

# Horizonte Local y Relojes de Sol

Rosa M. Ros

*International Astronomical Union  
Universidad Politécnica de Cataluña, España*



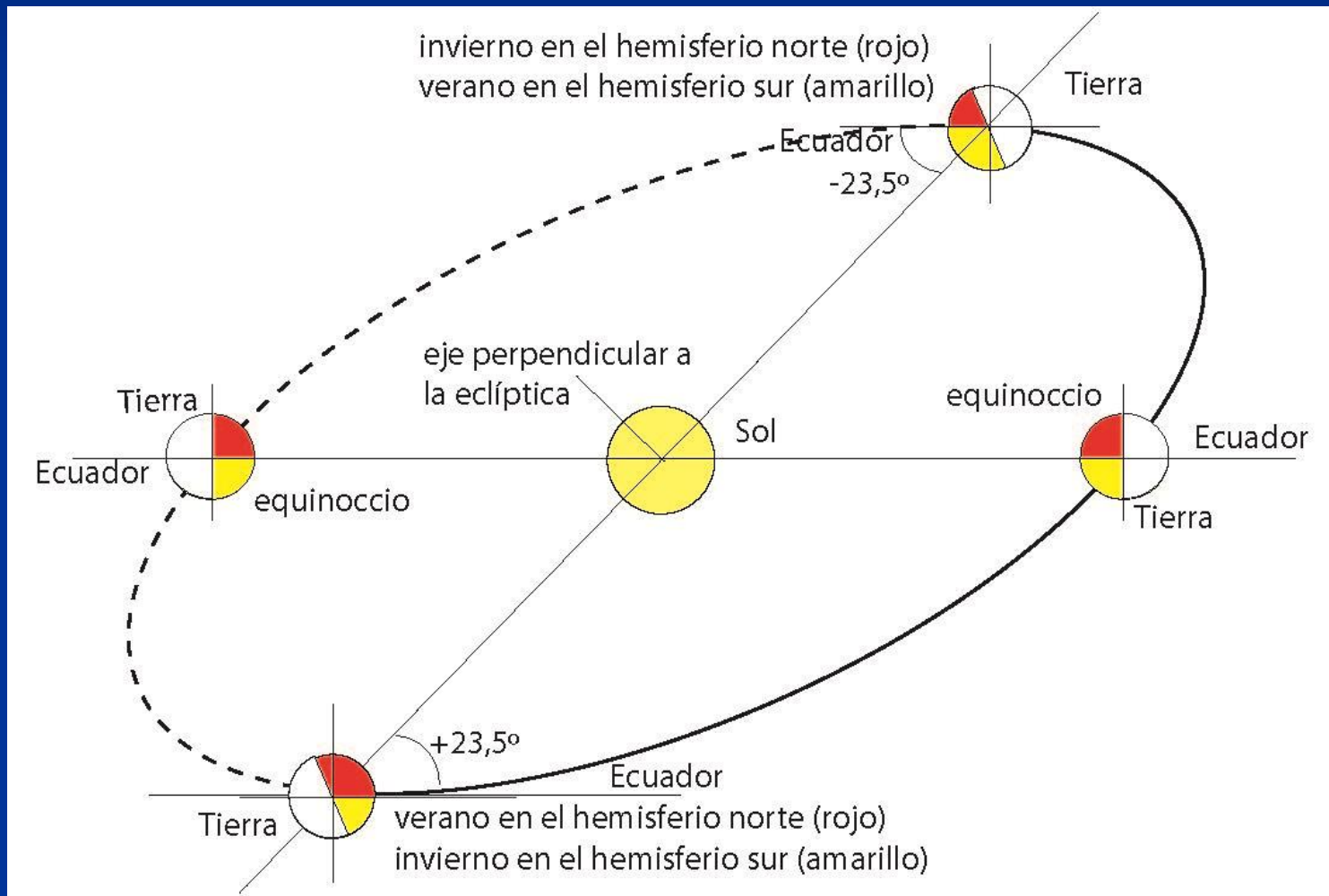
# Objetivos

- Comprender el movimiento diurno del Sol.
- Comprender el movimiento ánuo del Sol.
- Comprender el movimiento de la bóveda celeste.
- Comprender la construcción de un reloj de Sol.



# La Tierra gira y se traslada

gira (día/noche)  
traslada (estaciones)



# Actividad 1: Cuatro esferas terrestres con la bombilla del Sol en medio.

La línea desde el centro del Sol al centro de la Tierra forma unos  $23,5^\circ$  con el suelo (que representa el plano del ecuador).



**Invierno en  
hemisferio norte**

**Verano en  
hemisferio sur**



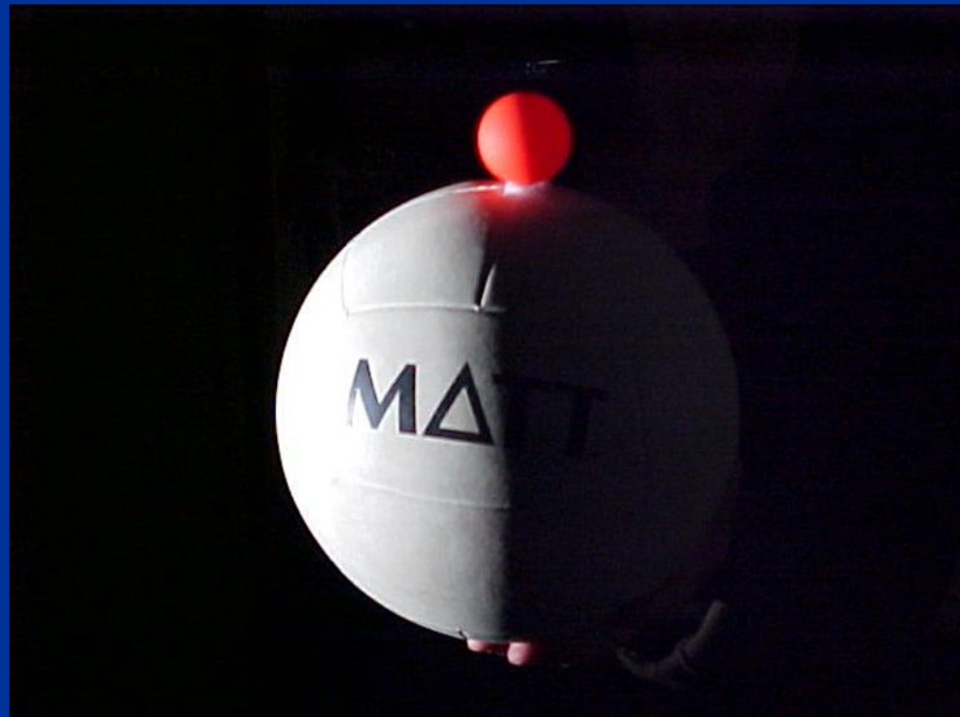
**Verano en  
hemisferio norte**

**Invierno en  
hemisferio sur**

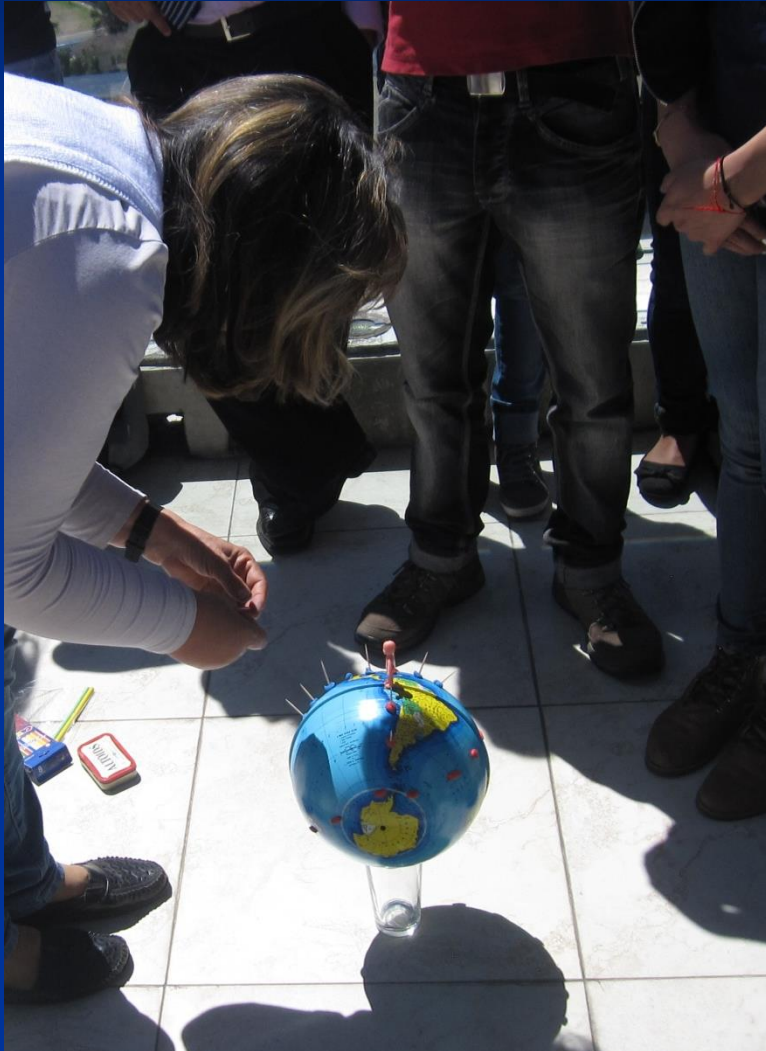


## Actividad 2: Tierra paralela

Un foco ilumina dos esfera de la misma forma y produce las mismas zonas de luz y sombra



# Actividad 2: Tierra paralela



\* El globo terrestre debe sacarse de su pie y situarse en el exterior y sobre un vaso

\* Con el eje terrestre bien orientado con una brújula

\* Con el lugar donde estamos nosotros arriba

# Actividad 2: Tierra paralela

Situamos:

\*un muñeco indicando nuestra posición

\*trocitos de pastelina para señalar la línea luz/sombra (ira corriendo con el tiempo)

\*algunos trozos de palillos para estudiar sus sombras





## Actividad 2: Tierra paralela

\*polo norte esta en la zona soleada por tanto es verano para el hemisferio norte (sol de medianoche)

\* polo sur esta en la sombra y por tanto en el hemisferio sur, es invierno



# Actividad 2: Tierra paralela

\* polo norte está dentro de la zona de la noche, por lo tanto en el hemisferio norte es invierno.

\* polo sur esta iluminado y por lo tanto es verano en el hemisferio sur.



# Actividad 2: Tierra paralela

La línea de separación del día y la noche pasa por ambos polos, esto es, el primer día de primavera o el primer día de otoño.



