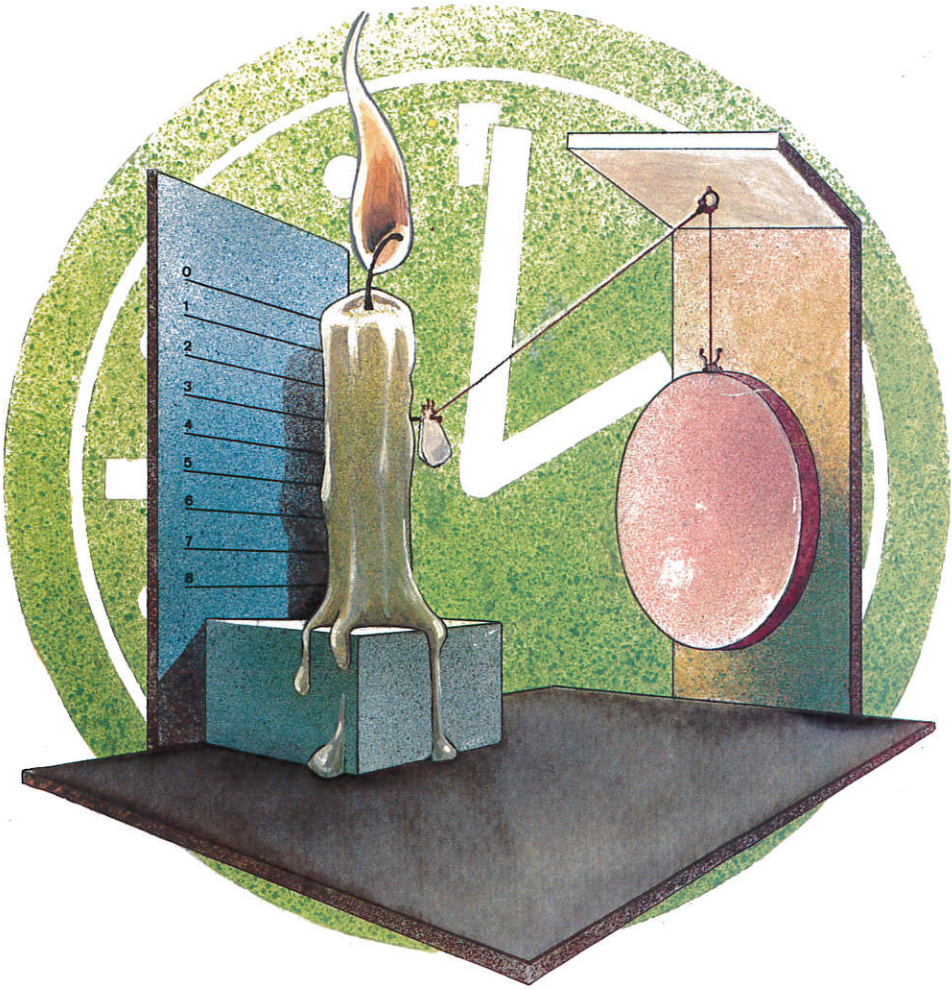
24 RELLOTGES

I ALTRES INSTRUMENTS PER A LA MESURA DEL TEMPS

EDUARD FARRÉ I OLIVÉ / CARME SEGURA I CAPELLADES



6

INSTRUMENTS

GUIX

24 RELLOTGES

I ALTRES INSTRUMENTS PER A LA MESURA DEL TEMPS

EDUARD FARRÉ I OLIVÉ / CARME SEGURA I CAPELLADES

6
INSTRUMENTS
GUIX

Col·lecció: Instruments – GUIX. © **Copyright:** Eduard Farré i Olivé / Carme Segura i Capellades.
© Copyright d'aquesta edició: Editorial GRAÓ de Serveis Pedagògics, c/ de l'Art, 81. 08026 Barcelona.
1a. edició: setembre 1989. **ISBN:** 84-7827-019-1. **D.L.:** B-31383/89. **Disseny col·lecció:** F. Latrappa. **Il·lustracions coberta i interior:** José Luzón. **Producció:** Punt i Ratlla S.A. Serveis editorials i de comunicació. **Impressió:** Imprimeix, S.C.C.L.

