



Publicació  
de Rosa Sensat

desembre 2003

# PERSPECTIVA ESCOLAR 280

## Estudiar l'Univers



Un segle d'escola a Barcelona

Setmana Intercultural

*Es comenten de manera esquemàtica algunes experiències per treballar l'astronomia a l'ensenyament secundari. S'introdueixen els instruments que han servit al llarg de la història de l'astronomia i s'aborda amb un enfocament multidisciplinari.*

## **Algunes activitats d'astronomia a l'ensenyament secundari**

***Eduard García  
Muntaner***

Al llarg de l'extensa història de l'astronomia, s'han fet observacions i experiències que a poc a poc han anat configurant el coneixement actual de l'univers. En tot aquest temps s'ha constituït com una temàtica en la qual es troben reflectits una gran varietat de conceptes i coneixements de matèries ben diverses. La física es necessària per interpretar les lleis que regeixen l'univers i per dissenyar nous sistemes d'observació; la geometria ho és per calcular òrbites i posicions; la química per conèixer la composició dels estels; la geologia per explicar la superfície dels planetes. També la trobem a la literatura, i la seva història és plena d'anècdotes i curiositats. I la seva presència a internet és enorme.

En aquest llarg recorregut s'ha elaborat una munió d'instruments i aparells i també s'han dut a terme observacions decisives tant a ull nu com a través de telescopi, algunes de les quals eren veritablement complicades, però altres les podem reproduir i treure partit del coneixement que les acompanya. Per totes aquestes raons, l'astronomia és una ciència amb unes grans possibilitats a l'ensenyament en general i la seva interdisciplinarietat la fa una matèria atractiva des de moltes àrees del coneixement.

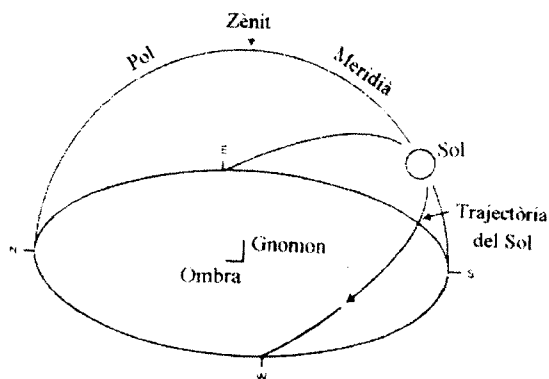
Són moltes les activitats que es poden dur a terme als nivells de l'ensenyament secundari, però en aquesta ocasió ens centrarem en algunes de les activitats que es poden fer amb el Sol. No disposem de l'espai suficient per explicar amb detall les experiències, però sí que en comentarem esquemàticament algunes.

El Sol és l'estel més proper a nosaltres i també el que més crida l'atenció. Tots els cicles biològics estan regulats pel camí que fa el Sol al llarg del dia i de l'any i l'absoluta regularitat amb què es mou ha permès el càlcul i la mesura del temps des de temps molt remots. Amb les activitats que es poden fer amb el Sol ja és possible assolir una idea força aproximada de com es mouen el Sol i la Terra i quines són les seves conseqüències.

## El gnòmon

A partir d'un dels instruments més antics, el gnòmon (una vareta vertical clavada a terra en una superfície horitzontal), podem calcular la direcció dels punts cardinals, l'altura del Sol, la latitud del lloc, les dates dels solsticis o la inclinació de l'eix terrestre. El gnòmon s'utilitza des de temps molt remots i antigament consistia en altes columnes de pedra.

Hem de tenir en compte que les mesures de les ombres sempre tenen una petita incertesa deguda a la dificultat de marcar exactament els límits de l'ombra, i com més llarga sigui l'ombra més gran és aquesta indefinició.



*Figura 1. L'ombra del Sol ens permet accedir a moltes experiències*

## Trajectòria de l'ombra del Sol en diferents èpoques de l'any

Podem observar les diferents trajectòries que fa el Sol al llarg de l'any a partir de les ombres del gnòmon. A l'hivern, quan el Sol està més baix, la seva ombra es troba més allunyada del gnòmon. En canvi a l'estiu és quan s'hi acostava més. A totes dues èpoques, l'ombra descriu una hipèrbola i només en els equinoccis (època en què comencen la primavera i la tardor) l'ombra del Sol descriu una recta.

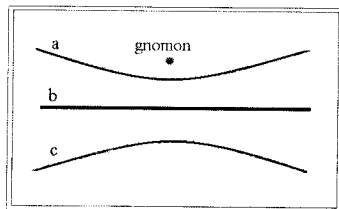


Figura 2. Trajectòria de les ombres del Sol a) l'estiu b) als equinoccis i c) a l'hivern

## Determinar la línia meridiana (direcció Nord-Sud)

Per determinar la línia meridiana, necessitem observar l'ombra del Sol durant un temps abans i després del migdia astronòmic (una hora menys en l'horari d'hivern i dues hores menys en l'horari d'estiu). Cal anar marcant la posició de l'extrem de l'ombra cada 15-20 minuts. A continuació unirem els extrems de les ombres i veurem clarament com ha variat la posició i la distància al peu del gnòmon.

