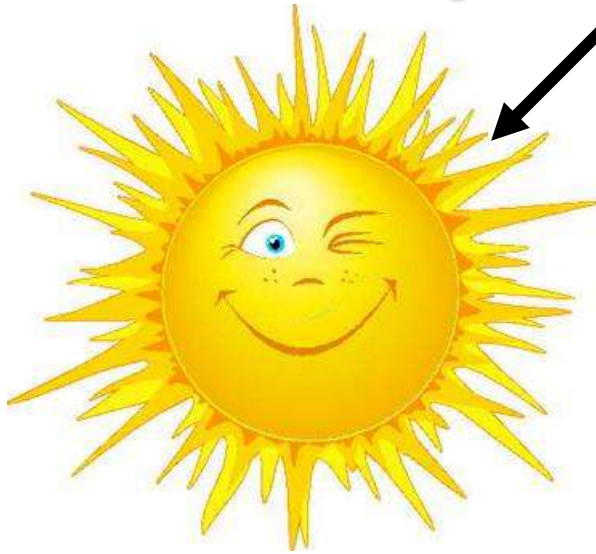


astronomía: estudio de los astros

astro: cuerpo (luminoso o no) aislado en el espacio



universo:

conjunto de todos los astros más el espacio-tiempo



ramas de la astronomía:

● **astronomía de posición:** estudia la posición de los astros y describe sus movimientos

● **mecánica celeste:** interpreta los movimientos de los astros (en función de sus causas)

● **astrofísica:** estudia composición, estructura física y evolución de los astros

● **cosmología:** estudia el origen y la evolución del universo en su conjunto

comienzos de la astronomía

1) el hombre descubre la regularidad en los fenómenos celestes

la sucesión de los días y las noches

la sucesión de las estaciones

2) comienza a tomar registros de lo que observa → nace la astronomía

puede predecir los fenómenos

el cielo se convierte en el reloj y el calendario para el hombre antiguo

arqueoastronomía: disciplina que estudia los restos arqueológicos relacionados con el estudio de la astronomía

la arqueoastronomía evidenció el desarrollo de la astronomía por el hombre desde muy antiguo



calendarios grabados en hueso (8000ac?)

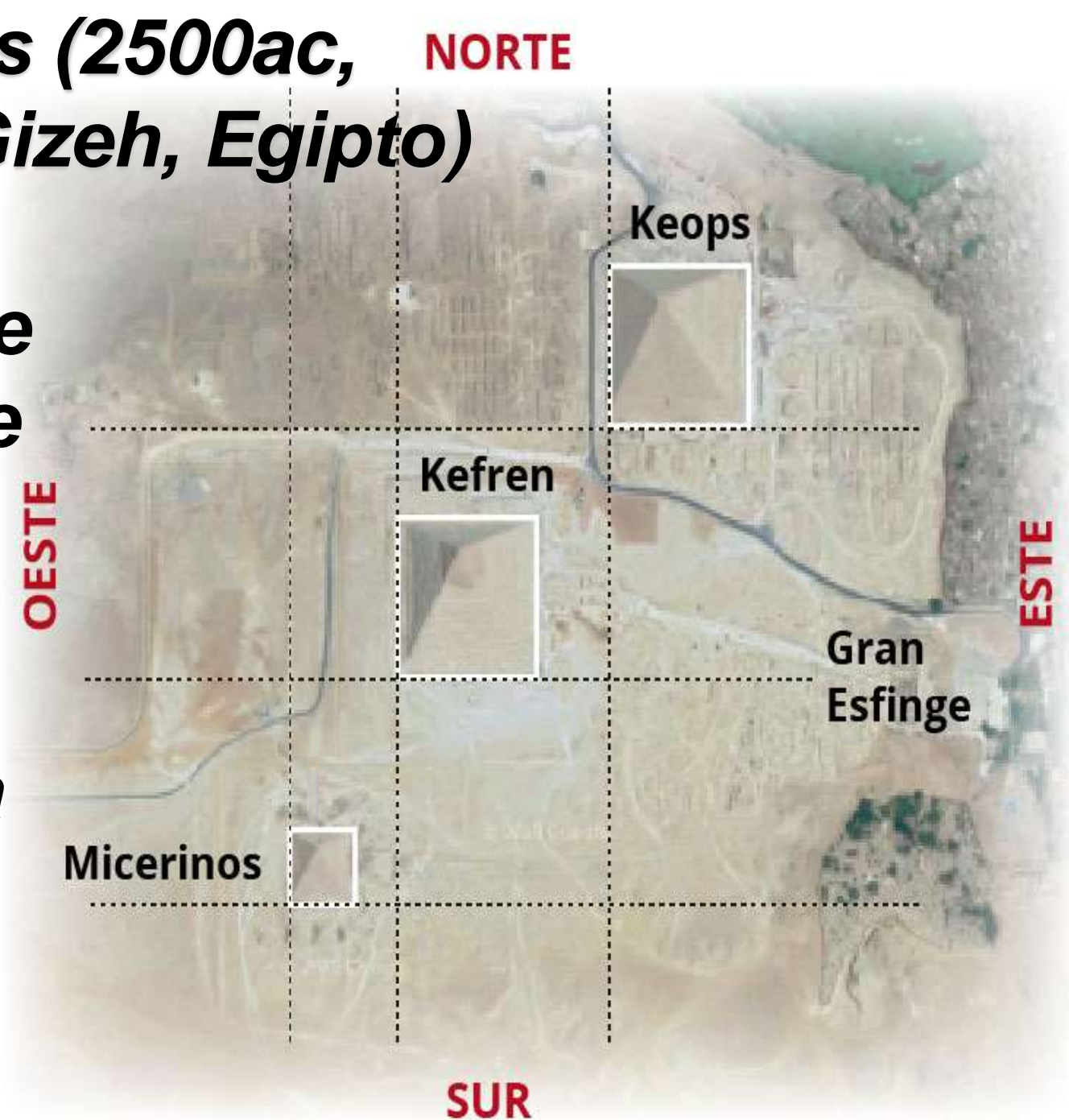
Stonehenge (3300ac, Wiltshire, Inglat.)

dirección de los rayos de Sol a la salida en el solsticio de verano

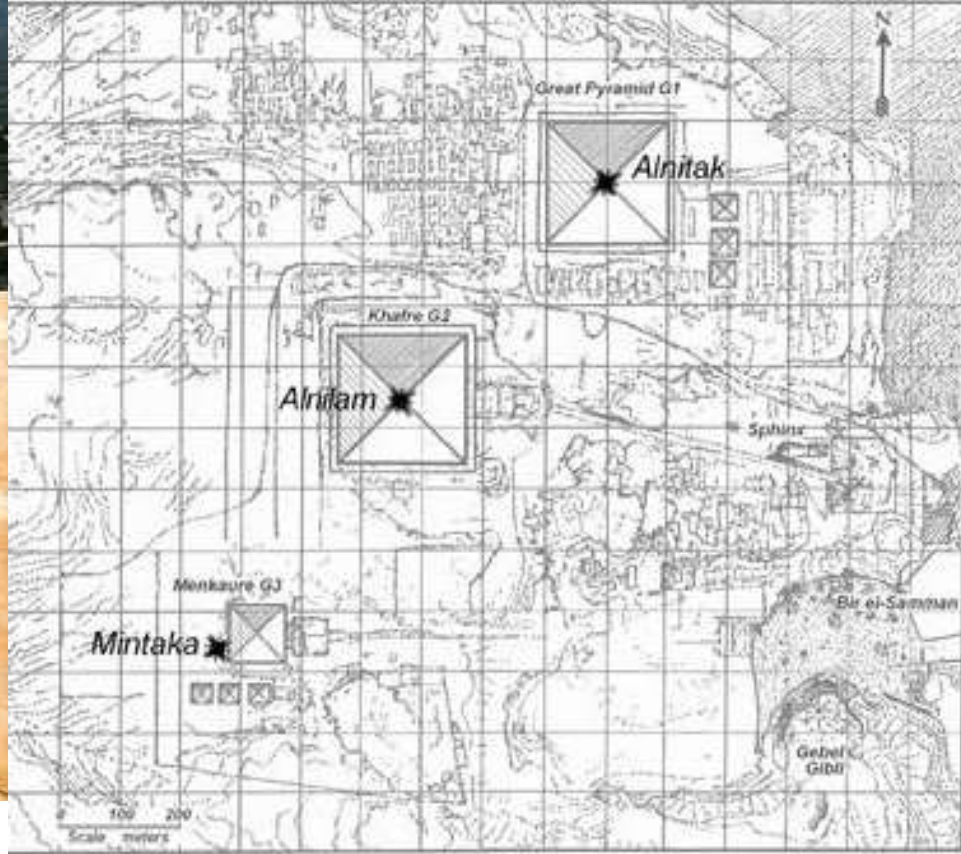
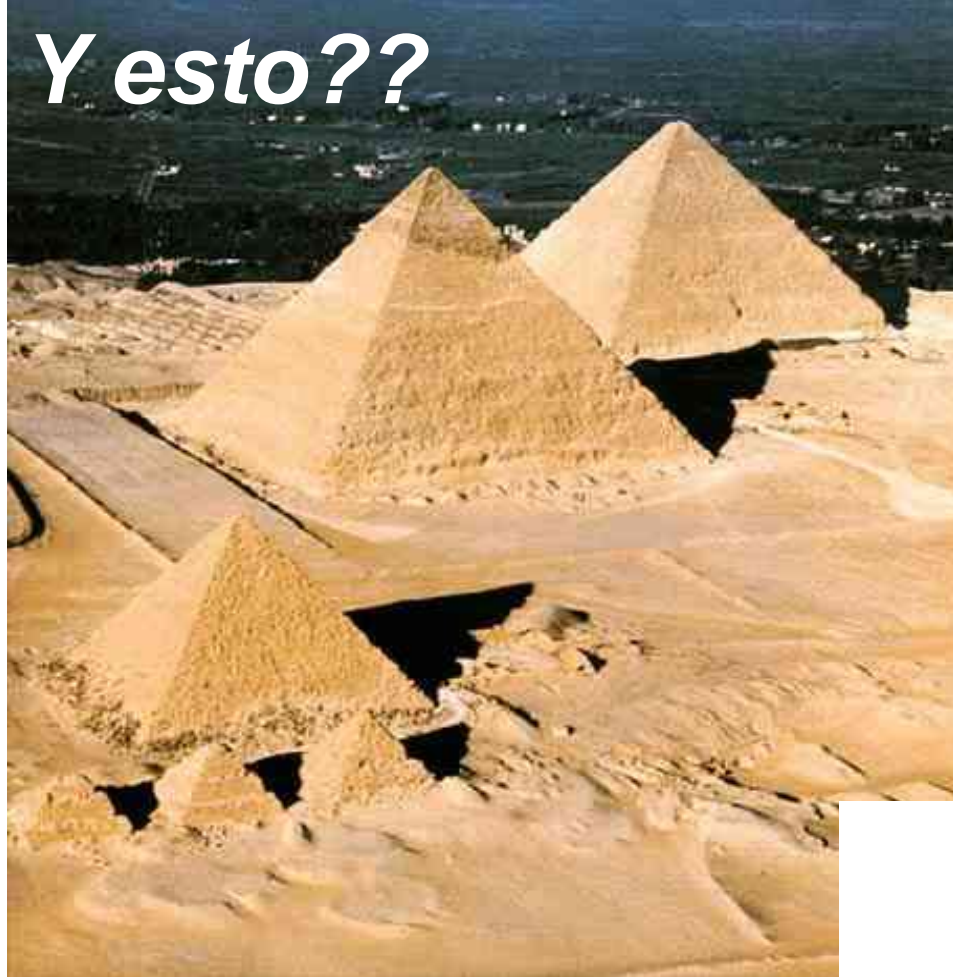


Pirámides (2500ac, meseta de Gizeh, Egipto)

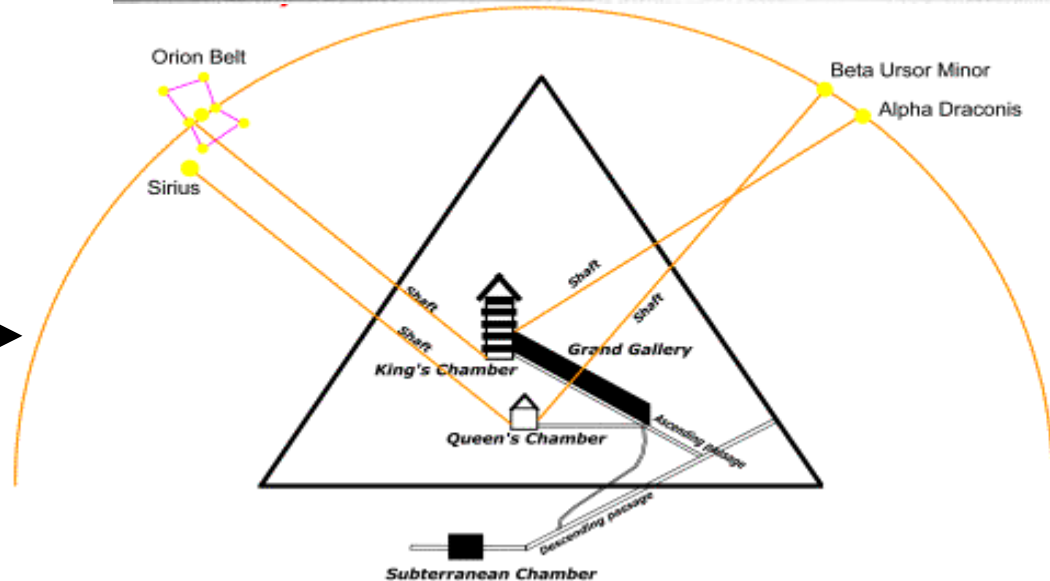
cada cara de cada una de las tres pirámides está orientada a un punto cardinal



Y esto??



**cielo en Gizeh
en 2500ac**



Templo del Sol, ruinas de Palenque (642dc, Chiapas, México)



***el 21 de junio
(solsticio de
verano) el sol
naciente entra
por una
ventana en la
fachada del
edificio***

Hiparco (Nicea, 130ac): catálogo con 850 estrellas

Tolomeo (Grecia, 130dc): catálogo con 1022 estrellas (Almagesto), basado probablemente en el de Hiparco.

sólo posiciones de los astros!!

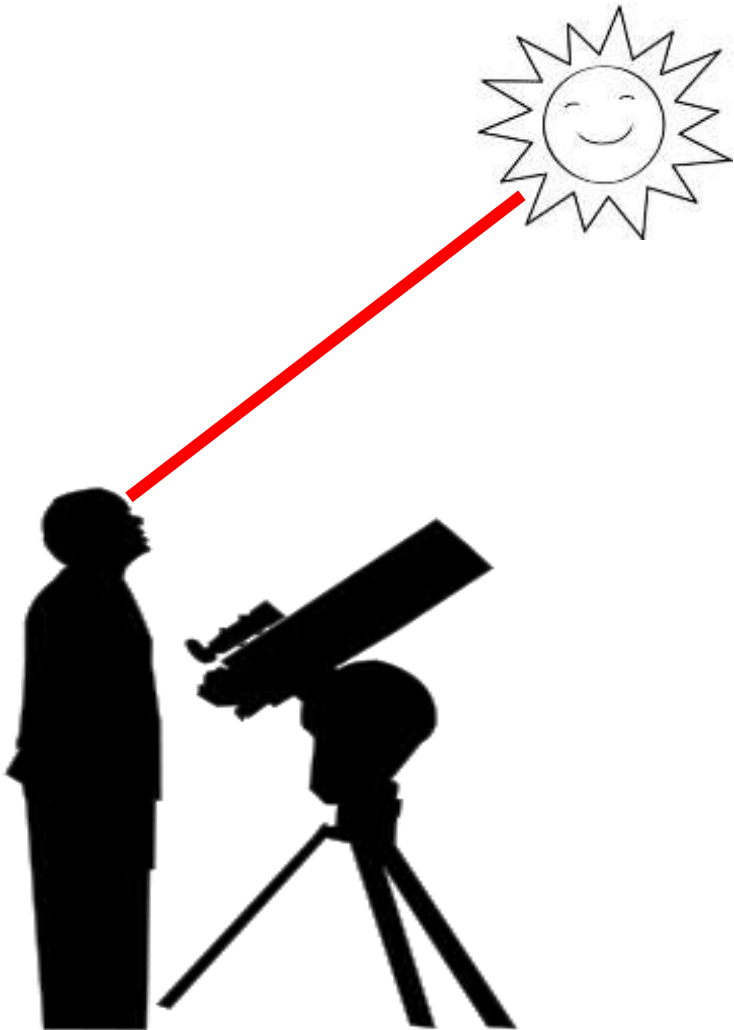
en una esfera con centro en el observador donde aparentemente están ubicados los astros