Índex

El pas del temps 5
Què cal per fer un rellotge? 5

Rellotges d'aigua 7
1 Clepsidra paral·lela 8
2 Clepsidra de Karnak 10
3 Clepsidra de laboratori. El flascó de Mariotte 12
4 Clepsidra amb surador 14
5 Clepsidra portàtil 17
6 Clepsidra nàufrag 19

Rellotges d'arena 21
7 Ampolleta 22

Rellotges de foc 24
8 Rellotge d'espelma 25
9 Rellotge de metxa 28
10 Rellotge d'oli 30
11 Avisador xinès 32
12 Laberint aromàtic 34

Rellotges mecànics 36
13 Rellotge de foliot 37
14 Rellotge de pèndol 42

Rellotges de sol 46
15 Rellotge equatorial 47
16 Rellotge polar 51
17 Gran rellotge horitzontal 54
18 Rellotge analemàtic 57
19 Rellotge de «rateta» 61
20 Rellotge vertical 63
21 Rellotge portàtil 67

Rellotges d'estels 70
22 Nocturlabi 71

Calendaris de sol 75
23 Calendari «megalític» 76
24 Calendari solar 79

Apèndix 83
Quadre núm. 1: Edats recomanades 83
Quadre núm. 2: Materials 84
Quadre núm. 3: Eines 86
Quadre núm. 4: Temporalització 87
Quadre núm. 5: Latituds i longituds geogràfiques dels Països Catalans 88
Quadre núm. 6: L'equació del temps 89
Quadre núm. 7: Declinacions solars 91
Quadre núm. 8: El zodíac 92
Adreces d'interès 93
Museus i institucions on trobar rellotges antics 94
Glossari 94

Bibliografia 95

El pas del temps

Un rellotge és un instrument destinat a mesurar el pas del temps i a indicar el compte de les hores i altres unitats temporals.

El rellotge darrerament ha esdevingut un dels objectes més familiars de la cultura universal; tots convivim més o menys de gust amb aquest instrument que condiciona les nostres vides; que tan aviat ens fa córrer amb angoixa com ens obliga a esperar amb impaciència.

Malgrat l'extrema familiaritat dels rellotges, la seva evolució ens és prou desconeguda. A part dels moderns sistemes d'indicació de l'hora, desconeixem la manera correcta de llegir les indicacions d'alguns rellotges de sol i gairebé ignorem l'existència històrica dels d'aigua, de foc o d'estels.

La mesura del temps no està contemplada en cap dels programes educatius actuals, o si ho està és de manera molt tangencial. Això és imcomprensible si pensem que l'evolució del rellotge ha afectat a camps tan heterogenis com l'astronomia, la física, o la mecànica. A més a més el coneixement d'aquesta evolució posa l'alumne en contacte directe amb principis que, deslligats d'una realitat tan usual, resulten difícils de comprendre pel seu caire abstracte.

En aquest recull de vint-i-quatre rellotges (nombre que hem volgut fer coincidir amb les hores del dia) passarem revista a algunes de les formes de mesurar el temps que ha emprat l'home des que va sentir aquesta necessitat. L'exposició dels diferents aparells o sistemes ha estat condicionada, en primer lloc, a la seva senzillesa de comprensió i, en segon lloc, a la seva facilitat de construcció.

El que es pretén és que en quasevol edat o nivell educatiu es pugui construir i experimentar amb aquells instruments que formen part de la història de la mesura del temps, i que siguin més senzills de fer i més fàcils d'entendre. Si, a més de passar-s'ho bé construint i experimentant amb l'ajut de l'adult, l'infant o el jove pot situar aquells instruments en el context històric que els correspon, podrà incrementar el seu bagatge humanístic, a més del purament tecnològic i científic.

La major part dels instruments que presentem són fàcils de fer. Alguns són assequibles a qualsevol edat i d'altres són més indicats per a nois més grans o per aquells especialment motivats. Malgrat el nostre suggeriment, l'adult és la persona indicada per decidir com utilitzar el material que se li ofereix en aquesta publicació.

