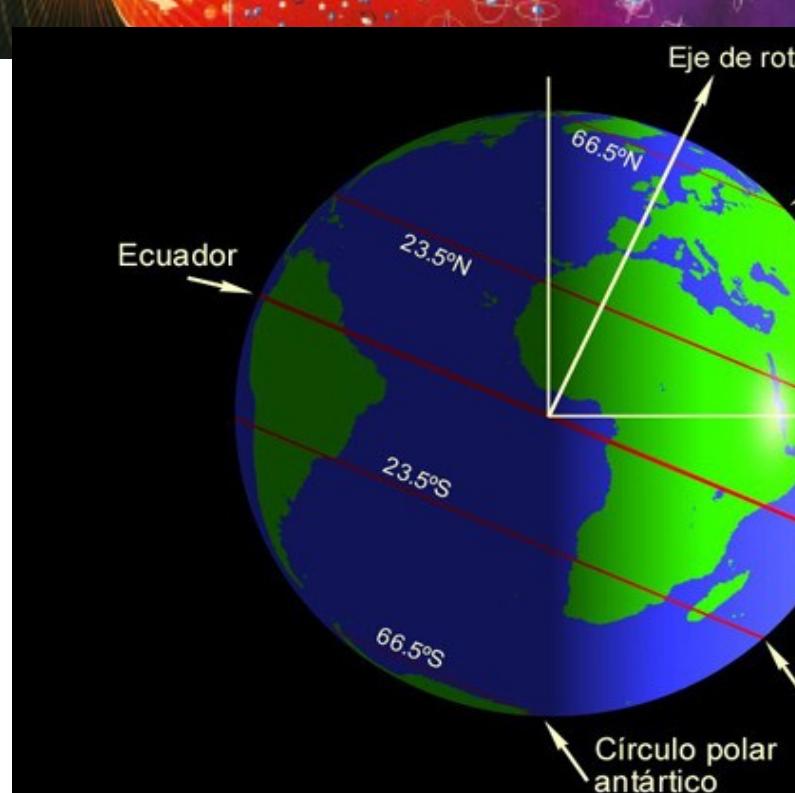
# Las estaciones



21 de diciembre

21 de junio

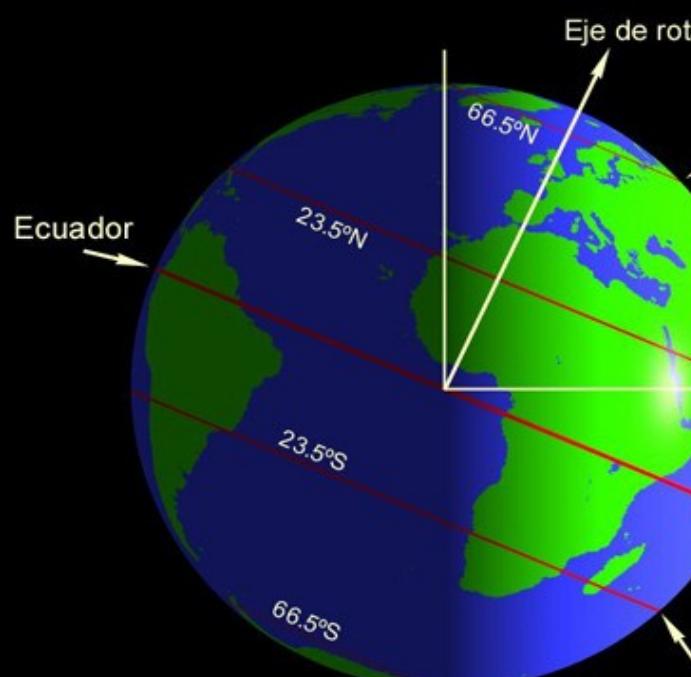
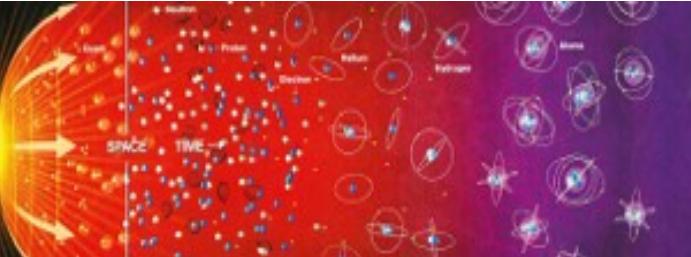
# Las estaciones