Per determinar la meridiana podem utilitzar diversos mètodes.

1. Veure quina és l'ombra més curta (distància ON). Aquesta correspon a la posició més alta del Sol sobre l'horitzó i ens indica la direcció de la meridiana. (Figura 3).

2. Agafar dues ombres d'igual longitud, una abans i una altra des-

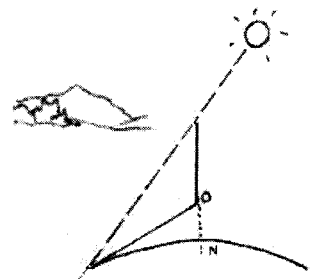


Figura 3

prés del migdia, i traçar la bisectriu. La línia així obtinguda ens marcarà la direcció de la meridiana. (Figura 4).

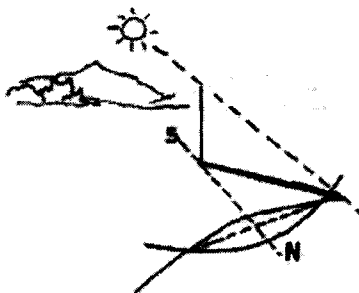


Figura 4

### La mesura de l'altura del Sol

La podem calcular aplicant uns conceptes bàsics de trigonometria. En el moment que vulguem mesurar aquesta altura, haurem de conèixer (figura 5) l'altura del gnòmon ( $h$ ) i la llargària de l'ombra ( $l$ ); amb aquestes dades, l'altura del Sol vindrà donada per

$$\text{Altura del Sol } (\alpha) = \text{arc tangent } \frac{\text{Altura del gnòmon } (h)}{\text{Llargada de l'ombra } (l)}$$

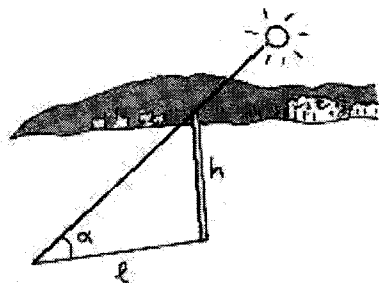


Figura 5

Un altre mètode per determinar l'altura del Sol és utilitzant un quadrant. Aquest és un instrument que permet mesurar l'angle que forma el Sol amb l'horitzontal, en canvi no permet mesurar angles horitzontals.

El material necessari per construir un quadrant és una peça de fusta quadrada d'uns 20 x 20 cm i un gruix de 15 a 20 mm, un paper mil·limetrat circular, dos claus, uns 30 cm de fil gruixut i una petita plomada. Tal com indica el dibuix, la projecció de l'ombra del Sol

14 Estudiar l'Univers

sobre el quadrant de cercle graduat ens indica la seva altura.

La mesura de l'altura del Sol s'aconsegueix quan s'orienta vers el Sol i l'ombra del clau superior es projecta sobre el quart de cercle graduat

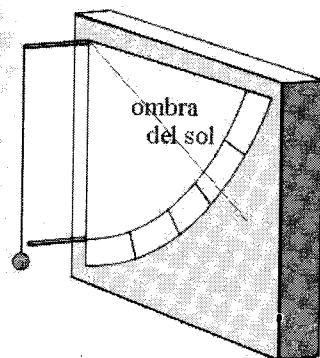


Figura 6

**La mesura de la latitud**

Per calcular la latitud del nostre lloc calcularem l'altura del Sol quan està més alt (al migdia) de qualsevol dels dos equinoccis. Si restem de 90° l'altura que hem mesurat, obtindrem el valor de la nostra latitud.

$$\text{Latitud} = 90^\circ - \text{altura del Sol}$$

**Els rellotges de sol**

Un altra activita interessant és la construcció d'un rellotge de sol. Tots tenen en comú una peça anomenada estilet que produeix una ombra sobre una superfície en la qual estan marcades les línies horàries. Aquest estilet sempre ha d'ésser paral·lel a l'eix de la Terra i la seva forma i material poden ser molt diversos.

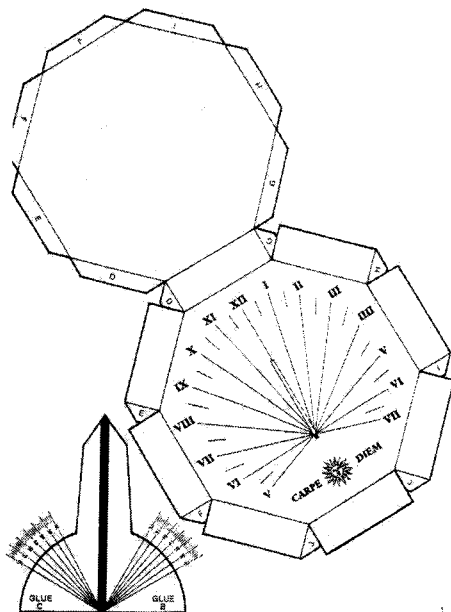
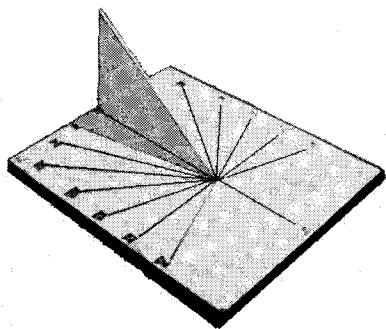