Tots els rellotges poden ser realitzats per la majoria dels nois i noies, amb petites modificacions o explicacions més detallades en el cas dels més petits, o amb un tractament més ampli i obert per als més grans.

No hi ha cap necessitat de seguir un ordre de lectura, ja que cada capítol tracta un tipus de rellotge en funció de l'estructura de la seva base de temps i funcions o dissenys diversos.

Hi ha rellotges, com els de sol, que poden ser un magnífic complement per a una classe d'astronomia, els d'aigua potser poden servir per experimentar a la classe de física amb les lleis de la hidrodinàmica, i uns altres de mecànics seran més adequats a manualitats o activitats pretecnològiques.

D'entre les moltes maneres en què podíem haver ordenat els rellotges que presentem hem decidit fer-ne dos grans grups: els rellotges autònoms (els primers quatre capítols) i els rellotges i calendaris que depenen de l'observació astronòmica (els altres tres capítols).

En l'apèndix hem condensat una sèrie d'informacions que poden ser útils en ocasions molt diferents, com una sèrie d'adreces on aconseguir determinats materials o uns quadres orientatius d'edats, materials i temporalització de cada rellotge.

Què cal per fer un rellotge?

La indicació d'un rellotge abasta principalment les hores i els minuts, però també pot indicar els segons, els dies, els mesos, les fases de la Lluna...

L'element principal del rellotge és el que s'anomena "base de temps", que és el responsable del seu bon funcionament.

Per constituir la base de temps d'un rellotge cal un fenomen que es desenvolupi o que es vagi repetint amb molta regularitat, ja que com més uniforme sigui aquest ritme més precís serà el rellotge. A continuació, cal saber quantes repeticions o cicles representen una determinada unitat de temps i comptar-los per deduir quan haurà transcorregut aquella unitat.

Un primer joc que suggerim per identificar possibles bases de temps pot ser l'observació de fenòmens de desenvolupament uniformes o repetitius, com per exemple: el batec del cor, el recorregut del Sol, el goteig d'una aixeta, el creixement d'una planta, el ritme de les onades del mar, el consum d'un llumí o d'una espelma, el cicle d'un semàfor, el ritme respiratori, el creixement de les ungles, l'oscil·lació d'un pèndol, el creixement del cabell, etc.

Alguns d'aquests fenòmens els haurem de rebutjar per la seva irregularitat o inestabilitat, alguns altres de cicle molt lent ens serviran més aviat per constituir un calendari abans que un rellotge.

Aquells que considerem que serveixen per indicar el pas de les hores caldrà aplicar-los estris diversos per poder-hi fer la lectura de les unitats de temps (escala graduada, agulla i cercle graduat, palanques, engranatges, etc.)

Abans de poder utilitzar el nostre nou rellotge per saber l'hora, caldrà complementar la base de temps escollida construint els estris auxiliars necessaris per registrar el seu ritme, i a continuació graduar l'escala de lectura amb un altre rellotge ja existent.

Al llarg dels capítols anirem exposant els diferents processos evolutius que van seguir diversos tipus de rellotge emprats en l'antiguitat, com foren els d'aigua, foc i de sol; per exemple. Paral·lelament, descriurem altres tipus de rellotge sense tradició històrica, però que posen en joc l'enginy i l'aplicació de principis físics altrament de caràcter abstracte, com per exemple el flascó de Mariotte i la clepsidra portàtil.

Cada tipus de rellotge admet variants de construcció (materials i dissenys diversos) o de funcions; per exemple, un determinat tipus de rellotge es pot emprar per assenyalar les hores al llarg del dia o, simplement, per cronometrar un determinat espai de temps. Afegint-hi un mecanisme sonor també es pot emprar per avisar que ha transcorregut un determinat espai de temps.

La nostra intenció és també ajudar a estimular en el lector el desig d'inventar o de descobrir nous mètodes de registrar el pas del temps.