# Actividad 2: Tierra paralela

H.Norte verano



H.Norte invierno



H.Norte equinoccios



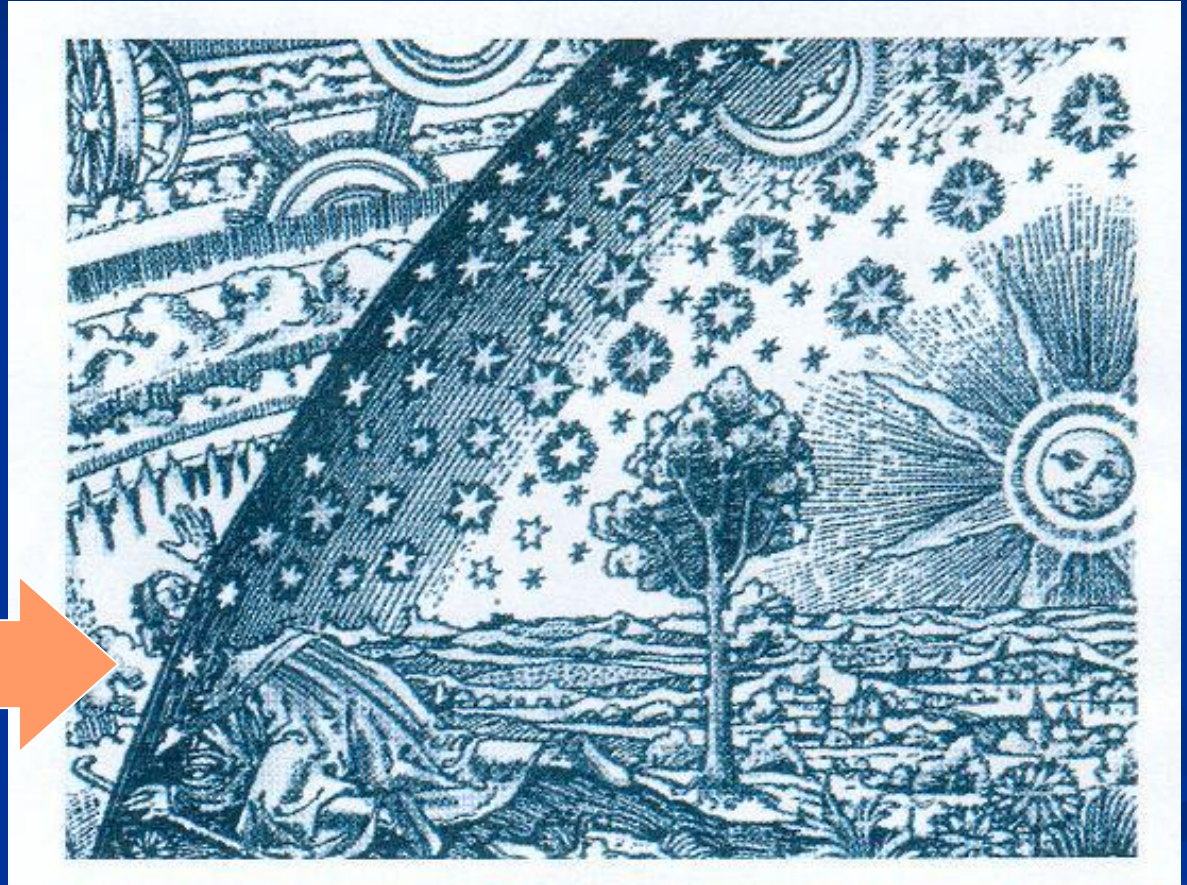
H.Sur invierno

H.Sur verano

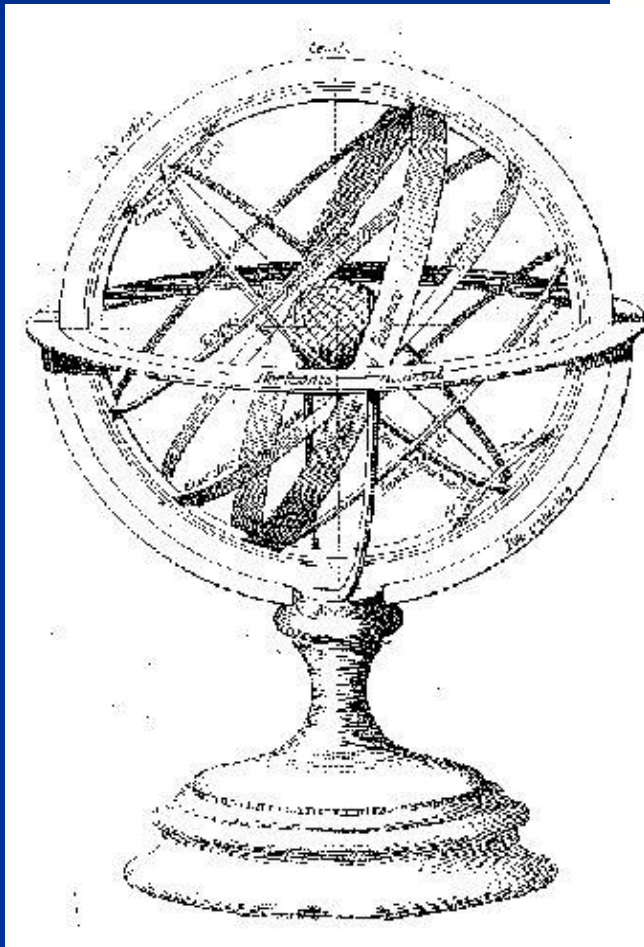
H.Sur equinoccios

# Movimientos de Rotación y Traslación de día y de noche

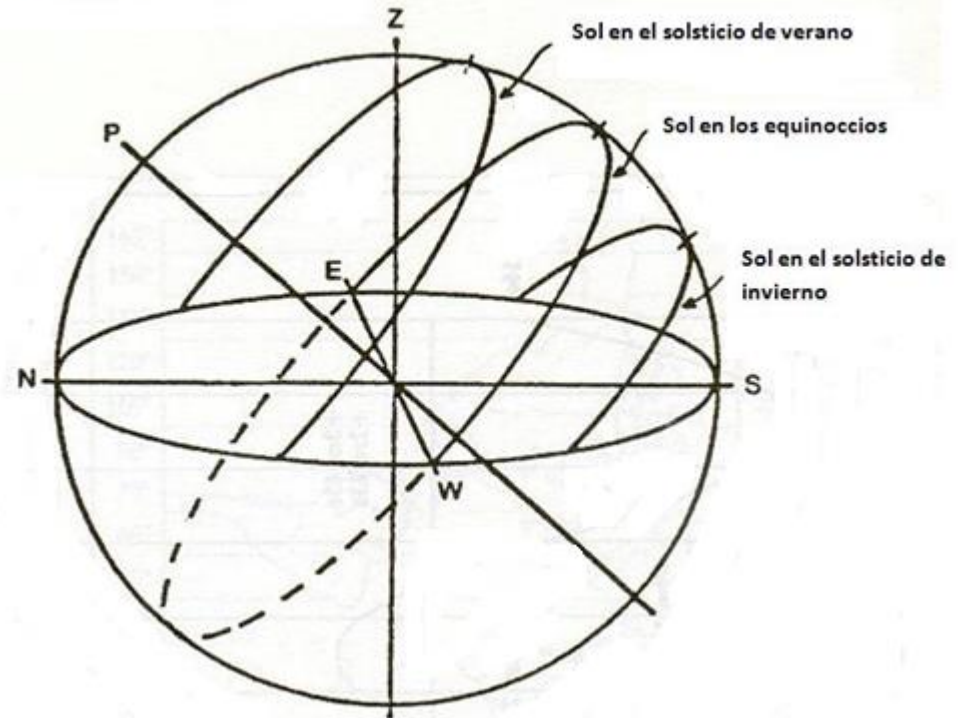
- No es lo mismo visto:  
desde dentro  
o desde fuera



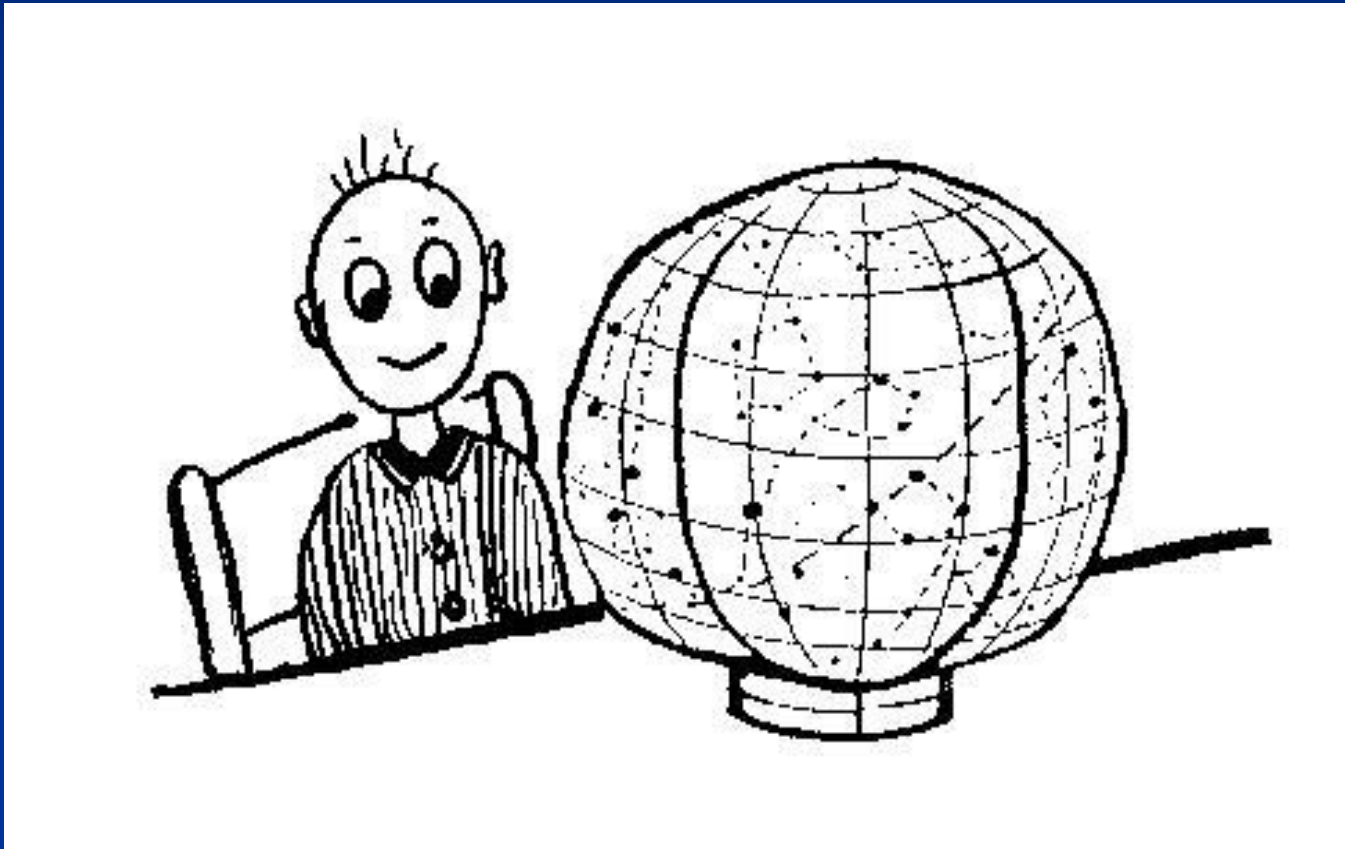
# Esfera celeste “desde fuera”