21 de diciembre

21 de junio

# Las estaciones



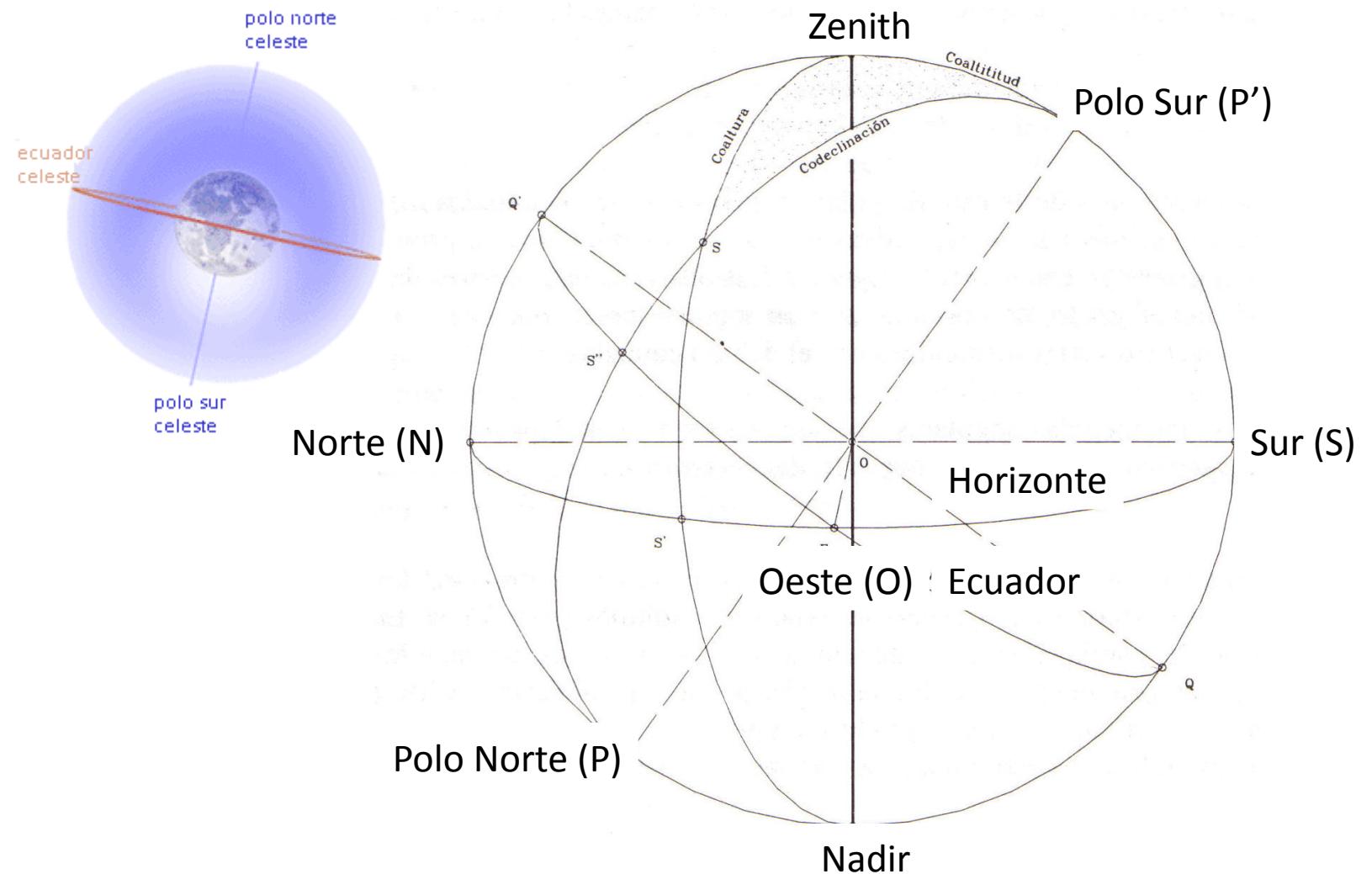
3  