Rellotges d'aigua

Els rellotges d'aigua van ser els instruments més antics que l'home va utilitzar per mesurar el temps artificialment; els rellotges de sol van ser anteriors, però eren simples intermediaris entre el cicle natural del Sol i l'arc recorregut per les seves ombres. El rellotge d'aigua fou, doncs, el primer instrument autònom destinat a conservar l'hora i a mesurar espais de temps, independentment de l'observació del firmament.

El rellotge d'aigua va ser anomenat pels grecs "clepsidra", que significa "lladre d'aigua". Deriva d'un utensili domèstic que la gent havia estat utilitzant durant segles per transvasar aigua d'un recipient a un altre.

Al principi, les clepsidres per mesurar el temps es basaven en el descens del nivell de l'aigua continguda en un recipient. D'aquest tipus en diem clepsidra de buidat. Al món àrab i a l'Europa medieval s'empraren les clepsidres d'emplenat, en les quals l'hora era assenyalada pel nivell ascendent de l'aigua; en aquest tipus, sovint s'hi afegia un surador per indicar l'hora sobre una escala exterior al recipient.

1
Clepsidra paral·lela

Edat: A partir de 6 anys

Materials i eines
Ampolla de plàstic
Tisores
Un clau
Punxó
Retolador per acetat
Unes gotes de tinta o colorant
Un recipient
Aigua
Rellotge

Temporalització
Una sessió.

El tipus més senzill de clepsidra consisteix en un recipient ple d'aigua que es va buidant lentament a través d'un foradet practicat prop de la seva base inferior.

La paret del recipient té una serie de divisions o marques horàries que el nivell de l'aigua va recorrent durant el seu descens. La superfície de l'aigua actua així com l'indicador de l'hora o del temps transcorregut des que la clepsidra ha començat a buidar-se.

Cal tenir en compte que en aquesta clepsidra la pressió de l'aigua va disminuint en la mateixa mesura en què baixa el seu nivell, això significa que les divisions de l'escala horària no han d'estar regularment espaiades. Aquest és un dels grans defectes de les clepsidres, el qual trobarem resolt en els models que presentem en els següents capítols.

Elaboració

Per començar, hem de tallar la part superior d'una ampolla de plàstic perquè ens quedi un recipient cilíndric. En el fons, hi farem un petit forat amb l'ajut del punxó i tot seguit penjarem aquest recipient, mitjançant el clau, en una paret o en algun altre suport vertical (figura 1.1).

Hem de tenir la precaució de posar un altre recipient sota la nostra clepsidra que servirà per anar recollint l'aigua que vagi vessant.

Molt a prop de l'obertura superior, hi

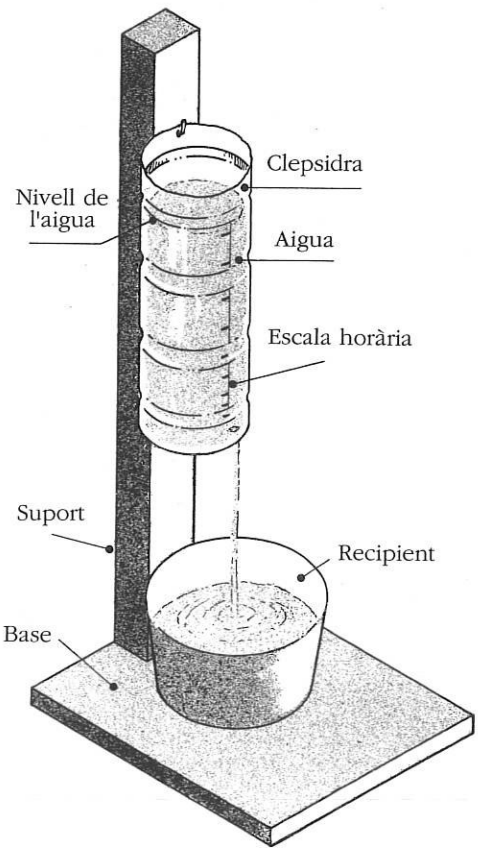


Fig. 1.1. Clepsidra paral·lela.

hem de marcar, amb el retolador, una ratlla que assenyalarem amb el nombre "0".

Preparem, aproximadament, un litre i mig d'aigua tenyida amb unes gotes de tinta, ja que d'aquesta manera podrem apreciar més bé el nivell del líquid.