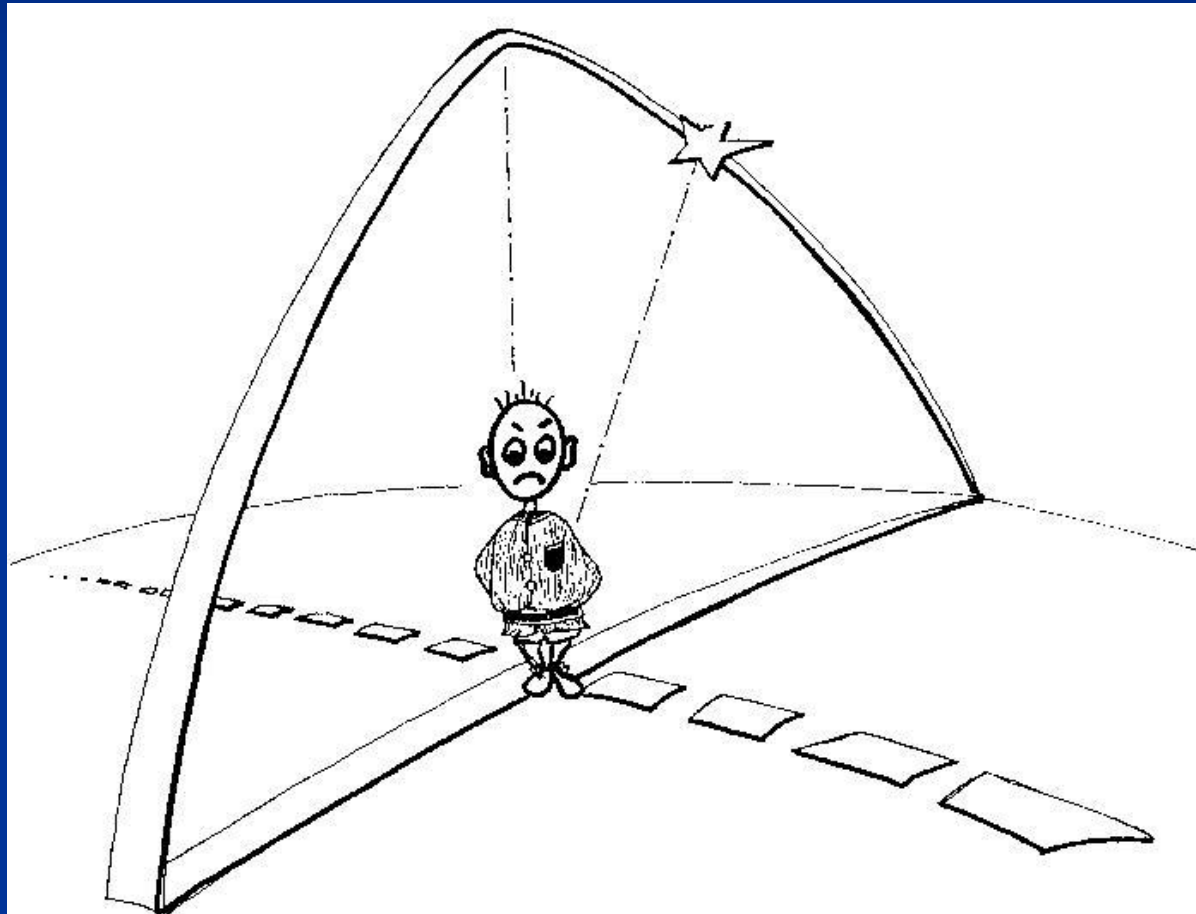
MOVIMIENTO DIURNO DEL SOL



... nos parece que está todo controlado



pero al salir de clase, ... está desconcertado





# Todas las escuelas tienen “Laboratorio de Astronomía”

- Tienen un patio o terraza
- Tienen el cielo encima
- Tienen días/noches despejados/as
- ¡ HAY QUE USARLO !



# Actividad 3: Vamos a construir un modelo del horizonte visible desde la escuela



# Empezamos por fotografiar el lugar de observación

- horizonte local



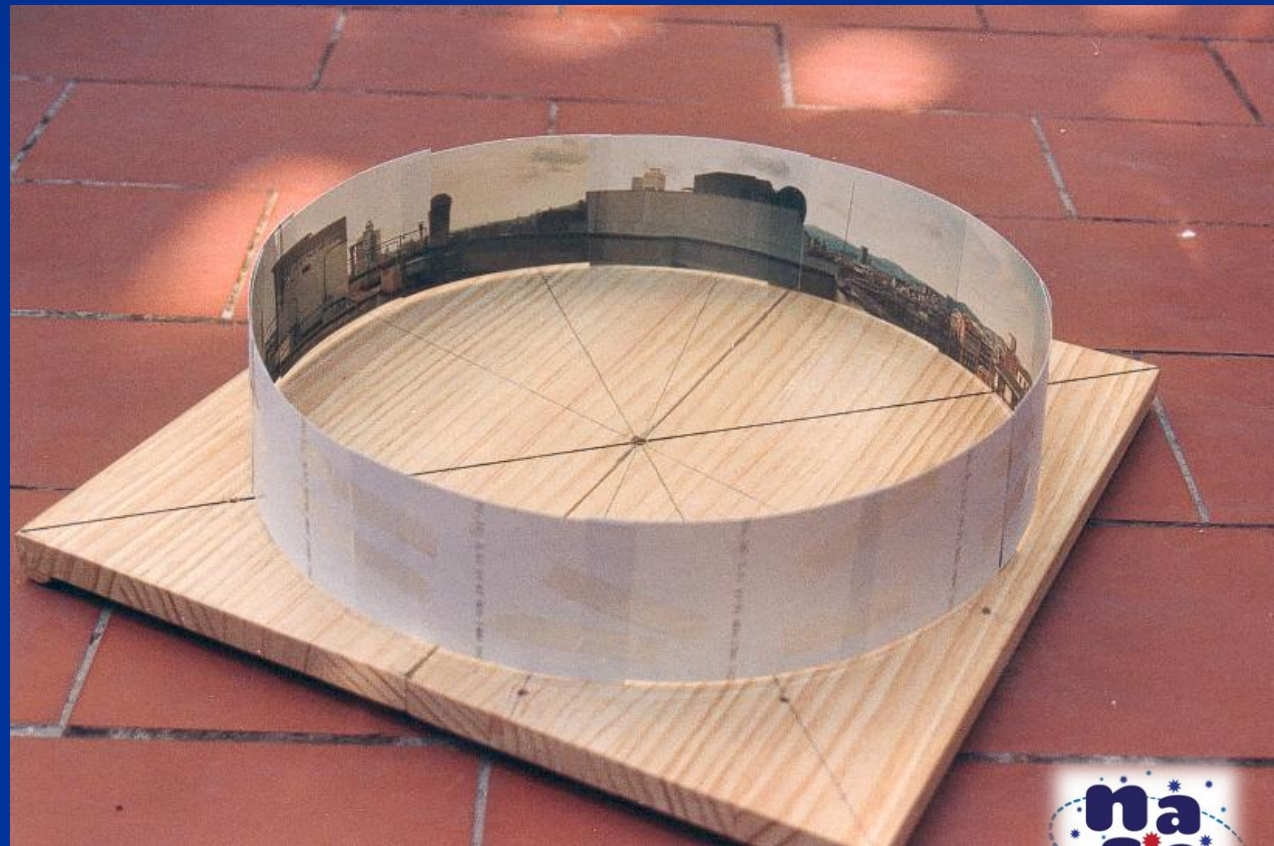
Figure 1: Zona del horizonte fotografiada en Barcelona.

1 Catedral, 2 Montjuic, 3 Tibidabo,  
4 Sagrada Familia, 1 Catedral.



# Vamos a situar el cinturón de fotos sobre un soporte

- horizonte local



... hay que orientar y relacionar el horizonte fotografiado con el horizonte real

- La recta N - S y meridiano local

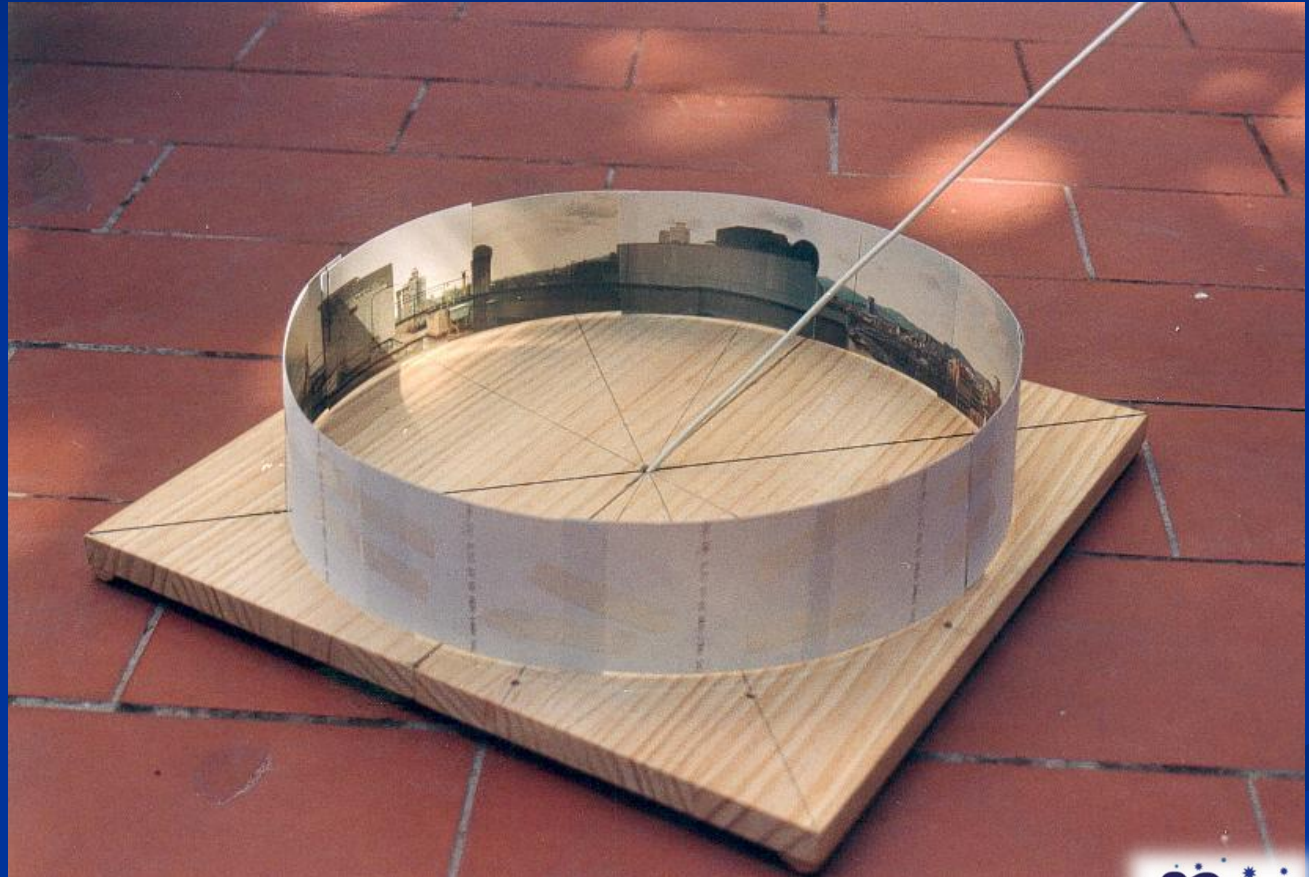


Para orientar el modelo usamos la  
dirección de la brújula, o mejor,  
proyección del polo sobre el horizonte