esfera celeste

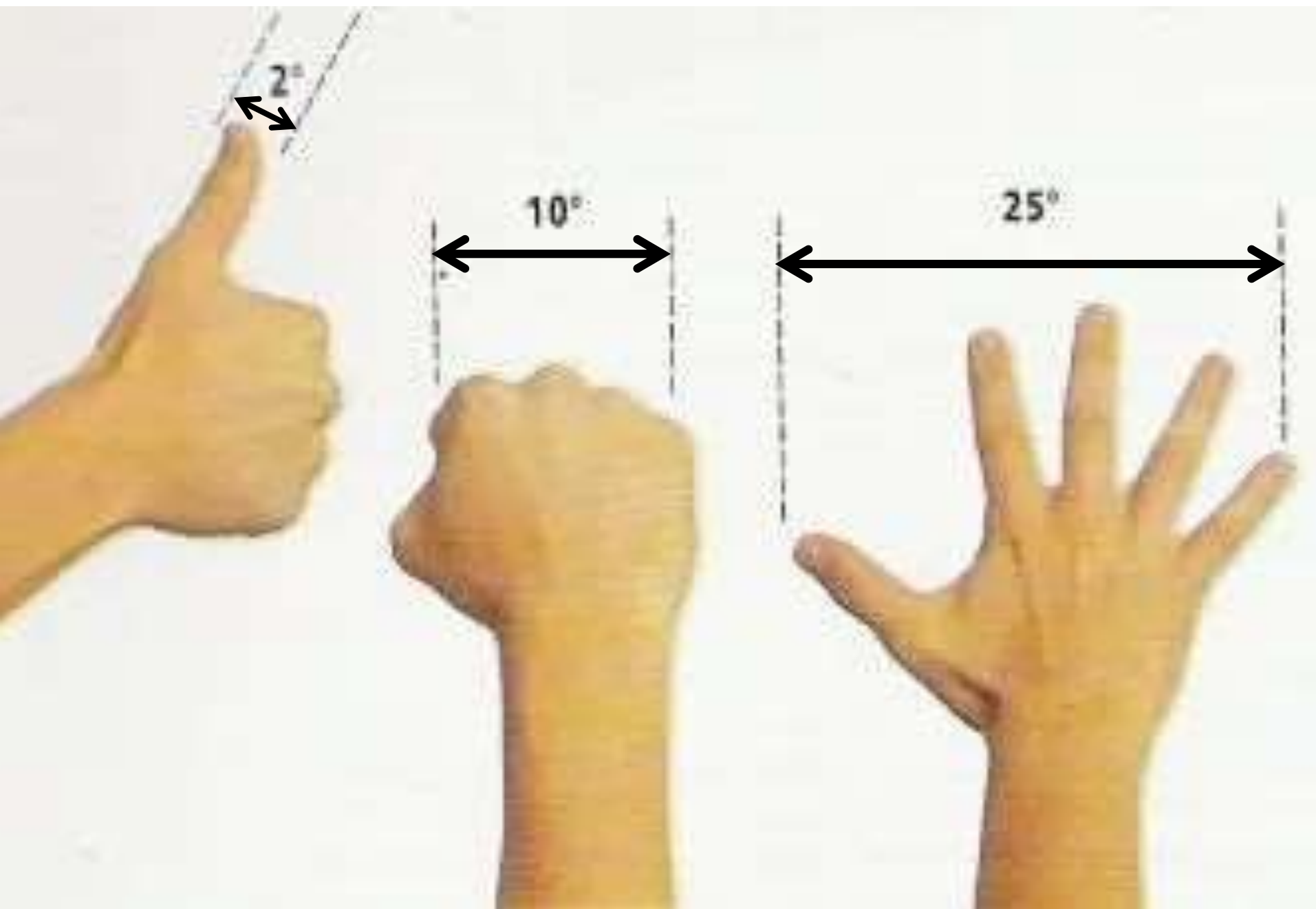
todos los astros están ubicados en la cara interna de la esfera celeste a la misma distancia del observador

visual a un astro:
línea recta que une
el observador y el
astro

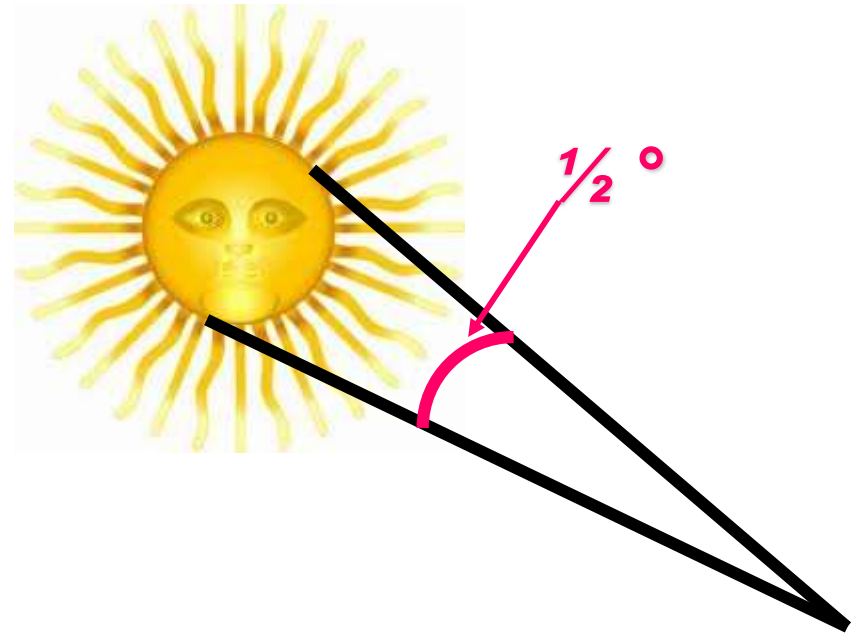
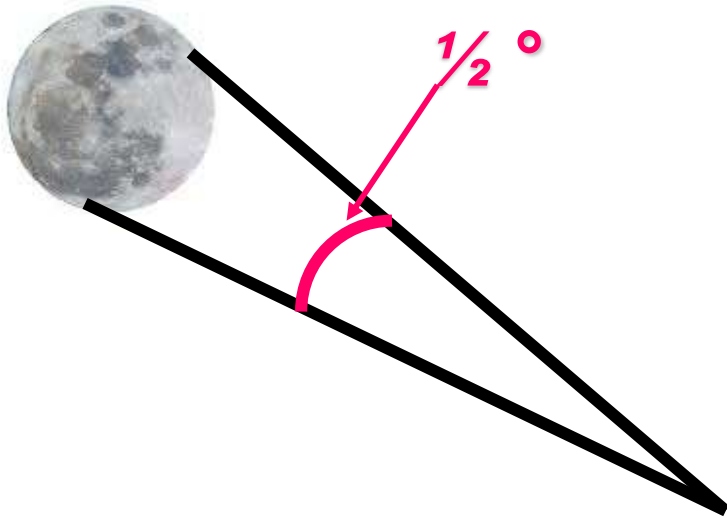


**distancia angular
entre dos astros:**
ángulo formado
por las visuales
dirigidas a los
respectivos
astros

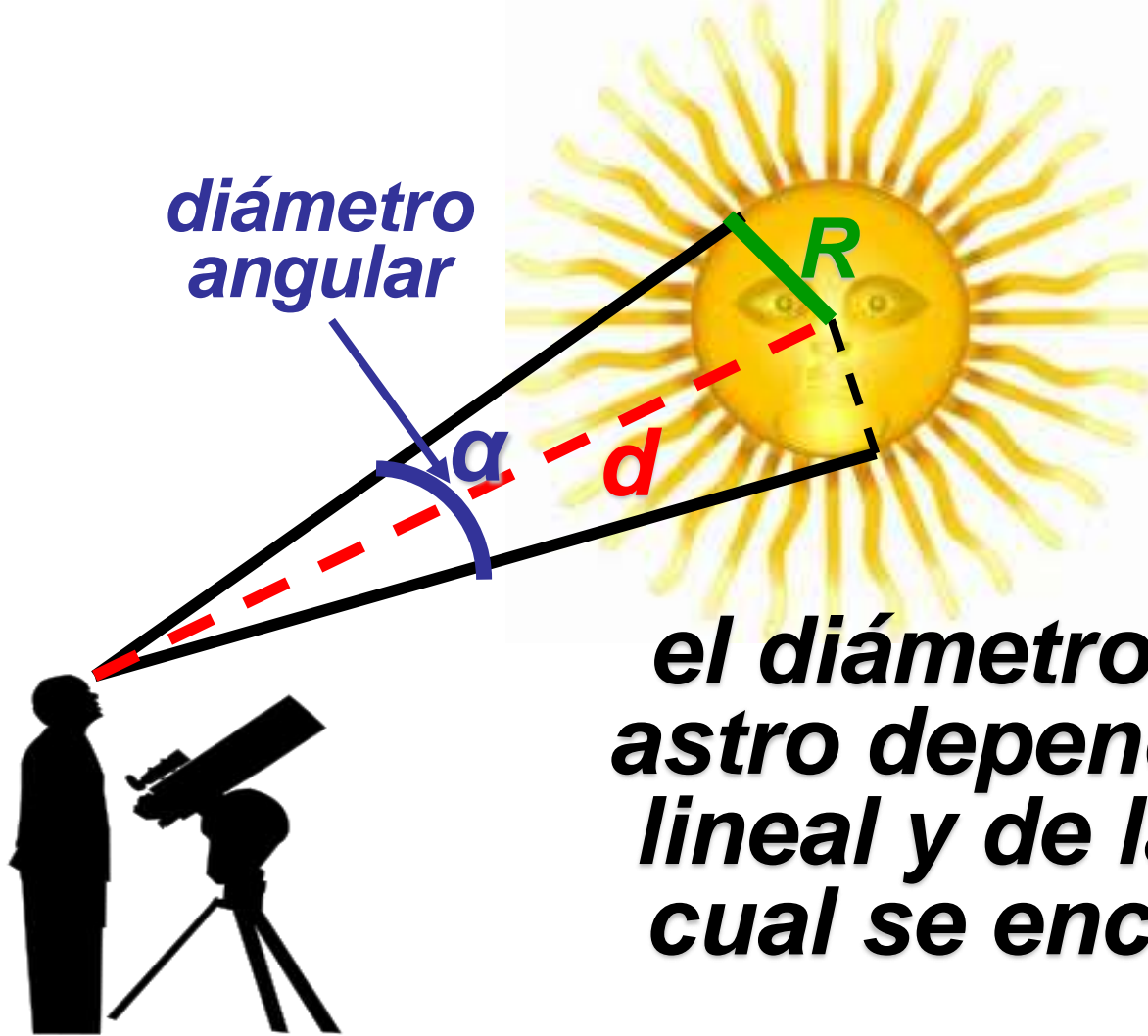




diámetro angular o diámetro aparente de un astro: ángulo entre las visuales dirigidas tangentes a sus bordes



los diámetros angulares de la luna y el sol son aproximadamente iguales



diámetro angular

$$\text{sen}(\alpha/2) = R/d$$



el diámetro angular de un astro depende del diámetro lineal y de la distancia a la cual se encuentra el astro

el sol es aproximadamente 400 veces más grande que la luna pero se encuentra 400 veces más lejos

diámetro angular $\neq 0 \Rightarrow$ objeto extenso

diámetro angular $= 0 \Rightarrow$ objeto puntual

las estrellas

- **no tienen diámetro aparente!**

- **mantienen por muchos años la**

misma distancia angular entre ellas:

constelaciones

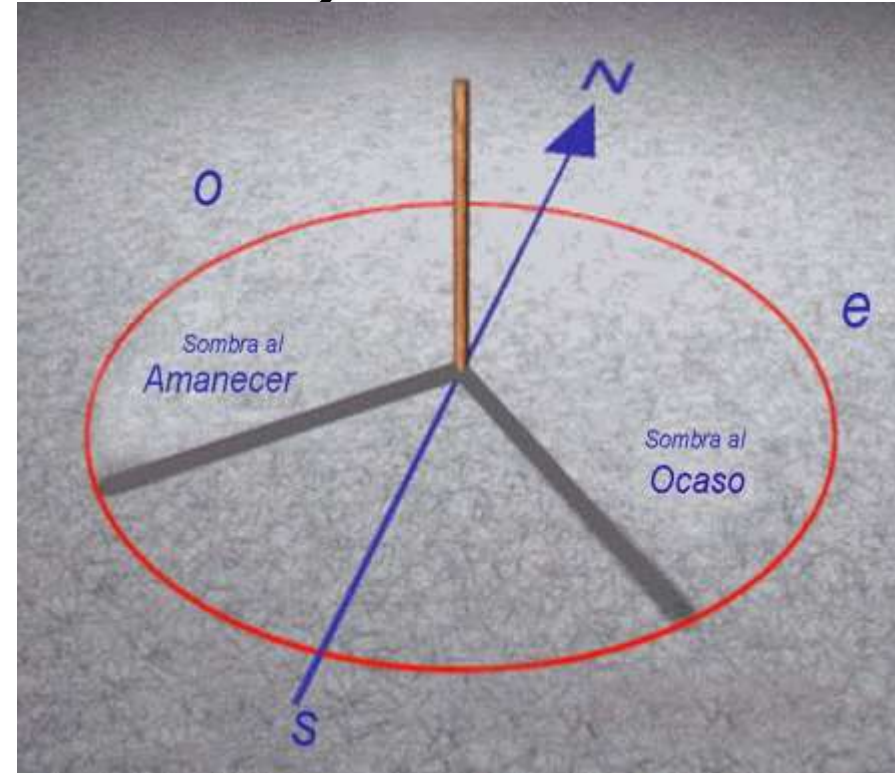
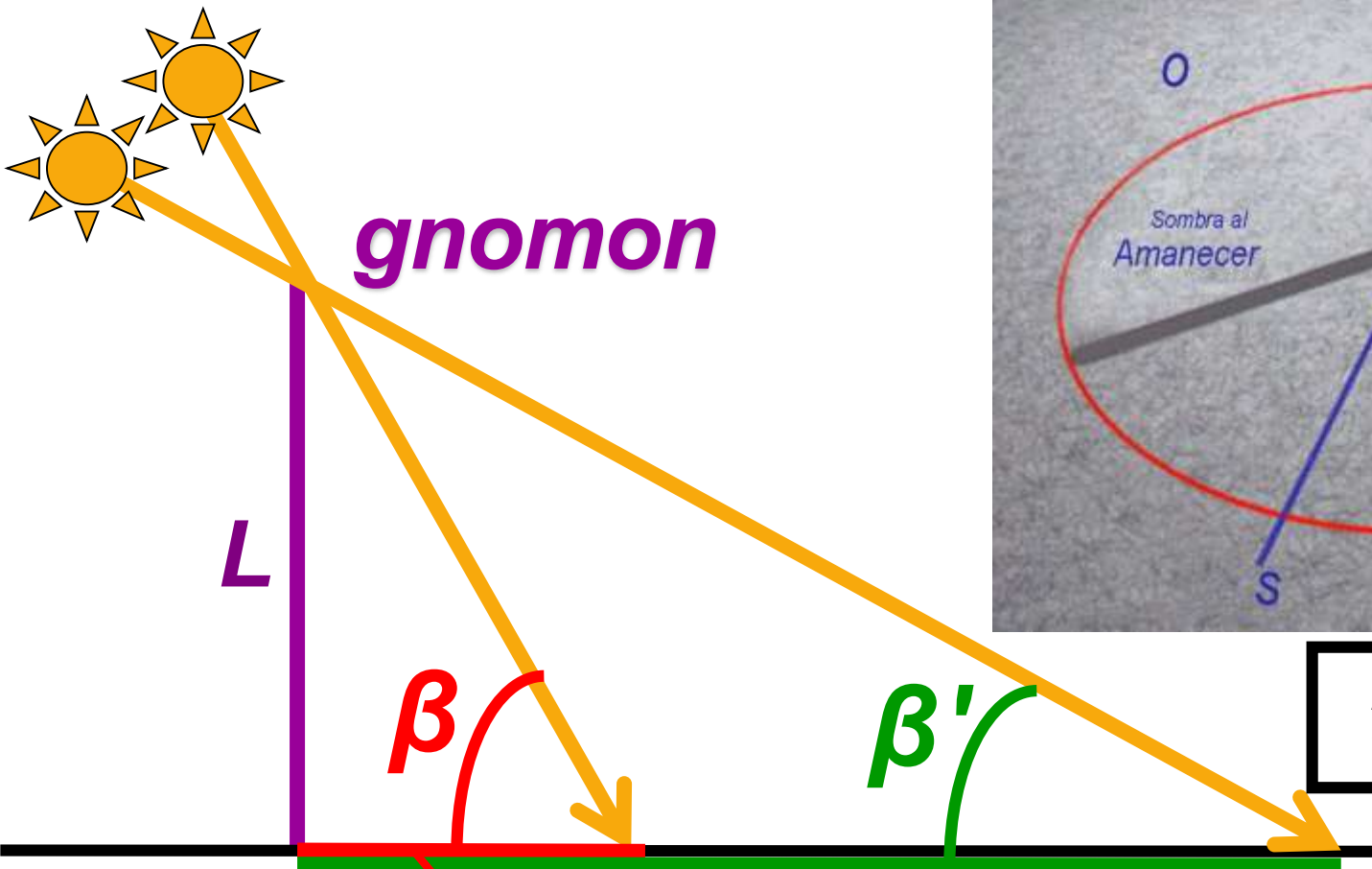
los planetas