le  
ño  
bre

21 de junio

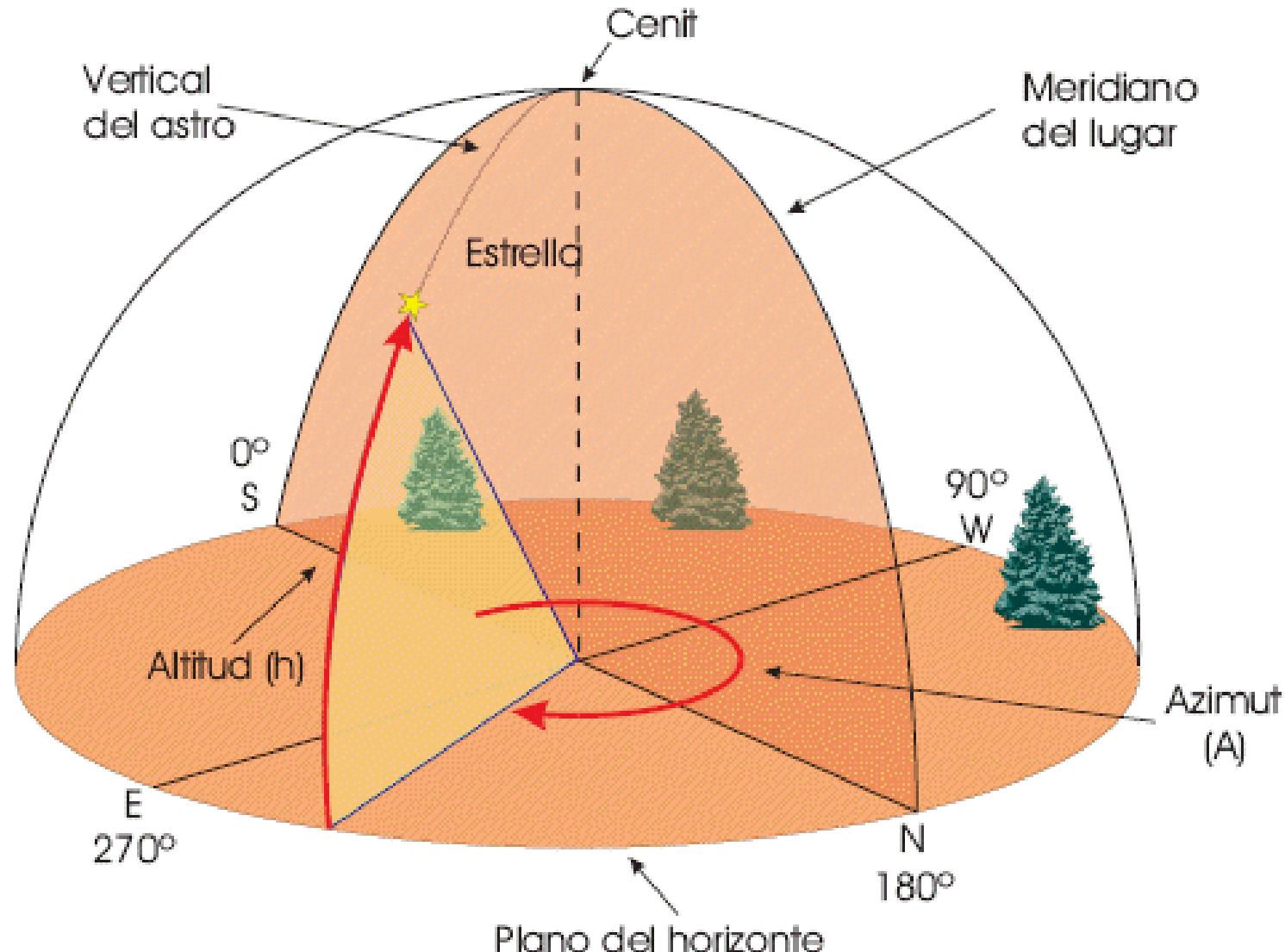
# Las estaciones



