

Horitzó Local i Rellotges de Sol

Rosa M. Ros

*International Astronomical Union
Universidad Politècnica de Catalunya, Espanya*



Objetius

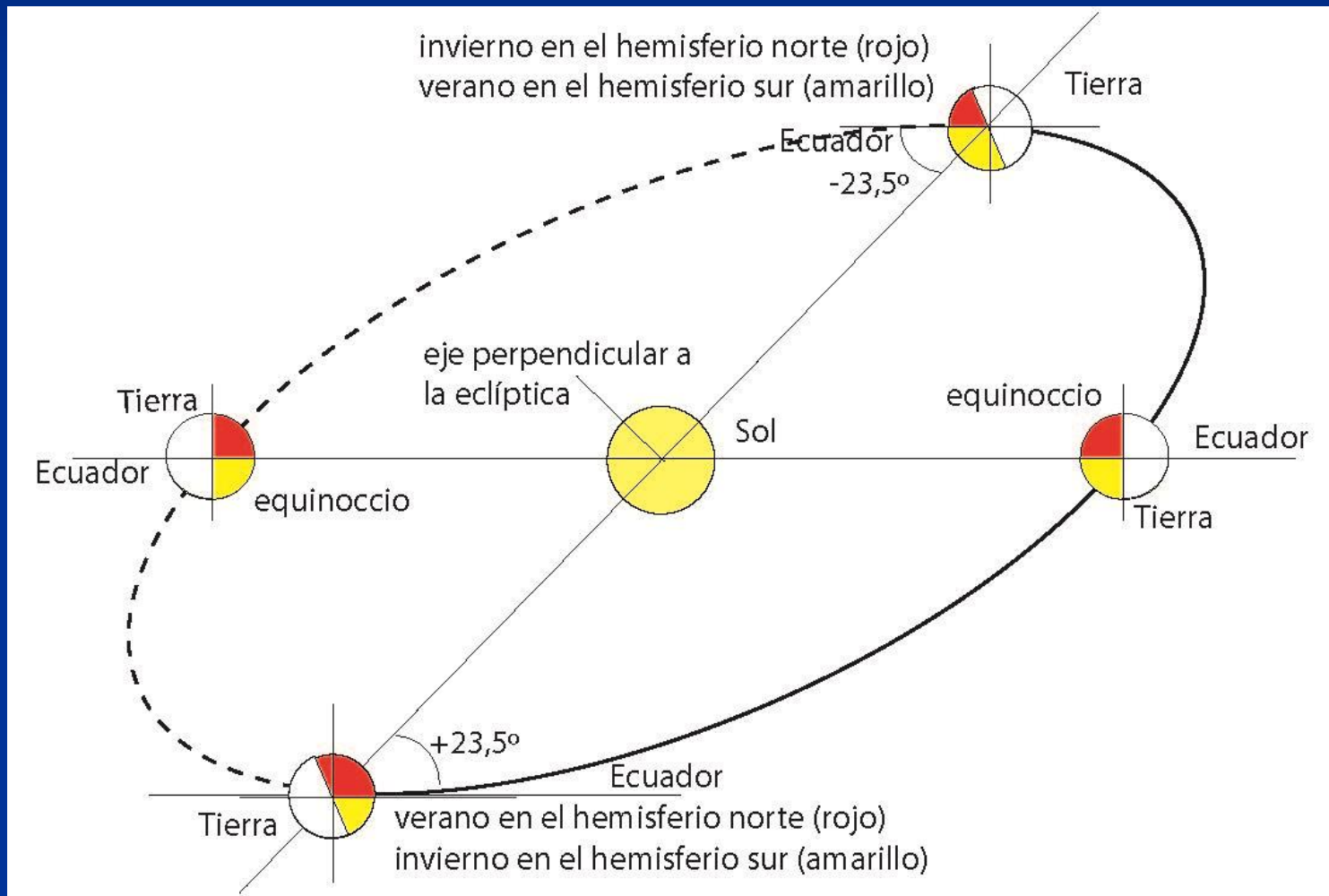
- Comprendre el moviment diürn del Sol.
- Comprendre el moviment anual del Sol.
- Comprendre el moviment de la volta del cel.
- Comprendre la construcció d'un rellotge de Sol.



La Terra gira i es trasllada

gira (dia/nit)

trasllada (estacions)



Activitat 1: Quatre esferes terrestres amb la bombeta del Sol al mig.

La línia des del centre del Sol al centre de la Terra forma uns 23° amb la Terra, que representa el pla de l'equador.



Hivern a
l'hemisferi nord

Estiu a
l'hemisferio sud

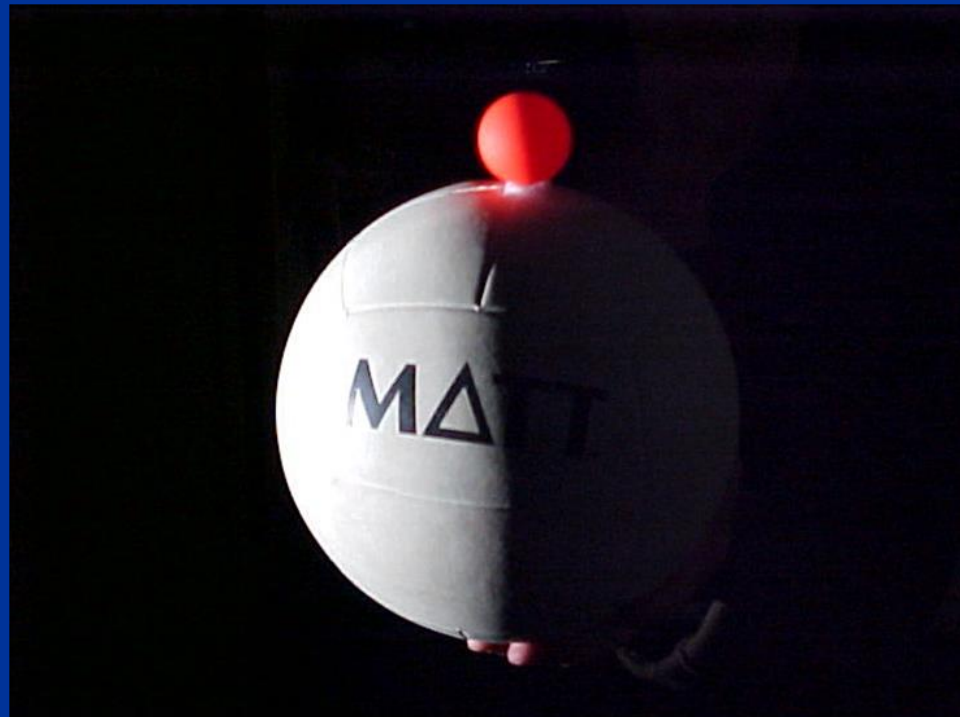


Estiu a
l'hemisferi nord

Hivern a
l'hemisferi sud

Activitat 2: Terra paral·lela

Un focus il·lumina 2 esferes de la mateixa forma i produeix les mateixes zones de llum i ombra



Activitat 2: Terra paral.lela



* El globus terrestre s'ha de treure del seu peu i situar-se en l'exterior i sobre un got

* Amb l'eix terrestre ben orientat amb una brúixola

* Amb el lloc on estem nosaltres a dalt

Activitat 2: Terra paral.lela

Situem:

- * Un ninot indicant la nostra posició
- * Trossets de pastilina per assenyalar la línia llum / ombra (anirà corrent amb el temps)
- * Alguns trossos d'escuradents per estudiar les seves ombres



Activitat 2: Terra paral·lela

* El pol nord queda a la zona assolellada, per tant és estiu per a l'hemisferi nord (sol de mitjanit)

* El pol sud està en l'ombra i per tant en l'hemisferi sud, és hivern



Activitat 2: Terra paral.lela

* El pol nord està dins de la zona de la nit, per tant a l'hemisferi nord és hivern.

* El pol sud queda il·luminat i per tant és estiu a l'hemisferi sud.



Activitat 2: Terra paral.lela

La línia de separació del dia i la nit passa pels dos pols, és a dir, el primer dia de primavera o el primer dia de tardor.