- **tienen diámetro aparente!**

- **varía la distancia angular entre**

ellos y con respecto a las estrellas

instrumentos astronómicos antiguos ***gnomon-reloj de sol (3000ac)***

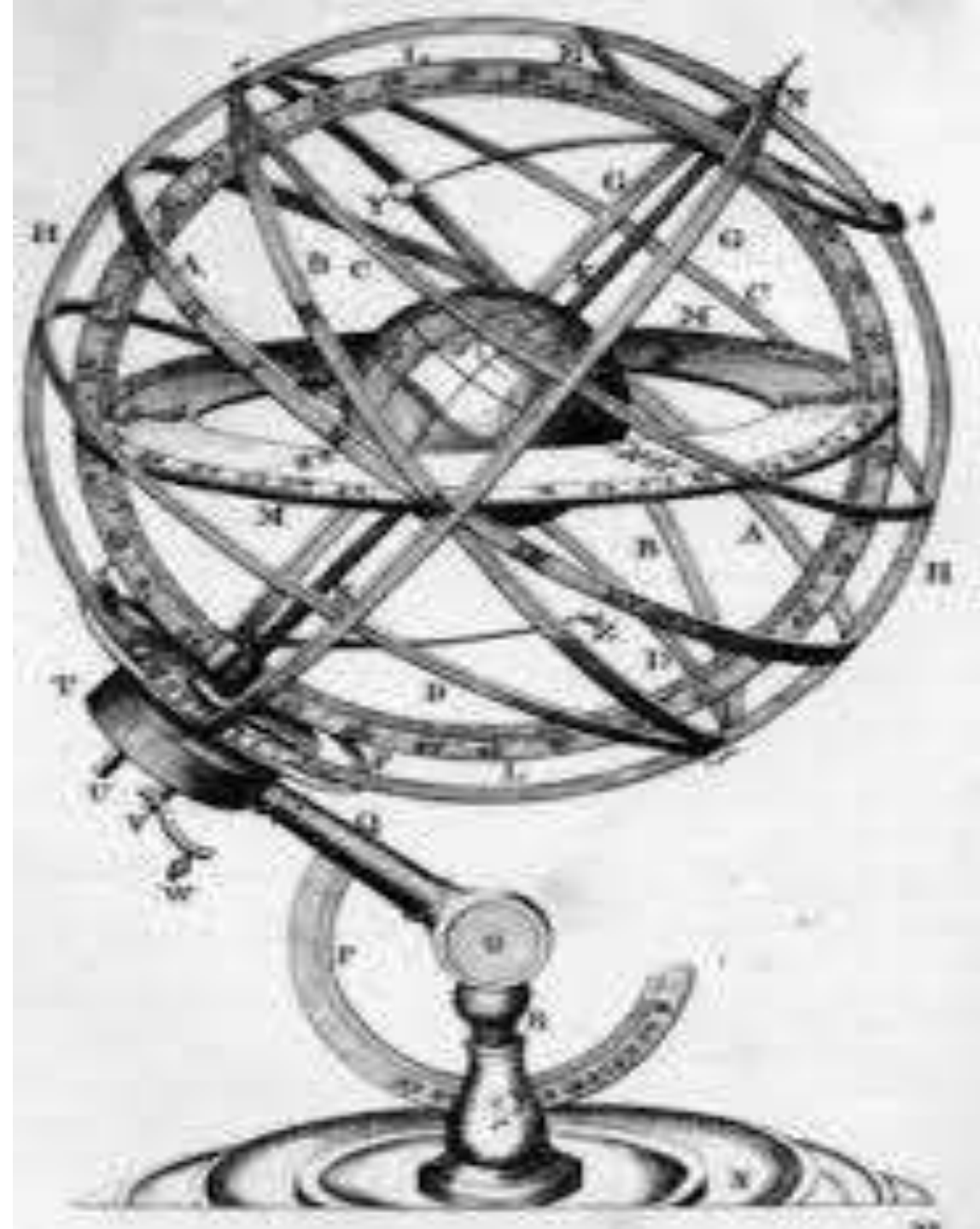


$$\text{tg } \beta = L/S$$

S=longitud de la sombra

relojes de sol antiguos





***esfera armilar
(250ac?)***

***Inventada por
Eratóstenes?***

***Usada por
Hiparco,
Tolomeo, y
Ticho Brahe***

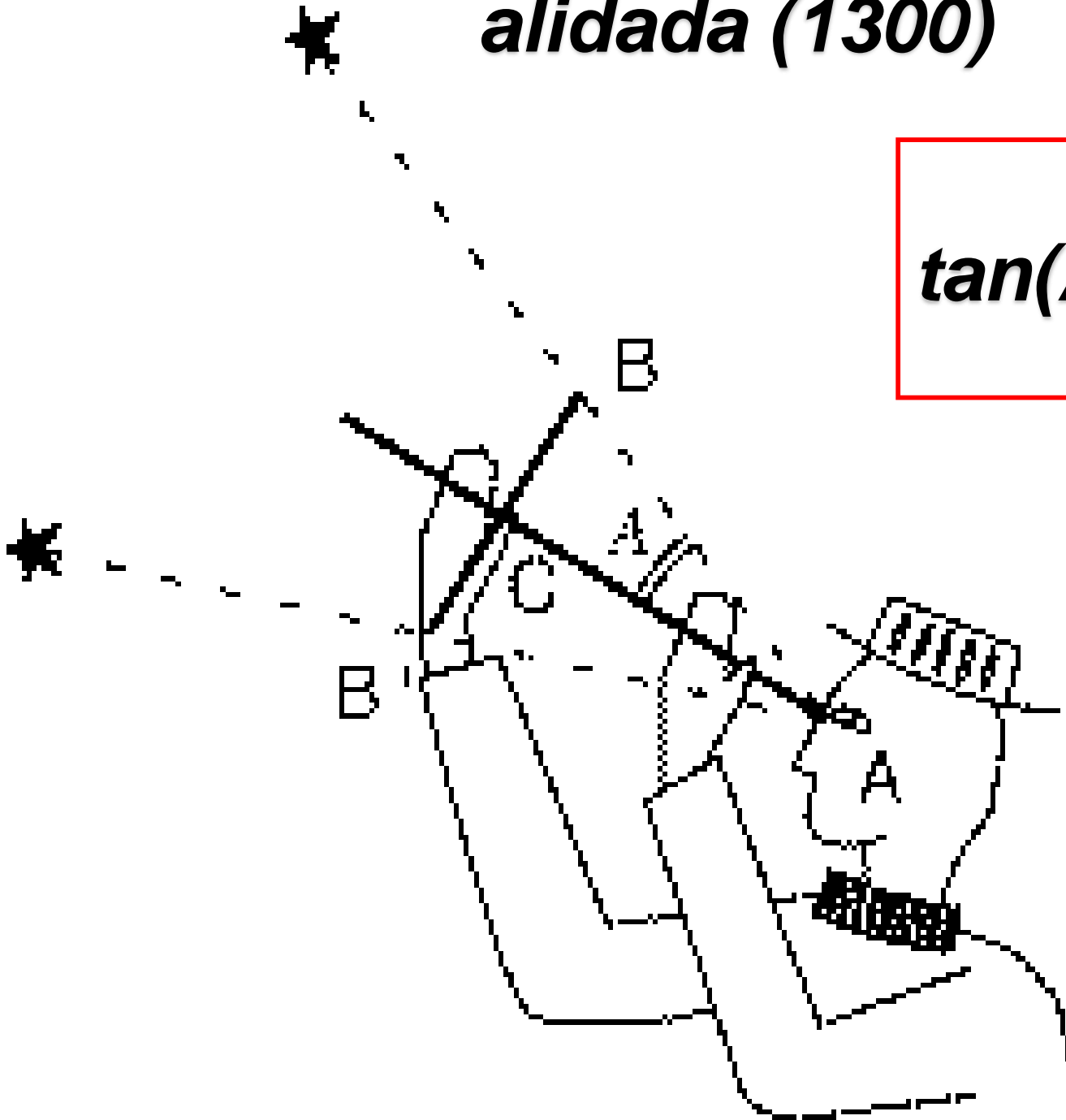
***muy usada
con fines
pedagógicos***

astrolabio (200ac ?)



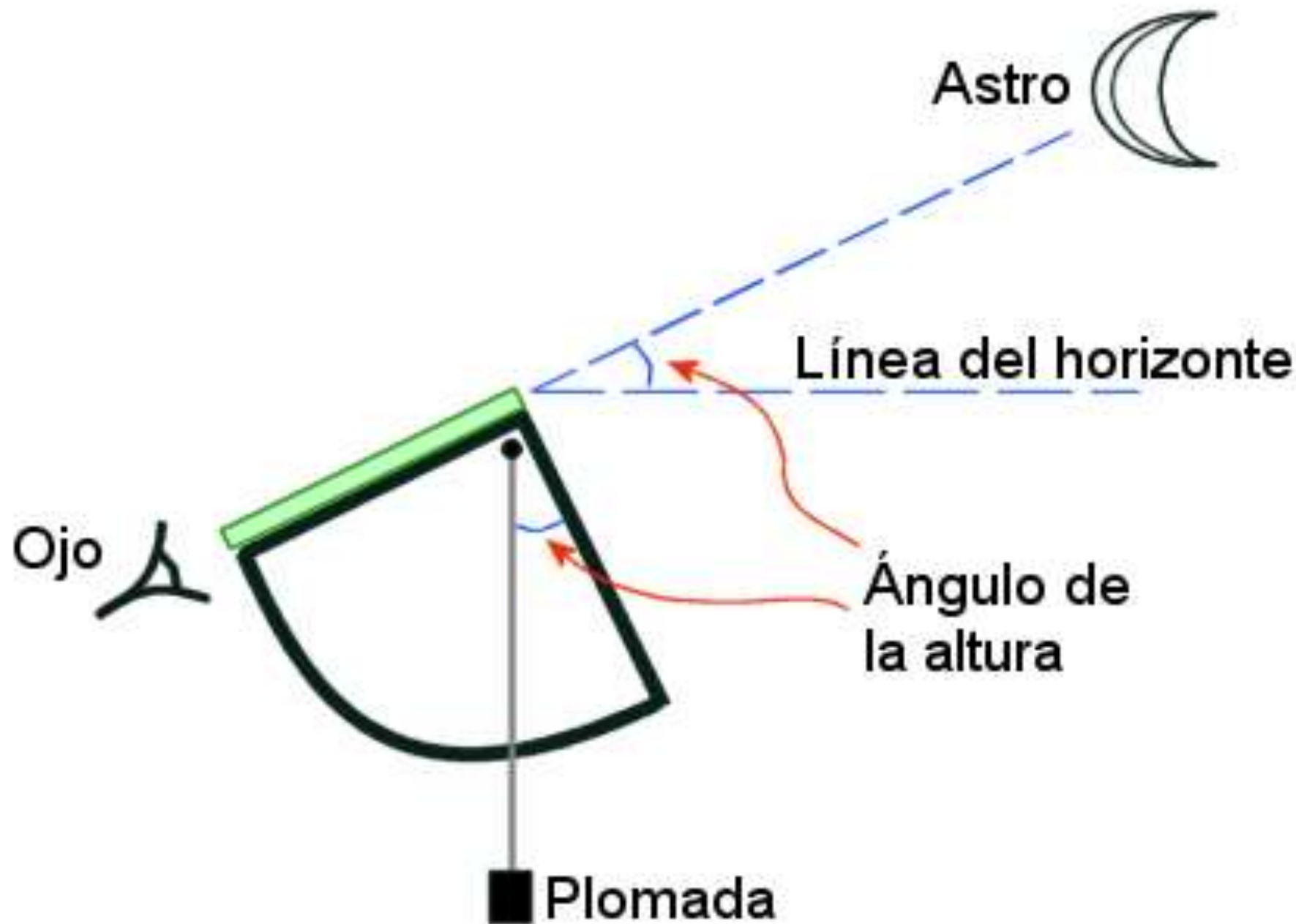
alidada (1300)

$$\tan(A) = \frac{BC}{AC}$$



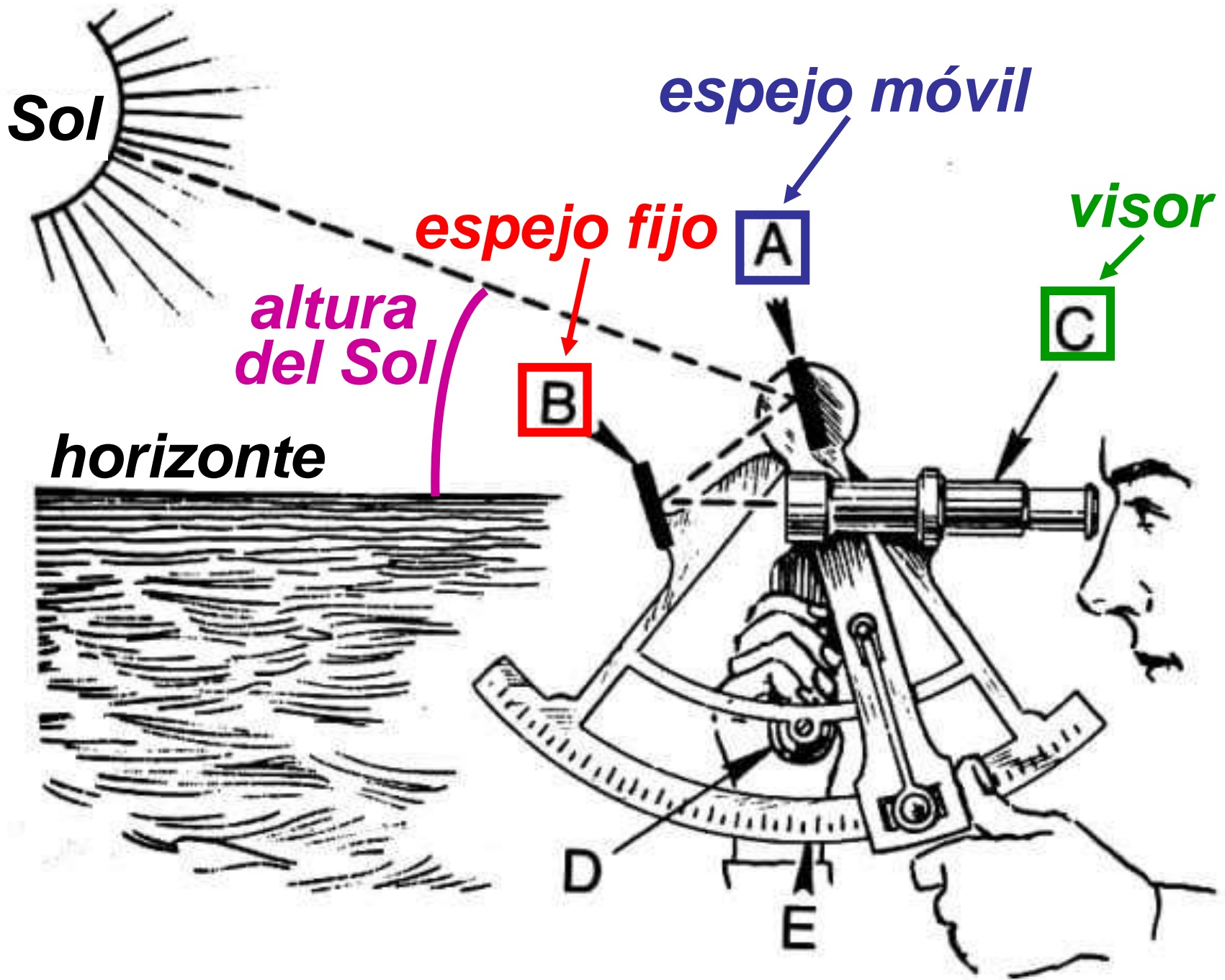
cuadrante (1590)





sextante (1750)





| | |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <i>Pitágoras</i> | <i>570ac?-497ac?</i> |
| <i>Aristóteles</i> | <i>384ac-322ac</i> |
| <i>Eratóstenes</i> | <i>276ac-194ac</i> |
| <i>Hiparco</i> | <i>190ac-120ac</i> |
| <i>Claudio Tolomeo</i> | <i>120-170</i> |
| <i>Nicolas Copérnico</i> | <i>1473-1543</i> |
| <i>Tico Brahe</i> | <i>1546-1601</i> |
| <i>Giordano Bruno</i> | <i>1548-1600</i> |
| <i>Galileo Galilei</i> | <i>1564-1642</i> |
| <i>Juan Képler</i> | <i>1571-1630</i> |
| <i>Isaac Newton</i> | <i>1643-1727</i> |

***en el siglo XVII aparece el telescopio
(Lippershey ?) pero ...***



***la astronomía
sigue siendo
sólo de
posición hasta
principios del
siglo XX ,
cuando
comienza a
usarse la
espectroscopía***

astronomía de posición

***(implica registro de las
posiciones de los astros)***



registro de las posiciones de los astros

**definir un sistema de coordenadas o
marco de referencia**

**el sistema de coordenadas será definido
según:**

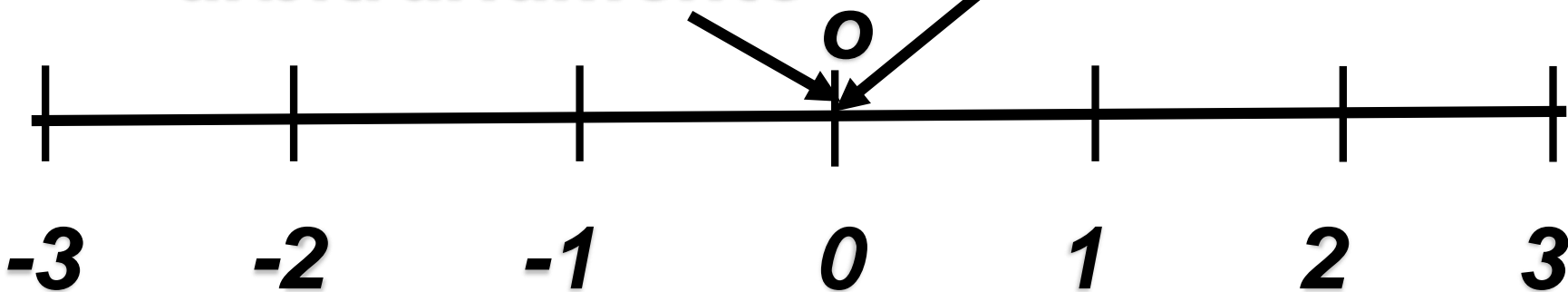
- 1) todos los objetos ubicados sobre una
línea**
- 2) todos los objetos ubicados sobre una
superficie**
- 3) todos los objetos ubicados en el
espacio**