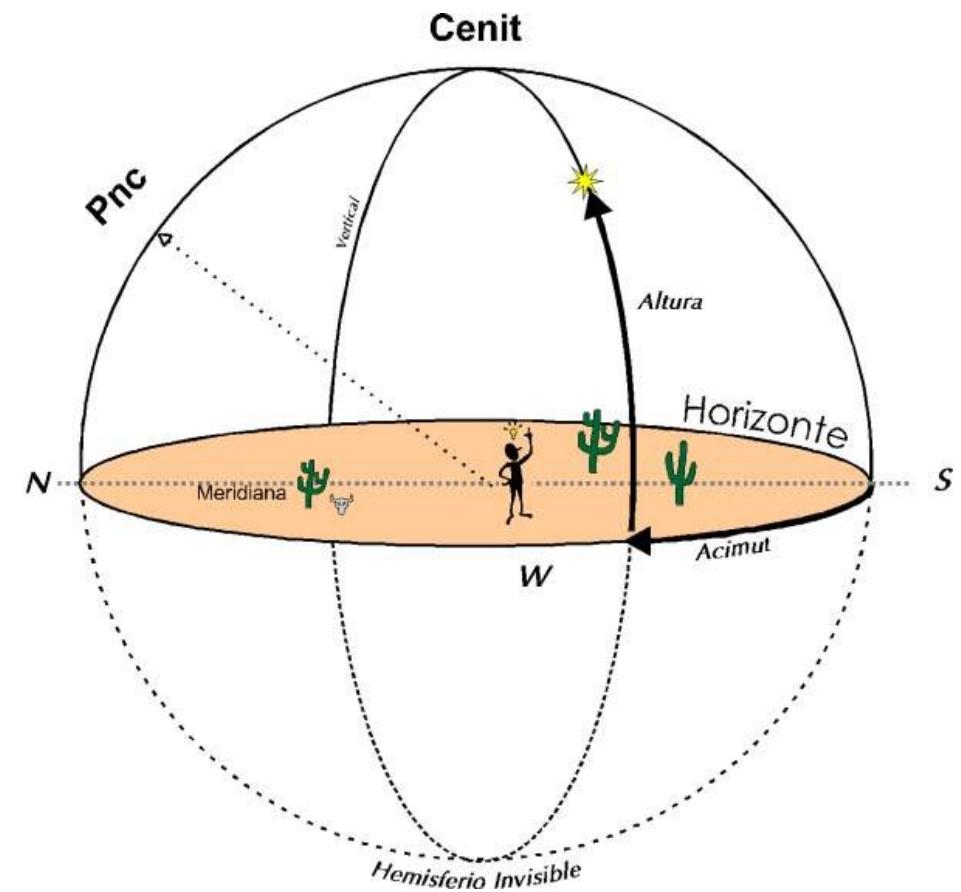
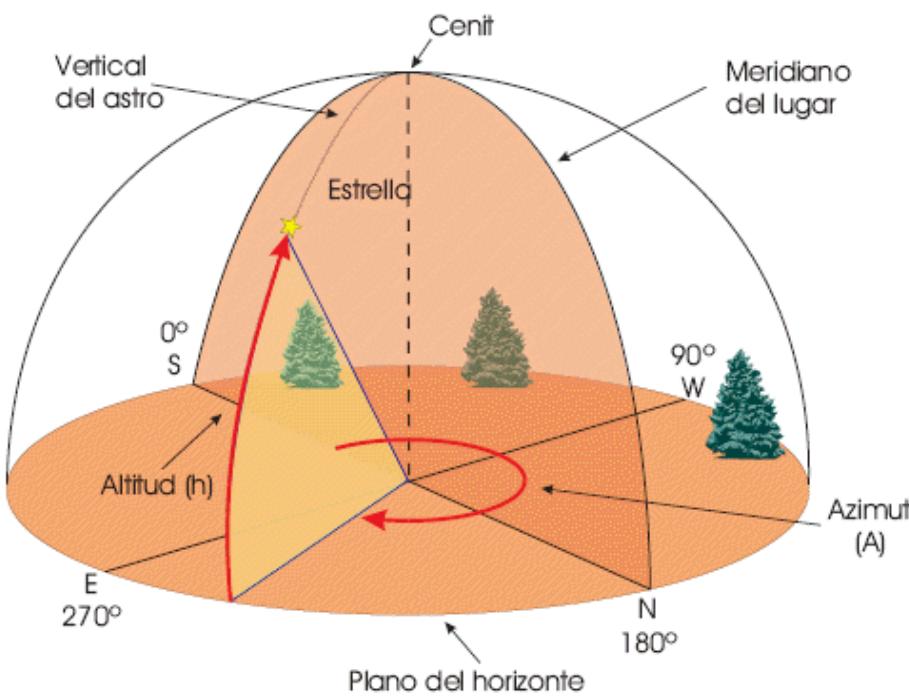
# La esfera celeste