Abans d'omplir la clepsidra amb l'aigua hem de decidir cada quants minuts marcarem un nou senyal per anar conformant l'escala horària a partir del "0"; per exemple, cada quart.

Ara ja podem omplir el recipient amb l'aigua fins al senyal marcat anteriorment. Amb l'ajut d'un rellotge marcarem un nou senyal, per cada quart, a la paret del recipient. D'aquesta manera, en arribar el nivell de l'aigua al fons, tindrem la paret marcada amb diferents senyals, el quals constituiran la buscada escala horària.

Utilització

Cada cop que vulguem fer servir aquesta clepsidra n'hi haurà prou d'omplir-la d'aigua fins al nivell de la divisió horària superior i deixar-la degotar a partir del moment en què vulguem iniciar el cronometratge d'un esdeveniment.

Variacions

Si l'experiment és realitzat per tres o quatre grups simultàniament, pot molt ben ser que no coincideixin les escales horàries, a causa dels diferents diàmetres possibles dels forats de desguàs o dels recipients emprats. Hem de tenir en compte, però, que cada clepsidra, a partir del moment que ja té marcada la seva escala horària, sempre seguirà aproximadament aquella pauta.

També es podria fer la clepsidra de manera inversa, és a dir, un recipient amb aigua va degotant de mica en mica el seu líquid a un altre recipient, i serà en aquest darrer, a mesura que el nivell d'aigua augmenti, on marcarem l'escala horària. En aquest cas, partirem del "0" en el moment en què no hi ha gens d'aigua en el recipient.

Si podem fer per manera que el recipient que degota es mantingui sempre ple, l'escala horària resultant en el recipient receptor tindrà les divisions regularment espaiades.

2
Clepsidra de Karnak

Edat: A partir de 10 anys

Materials i eines
Test
Plastilina
Filaberquí
Retolador
Recipient
Aigua
Rellotge

Temporalització
Una sessió.

Per evitar l'inconvenient que representa la irregularitat de l'escala horària en la clepsidra de parets paral·leles, els egipcis van dissenyar un vas tronco-cònic amb les parets inclinades uns 70° respecte de l'horitzontal, i l'obertura superior amb un diàmetre que era el doble que el de la base inferior, la qual cosa comporta l'espaiament regular de les divisions de l'escala horària.

La raó d'aquest fenomen és fàcil d'entendre; quan el recipient és ple, l'aigua surt amb més velocitat que quan és mig buit, però al mateix temps també hi ha més aigua per sortir.

L'exemplar més antic que es coneix d'una clepsidra tronco-cònica data del segle XIV aC, és d'alabastre i fou trobat al temple d'Amon a Karnak, Egipte (figura 2.1).

Elaboració

Comprarem un test amb les proporcions adequades, és a dir, que la seva boca tingui el doble de diàmetre que la base, i que els costats tinguin una inclinació aproximada de 70° respecte de l'horitzontal (l'alçada ha de ser més o menys igual a 1,37 vegades el diàmetre de la base; h = 1,37 a) (figura 2.2).

Un cop tinguem el test més idoni, taparem el forat del fons amb plastilina, vigilant

Fig. 2.1. Reproducció de la clepsidra egípcia de Karnak (s. XIV aC). L'original és d'alabastre i es conserva a El Caire (Egipte).

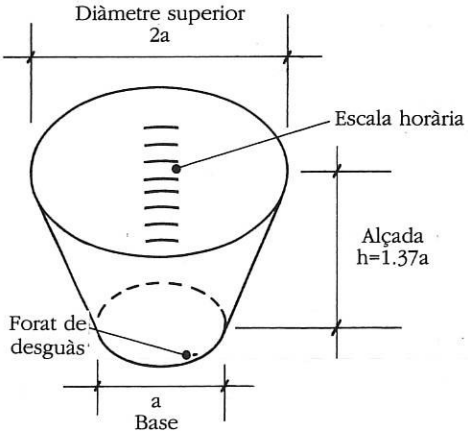


Fig. 2.2. Proporcions ideals de la clepsidra tronco-cònica.

que quedi ben tapat perquè no hi hagi cap fugida d'aigua.