1) **todos los objetos ubicados sobre una línea**

se elige un punto sobre la línea como el origen del sistema de coordenadas y se adopta una escala

punto elegido arbitrariamente

origen



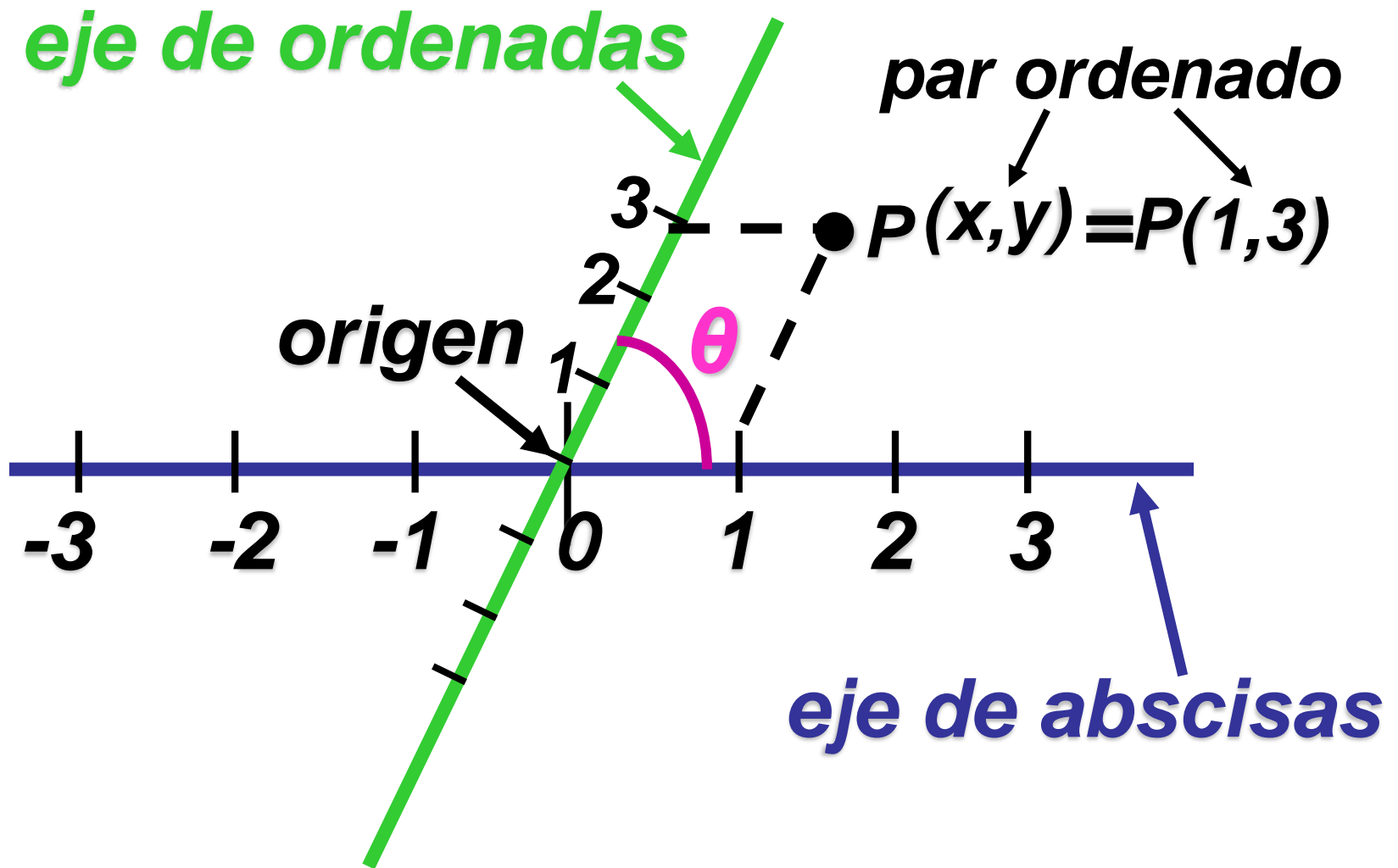
universo unidimensional!



con un número o coordenada se localiza un objeto

2) todos los objetos ubicados en un plano

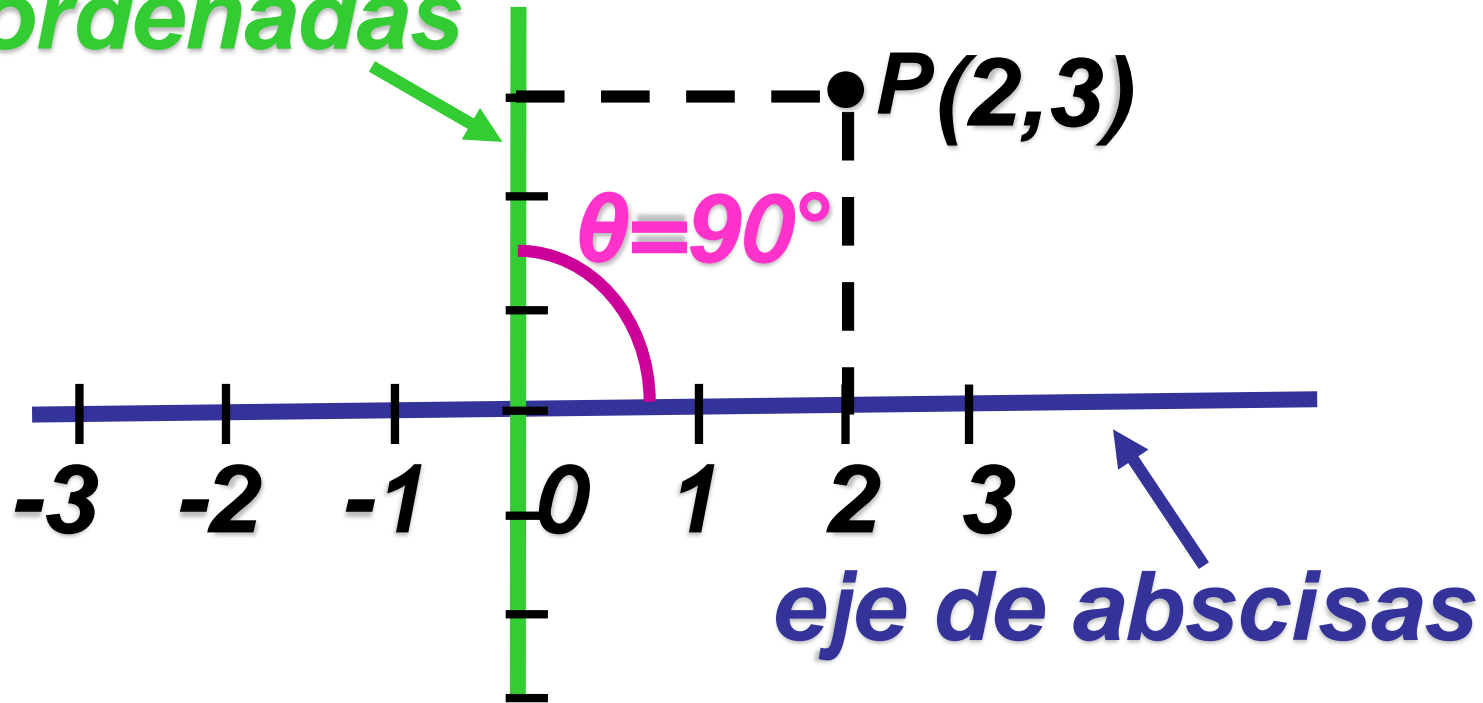
- a) ● se eligen 2 rectas de referencia que se cortan en el origen del sistema y se adopta una escala para cada eje**
- para cada punto se trazan líneas desde él hasta cada eje, respectivamente paralelas al otro eje**



sistema de coordenadas cartesianas

si $\theta=90^\circ$ → *sistema de coordenadas cartesianas rectangulares*

eje de ordenadas



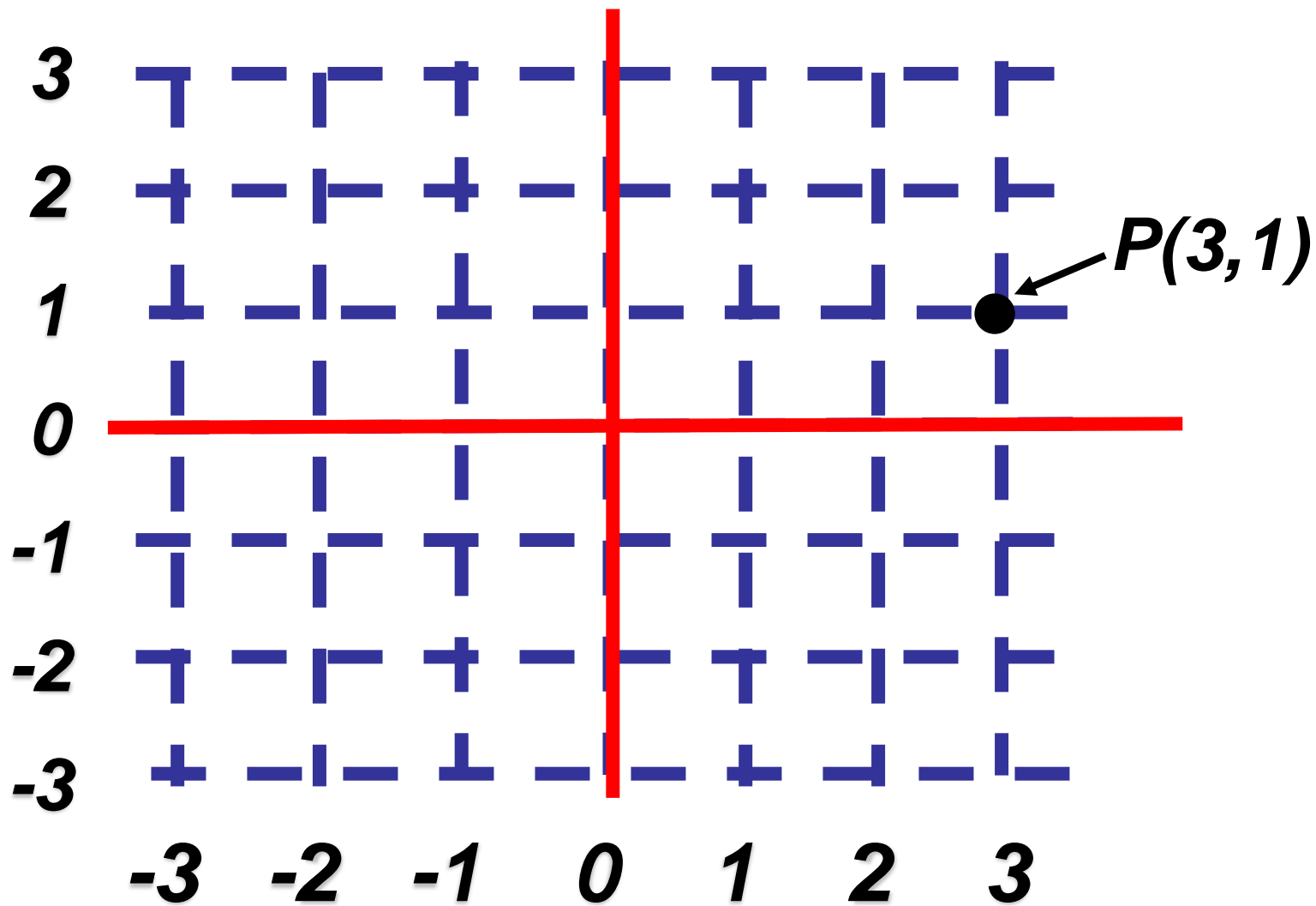
universo bidimensional!

*con dos números o coordenadas (x e y)
se localiza un objeto*

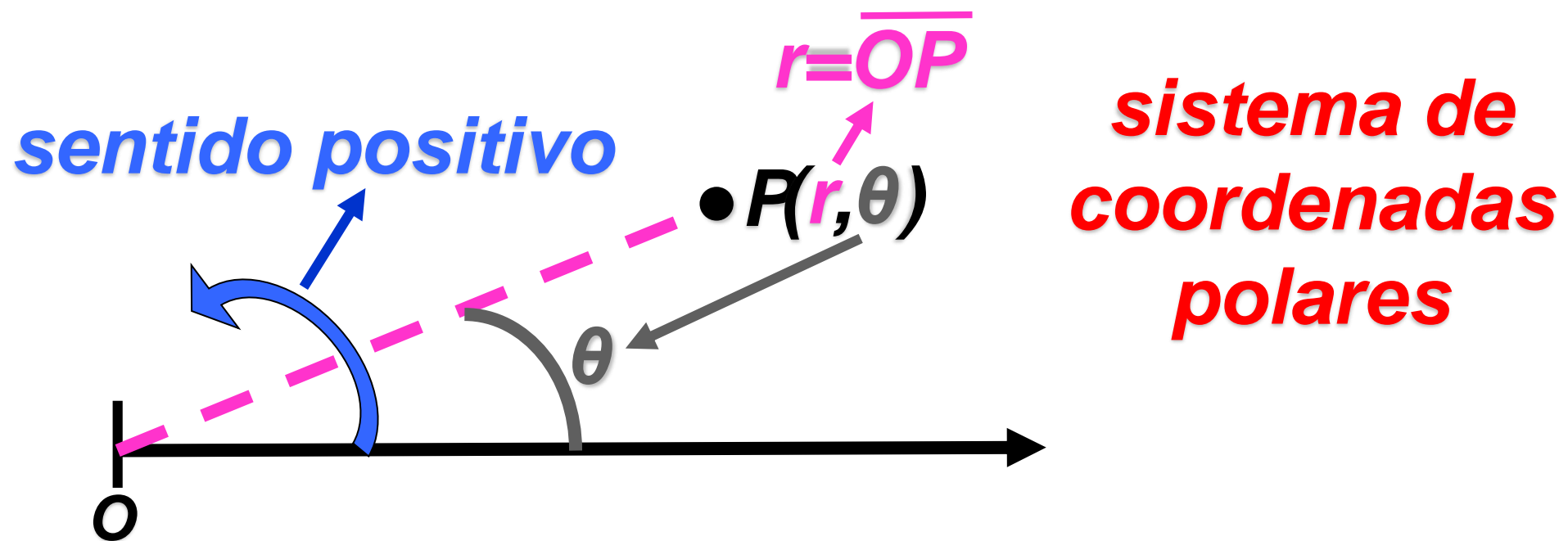
equivalentemente ...

construcción de un sistema de coordenadas cartesianas rectangulares

- **se adoptan dos conjuntos de líneas paralelas entre si, mutuamente perpendiculares**
 - **de cada conjunto se elige una como referencia: ejes coordenados**
- **se adopta como origen del sistema el punto de intersección de los ejes coordenados**



- b)** ● se elige una semirrecta de referencia y un sentido de giro a partir de ella
- para cada punto se traza una línea desde él hasta el origen de la semirrecta

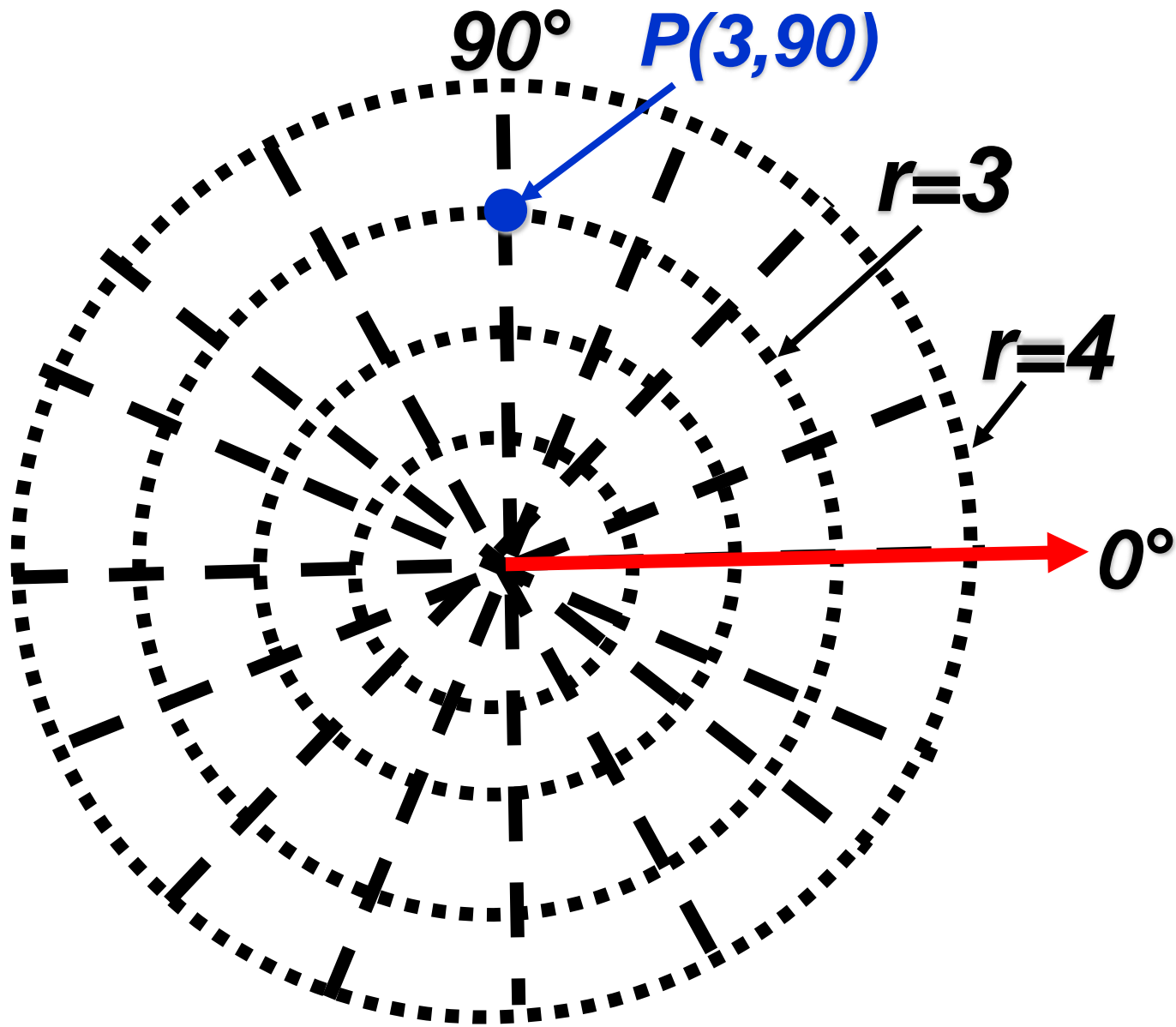


con dos números o coordenadas (r y θ) se localiza un objeto

equivalentemente ...