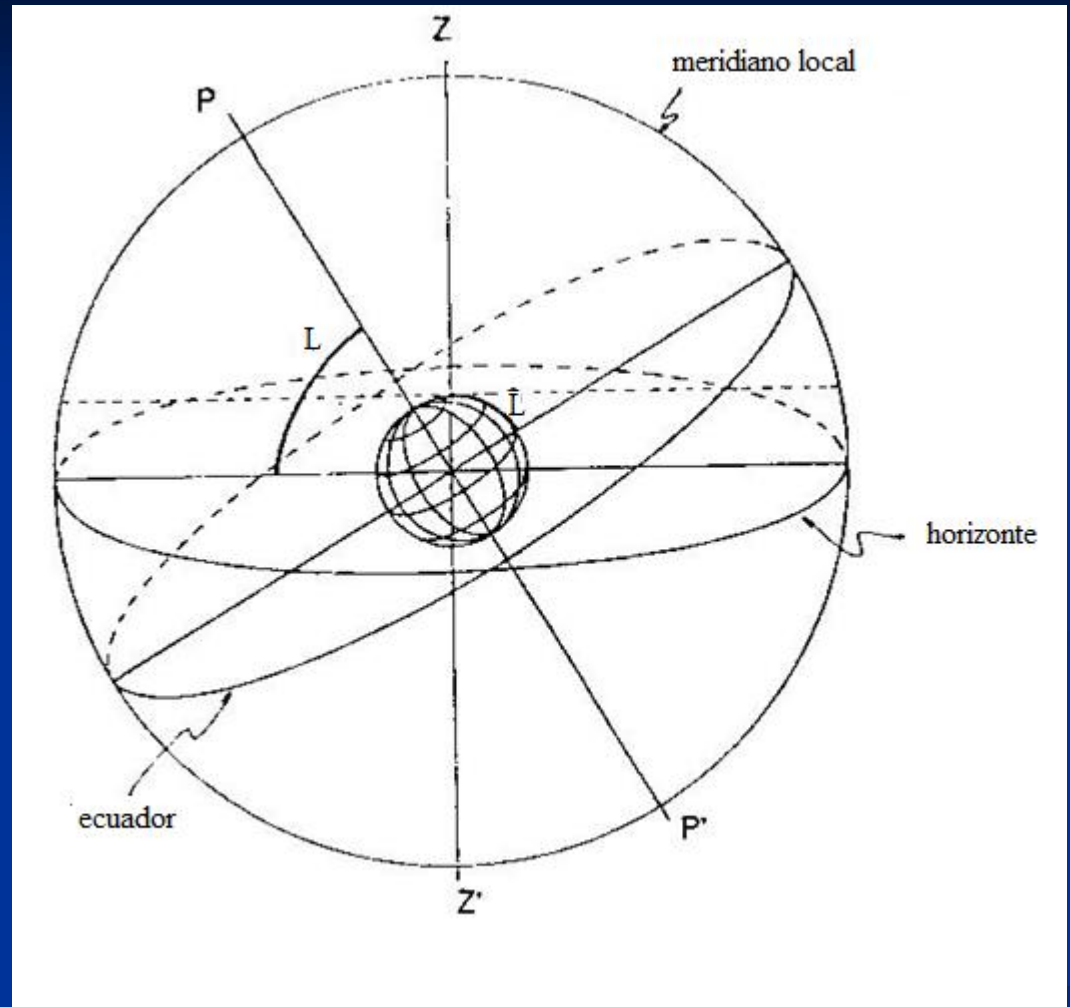


# Vamos a introducir la rotación

- eje del mundo



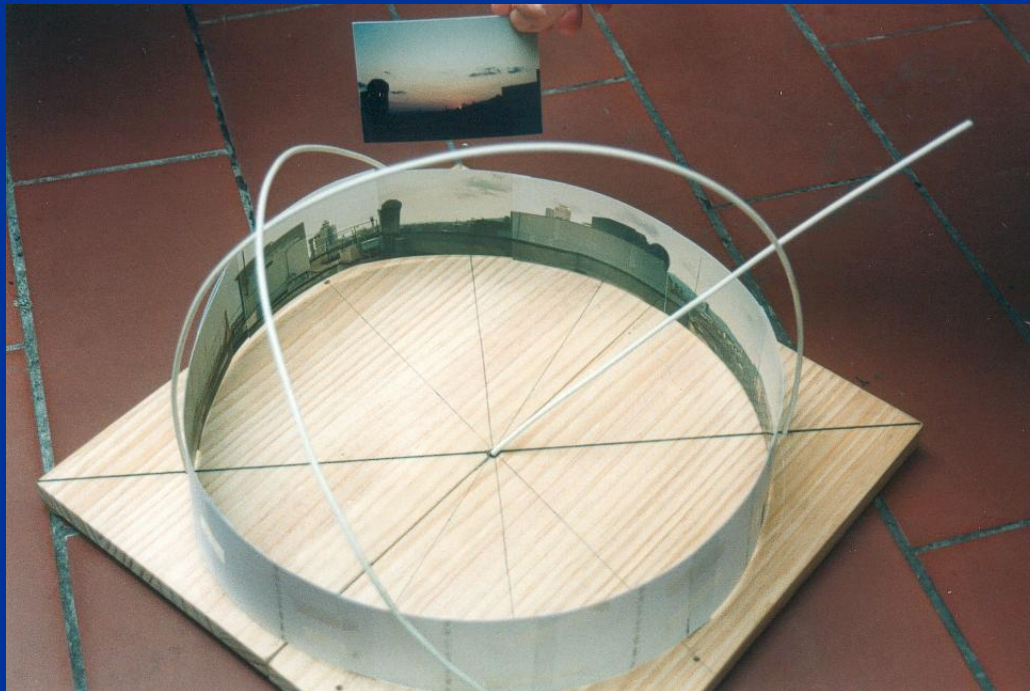
La latitud  
coincide  
con  
la altura  
del polo





# Introducimos la trayectoria del Sol el primer día de primavera/otoño

- Usaremos la fotos de salida/puesta del Sol



# Movimiento de Rotación: inclinación del ecuador/paralelo celeste

- de día – varias imágenes próximas a la salida del Sol

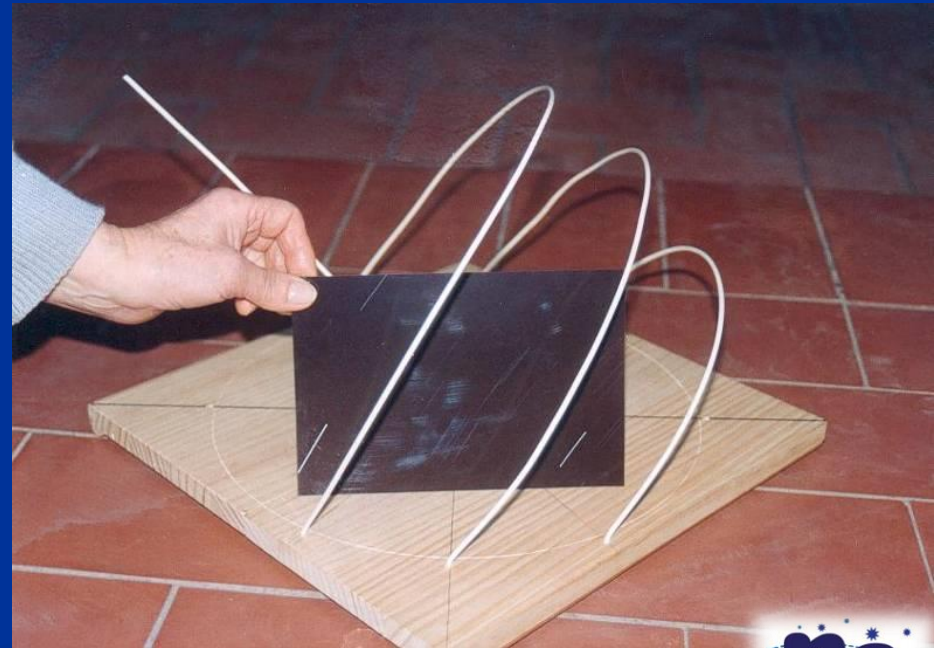
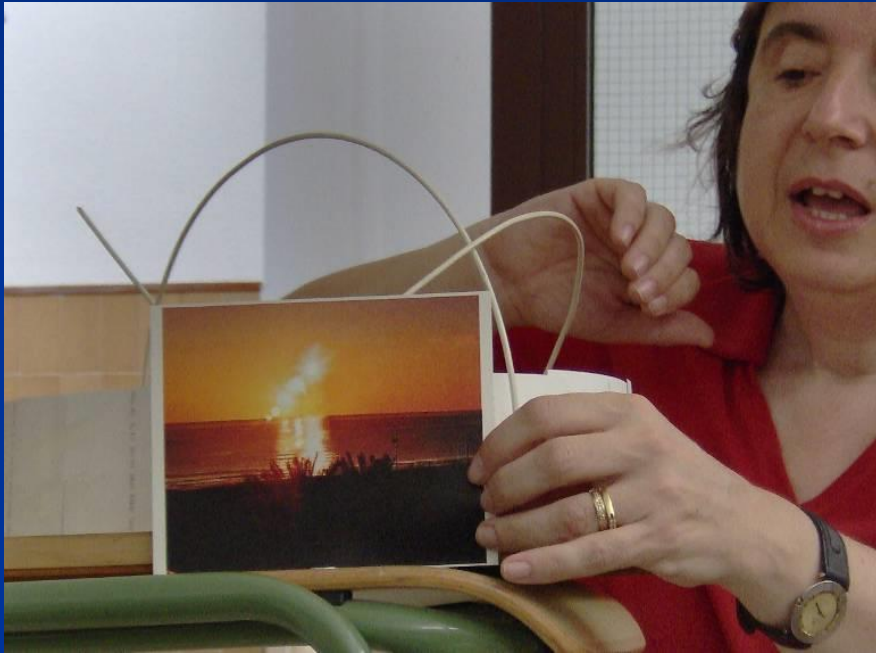


# Movimiento de Rotación: inclinación del ecuador/paralelo celeste

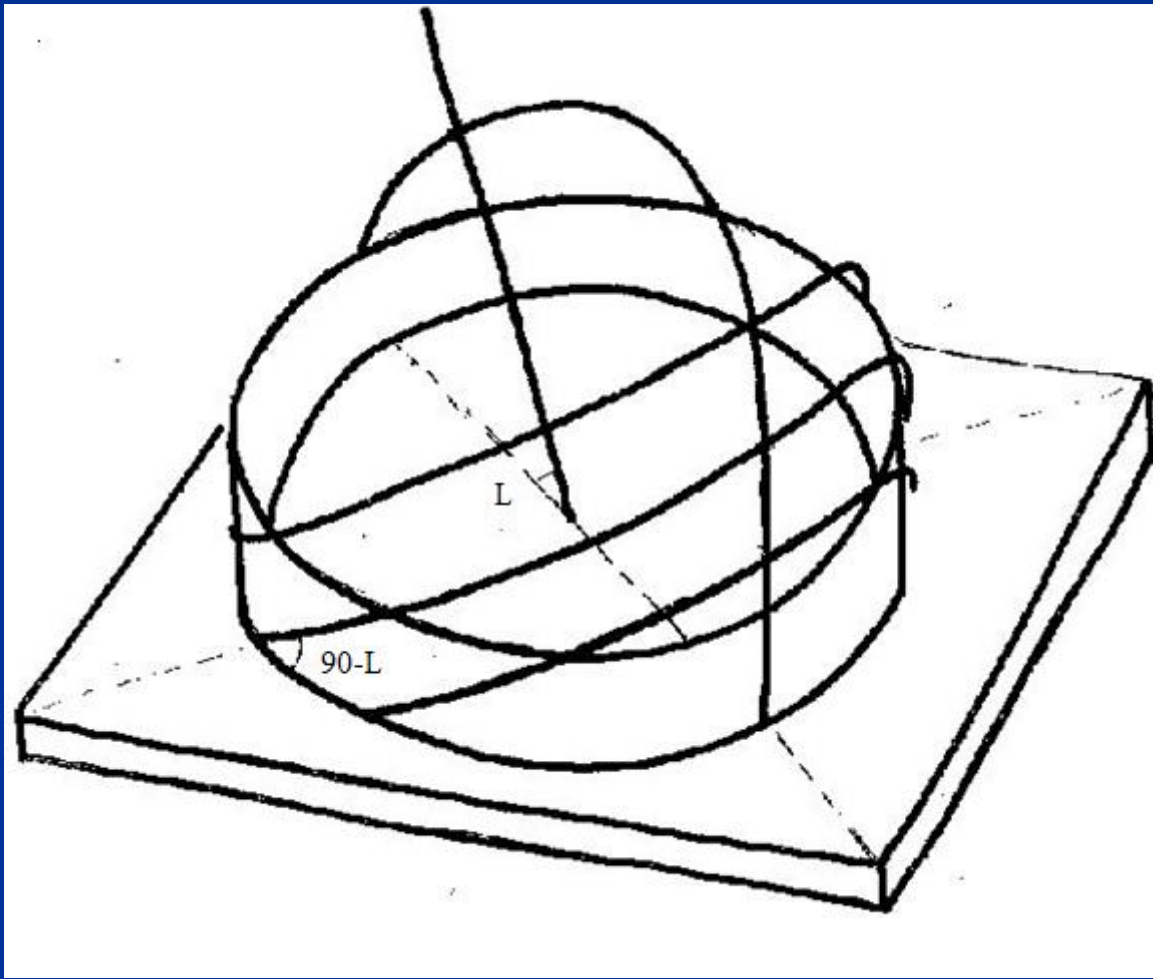
- de noche – larga exposición para las estrellas