# Coordenadas horizontales



# Coordenadas horizontales





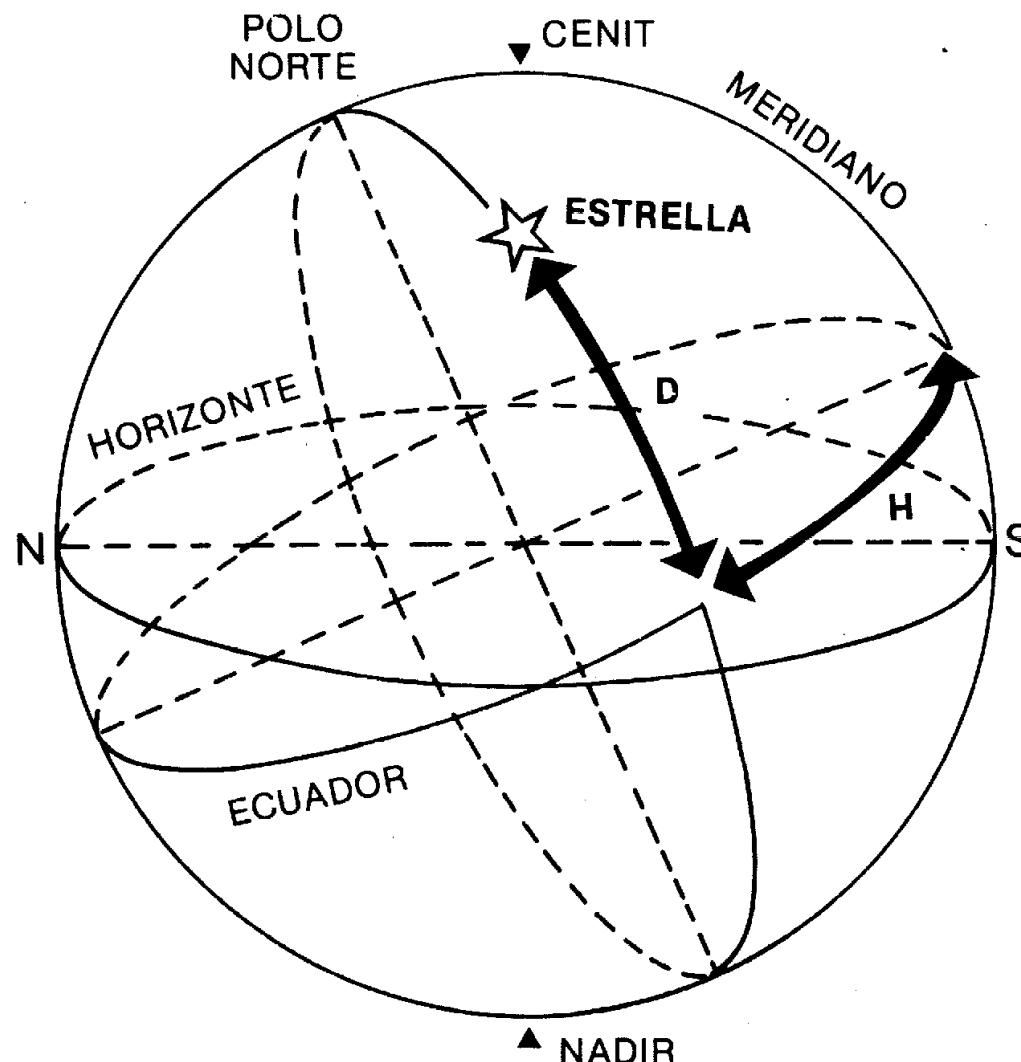
Pero:

- El problema:
  - Las coordenadas horizontales cambian con la posición geográfica del observador
    - Dependen del “Horizonte del lugar”
- La solución:
  - Encontrar un sistema de coordenadas celestes que sea independiente de la posición geográfica
  - Referir las coordenadas a puntos constantes “en el cielo”
    - → Estudiamos el movimiento del cielo y determinar la presencia de constantes
    - → Usar esas constantes como puntos de referencia