Activitat 2: Terra paral·lela

H. Nord estiu



H. Nord hivern



H. Nord equinoccis



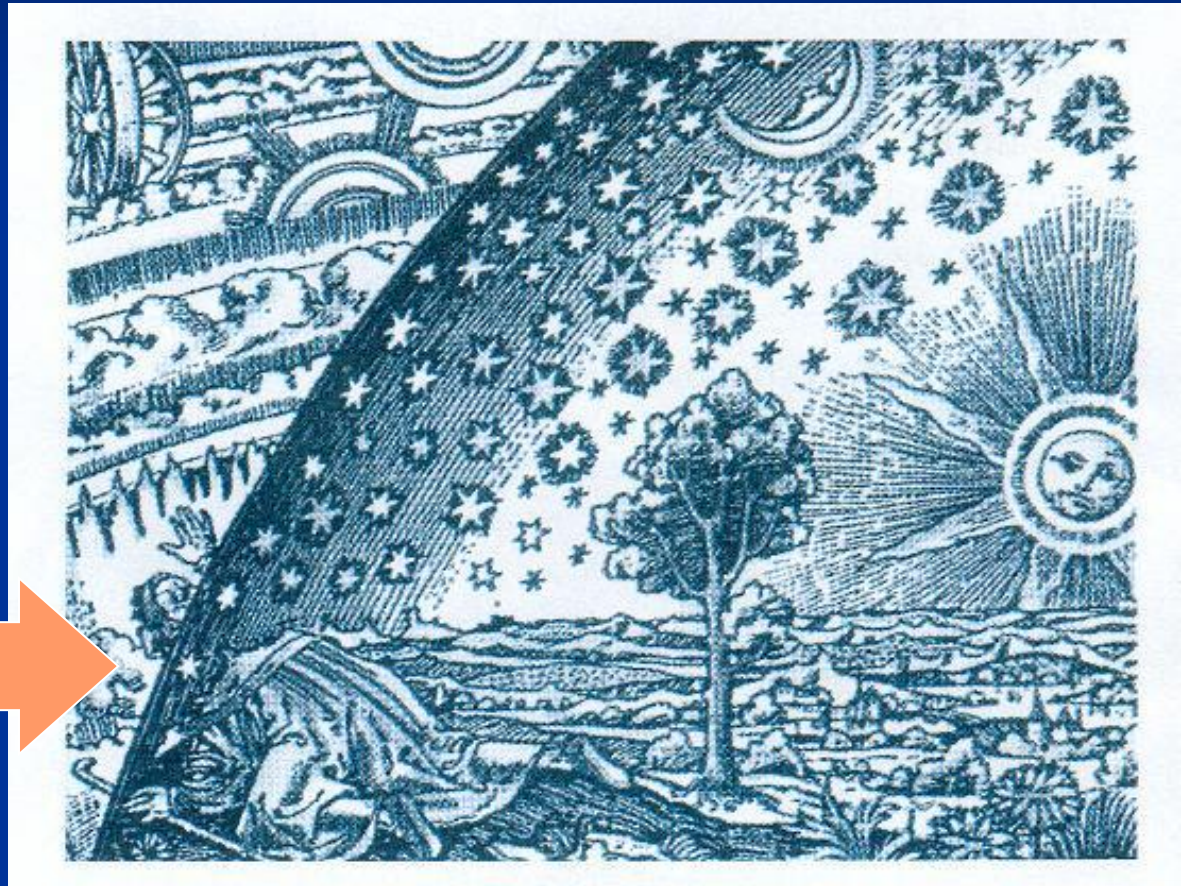
H. Sud hivern

H. Sud estiu

H. Sud equinoccis

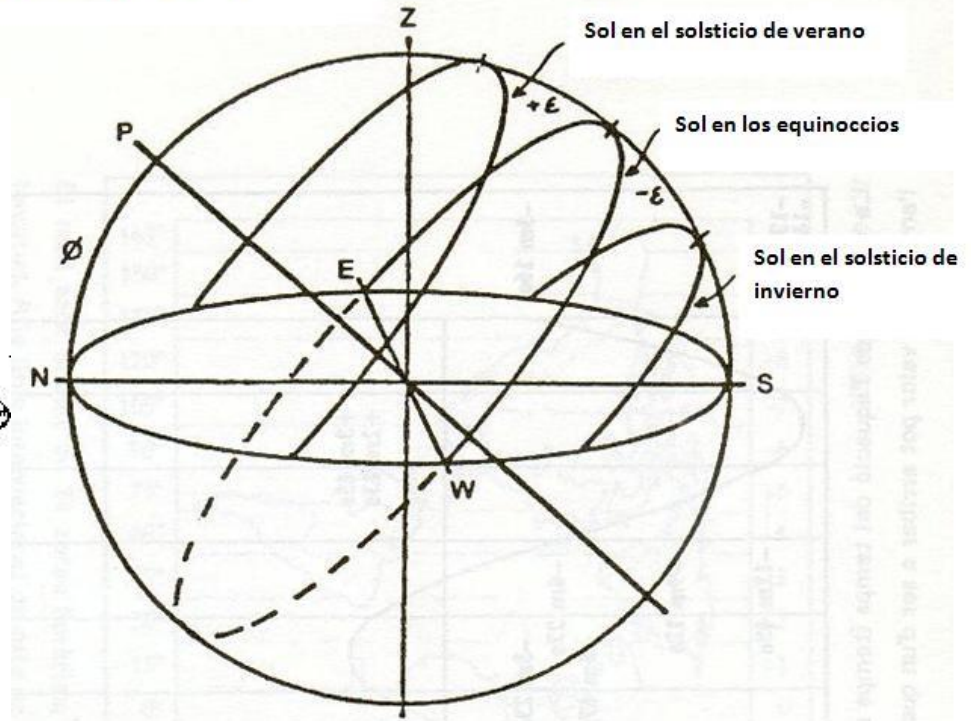
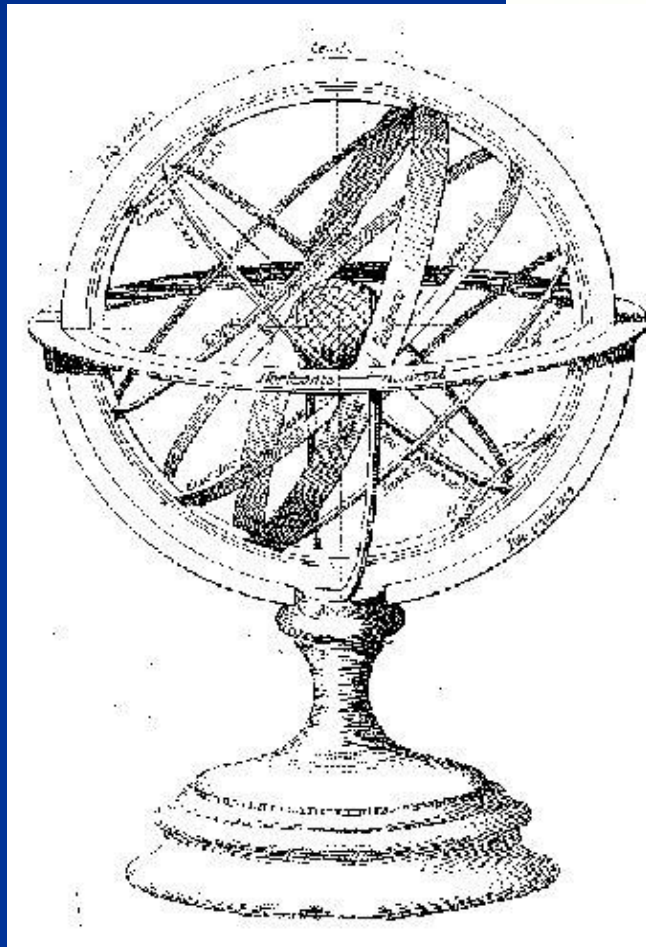
Moviments de Rotació i Traslació de dia i de nit

- No és el mateix vist:
des de dins o
des de fora

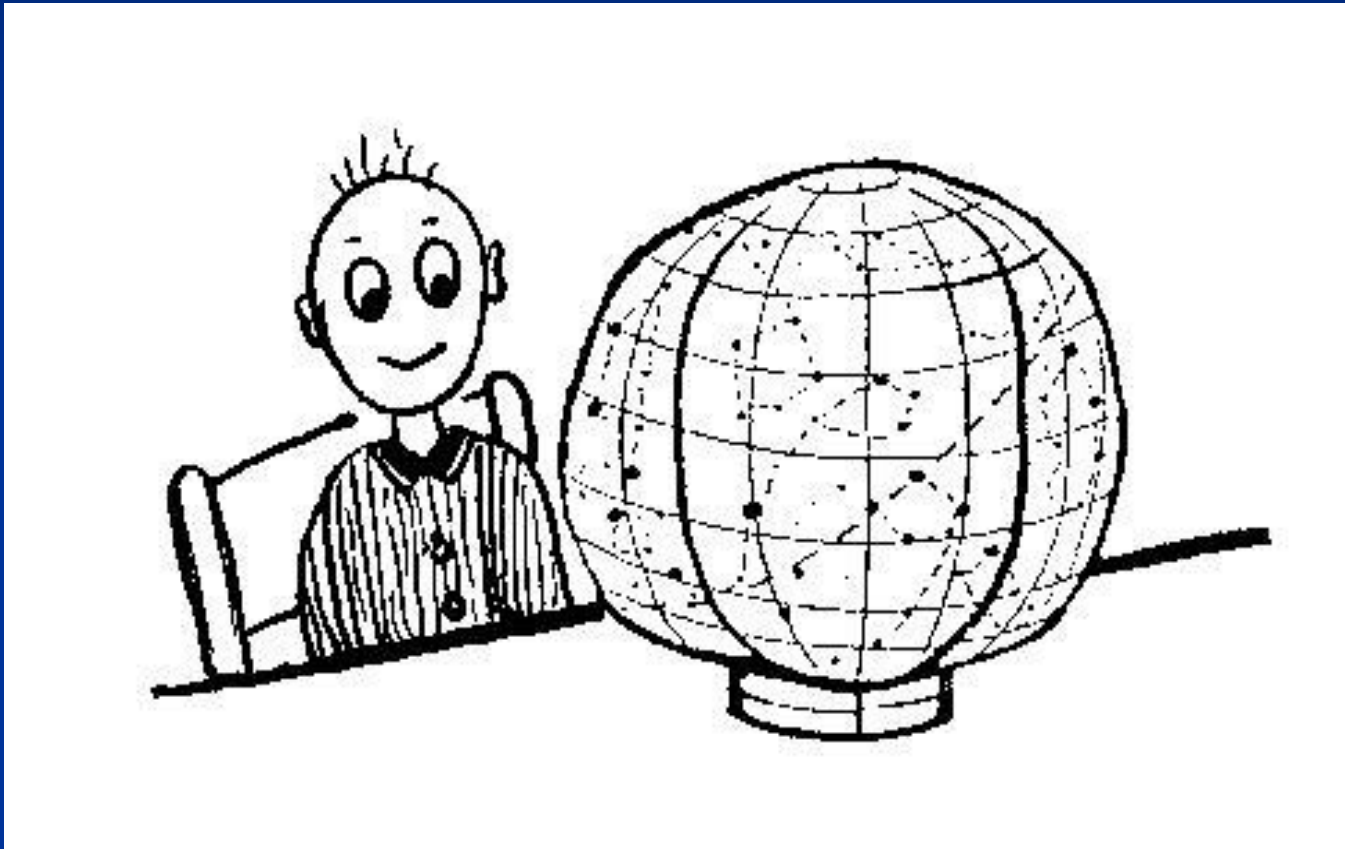


Esfera celest “des de fora”

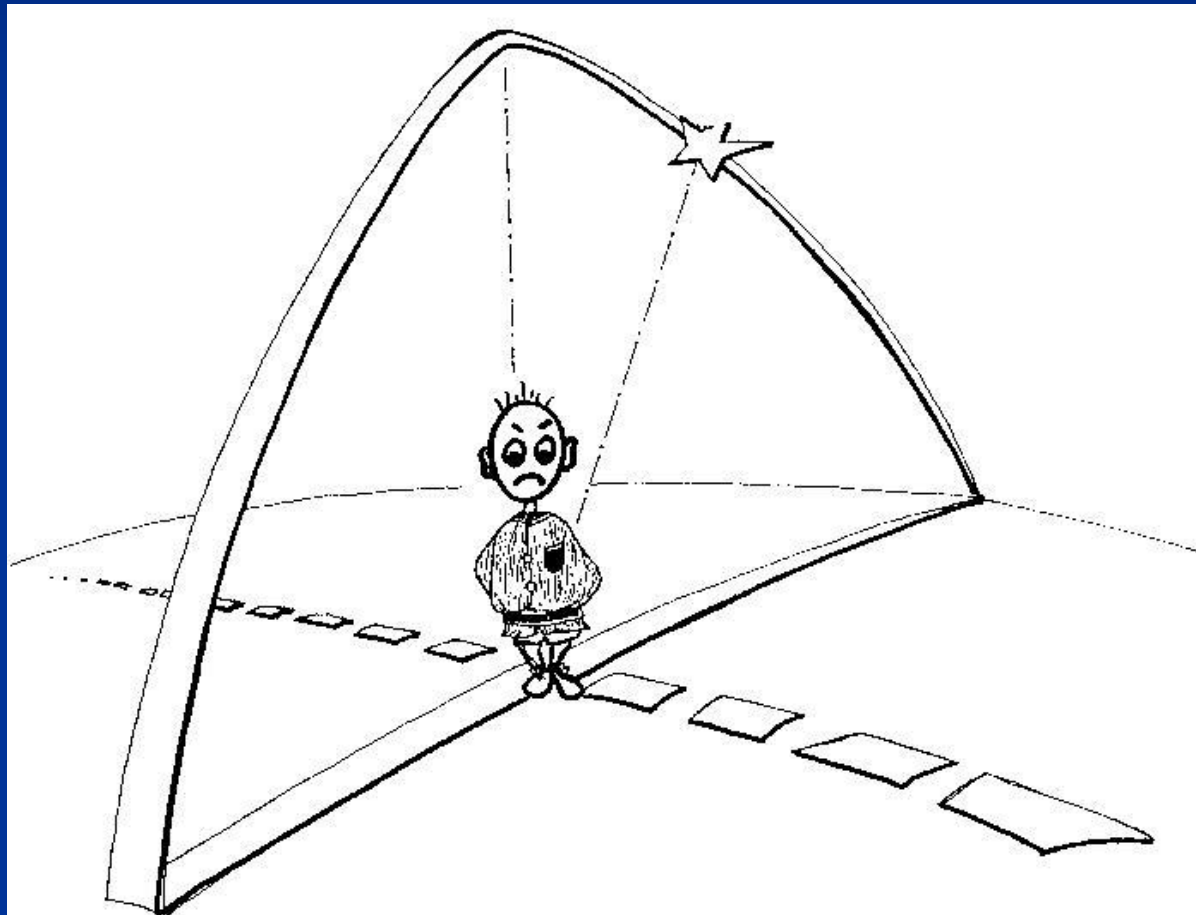
MOVIMIENTO DIURNO DEL SOL



... ens sembla que està tot controlat



però fora de classe, ... està desconcertat



Totes les escoles tenen “Laboratori d’Astronomia”