**construcción de un sistema de
coordenadas polares**

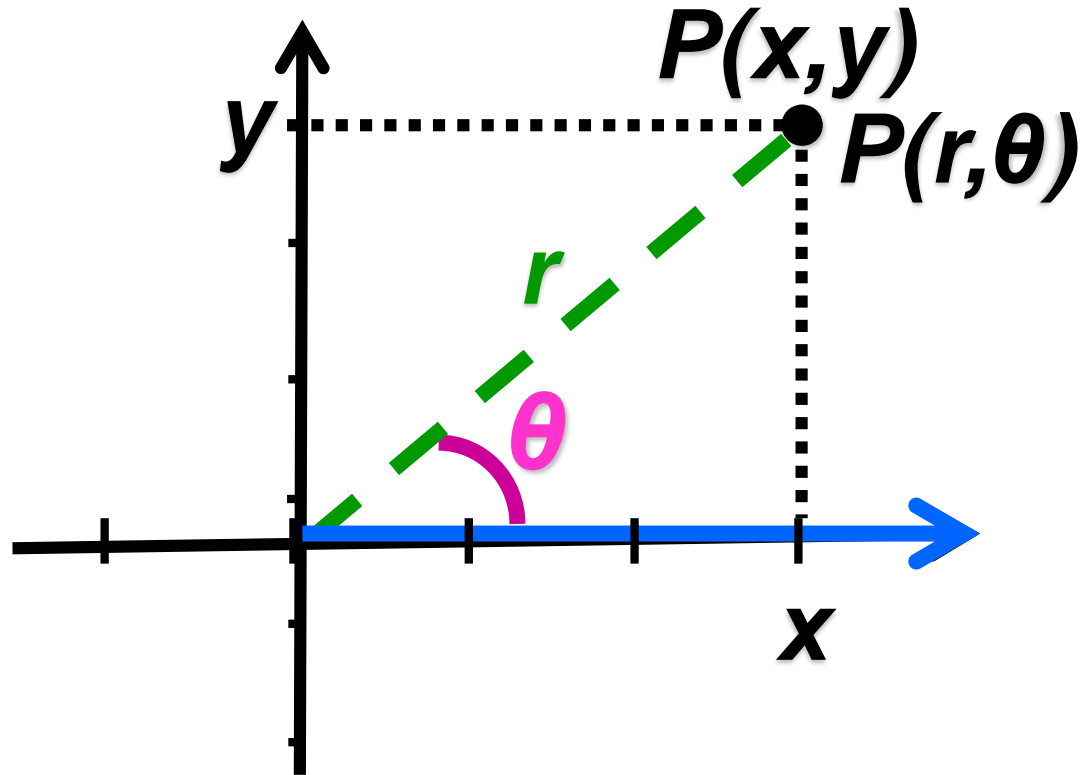
- **se adoptan un conjunto de semirrectas con origen común y un conjunto de circunferencias concéntricas con centro en dicho origen**
 - **del conjunto de semirrectas se elige una como referencia**
- **se adopta como origen del sistema el punto origen de la semirrectas**
la semirrecta y la circunferencia que pasan por un dado punto del plano son ortogonales



relación entre coordenadas cartesianas y polares

$$1) \begin{cases} x=r \cos(\theta) \\ y=r \operatorname{sen}(\theta) \end{cases}$$

$$2) \begin{cases} \operatorname{tg}(\theta)=y/x \\ r=\sqrt{x^2 + y^2} \end{cases}$$

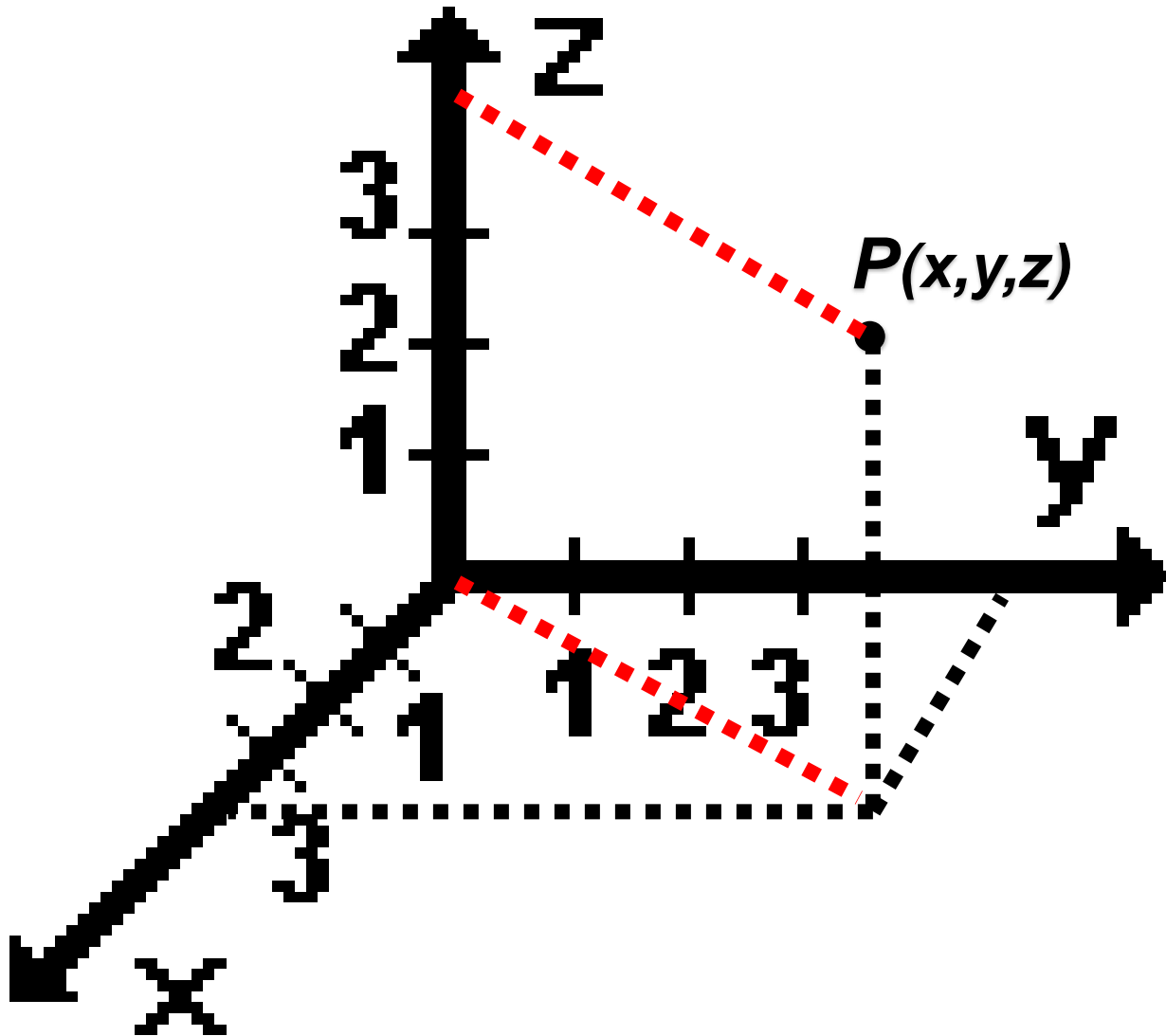


1) y 2): fórmulas de transformación de coordenadas entre los sistemas cartesiano y polar

3) todos los objetos ubicados en el espacio

- a) ● se eligen 3 rectas de referencia que se cortan en el origen del sistema de coordenadas y se adopta una escala para cada eje**
- cada punto del espacio es proyectado trazando líneas respectivamente paralelas a los distintos ejes**

sistema de coordenadas cartesianas



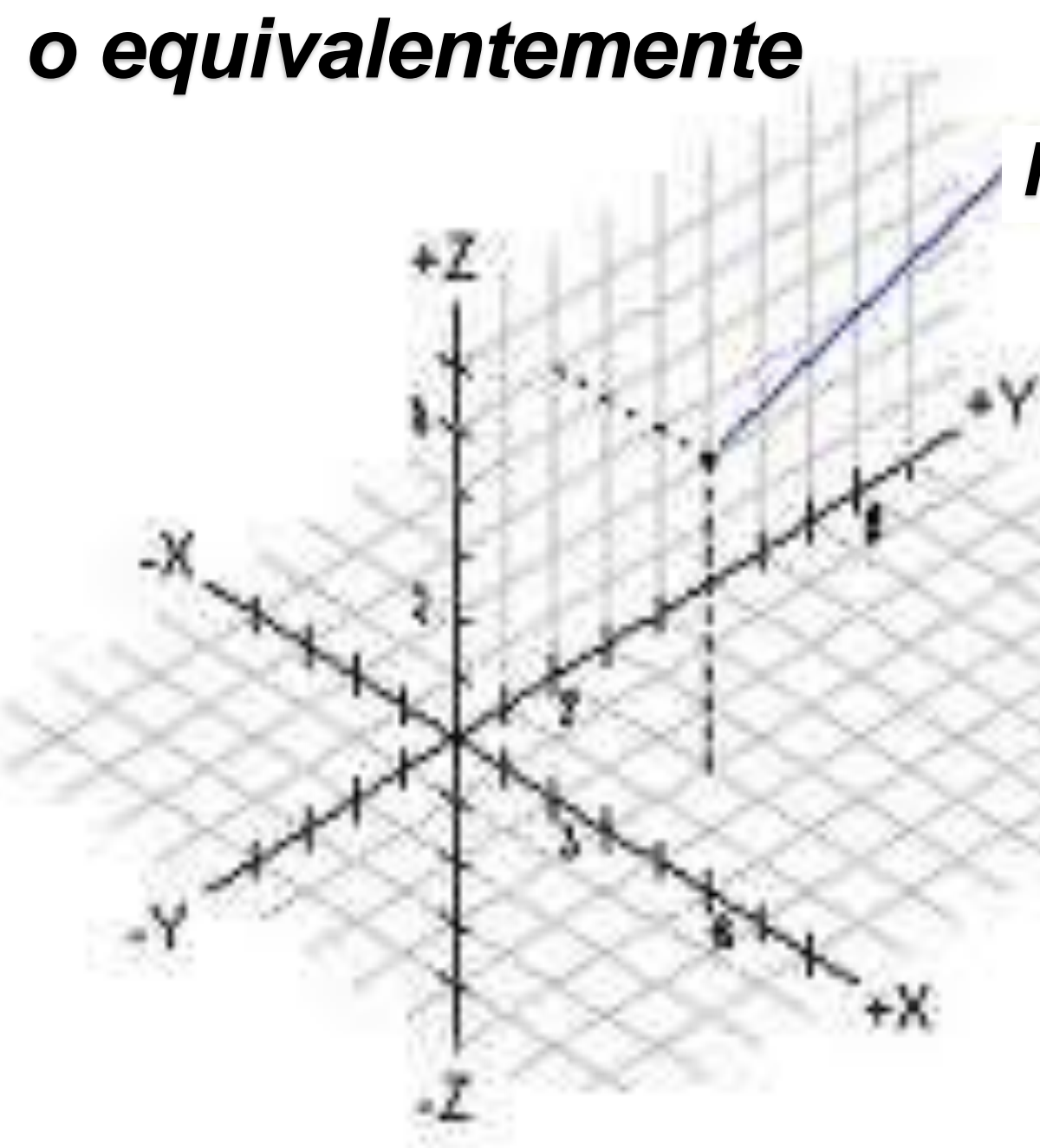
o equivalentemente

$$P(x,y,z)=P(3,2,5)$$

**universo
tridimensional!**



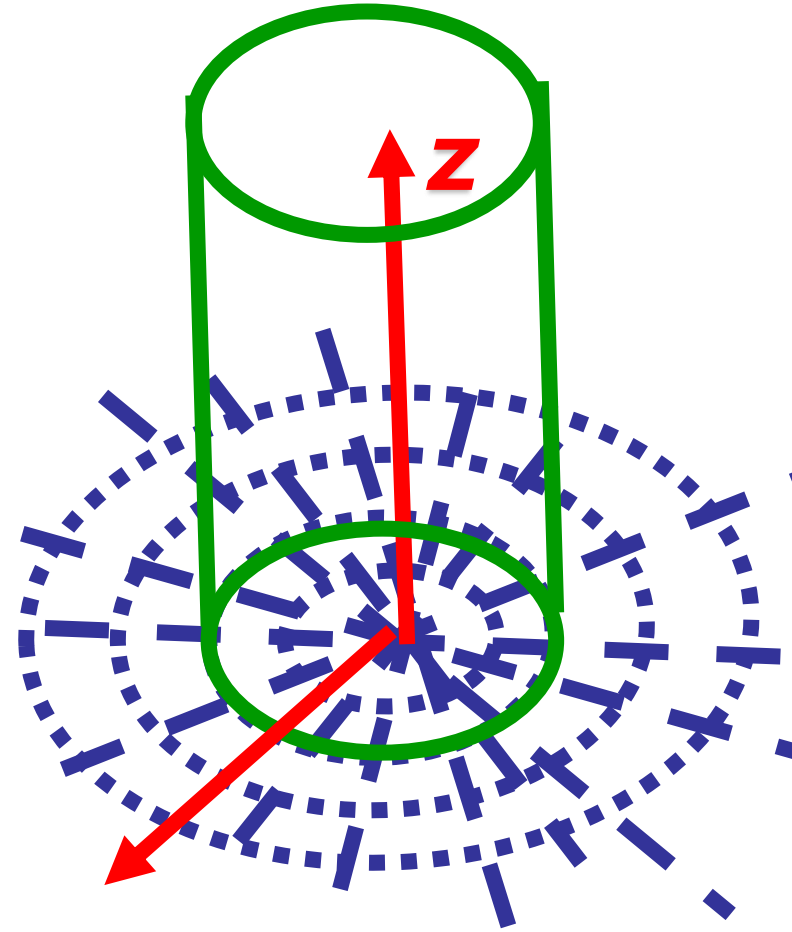
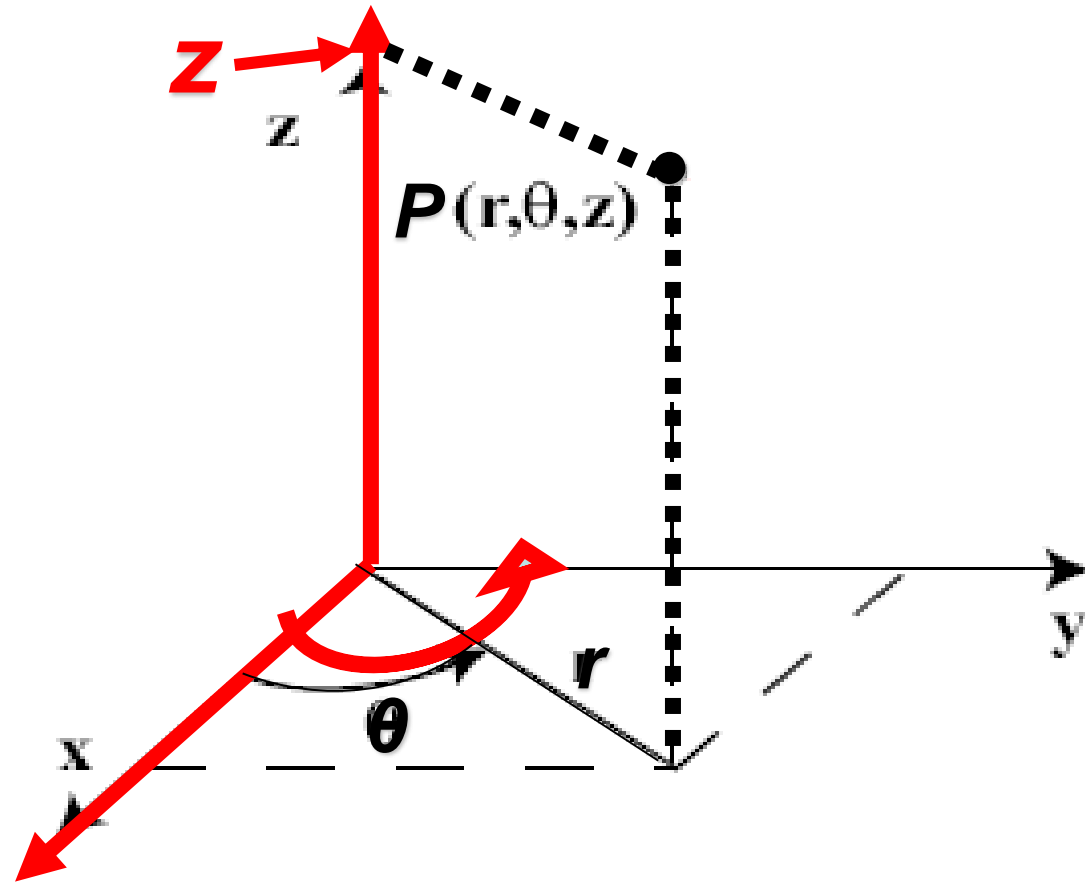
**con tres
números o
coordenadas
(x, y, z) se
localiza un
objeto**