Amb el filaberquí, obrirem un petit forat a la paret, molt a prop de la base, i col·locarem el test en el límit d'una taula o suport, de manera que quedi elevat, posant a sota un recipient per recollir l'aigua.

Per marcar l'escala horària procedirem com en el cas anterior; peró aquesta vegada marcant-ho sobre la paret interior del test; o sigui, a mesura que l'aigua vagi baixant anirem marcant la pauta horària.

En aquest rellotge les divisions ens quedaran més equidistants que en la clepsidra paral·lela, a causa de les proporcions buscades per al test.

Variacions

Jugant amb el diàmetre del forat de deguàs, podrem anar variant el temps de buidat de la clepsidra fins a trobar el temps desitjat per al cicle del rellotge.

Es pot decorar l'exterior de la clepsidra amb jeroglífics egipcis, ja sigui rascant i buidant l'entorn, o bé afegint-hi volums amb fang.

Si es disposa d'un forn adequat es pot demanar als nens que facin el test i experimentar amb el comportament de clepsidres de diferents proporcions.

3
Clepsidra de laboratori. El flascó de Mariotte

Edat: A partir de 12 anys

Materials i eines:
Pot de plàstic amb tapadora hermètica
Tub de vidre de laboratori
Filaberquí o punxó
Pega instantània
Colorant
Recipient
Aigua
Rellotge

Temporalització
Una sessió.

El flascó de Mariotte és un instrument físic que es fa servir, precisament, per aconseguir una velocitat de sortida uniforme i constant d'un líquid per un orifici. Malauradament, quan Edme Mariotte (1620-1684) va descobrir aquest principi físic, les clepsidres ja feia molt de temps que havien estat substituïdes pels rellotges mecànics.

Elaboració

El flascó de Mariotte, figura 3.1, consisteix en un recipient tancat per un tap, el qual està travessat per un tub que s'intro-