- Tenen un pati o terrassa
- Tenen el cel a sobre
- Tenen dies/nits clars
- **CAL UTILITZAR-LO!**



**Activitat 3: Anem a
construir un model de
l'horitzó visible des de
l'escola**



Comencem per fotografiar el lloc d'observació

- horitzó local

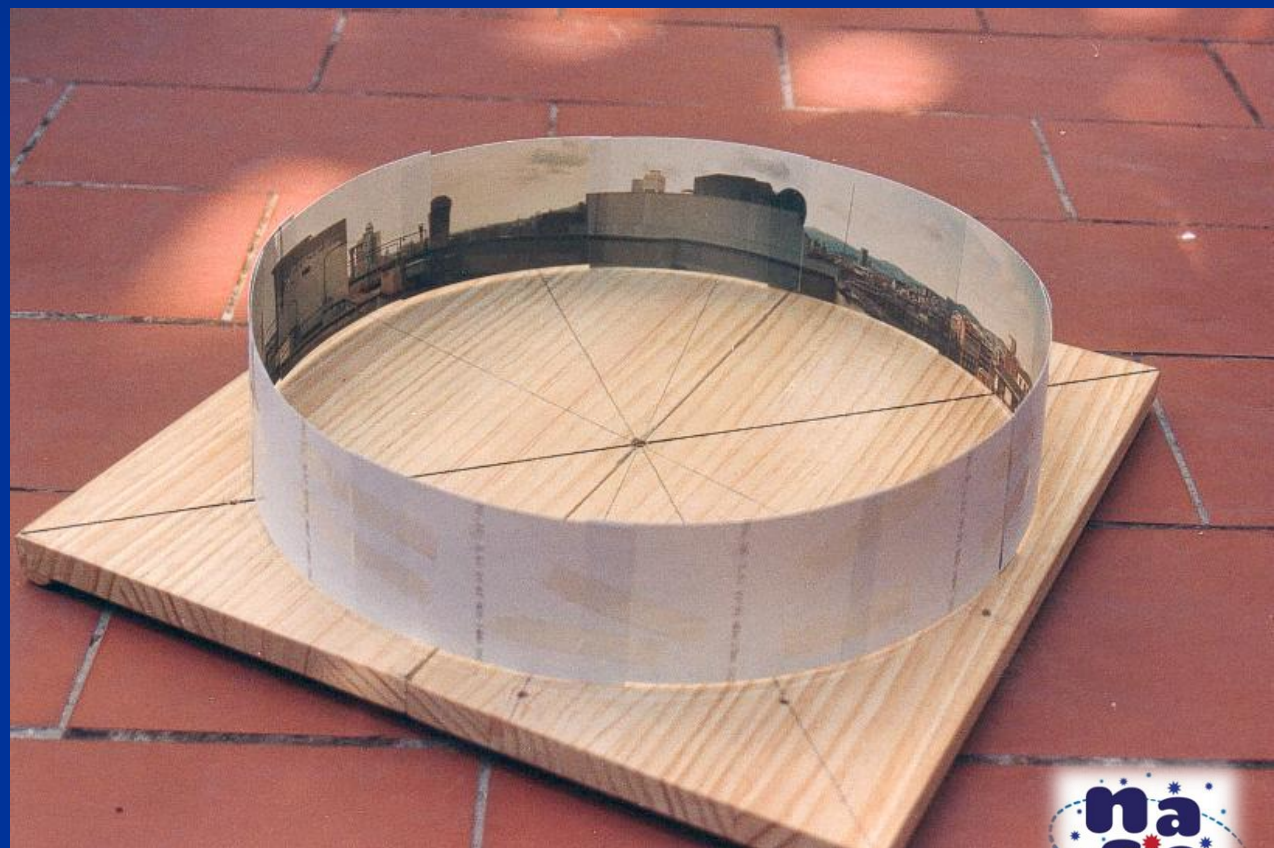


Figure 1: Zona del horitzó fotografiada en Barcelona.

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

Anem a situar el cinturó de fotos sobre un suport

- horitzó local



... cal orientar i relacionar l'horitzó
fotografiat amb l'horitzó real

- La recta N - S i el meridià local

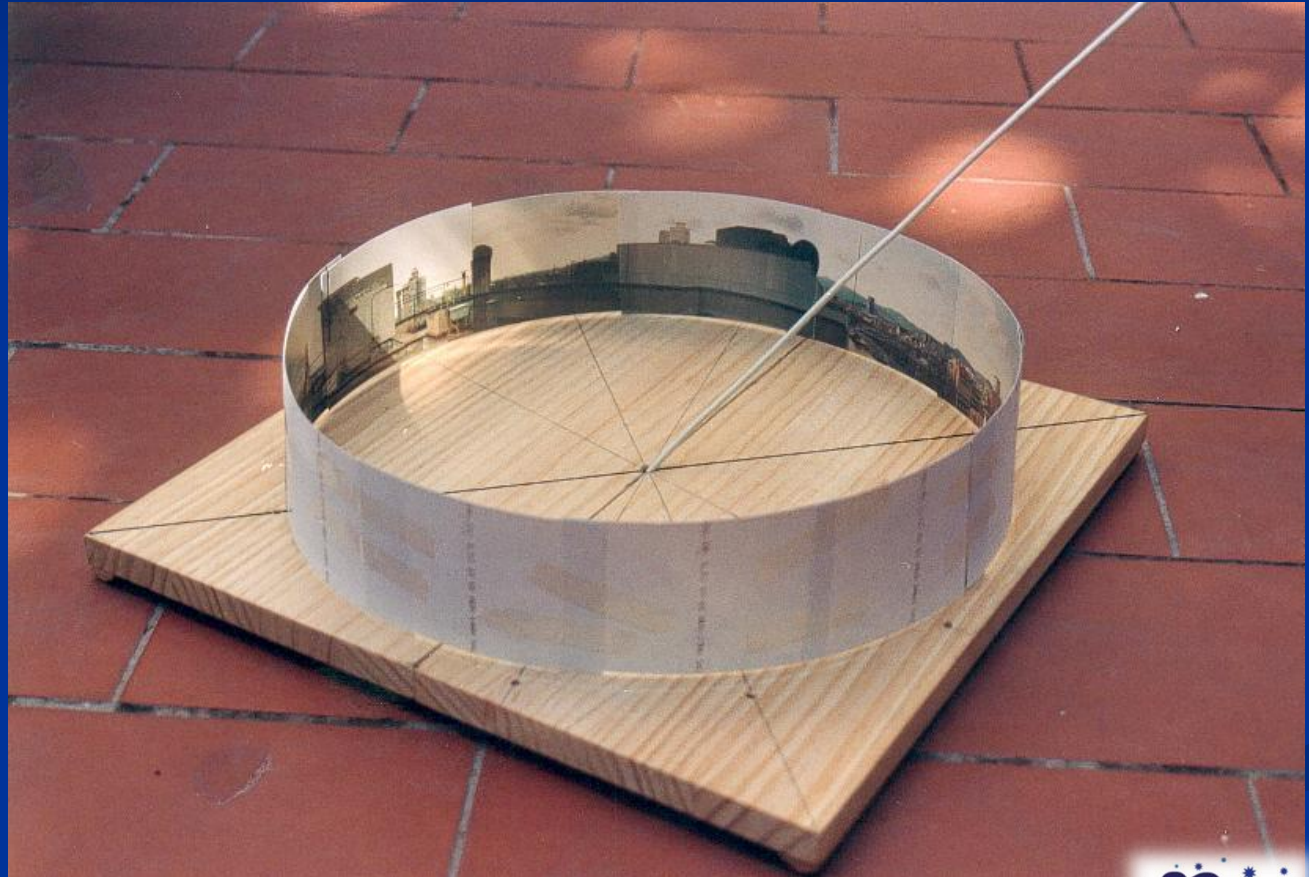


Per orientar el model fem servir la
adreça de la brúixola, o millor,
projecció del pol sobre l'horitzó