# Coordenadas Ecuatoriales

- Se usa al Ecuador Celeste como círculo máximo en el cielo
- Coordenadas Ecuatoriales Horarias
  - Declinación:
    - Ángulo Respecto al Ecuador Celeste
    - Misma Convención de signos que en la Tierra (+ Norte, - Sur)
  - Acimut:
    - usa el corte entre el Ecuador Celeste y el Meridiano del observador como punto de partida.
    - El ángulo horario crece en sentido S-O-N

# Coordenadas horarias





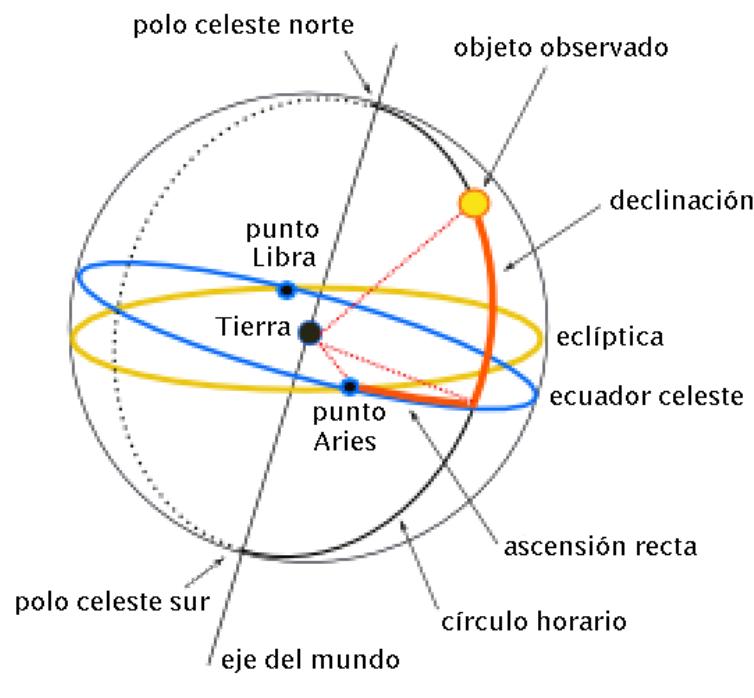


- El ángulo horario cambia a razón de  $15^\circ/\text{hora}$
- No son constantes