# Movimiento de Rotación en el modelo

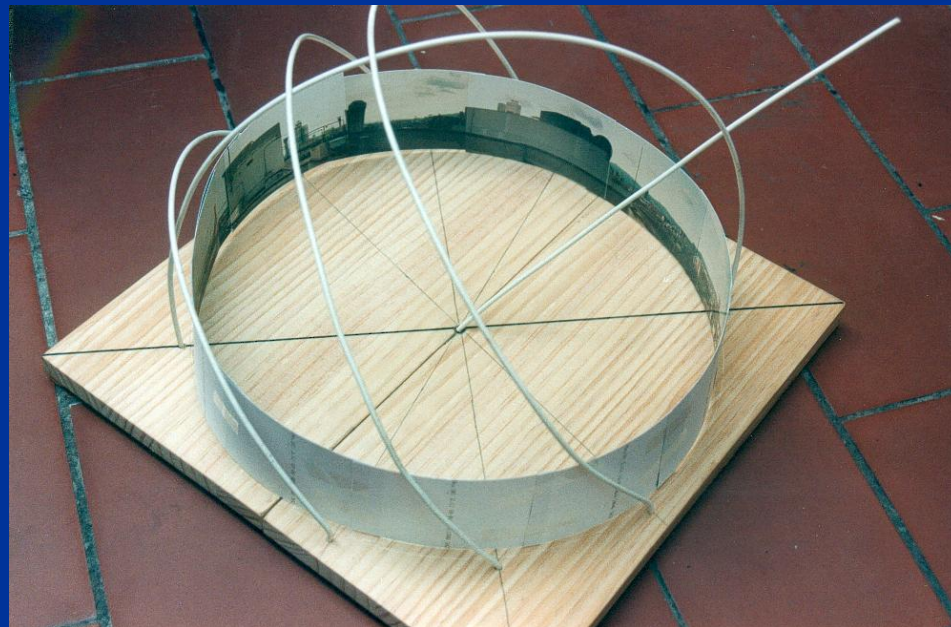


# La inclinación de la trayectoria solar y las trazas estelares dependen de la latitud



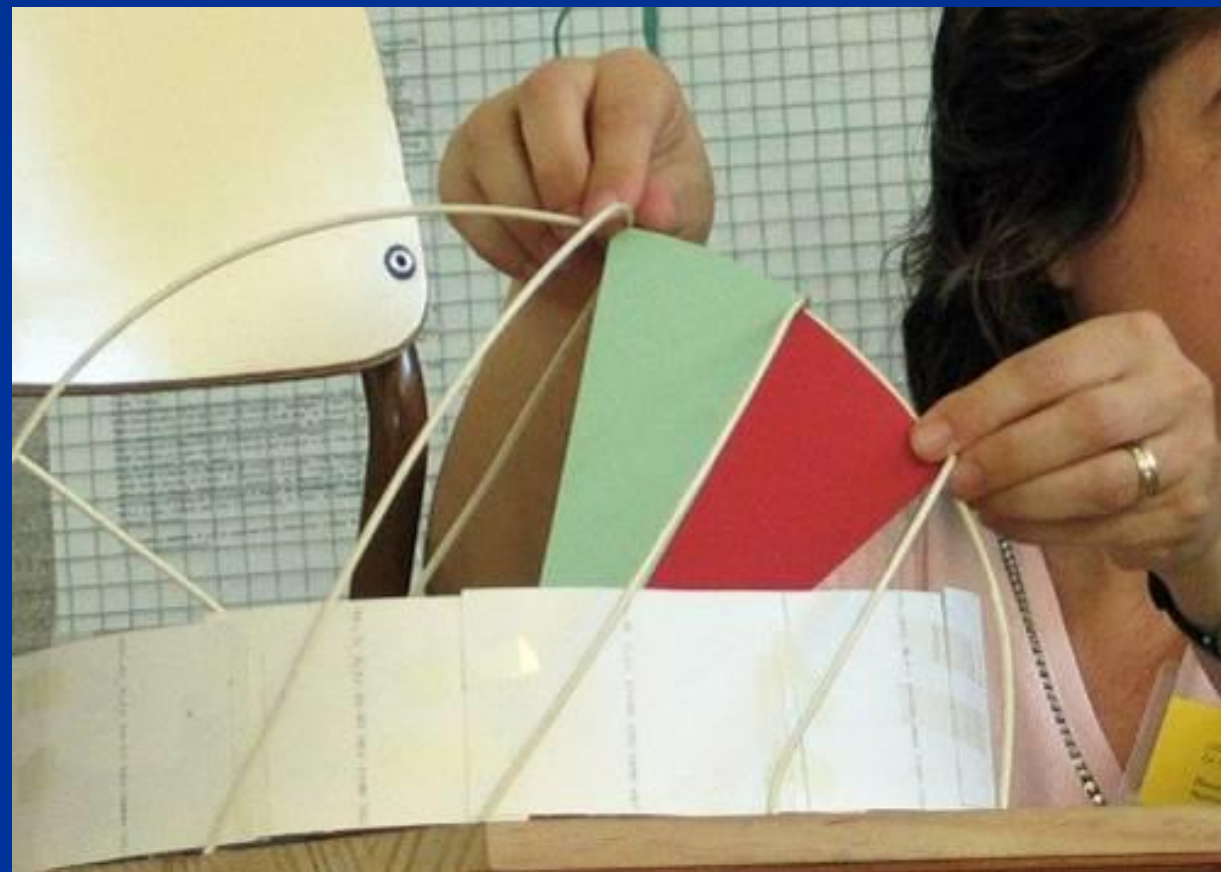
# Trayectoria solar : primer día de cada estación (observar la distinta duración)

- Solsticio de verano
- Equinoccio de primavera/otoño
- Solsticio de invierno



# Movimiento de Translación da lugar a las estaciones

- Verano
- Primavera/Otoño
- Invierno
- Ángulo entre el ecuador y los paralelos extremos =  $23.5^\circ$



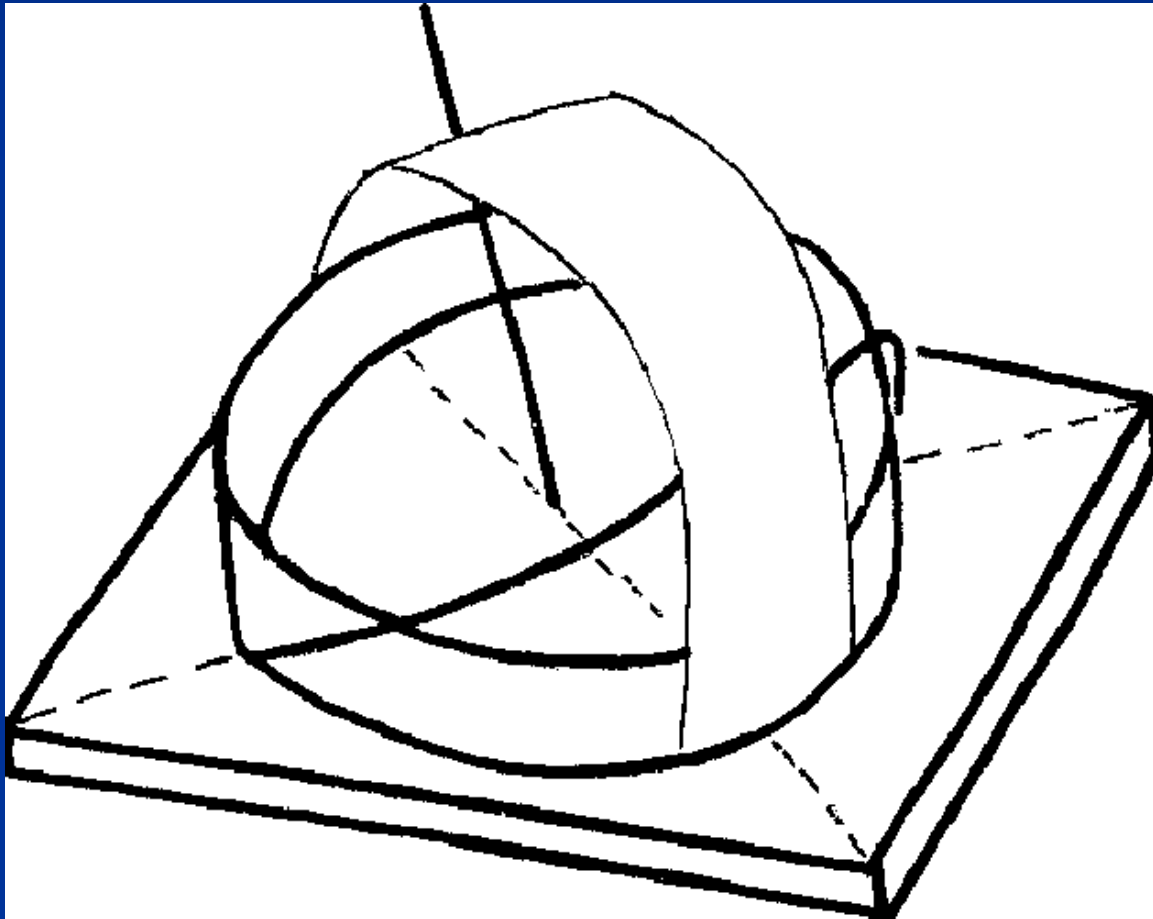
# Movimiento de Translación da lugar a que cambie de posición la puesta de Sol cada día

- las 3 puestas de sol  
(Invierno - Primavera/Otoño - Verano)