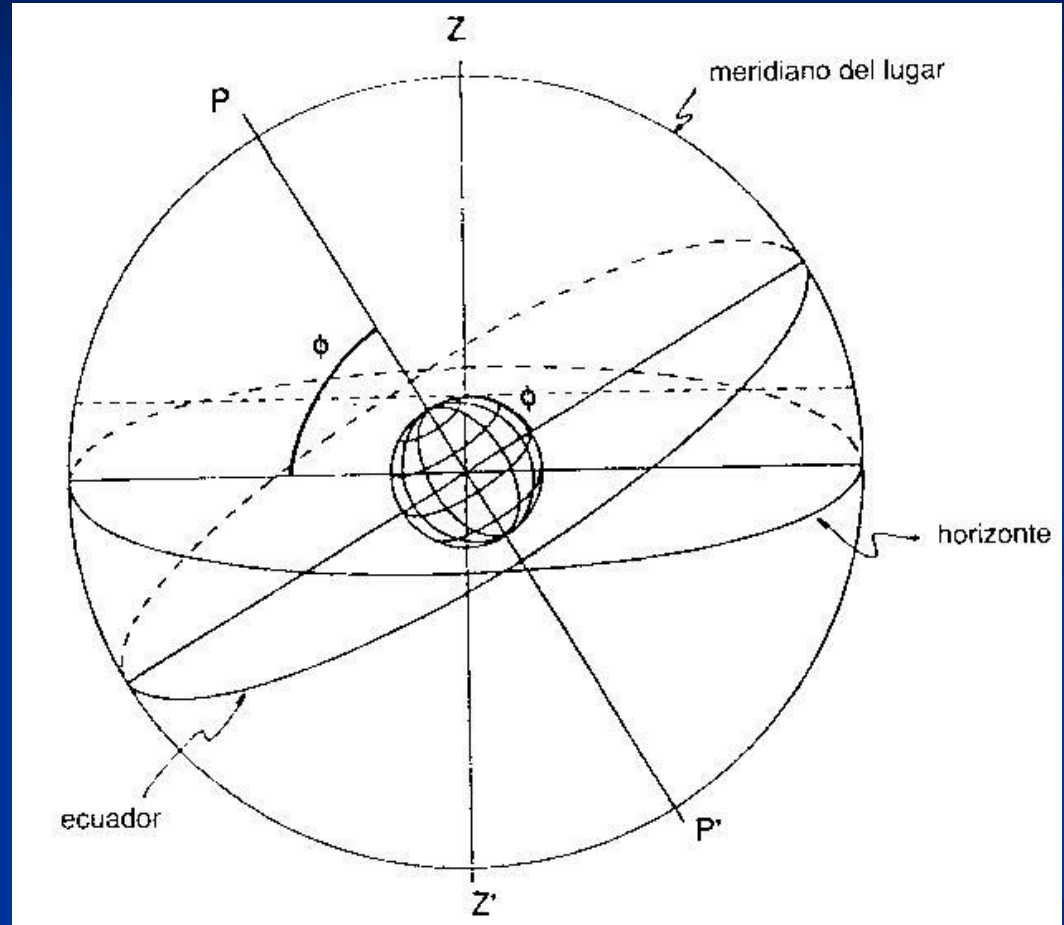


Anem a introduir la rotació

- eix del món

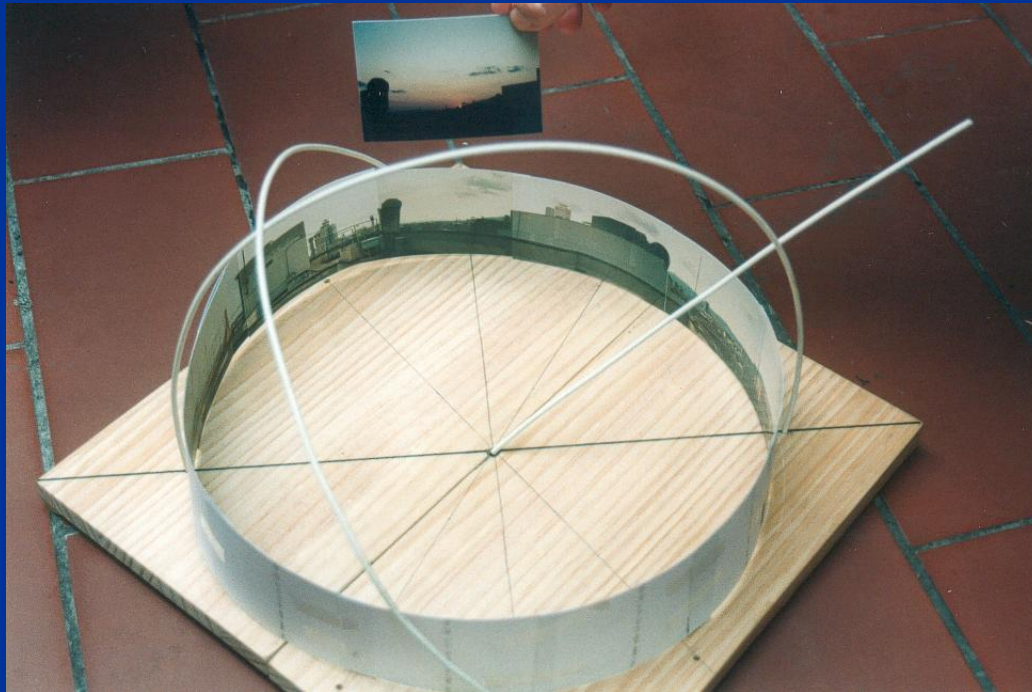


La latitud coincideix amb l'altura del pol



Introduïm la trajectòria del Sol el primer dia de primavera / tardor

- Farem servir les fotos de sortida / posta del Sol



Moviment de Rotació: inclinació de l'equador / paral·lel celeste

- de dia

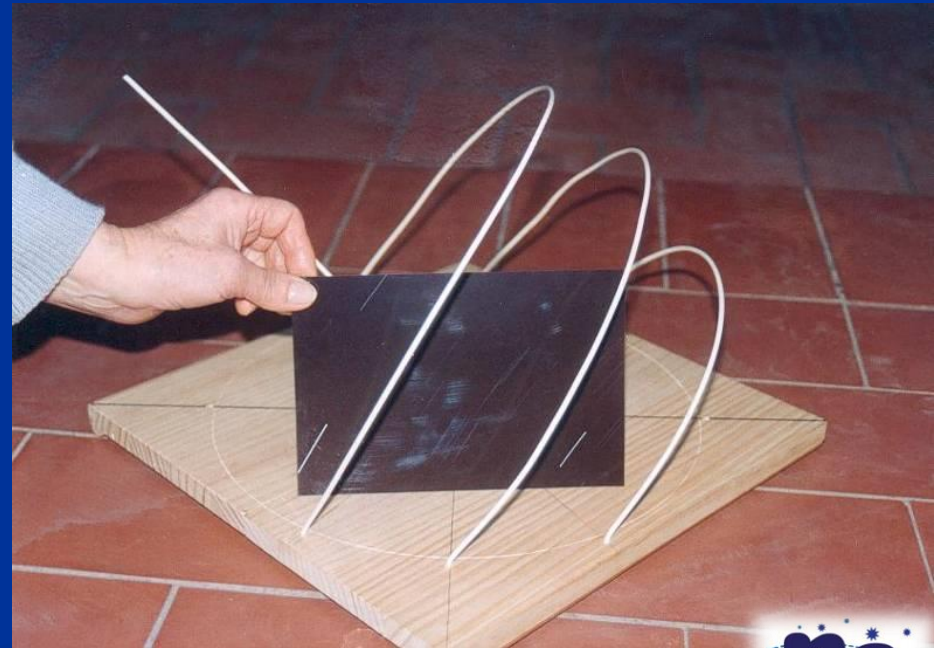
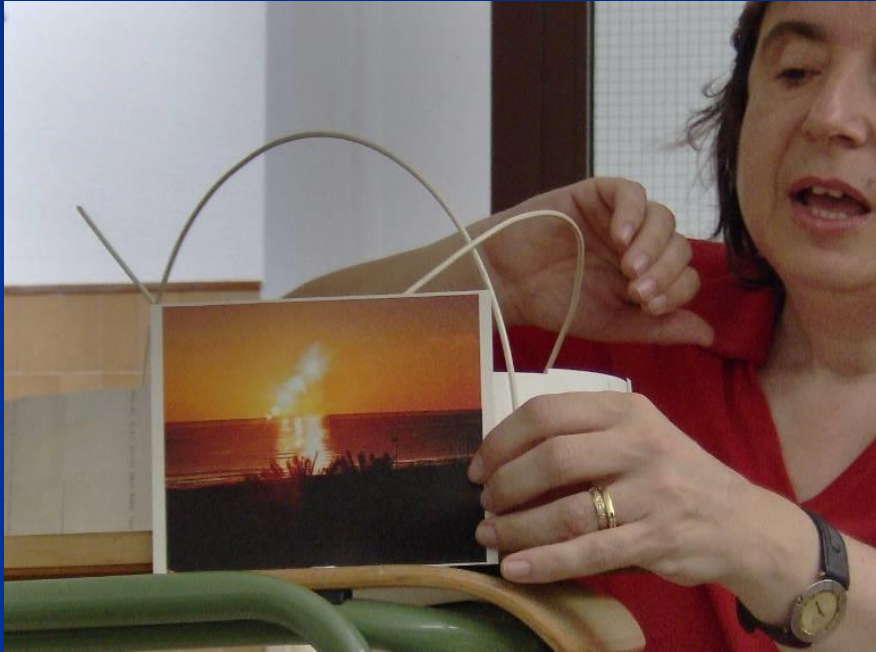


Moviment de Rotació: inclinació de l'equador / paral·lel celeste

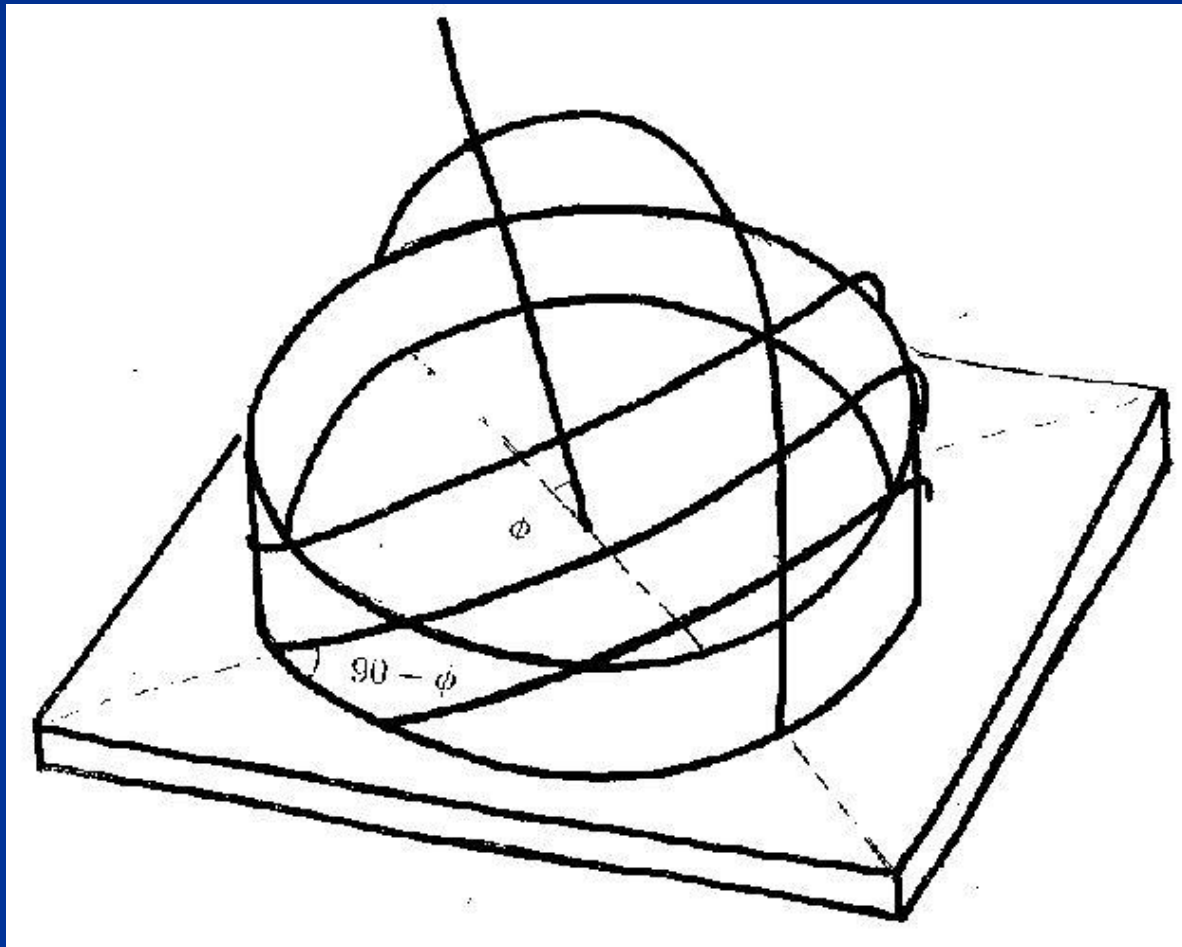
- de nit



Moviment de Rotació en el model

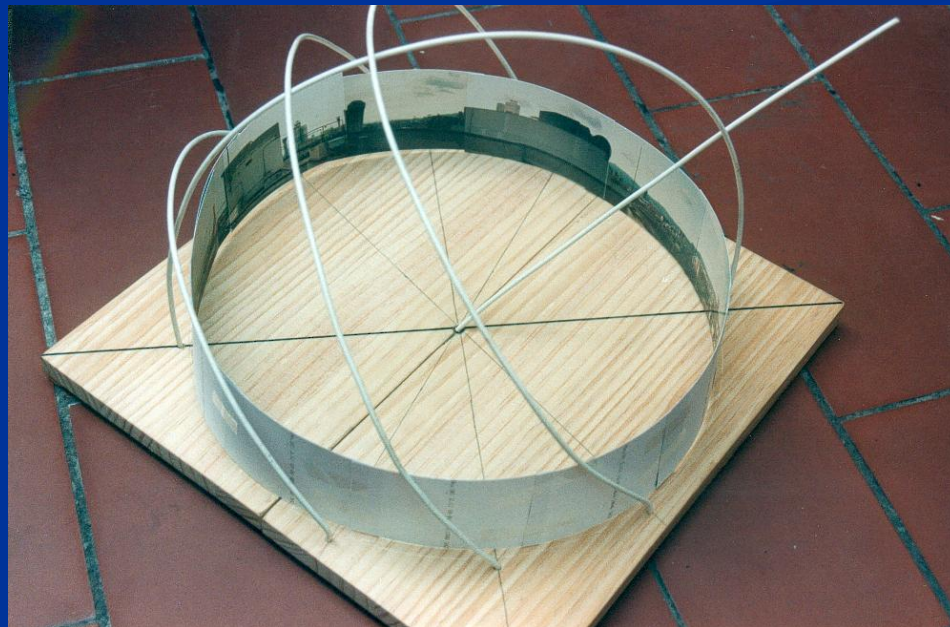


La inclinació de la trajectòria solar i les traces estel·lars depenen de la latitud