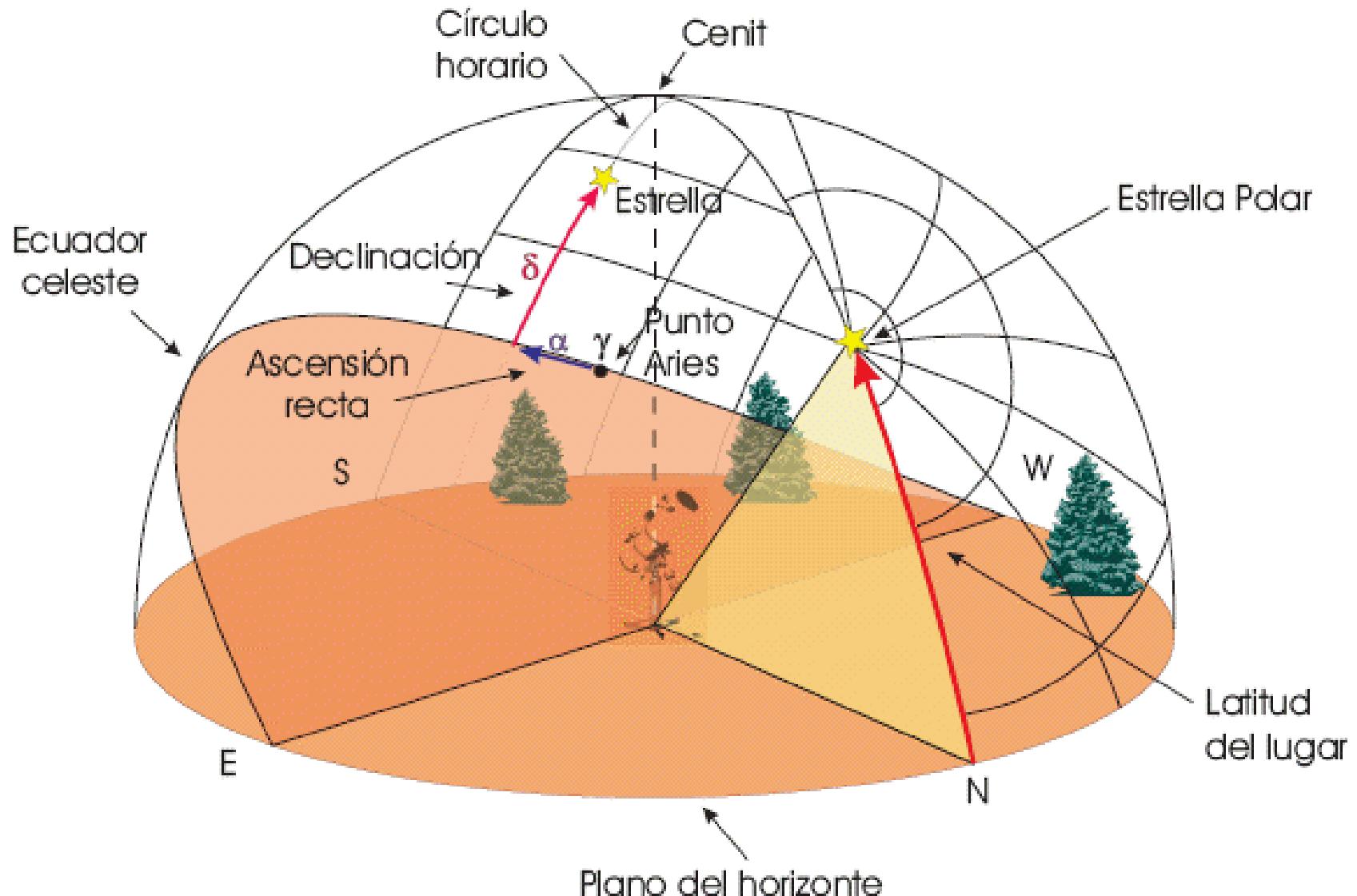




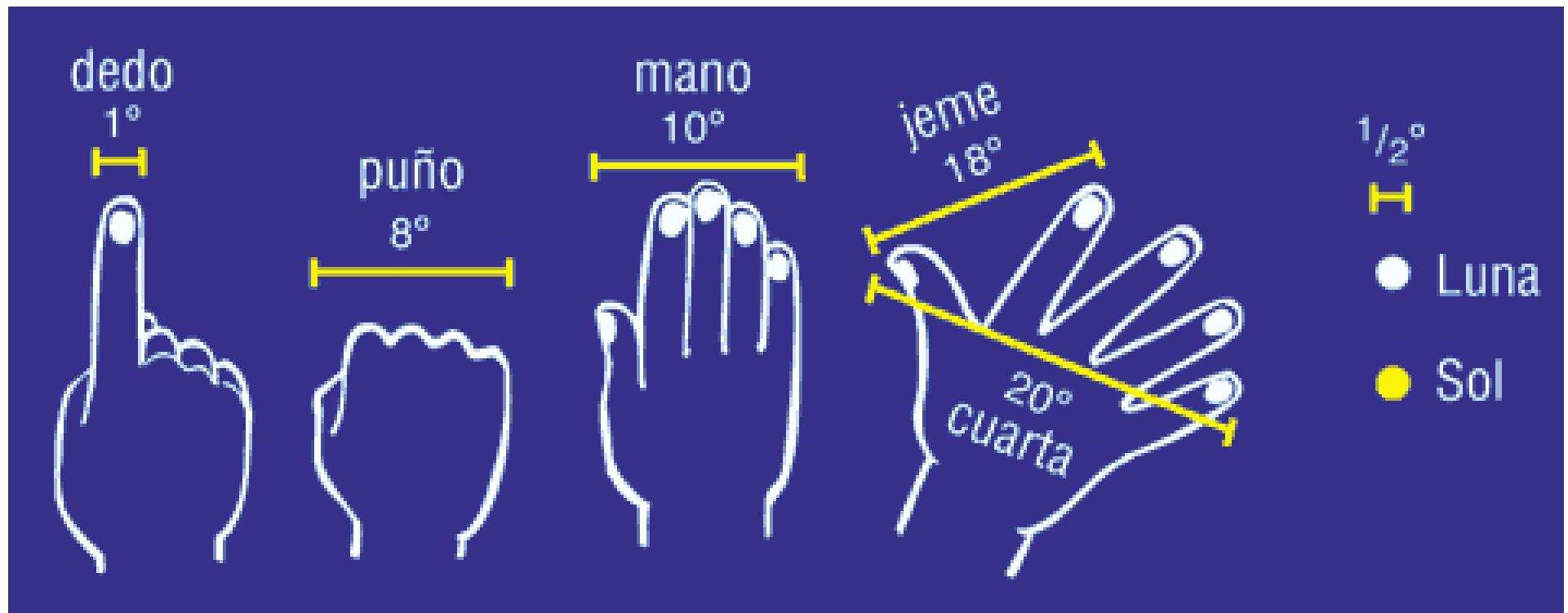
- Para el acimut, podemos usar el punto entre de corte entre la eclíptica y el Ecuador Celeste (Punto Aries)
- → **Ascención Recta**: Crece en dirección O-E
- **Declinación**: Altura sobre el Ecuador