# Visualización del “meridiano” en el modelo



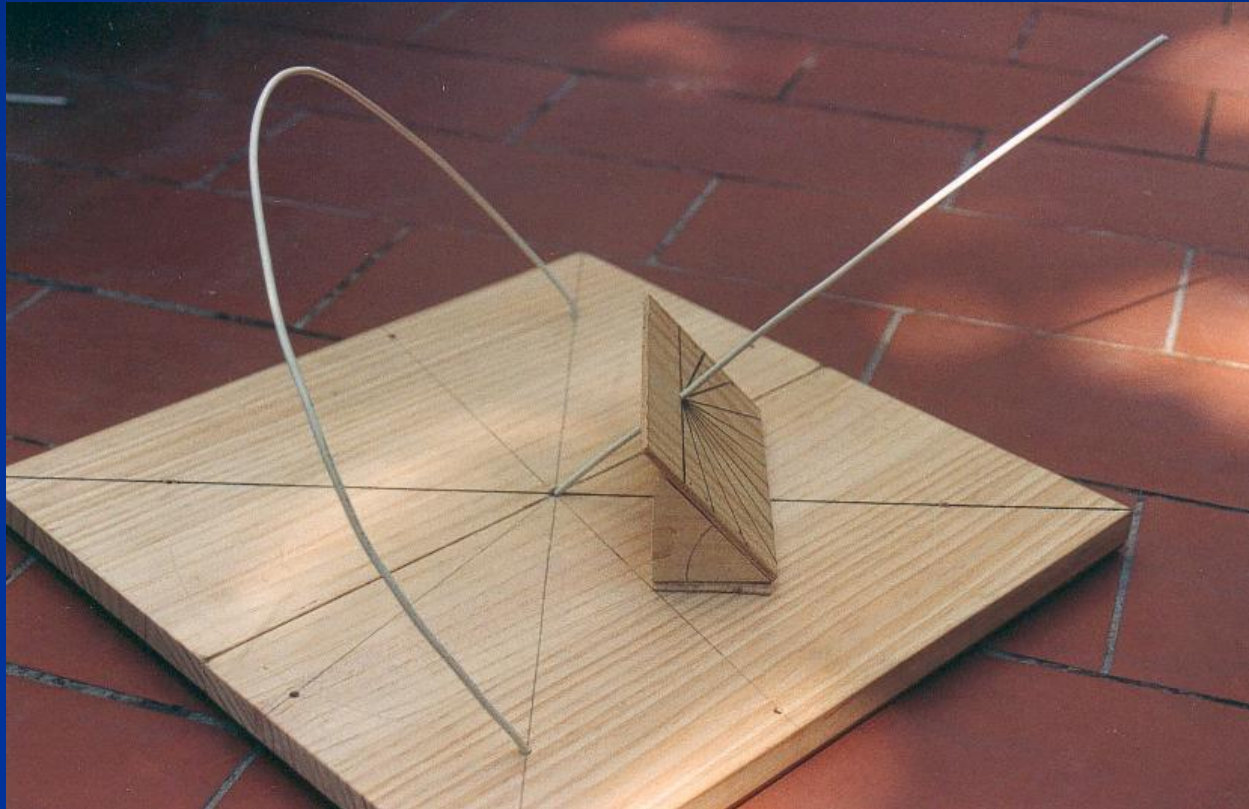
...en torno al polo: circunferencias



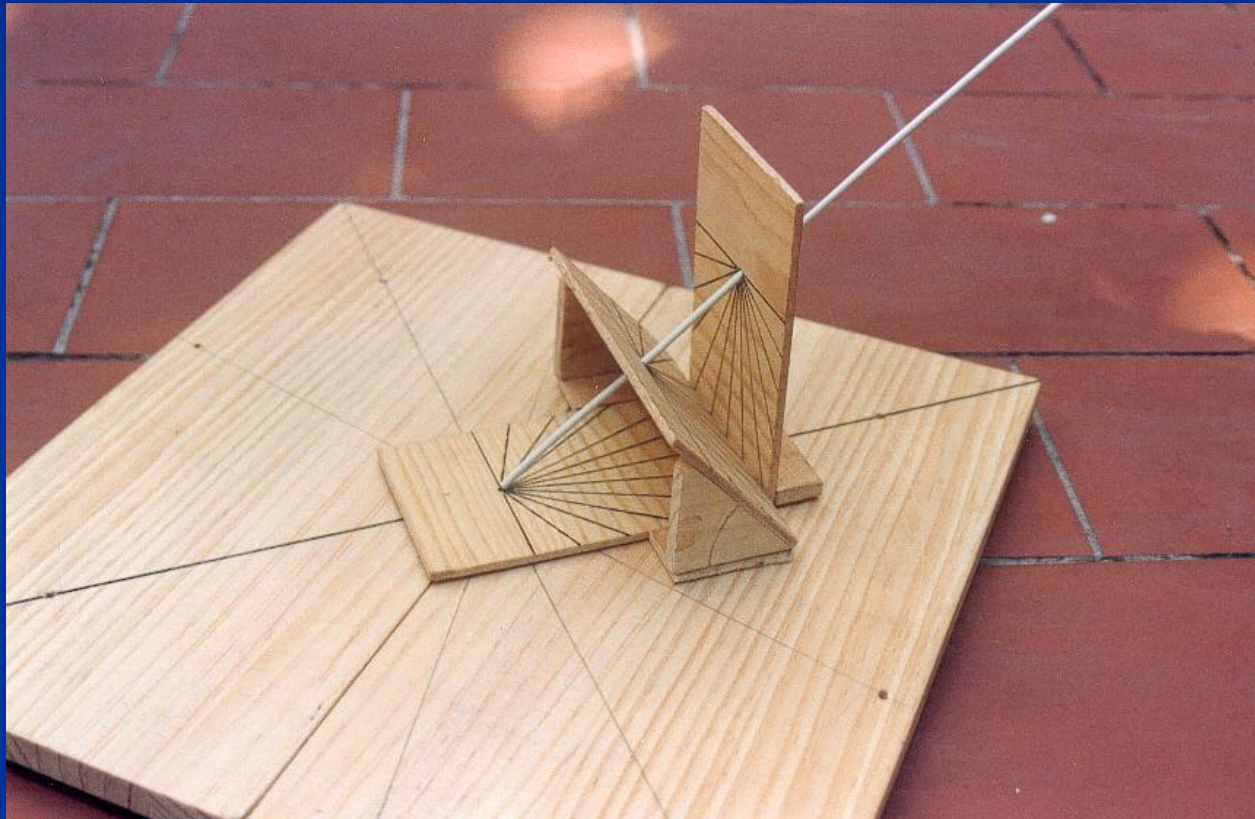
...en el ecuador las trayectorias cambian de  
cóncavas a convexas



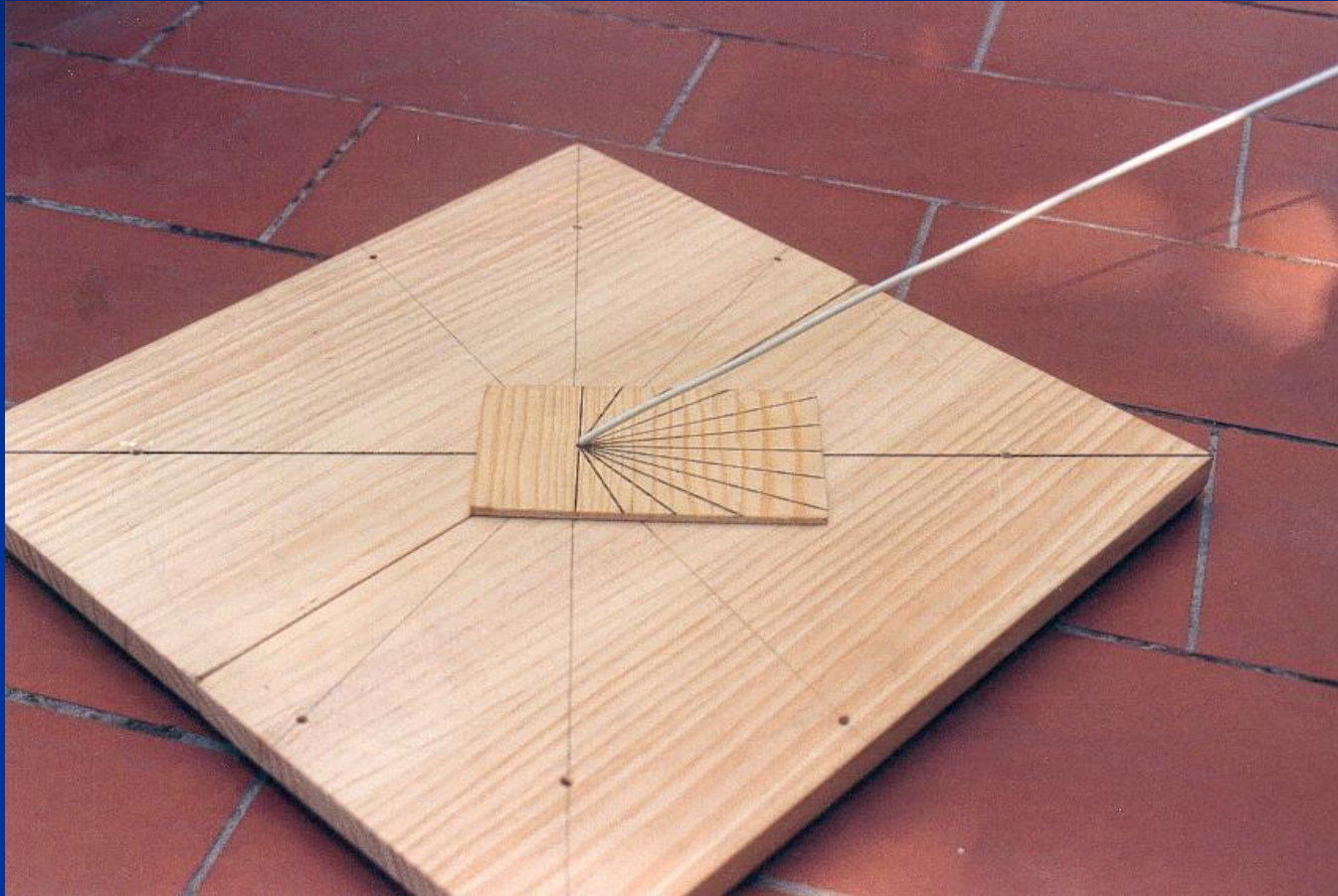
...el modelo no es más que un reloj de Sol ecuatorial !



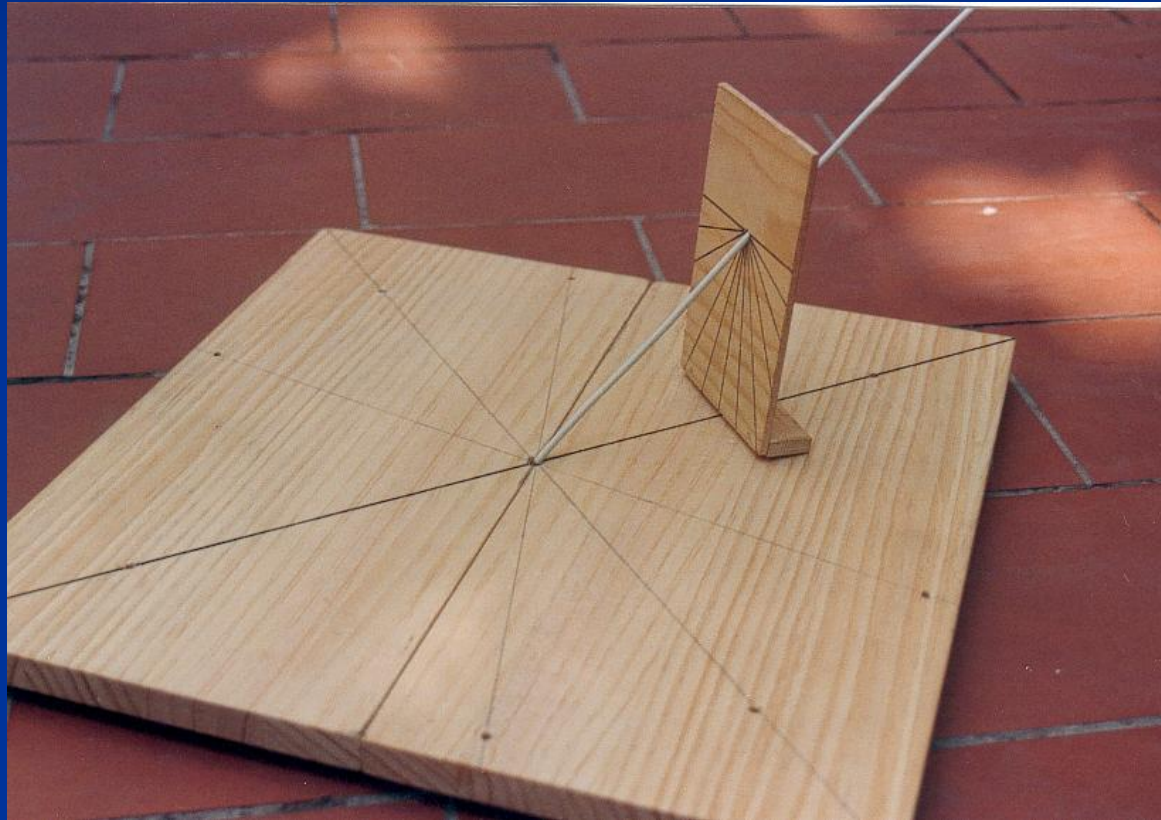
...y se pueden generar otros relojes  
a partir del ecuatorial