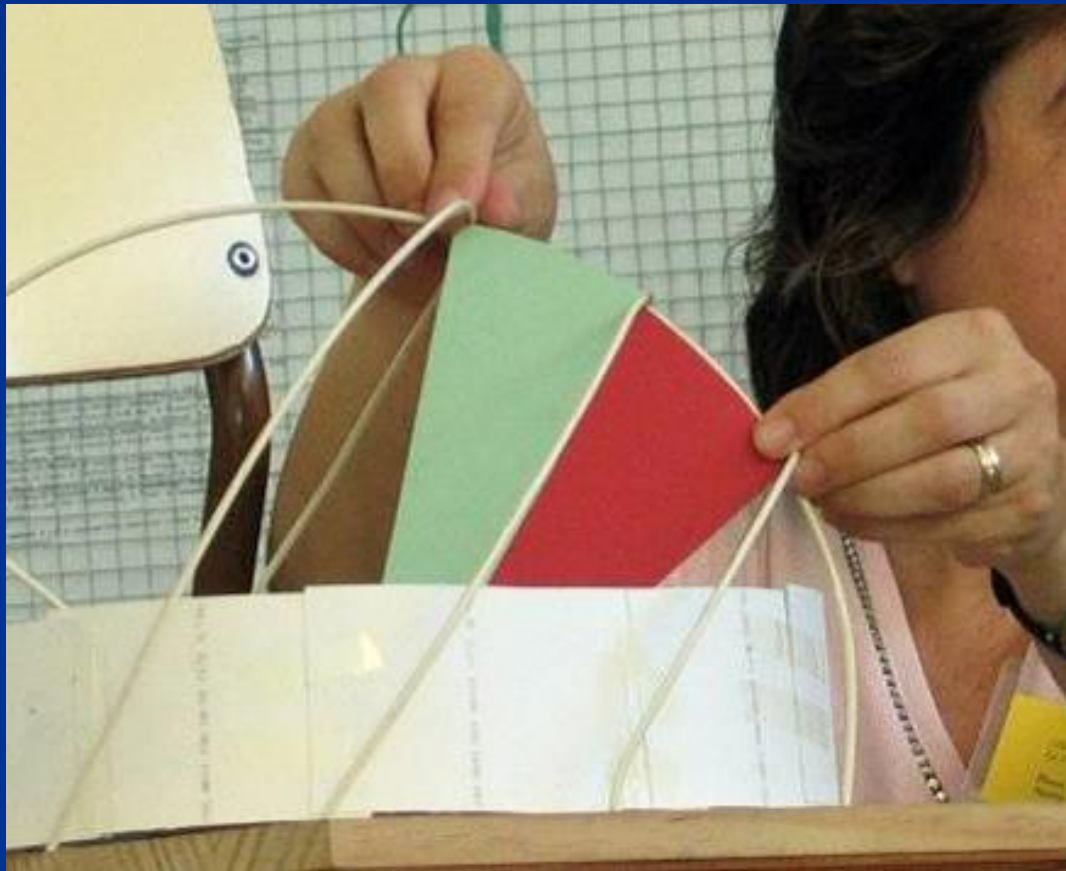


Trajectòria solar: primer dia de cada estació (s'observa la diferent durada)

- Solstici d'estiu
- Equinocci de primavera / tardor
- Solstici d'hivern



Moviment de Translació dóna lloc a les estacions



- Estiu
- Primavera / Tardor
- Hivern

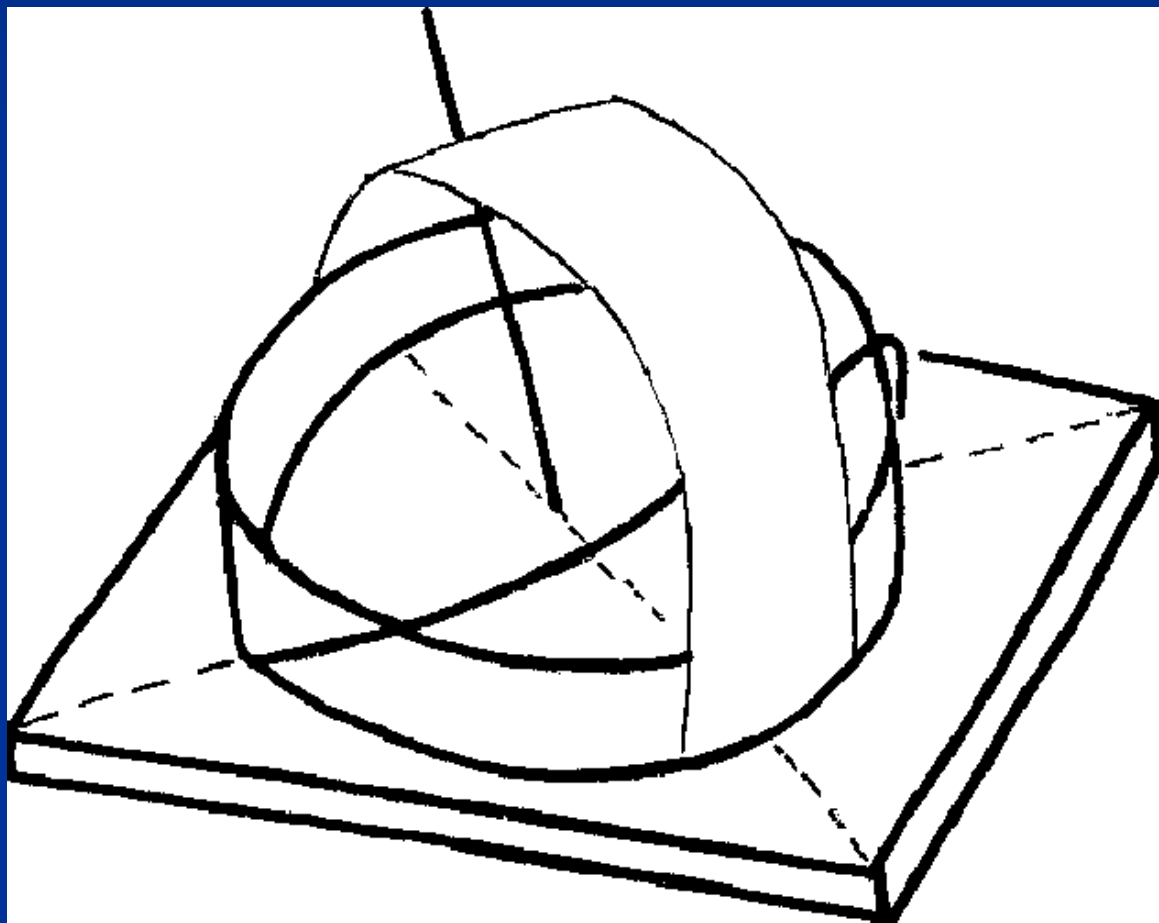
- Angle entre l'equador i els paral·lels extrems = $23,5^\circ$

Moviment de Translació dóna lloc al fet que les postes de Sol canviïn de posició cada dia

- les 3 postas de sol
(Hivern - Primavera/Tardor - Estiu)