***b) ● se elige una semirrecta de referencia,
un sentido de giro a partir de ella en un
plano y una recta perpendicular al plano***

***● se proyecta el punto sobre dicho plano
y luego idem coordenadas polares en el
plano***

r cte \Rightarrow cilindro

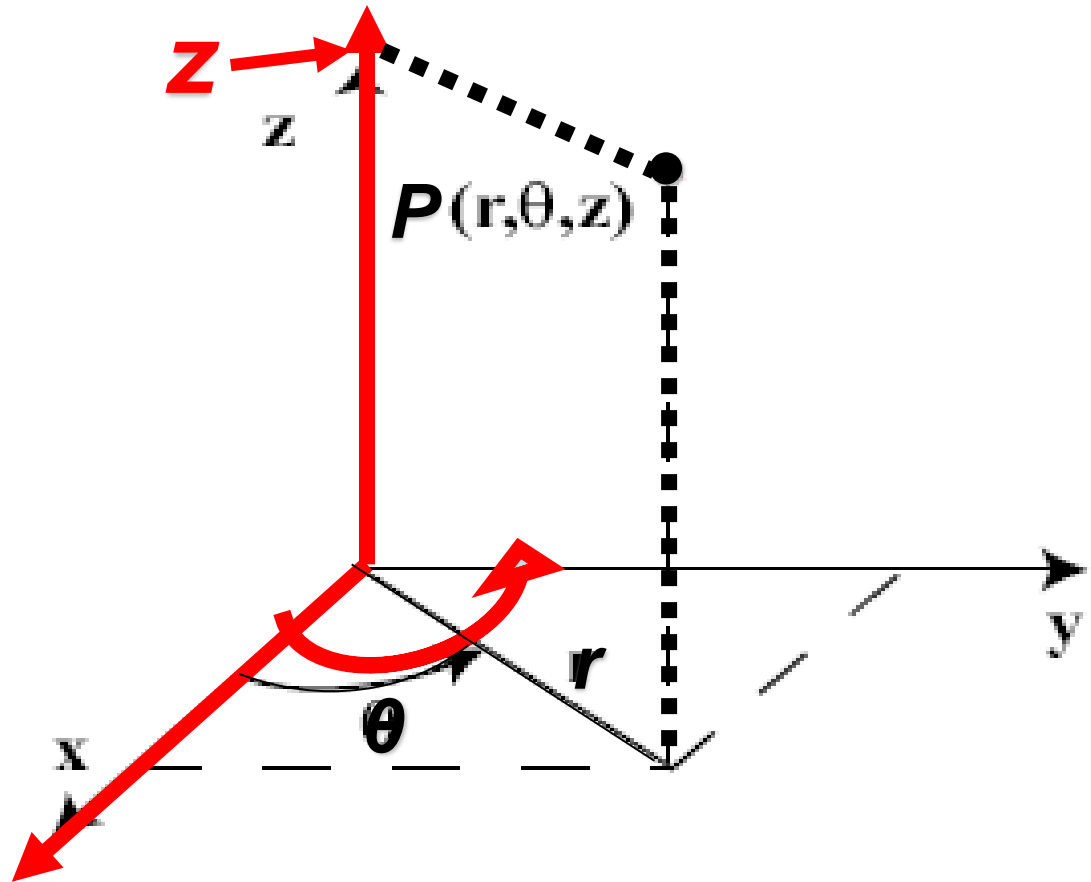


sistema de coordenadas cilíndricas

relación entre coordenadas cartesianas y cilíndricas

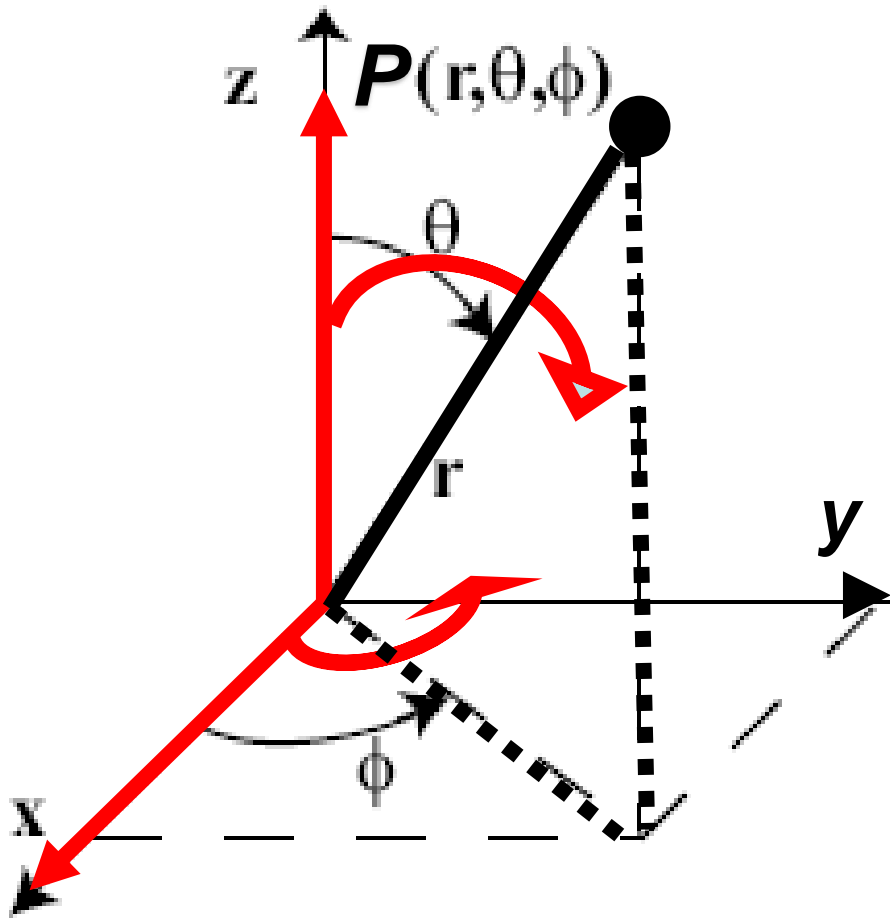
$$\begin{cases} x=r \cos(\theta) \\ y=r \operatorname{sen}(\theta) \\ z=Z \end{cases}$$

$$\begin{cases} \operatorname{tg}(\theta)=y/x \\ r=\sqrt{x^2 + y^2} \\ z=Z \end{cases}$$

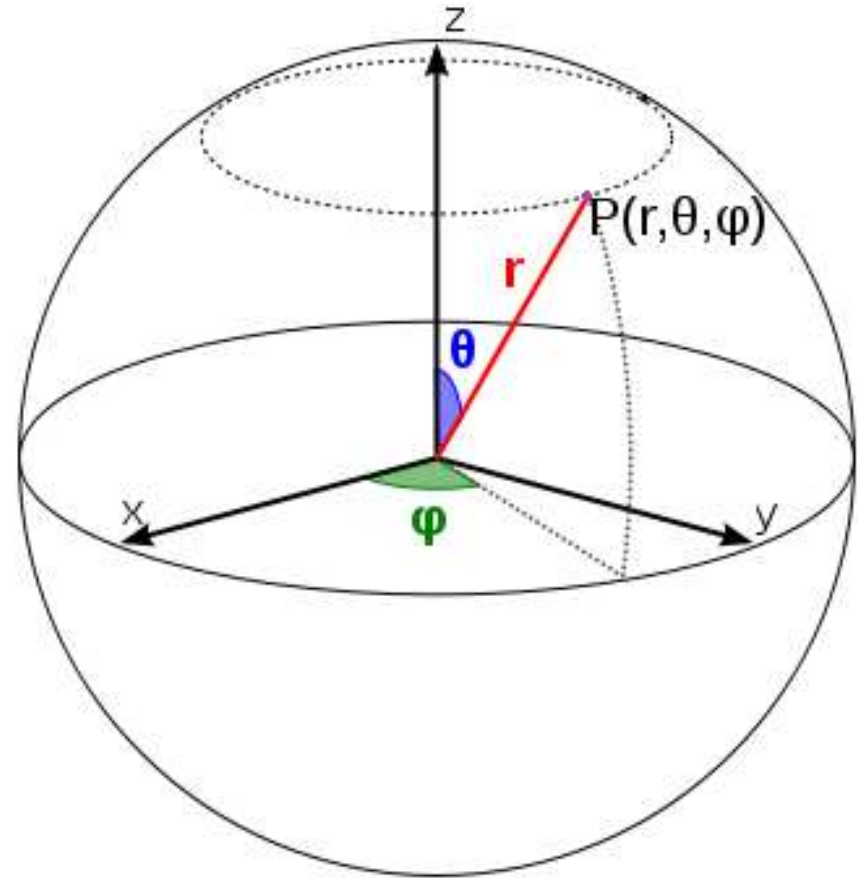


c) • se eligen dos semirrectas con origen común mutuamente perpendiculares de referencia, y el sentido de giro a partir de cada una de ellas

• para cada punto se traza una línea desde él hasta el origen de las semirrectas



r cte \Rightarrow esfera

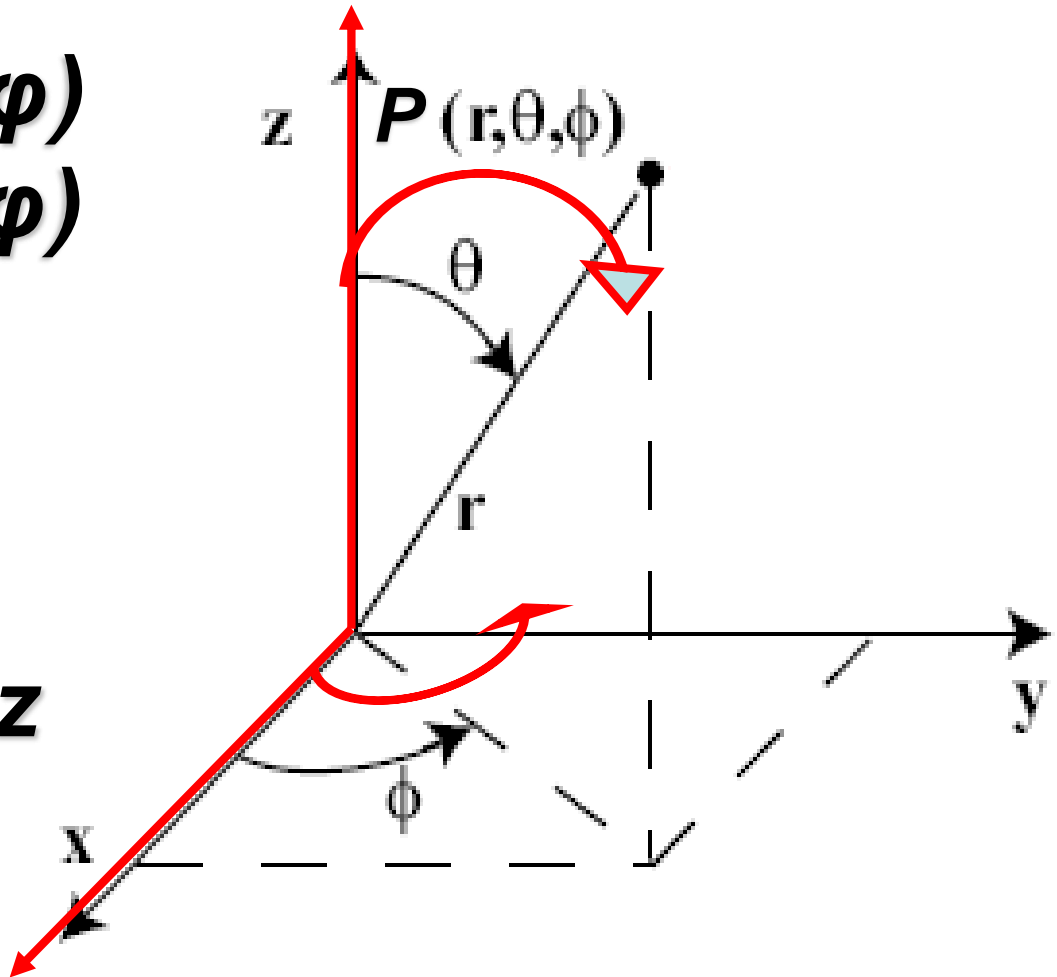


sistema de coordenadas esféricas

relación entre coordenadas cartesianas y esféricas

$$\begin{cases} x=r \operatorname{sen}(\theta) \cos(\varphi) \\ y=r \operatorname{sen}(\theta) \operatorname{sen}(\varphi) \\ z=r \cos(\theta) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \operatorname{tg}(\varphi)=y/x \\ \operatorname{tg}(\theta)=\sqrt{x^2 + y^2} / z \\ r=\sqrt{x^2 + y^2 + z^2} \end{cases}$$



una superficie: dos dimensiones



***ubicar al observador
en la superficie
terrestre requiere
sólo dos
coordenadas!***



***sistema de
coordenadas
geográficas***



***ubicar a los astros
en la esfera celeste
requiere sólo dos
coordenadas!***

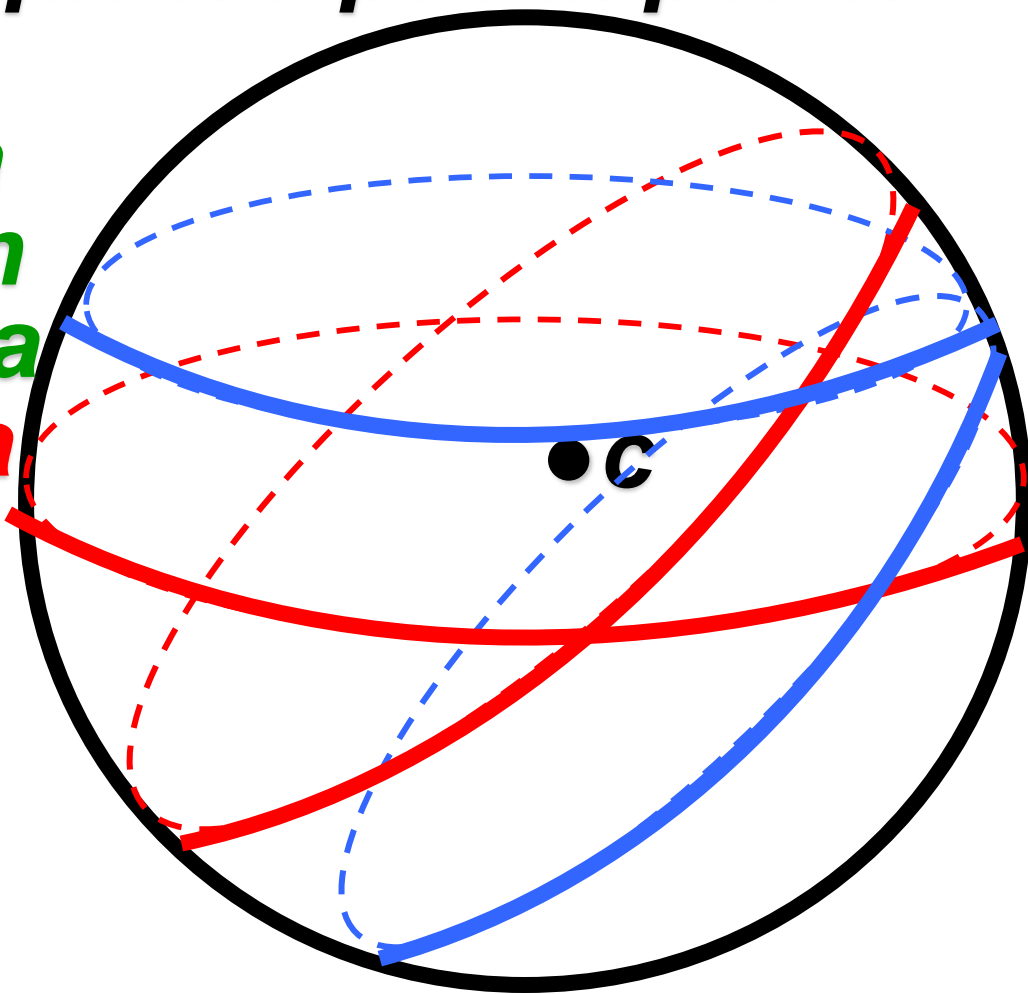


***sistemas de
coordenadas
celestes***

círculos máximos: intersección de la esfera con planos que pasan por el centro de la esfera
círculos menores: intersección de la esfera con planos que NO pasan por el centro de la esfera