Figura 7

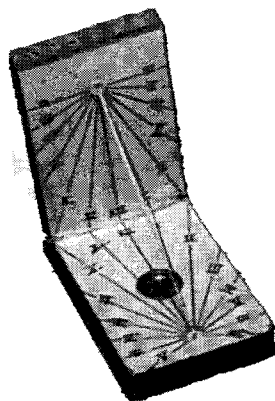
El funcionament d'un rellotge de sol és molt senzill: el Sol, en el seu moviment, es desplaça 15 graus per hora i l'ombra de l'estilet també es desplaça de la mateixa manera. Els diferents tipus de quadrants solars es diferencien pel pla en el qual es projecta l'ombra de l'estilet. Si el pla és perpendicular a l'estilet, tindrem un quadrant equatorial. Si el pla és horitzontal, tindrem un quadrant horitzontal, i si es vertical i està dirigit al sud direm que es tracta d'un quadrant vertical orientat.

La construcció d'un rellotge de sol té possibilitats il·limitades de disseny, de materials i de grandàries. El càlcul de les seves línies ha de ser ben precís, però el disseny del rellotge pot adoptar múltiples i artístiques formes.

La construcció d'un rellotge de sol ha d'anar acompanyada d'unes nocions sobre el temps, atès que aquests rellotges mai no van a l'hora. El moviment del Sol és tal que de vegades passa avançat i de vegades rressagat. Aquest fet es va solucionar amb el Sol mitjà. I la relació entre el sol vertader i el sol mitjà ve donada per l'equació de temps.



*Figura 8*



*Figura 9*

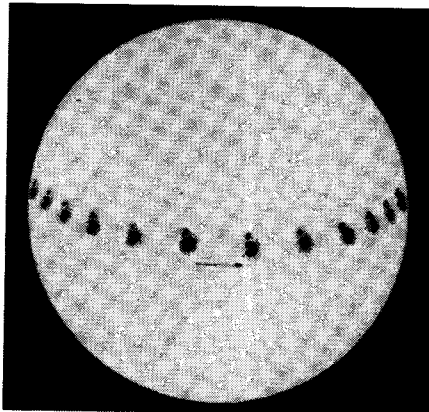
## **Observar la superfície del Sol**

L'observació del Sol amb un telescopi ens permet endinsar-nos en altres aspectes de gran interès.

És molt important insistir que l'observació del Sol directa només es pot fer pocs minuts abans de la posta i pocs minuts després de la sortida. També es pot observar amb un filtre ben fosc. Les ulleres de sol no estan concebudes per observar-lo i per aquest motiu són insuficients. Resulten molt útils els vidres utilitzats pels soldadors.

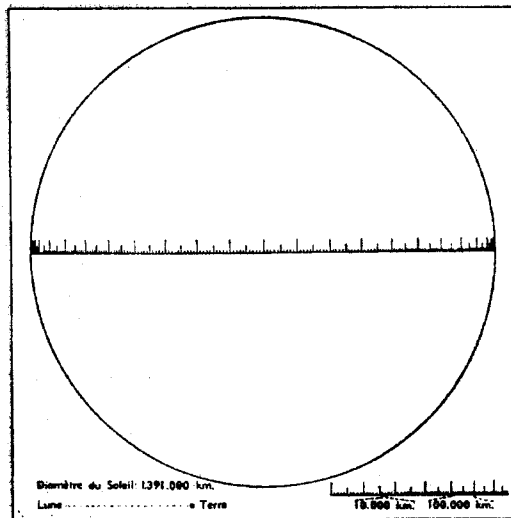
Però l'instrument més útil és el telescopi. Encara que es tracti d'un model petit, ja podem fer observacions de la superfície solar, comprovar la rotació solar i la rotació terrestre i determinar el grau d'activitat solar a partir del càlcul del número de Wolf.

Les taques solars tenen dimensions molt variables que van des de simples punts quasi imperceptibles fins a diàmetres equivalents a unes quantes terres. Habitualment es presenten formant grups que en ocasions ocupen una àmplia extensió del disc solar. Aquestes taques varien amb el temps i és una activitat molt útil mesurar-ne la grandària. Amb observacions més acurades també podem determinar les coordenades de les taques. També es poden comparar les nostres observacions amb les que estan exposades a internet, especialment en la pàgina <http://www.spaceweather.com>



*Figura 10. Les taques solars varien la seva forma aparent en funció de la seva posició sobre el disc solar. Són també una evidència de la rotació solar*





*Figura 11. Plantilla per projectar la imatge del Sol. És útil comparar les mesures de les taques amb la de la Terra o amb la distància Terra-Lluna*

## **Bibliografia**

*Taller de Astronomia.* Editorial AKAL.

*L'univers a les teves mans.* Crèdit variable. Edicions del Serbal.

*Taller de Astronomia. Temas y Actividades.* Equipo Sirius.