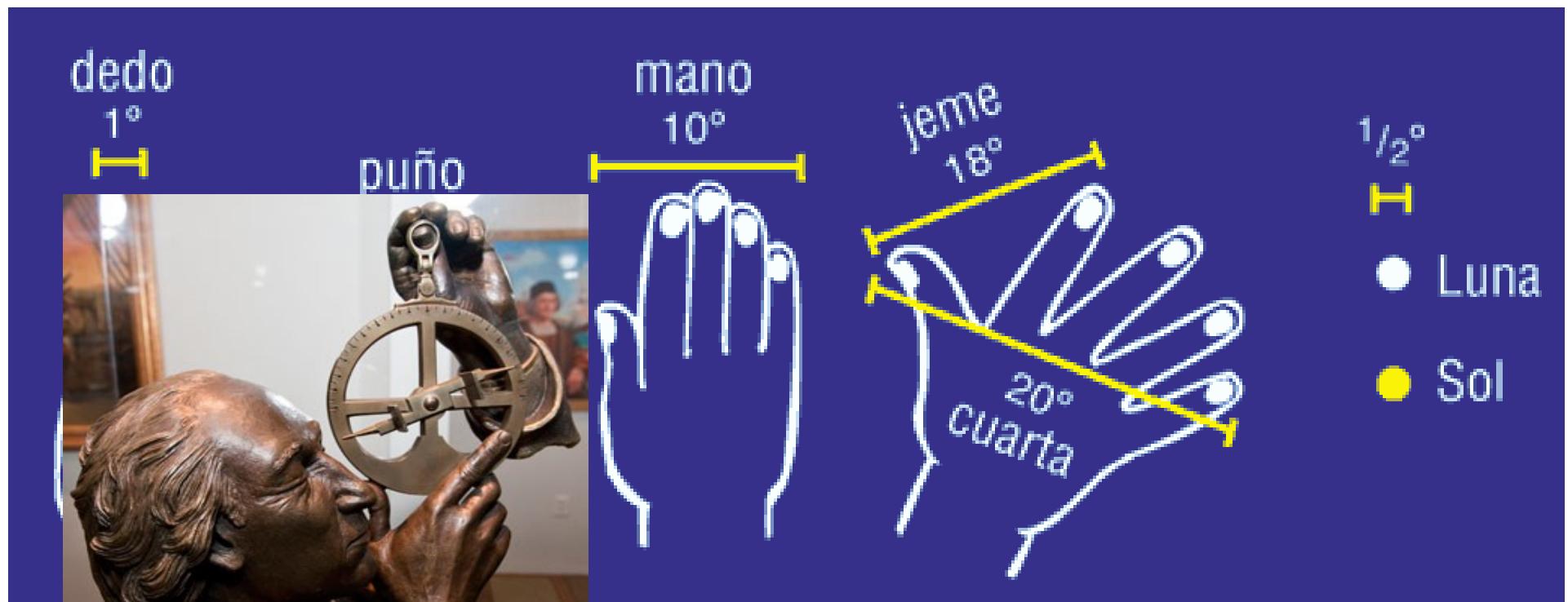
# Coordenadas Ecuatoriales



# Algunos instrumentos de medición



# Algunos instrumentos de medición



# Algunos instrumentos de medición