Visualizació del “meridià” a la maqueta



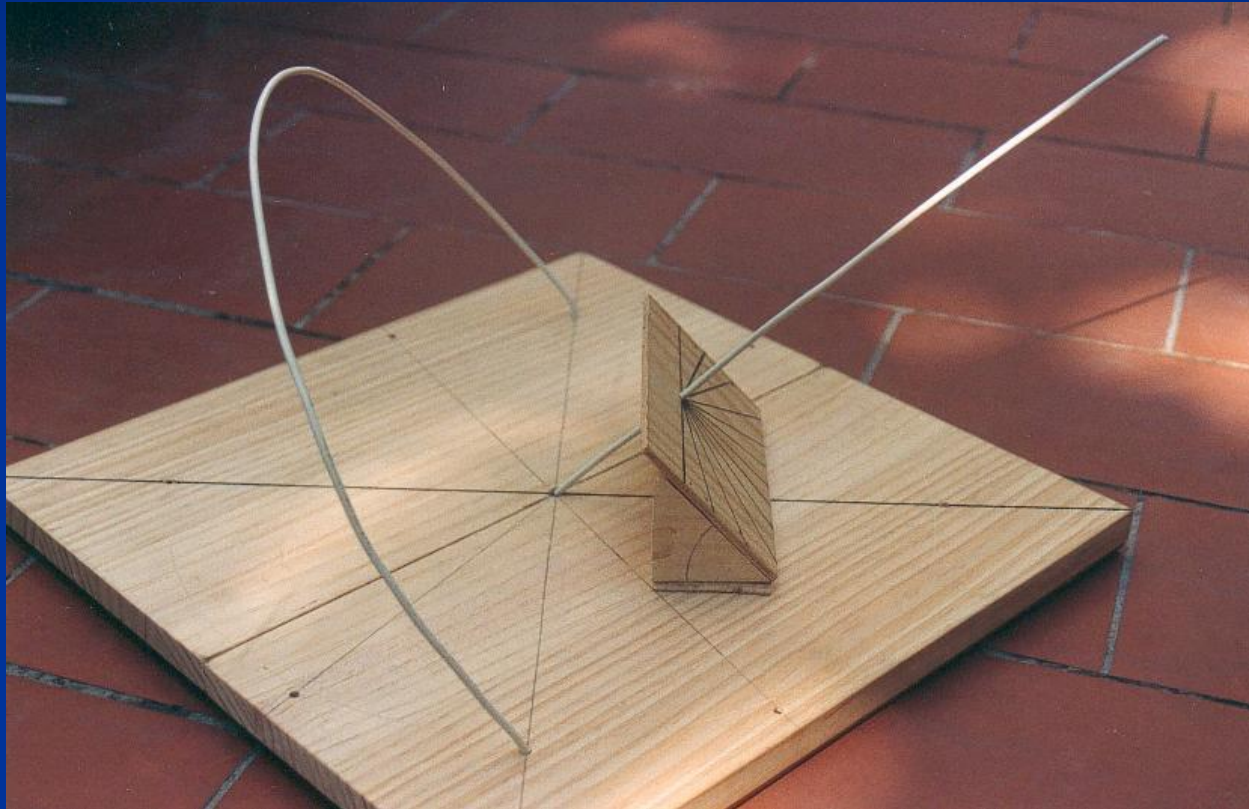
... al voltant del pol: circumferències



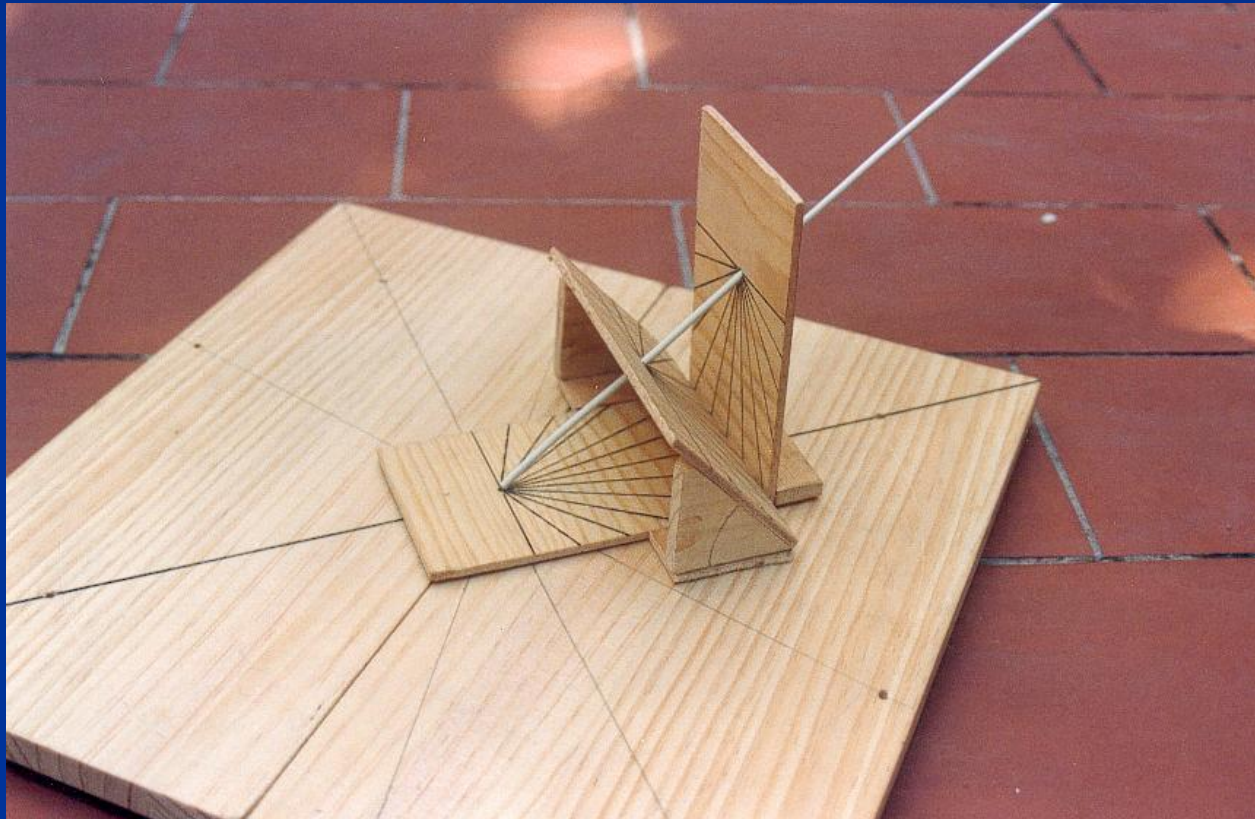
...a l'equador les trajectòries canvien
de còncaves a convexes



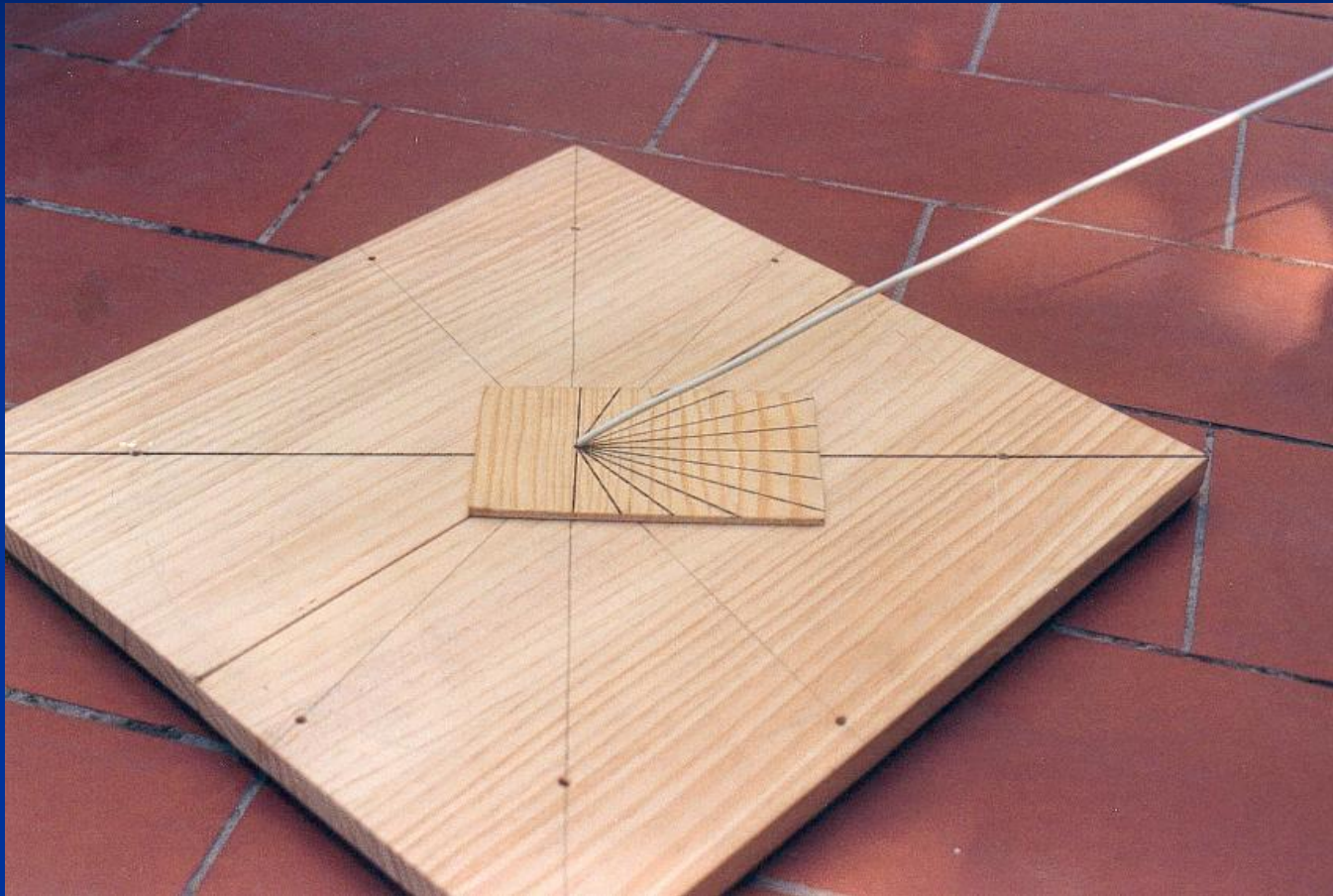
... el model no és més que un
rellotge de Sol equatorial!



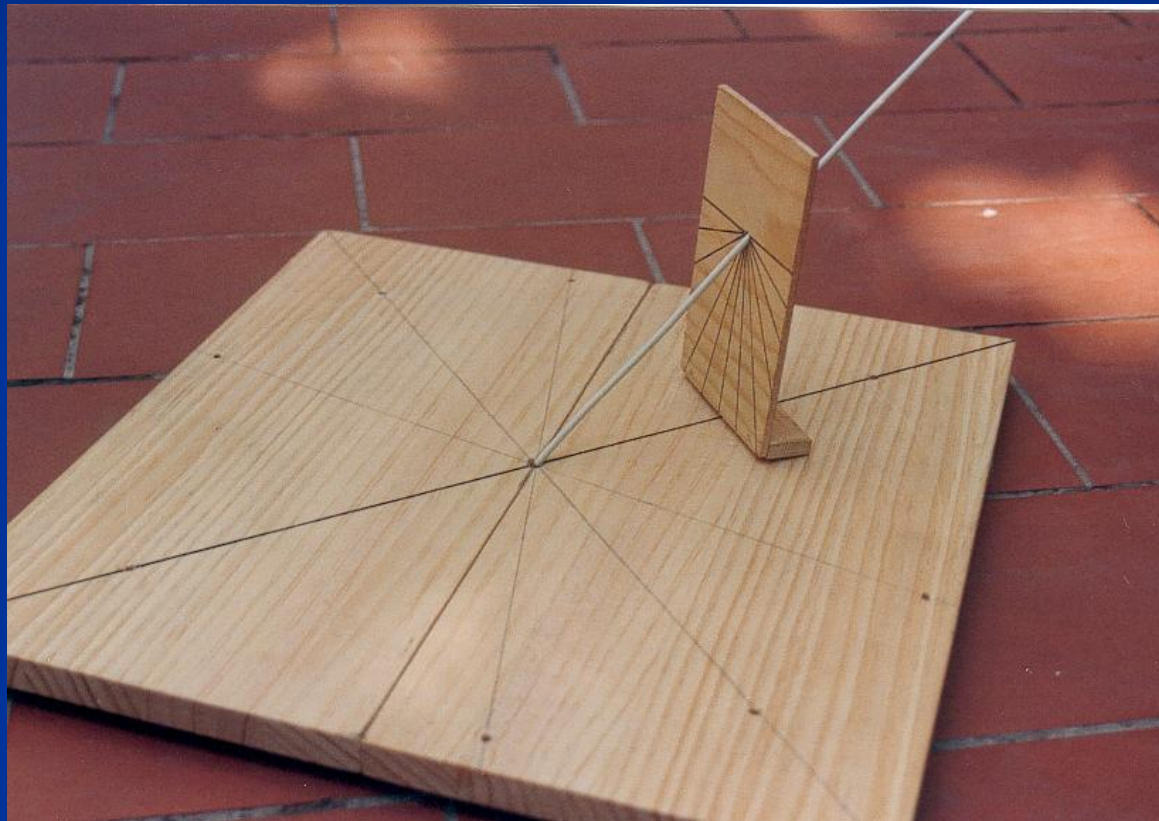
...i es poden generar altres rellotges
a partir de l'equatorial