distancia más corta entre dos puntos en un plano: línea recta

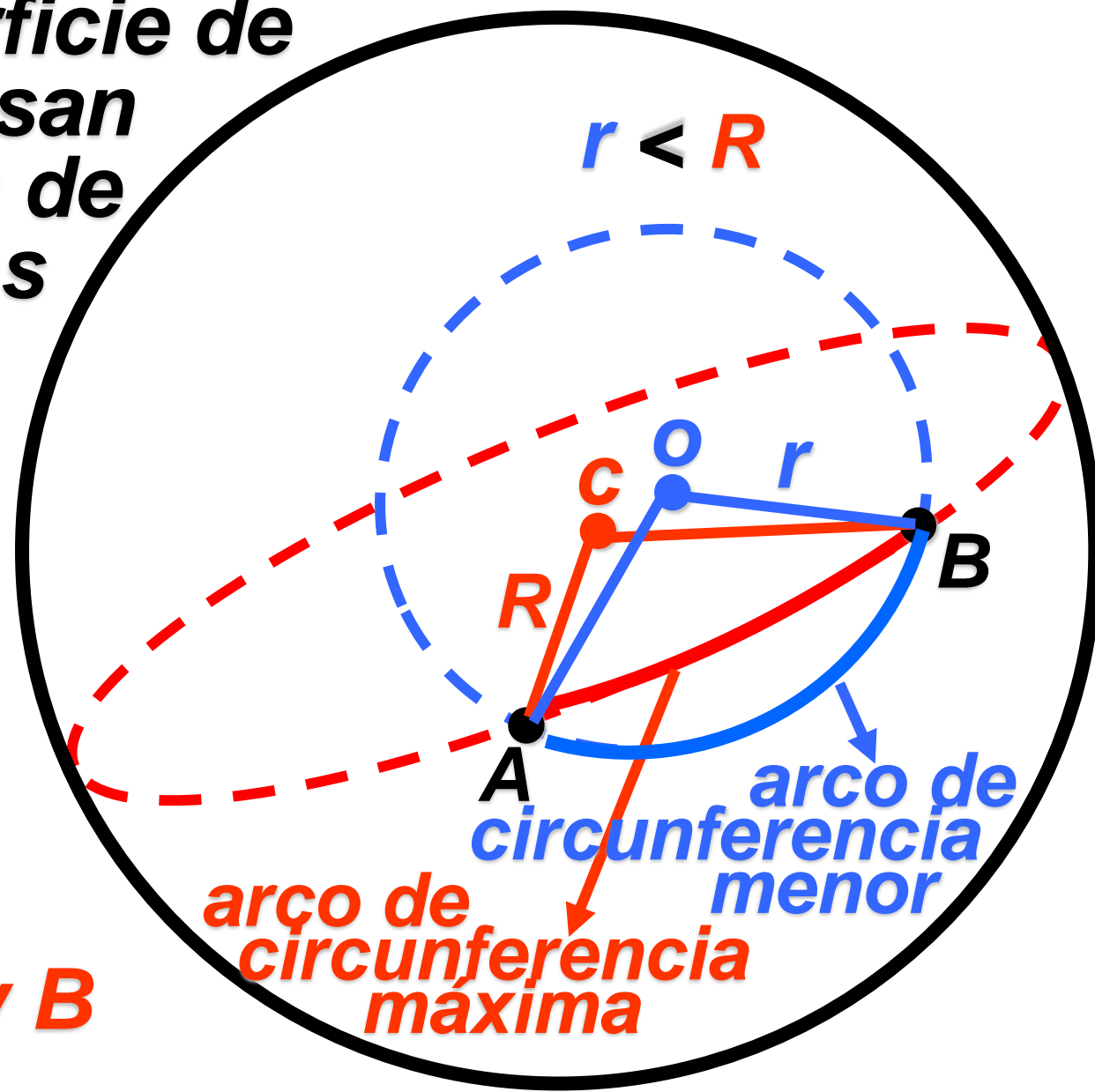
distancia más corta entre dos puntos en una superficie esférica: arco de círculo máximo



**por dos puntos dados, A y B,
sobre la superficie de
una esfera, pasan
infinitos arcos de
circunferencias
de diferentes
radios**

**la de mayor
radio es la de
menor
curvatura**

**↓
distancia más
corta entre A y B**



**construcción de un sistema de
coordenadas sobre una superficie
esférica**

***equivalente a la construcción de un
sistema de coordenadas polares en un
plano***



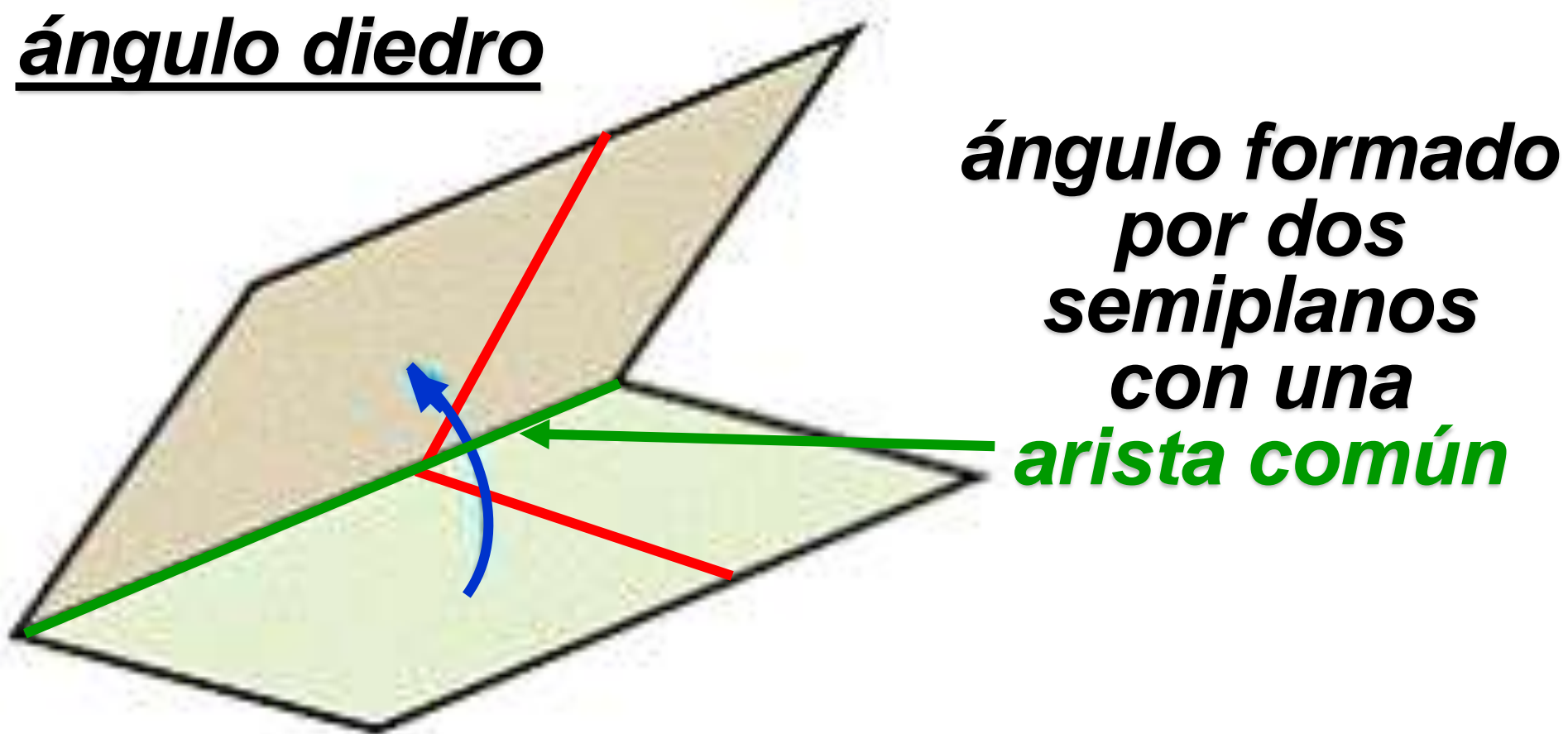
se reemplaza el conjunto de semirrectas con origen común por un conjunto de circunferencias máximas que pasan todas por un dado punto

se reemplaza el conjunto de circunferencias concéntricas por un conjunto de circunferencias menores, ortogonales a las anteriores

de cada conjunto se elige una circunferencia de referencia



ángulo diedro



**ángulo formado
por dos
semitplanos
con una
arista común**

medida del ángulo diedro

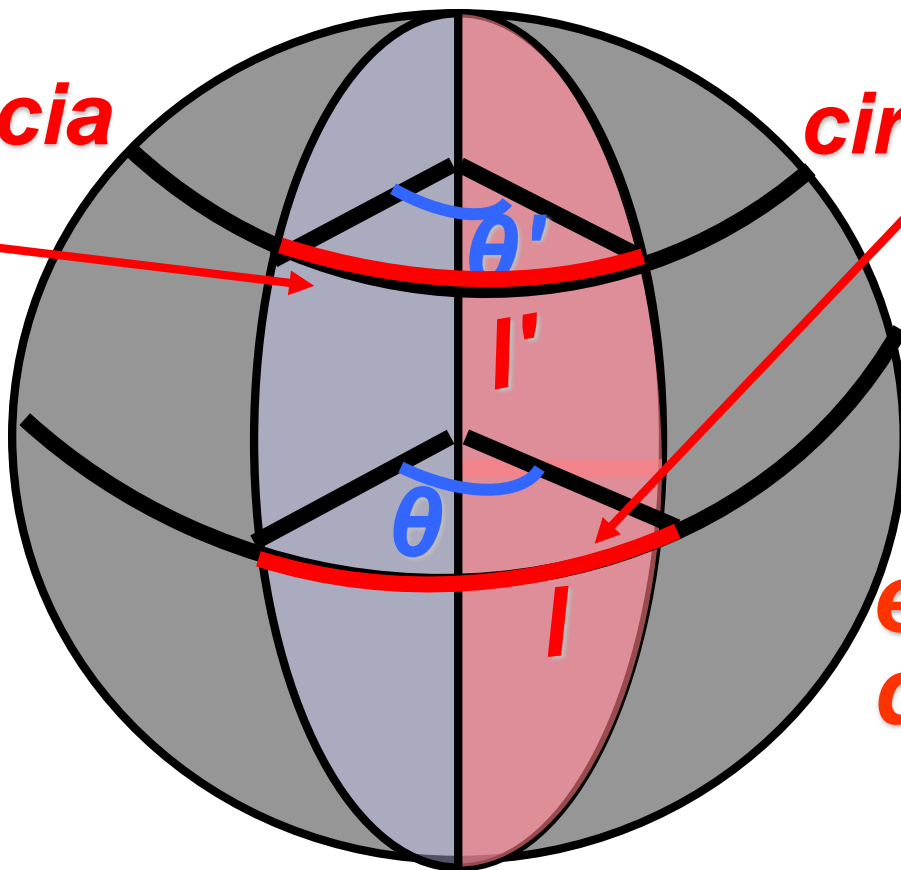
medida del ángulo formado por **dos
semirrectas obtenidas por la
intersección con los semiplanos de un
plano perpendicular a la arista**

ángulo diedro en una esfera formado por dos semicírculos máximos

arco de
circunferencia
menor

arco de
circunferencia
máxima

$$\theta' = \theta$$



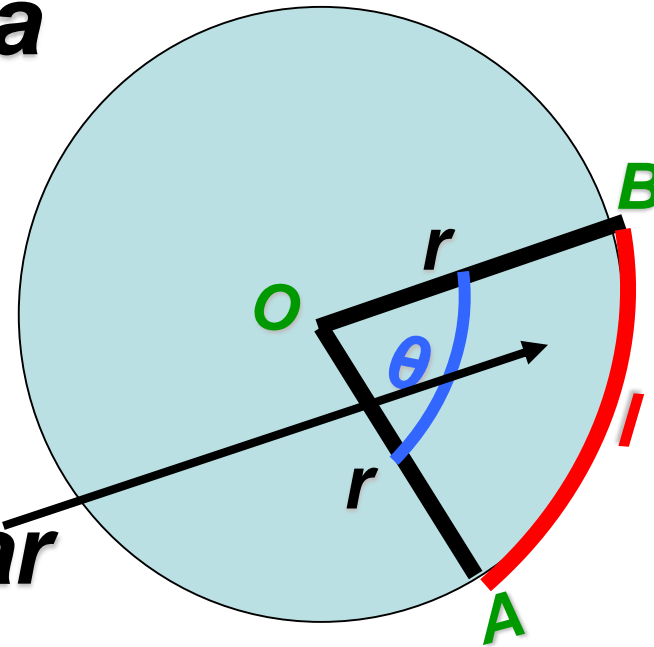
en unidades
de longitud

$$l' < l$$

$$l' = l$$

pero medidas de arcos de
circunferencias expresadas
en unidades angulares

θ es la medida del ángulo diedro formado por $P1$ y $P2$



sector circular

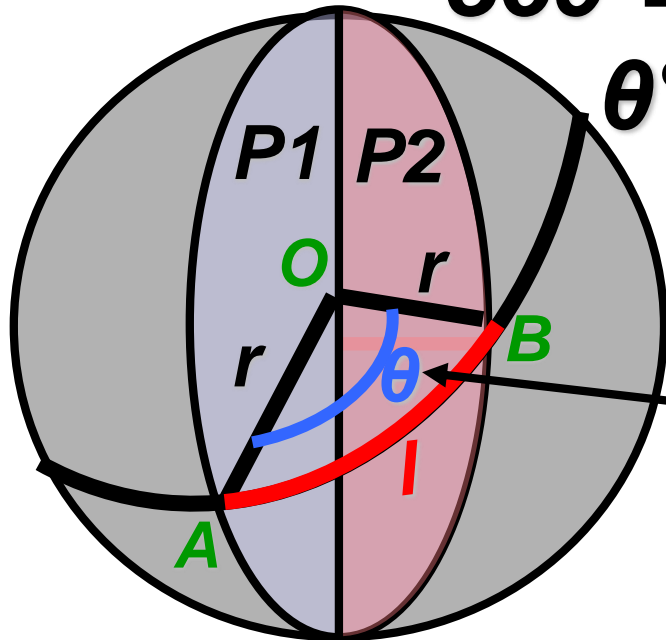
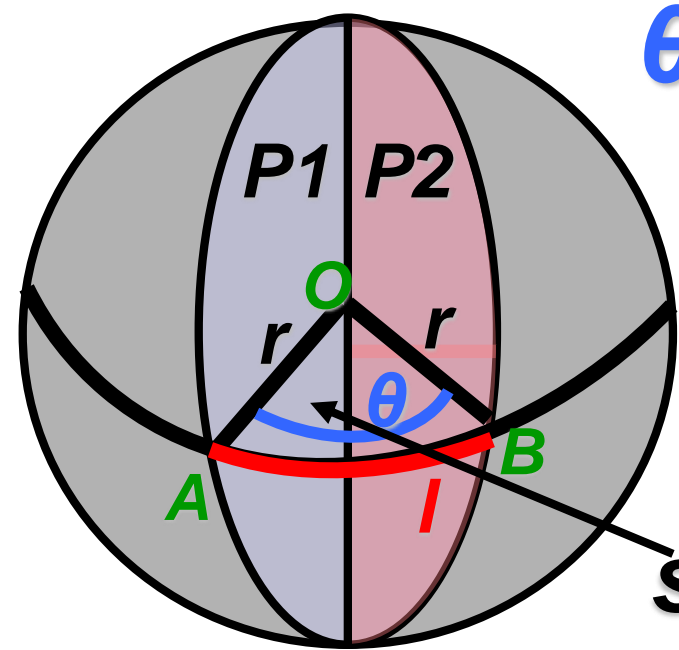
$$360^\circ = 2\pi \text{ rad.} \quad \text{---} \quad 2\pi r$$

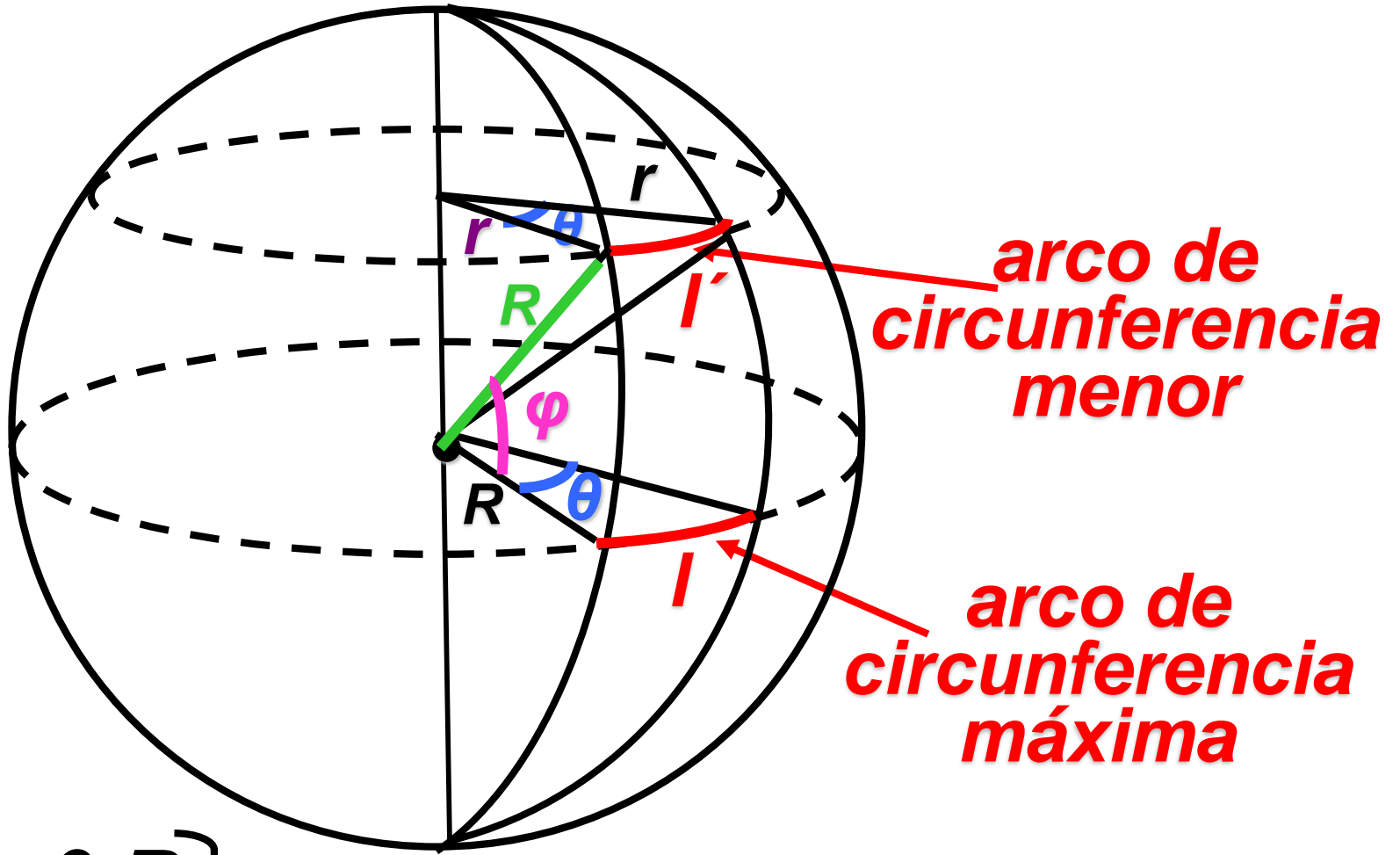
$$\theta^\circ = \theta \text{ rad.} \quad \text{---} \quad l$$

$$l = \theta r$$

expresado en radianes!