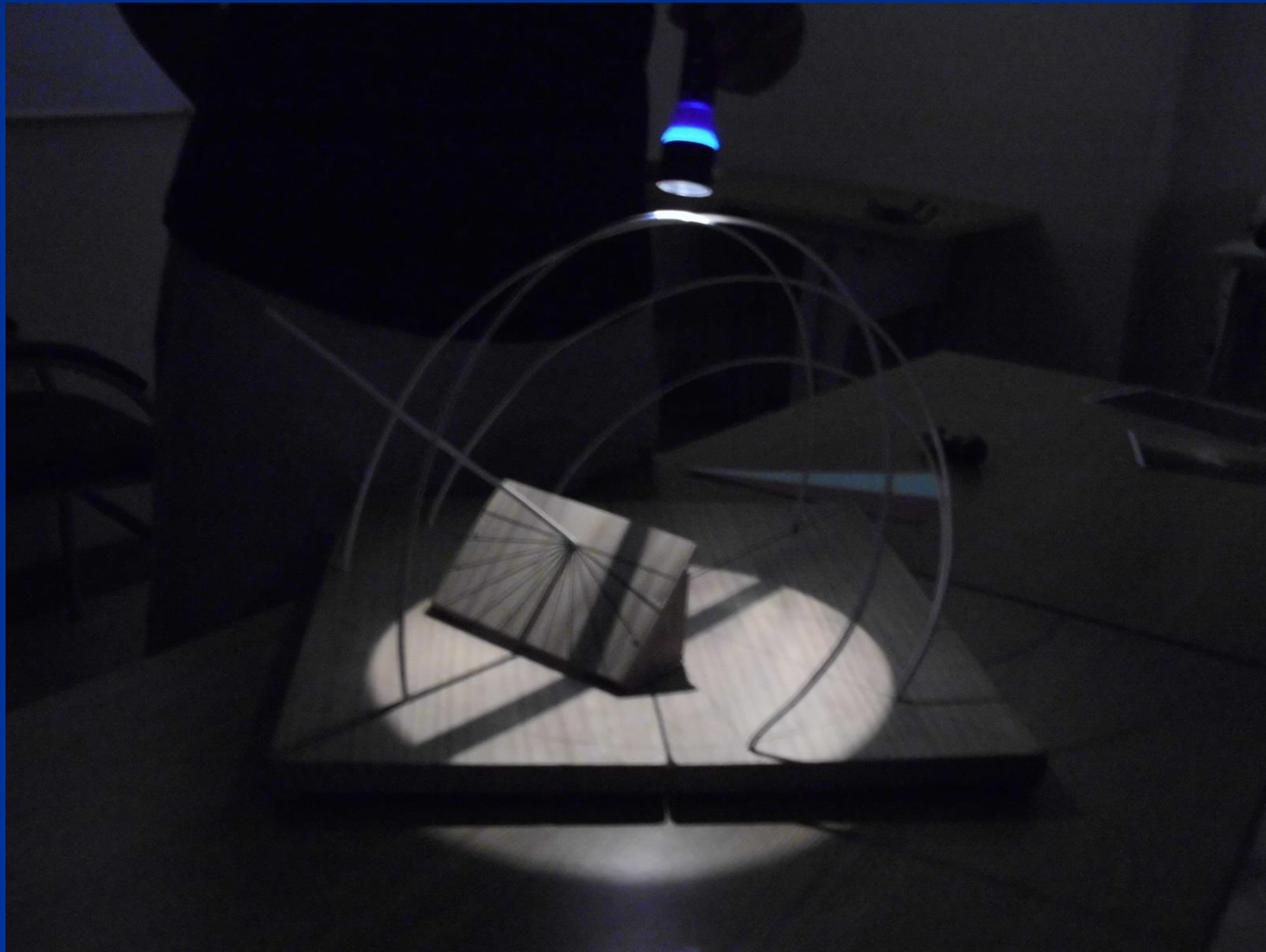
... el horizontal



...y el vertical orientado E - W

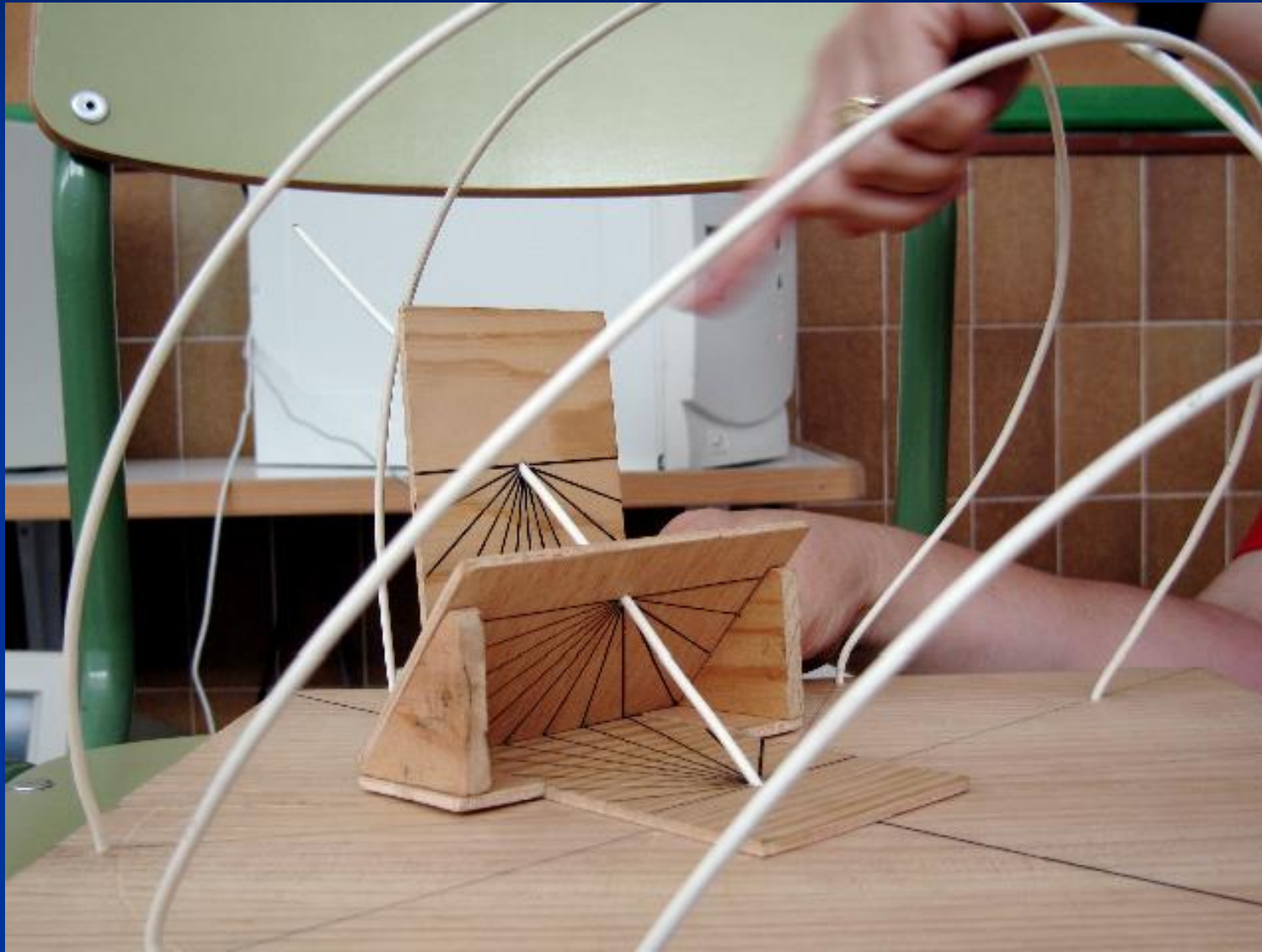


...y con el Sol o con una linterna observar el modelo como reloj solar

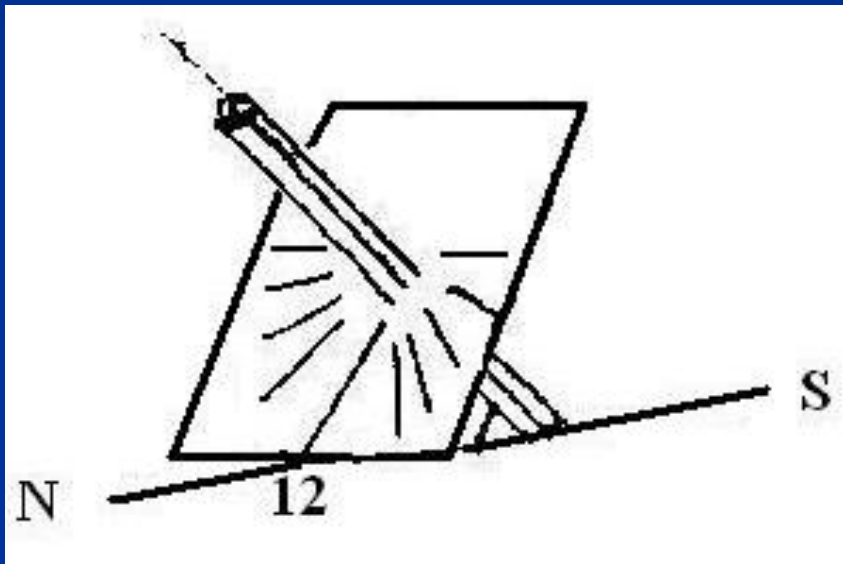




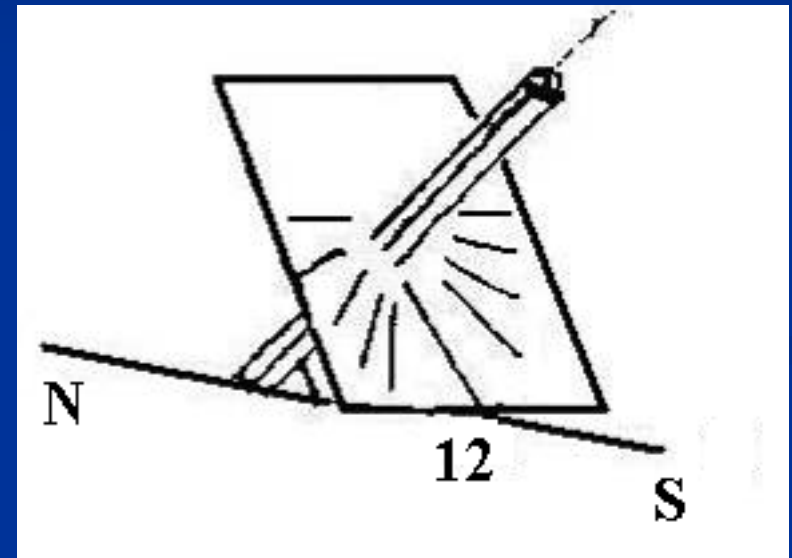
# Los tres relojes en el modelo



# Actividad 4: Veamos la construcción de un reloj “ecuatorial” muy sencillo!



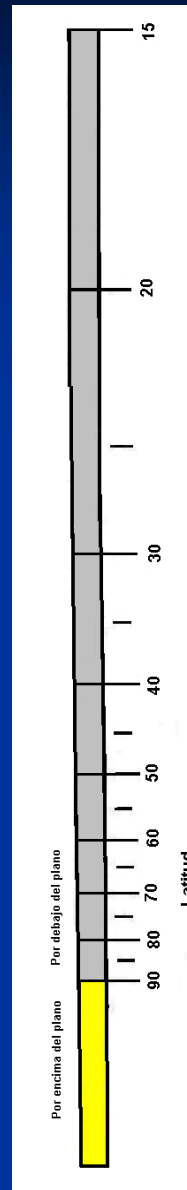
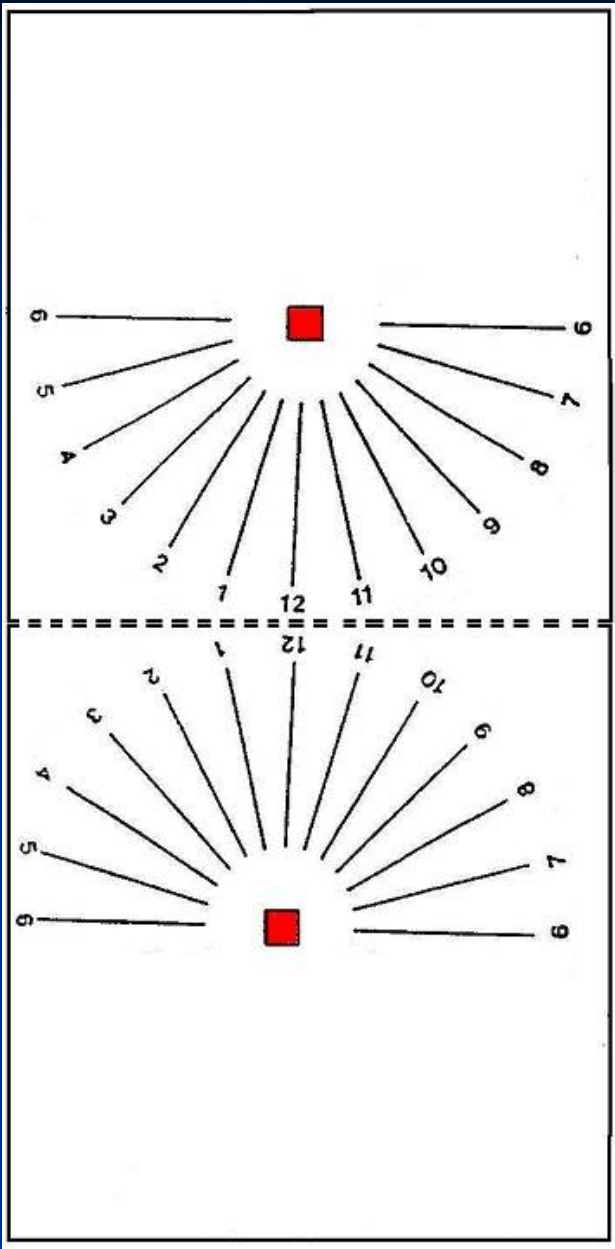
- Hemisferio norte