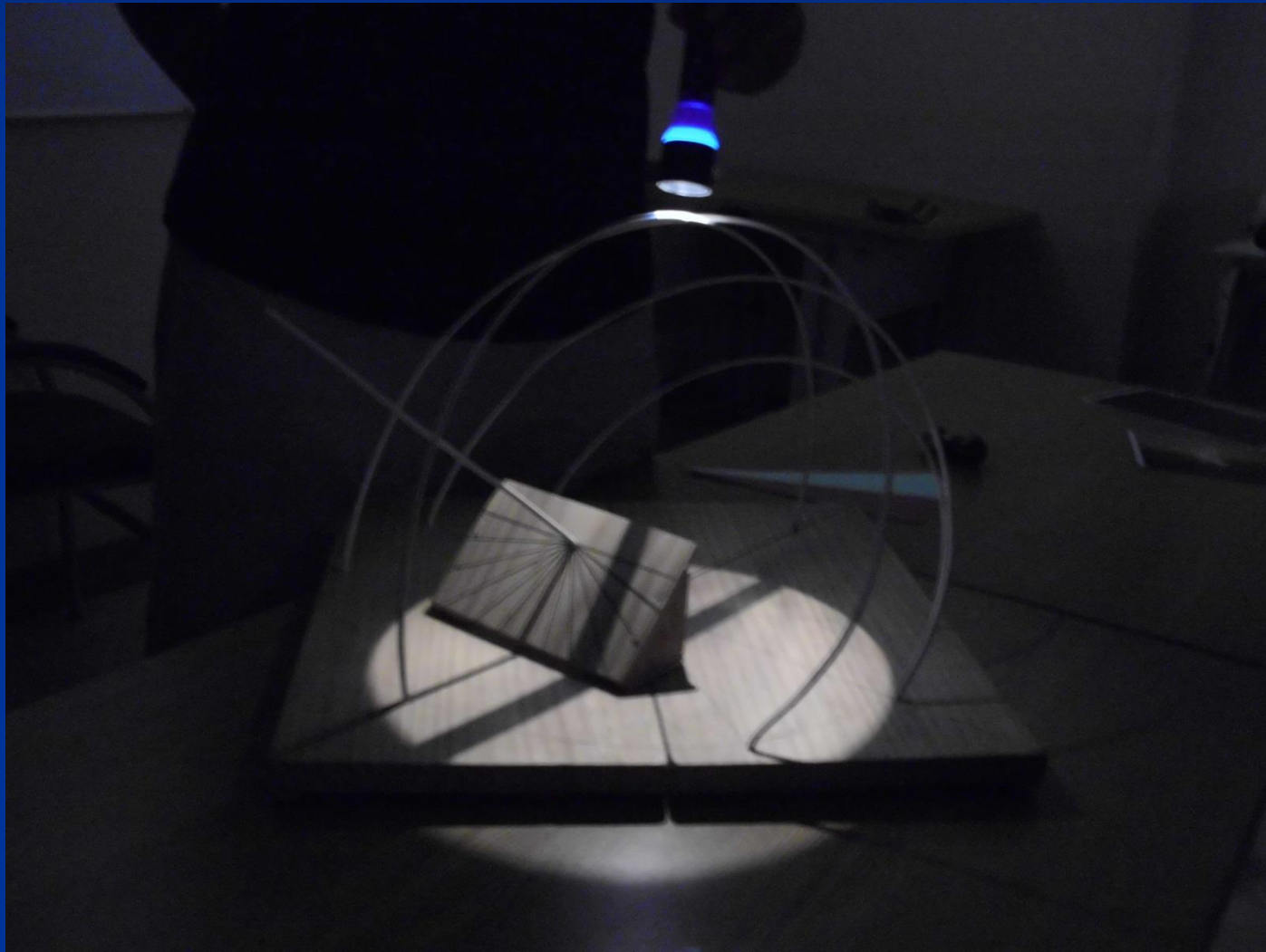
... l' horizontal



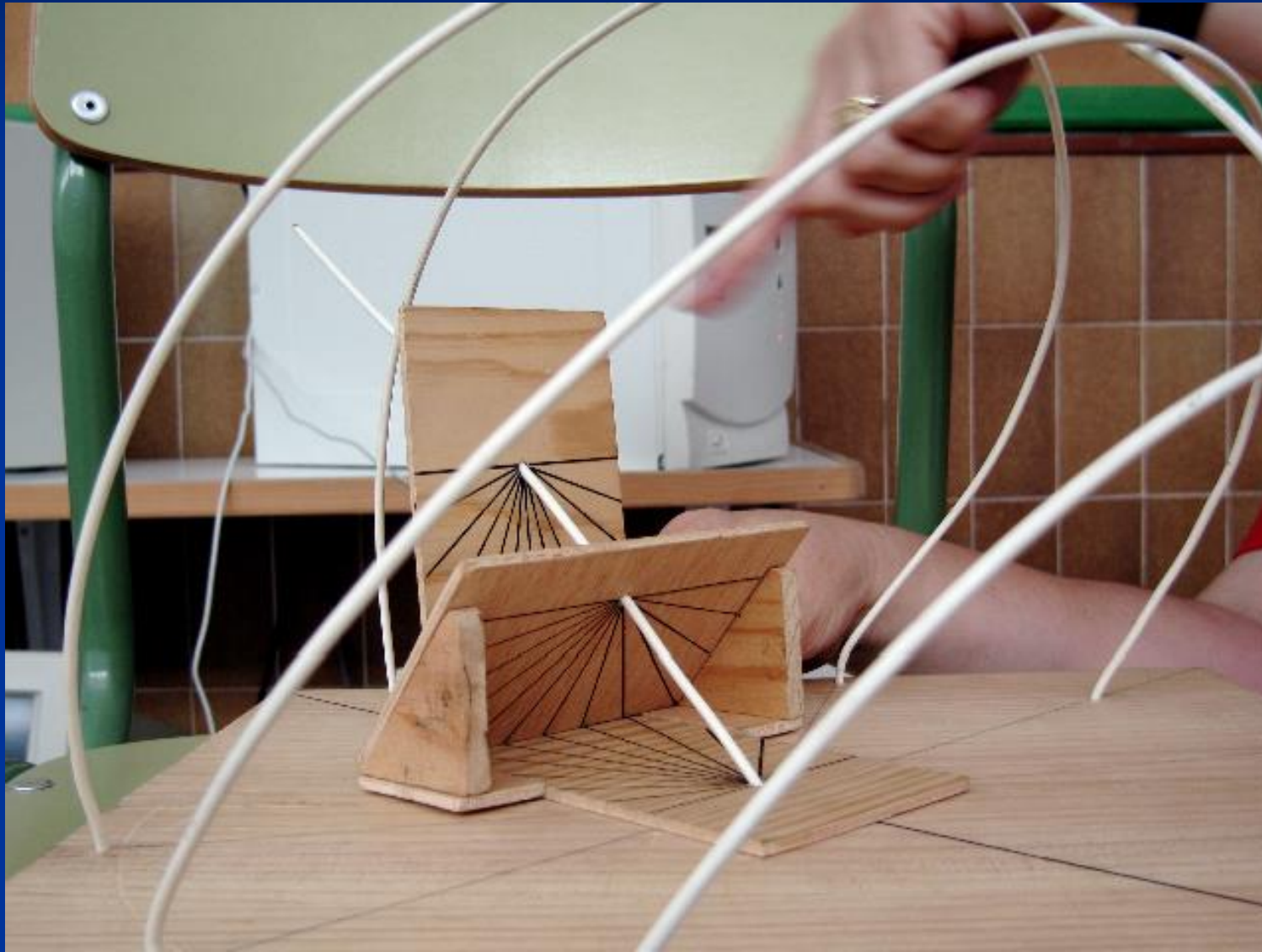
...i el vertical orientat E - W



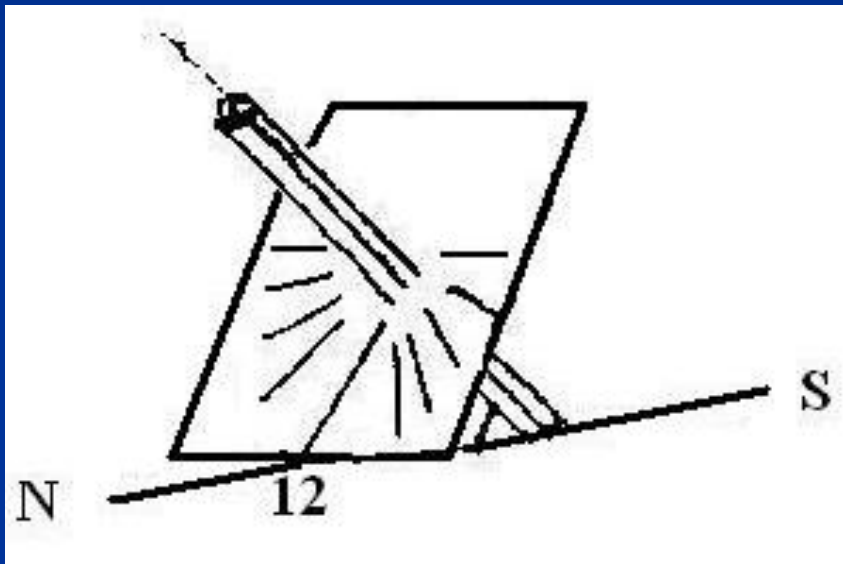
...i amb el Sol o amb una llanterna
observar el model com a rellotge solar