θ **NO** es la medida del ángulo diedro formado por $P1$ y $P2$





arco de circunferencia menor

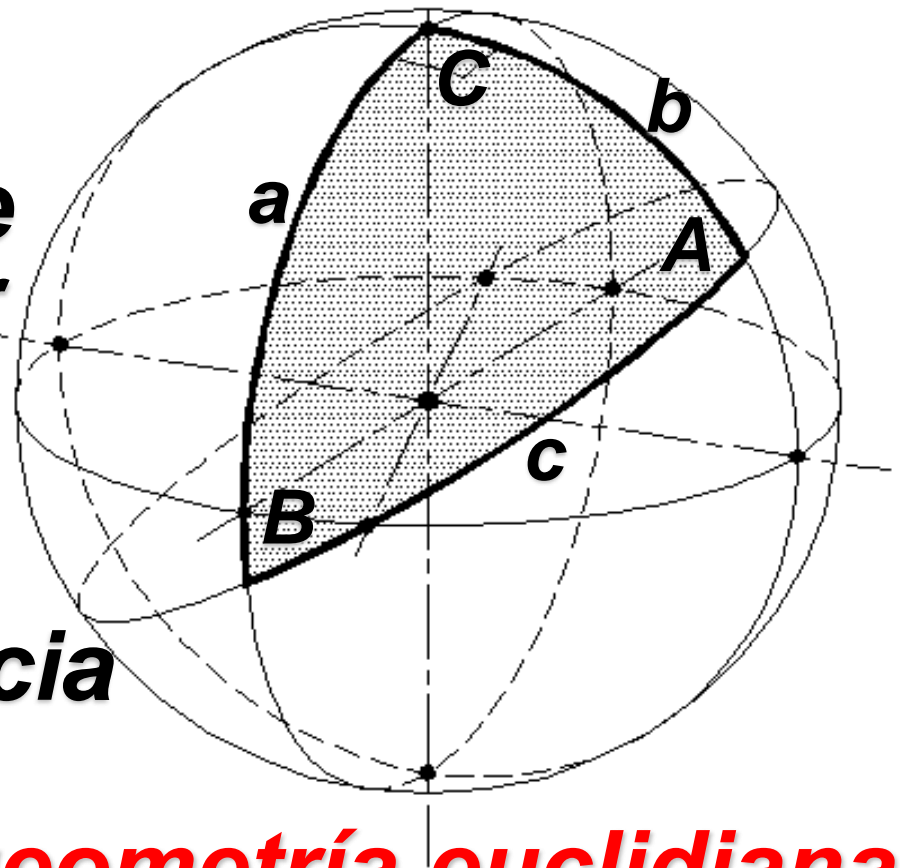
arco de circunferencia máxima

$$\left. \begin{array}{l} l = \theta R \\ l' = \theta r \end{array} \right\} \Rightarrow l' = l r / R \quad \cos \varphi = r / R$$

$$l' = l \cos \varphi$$

triángulo esférico

porción de superficie esférica limitada por arcos de circunferencias máximas menores a una semicircunferencia

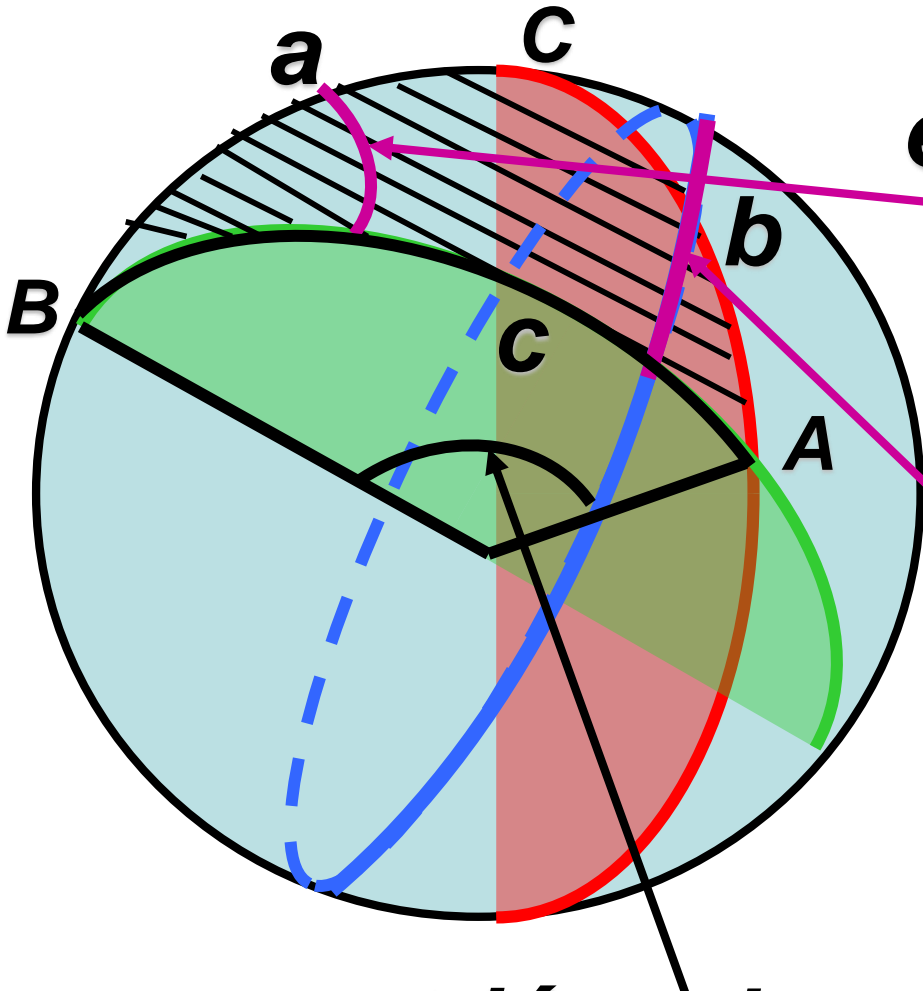


geometría esférica \neq geometría euclidiana

$$2\frac{\pi}{2} < A + B + C < 6\frac{\pi}{2}$$

$$a + b + c < 2\pi$$

los lados en medidas angulares!

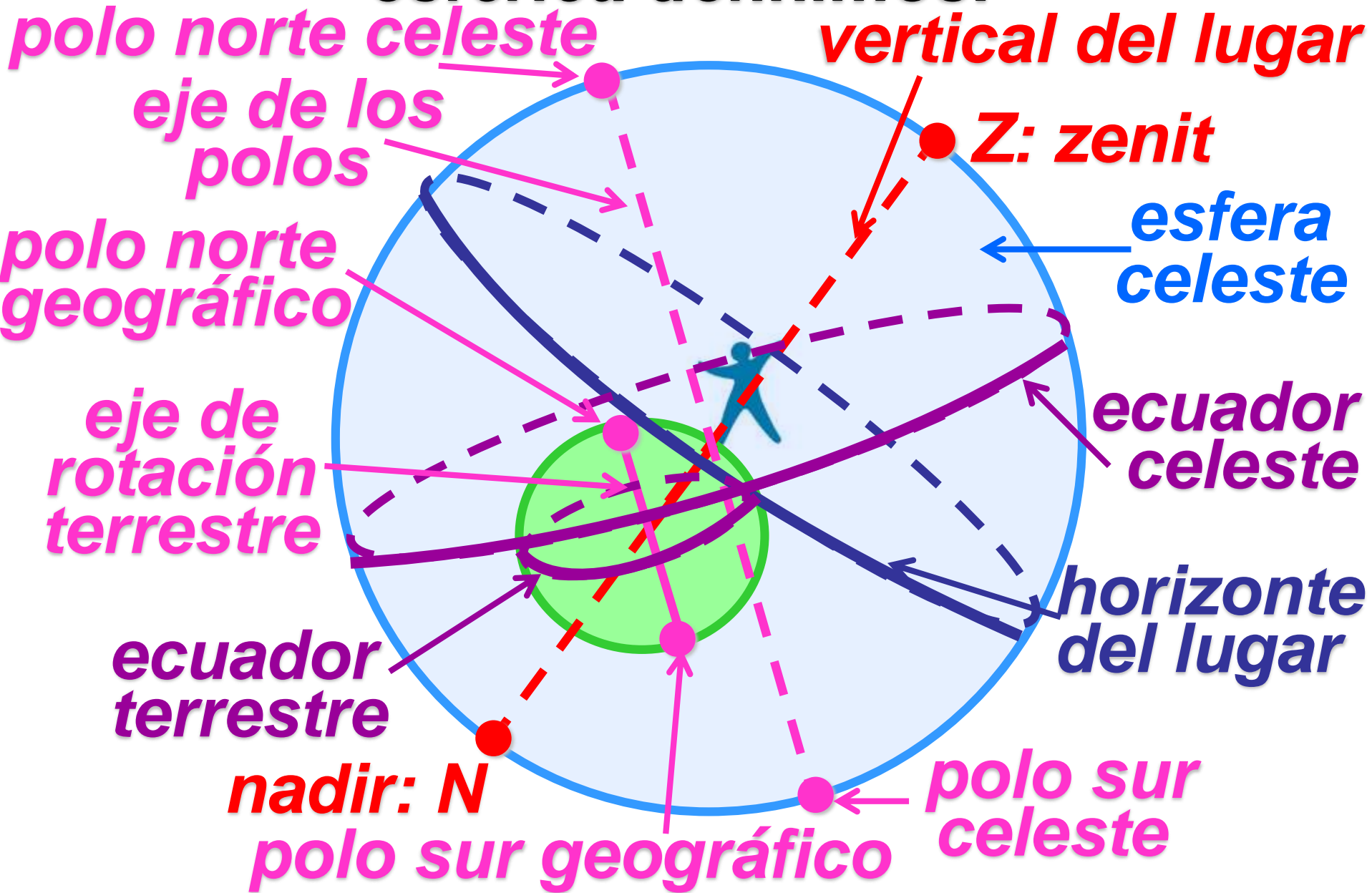


en un triángulo esférico las *medidas de los ángulos* son las de los ángulos diedros correspondientes

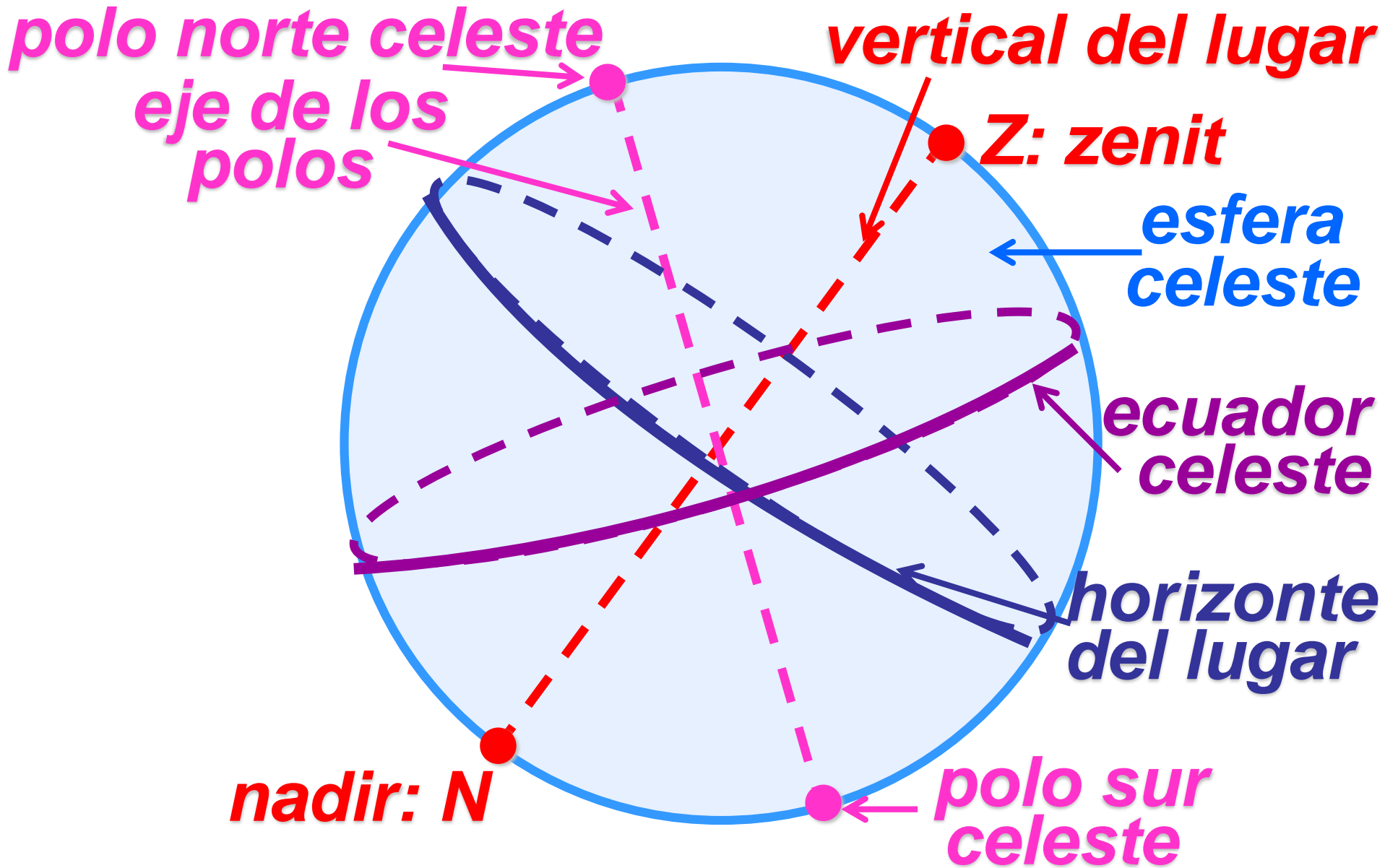
se pueden visualizar sobre *arcos de círculos máximos*

en un triángulo esférico las medidas de los lados en unidades angulares son las de los ángulos de los sectores circulares correspondientes

suponiendo la Tierra homogénea y esférica definimos:



reduciendo la tierra a un punto:



esfera celeste: esfera imaginaria con centro en el observador y radio arbitrario donde, aparentemente, se encuentran ubicados los astros

vertical del lugar: línea que pasa por el centro de la esfera celeste según la dirección de la aceleración de la gravedad en el lugar y corta a la esfera en el zenit y el nadir

zenit: punto de la esfera celeste directamente por encima de la cabeza del observador

horizonte: plano perpendicular a la vertical del lugar que pasa por el centro de la esfera celeste intersectándola en un círculo máximo llamado **círculo del horizonte**

eje de rotación terrestre: línea con respecto a la cual rota la tierra y cuya superficie intersecta en los polos norte y sur geográficos

eje polar o línea de los polos: línea paralela al eje de rotación de la tierra, que pasa por el centro de la esfera celeste y la corta en los polos norte y sur celestes

polo norte: polo desde el cual la rotación de la tierra tiene lugar en sentido directo (antihorario)

ecuador terrestre: plano perpendicular al eje de rotación terrestre que pasa por el centro de la tierra intersectándola en el ***círculo del ecuador terrestre***

ecuador celeste: plano perpendicular al eje polar que pasa por el centro de la esfera celeste intersectándola en el ***círculo del ecuador celeste***