- Hemisferio sur

# Actividad 4: reloj “ecuatorial”!

- Doblar el plano del reloj por la línea de puntos
- Cortar el estilete según la latitud del lugar. La parte amarilla por encima del plano



# Actividad 5: Leer la hora

$\text{Tiempo Solar} + \text{Ajuste Total} = \text{Tiempo del reloj de pulsera}$

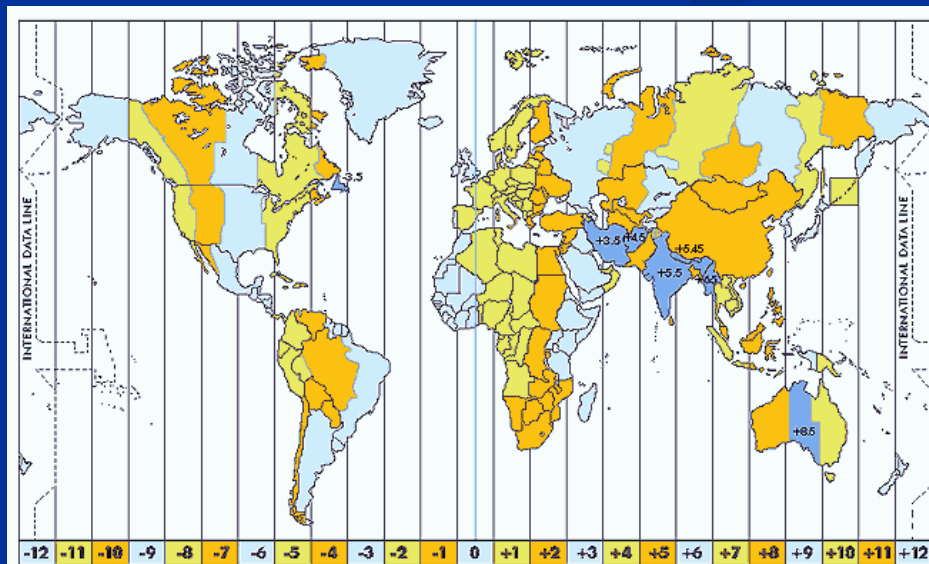
Ajuste Total =

- Ajuste de Longitud
- Ajuste verano/invierno
- Ajuste Ecuación de Tiempo



# Actividad 5: Leer la hora, Ajuste de Longitud

- El mundo se divide en 24 zonas de tiempo a partir del meridiano 0 ó meridiano de Greenwich.
- Hay que conocer la longitud local y la longitud del meridiano “standard” de su zona.
- Con signo + hacia el Este y con signo – hacia el Oeste.
- Hay que expresar las longitudes en h, m y s ( $1^\circ = 4 \text{ m}$ ).



# Actividad 5: Leer la hora, Ajuste verano/invierno

- Muchos países tienen el tiempo de verano y el de invierno. Se suele añadir una hora en verano.
- El cambio de horario de verano/invierno es una decisión del gobierno del país.



# Actividad 5: Leer la hora, Ajuste Ecuación de Tiempo

- La Tierra gira en torno al Sol según la ley de las áreas en un movimiento no constante. Se define el tiempo medio (de los relojes mecánicos) como el promedio a lo largo de un año completo.
- La Ecuación de Tiempo es la diferencia entre el «Tiempo Solar Verdadero» y el «Tiempo Medio».

día	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dec
1	+3m 33s	+13m 35s	+12m 22s	+3m 54s	-2m 54s	-2m 12s	+3m 50s	+6m 21s	+0m 2s	-10m 18s	-16m 24s	-11m 1s
6	+5m 50s	+14 m 5s	+11m 17s	+2m 27s	-3m 23s	-1m 22s	+4m 45s	+5m 54s	-1m 23s	-11m 51s	-16m 22s	-9m 1s
11	+7m 55s	+14m 14s	+10m 3s	+1m 4s	-3m 38s	-0m 23s	+5m 29s	+5m 13s	-3m 21s	-13m 14s	-15m 31s	-6m 49s
16	+9m 45s	+14m 4s	+8m 40s	-0m 11s	-3m 40s	+0m 39s	+6m 3s	+4m 17s	-5m 7s	-14m 56s	-15m 15s	-4m 27s
21	+11m 18s	+13m 37s	+7m 12s	-1m 17s	-3m 27s	+1m 44s	+6m 24s	+3m 10s	-6m 54s	-15m 21s	-14m 10s	-1m 58s
26	+12m 32s	+12m 54s	+5m 42s	-2m 12s	-3m	+2m 49s	+6m 32s	+1m 50s	-8m 38s	-16m 1s	-12m 44s	+0m 31s
31	+13m 26s		+4m 12s		-2m 21s		+6m 24s	+0m 21s		-16m 22s		+2m 57s



# Actividad 5: Leer la hora

*Ejemplo 1: Barcelona (España) el 24 de Mayo.*

Ajuste	Comentario	Resultado
1. Longitud	Barcelona esta en la misma zona “standard” que Greenwich. Su longitud es $2^{\circ}10'E = 2.17^{\circ} E = 8.7m$ ( $1^{\circ}$ es equivalente a 4 m)	-8.7 m
2. Horario de verano	Mayo tiene horario de verano +1h	+ 60 m
3. Ecuación de Tiempo	Leemos la tabla para el 24 de Mayo	-3.4 m
Total		+47.9 m

Por ejemplo a las 12h de tiempo solar, nuestros relojes de “pulsera” señalan  
(Tiempo solar)  $12h + 47.9 m = 12h 47.9 m$  (Tiempo del reloj de pulsera)



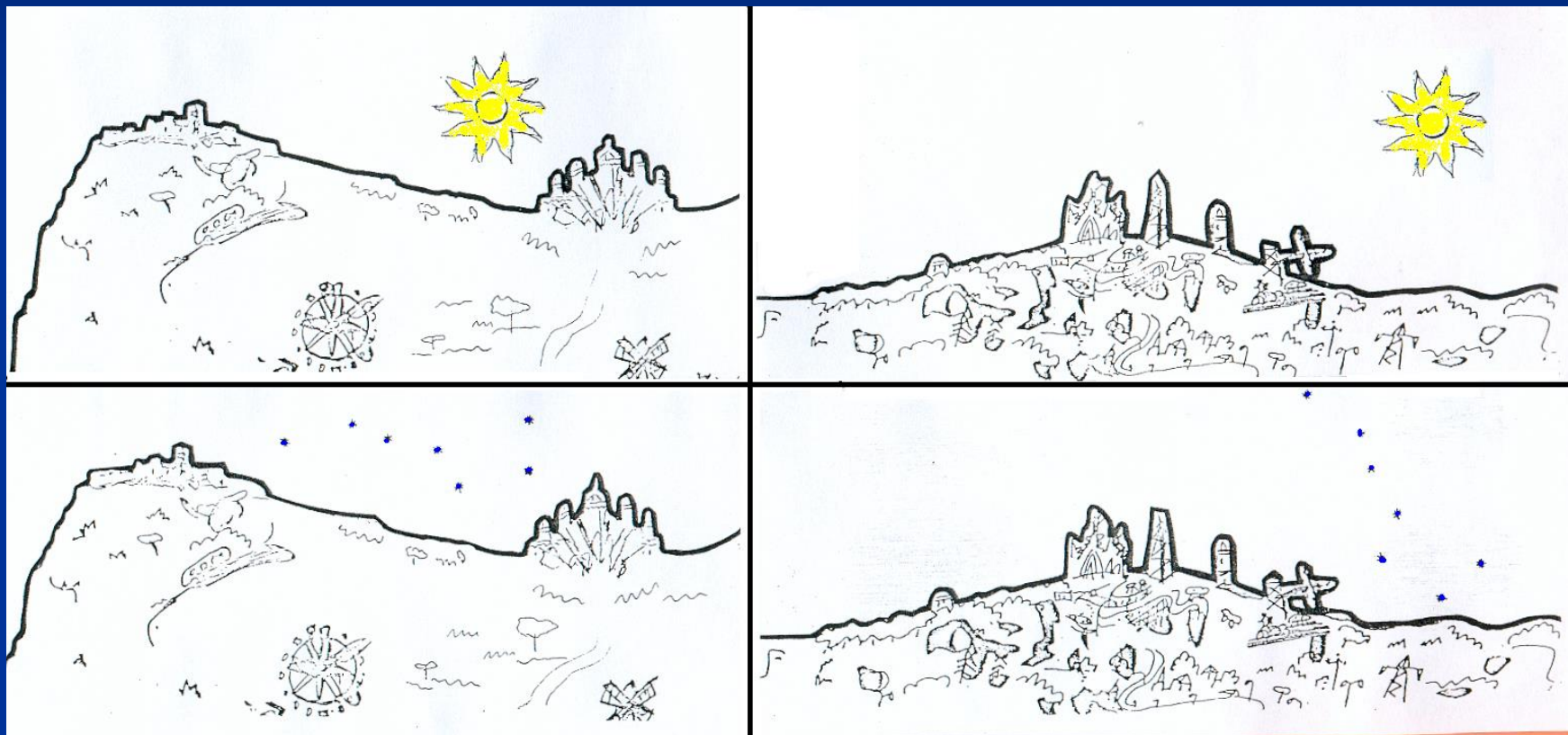
# Actividad 5: Leer la hora

*Ejemplo 2: Tulsa Oklahoma (Estados Unidos) 16 de Noviembre*

Ajuste	Comentario	Resultado
1. Longitud	El meridiano estándar de Tulsa esta a $90^{\circ}$ W. Su longitud es $95^{\circ}58'W = 96^{\circ} W$ , entonces esta a $6^{\circ} W$ desde el meridiano estándar ( $1^{\circ}$ es equivalente a 4 m)	+24 m
2. Horario de invierno	Noviembre no tiene horario de verano	
3. Ecuación de Tiempo	Leemos la tabla para el 16 de Noviembre	-15.3 m
Total		+ 8.7 m

Por ejemplo a las 12h de tiempo solar, nuestros relojes de “pulsera” señalan (Tiempo solar)  $12h + 8.7 m = 12h 8.7 m$  (Tiempo del reloj de pulsera)

# El modelo sirve para orientarse ...



...para observar y entender...



# Conclusiones

- Se comprenden las figuras “vistas” desde dentro y desde fuera.
- Se llega a niveles de abstracción que permiten leer libros y hacer observaciones.
- Se orientan en el horizonte real.
- Se ve que el Sol no sale siempre por el este y se pone por el oeste.



¡Muchas gracias  
por su atención!