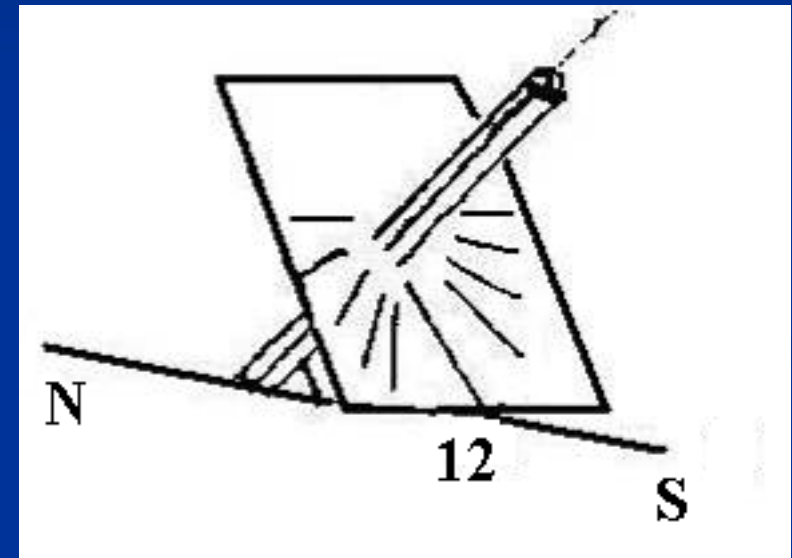
Els tres rellotges en el model



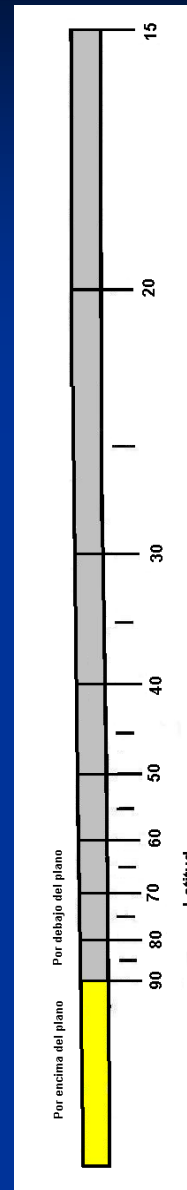
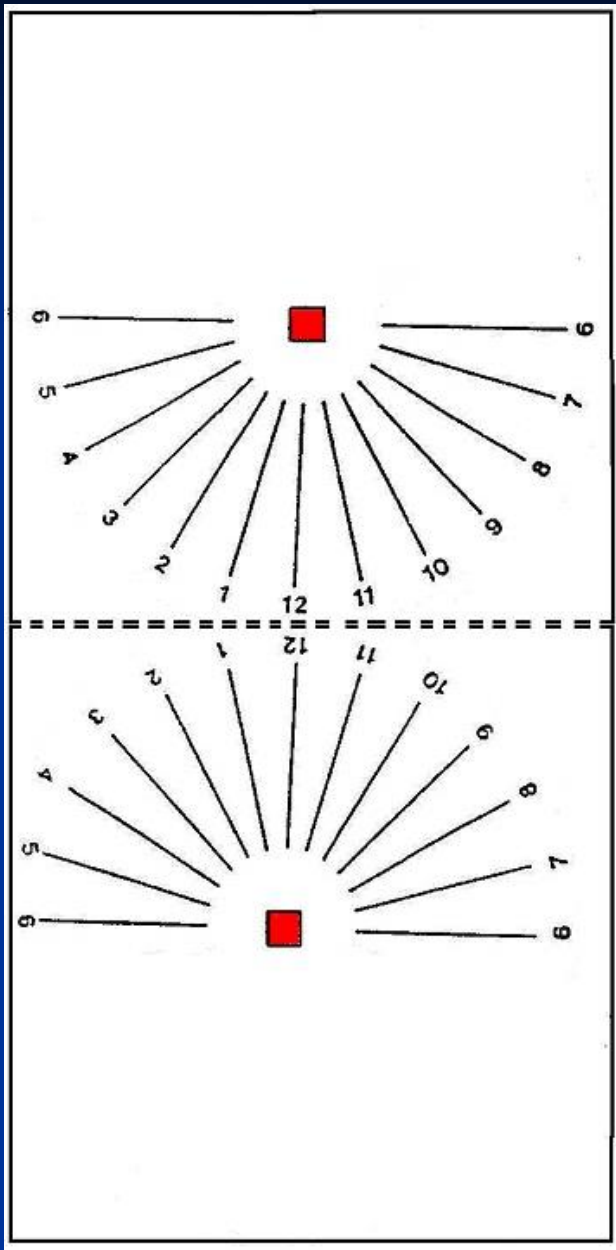
Activitat 4: Vegem la construcció d'un rellotge "equatorial" molt senzill!



- Hemisferi nord



- Hemisferi sud



Activitat 4: rellotge “equatorial”!

- Doblar el pla del rellotge per la línia de punts
- Tallar l'estilet segons la latitud del lloc. La part groga per sobre del pla

Activitat 5: Llegir l'hora

$\text{Temps Solar} + \text{Ajust Total} = \text{Temps del rellotge de polsera}$

Ajust Total =

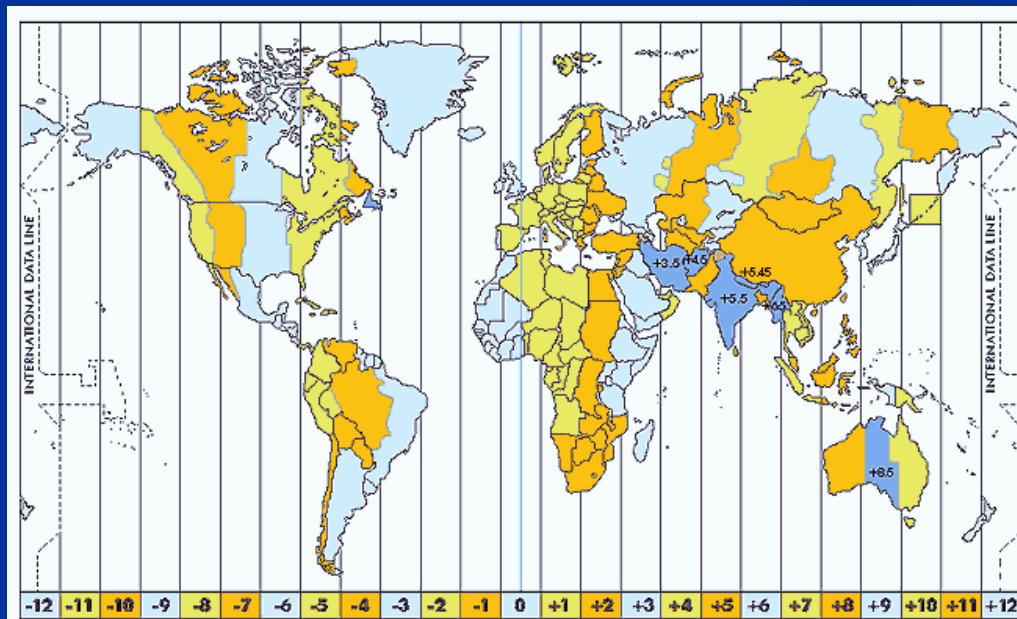
- Ajust de Longitud
- Ajust estiu/hivern
- Ajust Equació de Temps



Activitat 5: Llegir l'hora

Ajust de Longitud

- El món es divideix en 24 zones de temps a partir del meridià 0 o meridià de Greenwich.
- Cal conèixer la longitud local i la longitud del meridià "standard" de la seva zona.
- Amb signe + cap a l'Est i amb signe - cap a l'Oest.
- Cal expressar les longituds en h, m i s (1r = 4 m).



Activitat 5: Llegir l'hora

Ajust estiu / hivern

- Molts països tenen el temps d'estiu i el d'hivern. Se sol afegir una hora a l'estiu.
- El canvi d'horari d'estiu / hivern és una decisió del govern del país.



Activitat 5: Llegir l'hora

Ajust Equació de Temps

- La Terra gira al voltant del Sol segons la llei de les àrees en un moviment no constant. Es defineix el temps mitjà (dels rellotges mecànics) com la mitjana al llarg d'un any complet.
- L'Equació de Temps és la diferència entre el «Temps Solar Reial» i el «Temps Mitjà».

dia	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	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



Activitat 5: Llegir l'hora

Exemple 1: Barcelona (Espanya) el 24 de Maig.

Ajust	Comentari	Resultat
1. Longitud	Barcelona està en la mateixa zona estàndard que Greenwich. La longitud és $2^{\circ}10'E = 2,17^{\circ} E = 8,7m$ (1° es equivalent a 4 m)	-8.7 m
2. Horari d'estiu	Maig te horari d'estiu +1h	+ 60 m
3. Equació de Temps	Llegim la taula per el 24 de Maig	-3.4 m
Total		+47.9 m

Per exemple a les 12h de temps solar, els nostres rellotges de "polsera" assenyalen (Temps solar) $12h + 47.9 m = 12h 47.9 m$ (Temps del rellotge de polsera)

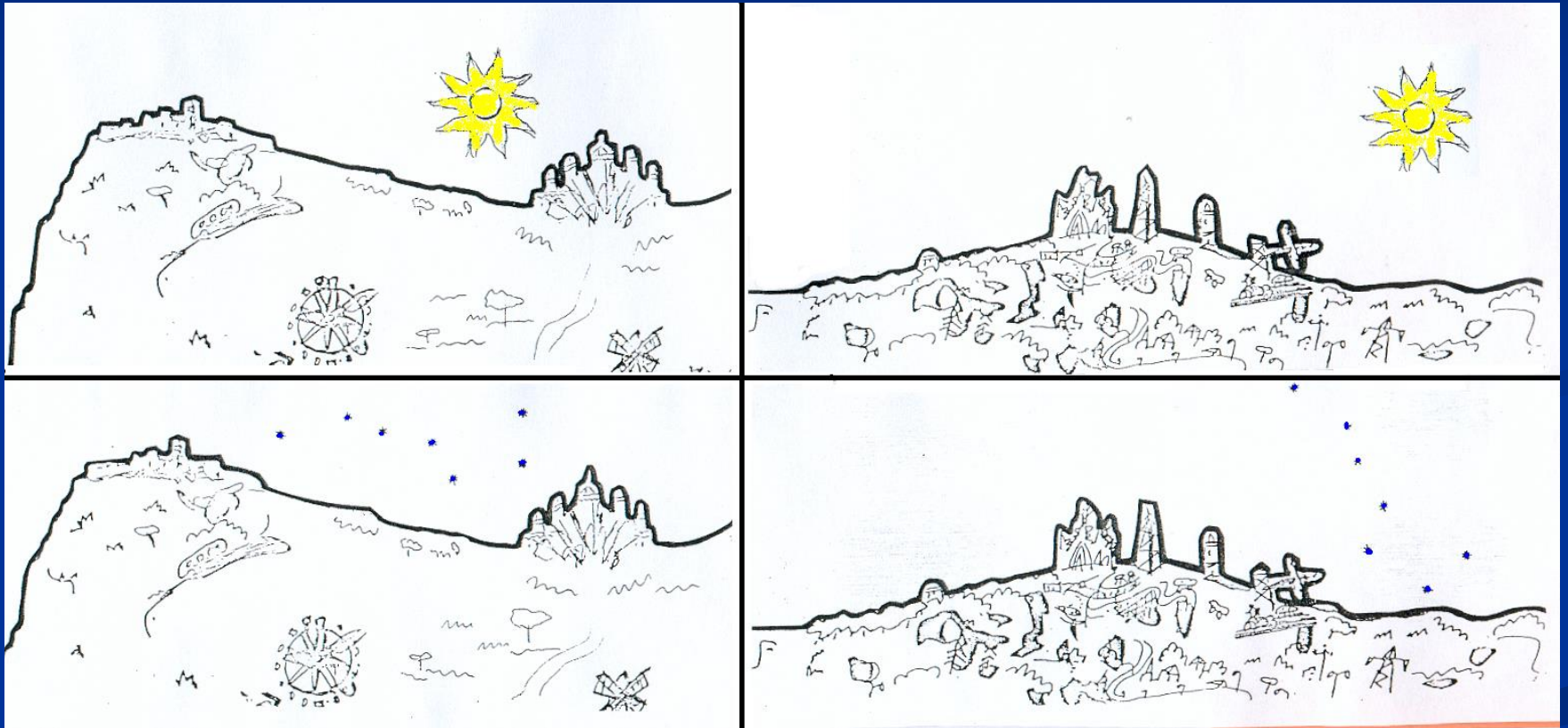
Activitat 5: Llegir l'hora

Exemple 2: Tulsa Oklahoma (Estats Units) 16 de Novembre

Ajust	Comentari	Resultat
1. Longitud	El meridià estàndard de Tulsa esta a 90° W. La seva longitud és $95^{\circ}58'W = 96^{\circ}$ W, llavors esta a 6è W des del meridià estàndard (1° és equivalent a 4 m)	+24 m
2. Horari d'hivern	Novembre no te horari d'estiu	
3. Equació de Temps	Llegim la taula pel 16 de Novembre	-15.3 m
Total		+ 8.7 m

Per exemple a les 12h de temps solar, els nostres rellotges de "polsera" assenyalen (Temps solar) $12h + 8.7 m = 12h 8.7 m$ (Temps del rellotge de polsera)

El model serveix per orientar-se ...



...per a observar i entendre...



Conclusions

- Es comprenen les figures "vistes" des de dins i des de fora.
- S'arriba a nivells d'abstracció que permeten llegir llibres i fer observacions.
- S'orienten a l'horitzó real.
- Es veu que el Sol no surt sempre per l'est i es posa per l'oest.



**Moltes gràcies per la
seva atenció!**