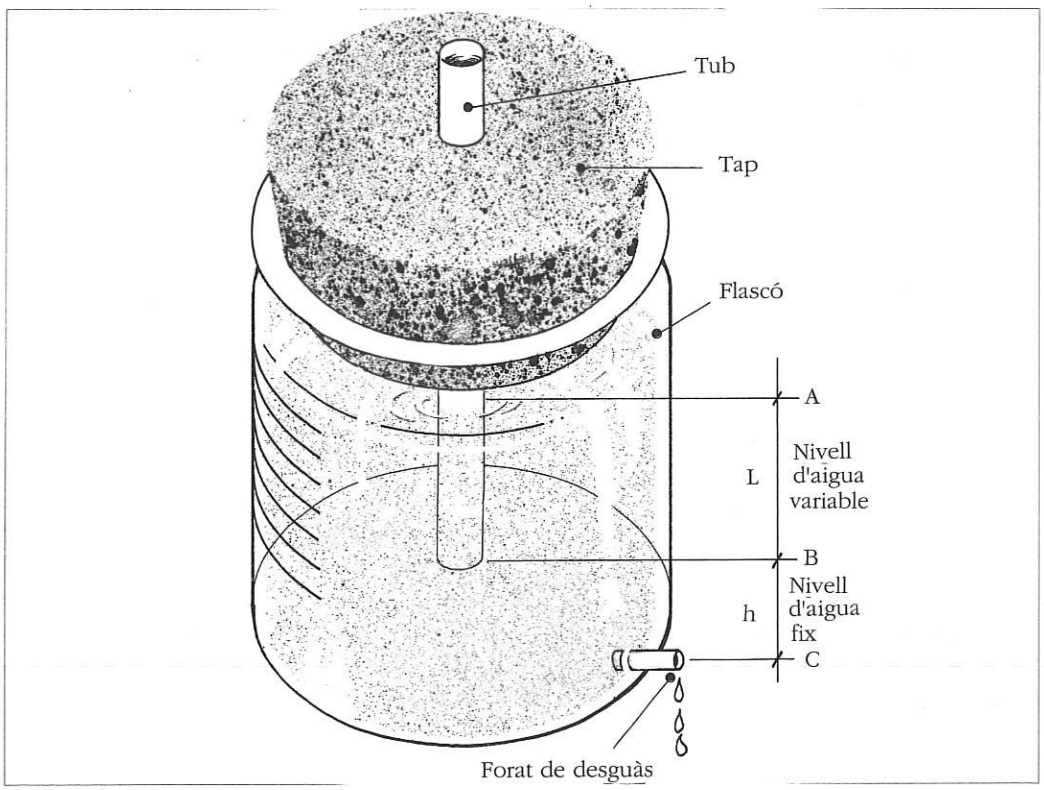


Fig. 3.1. Flascó de Mariotte.

dueix en l'interior del líquid. En la boca inferior del tub, és a dir, en el nivell 'B' hi ha una pressió igual a la atmosfèrica. L'extrem inferior del tub està a una distància 'h' del forat de sortida del líquid, aquesta distància és l'altura de la columna d'aigua que afegeix una certa pressió a l'atmosfèrica existent en el punt 'B'. Així doncs, la pressió en el punt 'C' és igual a l'atmosfèrica més la de l'altura 'h' de l'aigua, compresa entre els punts 'B' i 'C'. Aquesta pressió es mantindrà constant, sigui quina sigui l'altura 'L' del líquid contingut entre els punts 'A' i 'B'. Aquesta altura anirà minvant regularment i la velocitat de sortida de l'aigua serà constant mentre aquesta no baixi per sota del punt 'B'.

Per començar, haurem de disposar d'un pot de plàstic amb una tapadora que ajusti hermèticament. A la tapadora, hi farem el forat on ajustarem el tubet de vidre i després segellarem aquesta juntura amb la pega instantània.

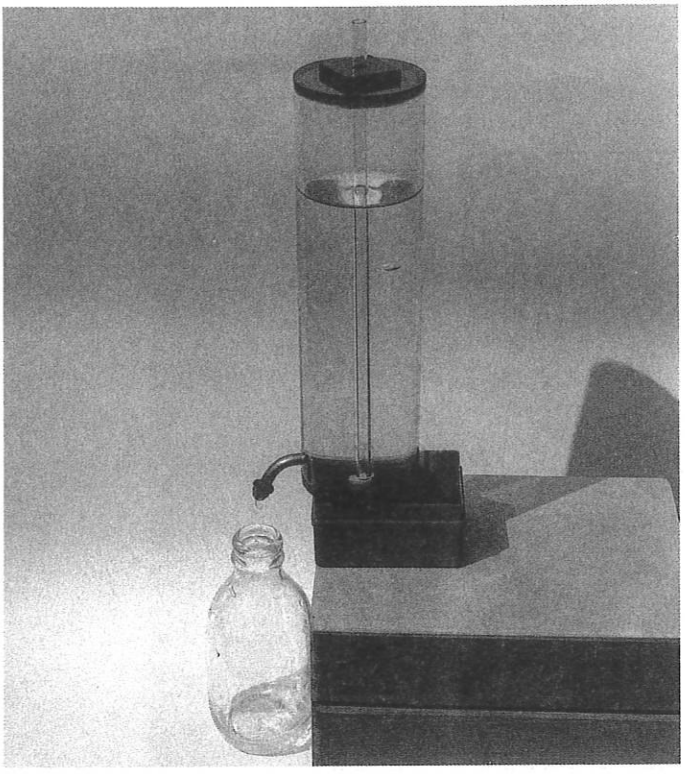
Tot seguit, farem un petit forat amb el punxó a la paret del pot a prop de la base inferior. En un primer moment, taparem aquest forat amb el dit o amb una bola de plastilina, a continuació omplirem el pot amb aigua tenyida amb unes gotes de colorant.

Amb el pot hermèticament tancat, i havent destapat el forat de desguàs procedirem a efectuar la graduació horària amb el nostre rellotge. Hem de tenir en compte que, en aquesta clepsidra, només serà útil l'espai del dibuix marcat amb la lleta 'L'.

Variacions

La velocitat constant de sortida de l'aigua permet utilitzar el flascó de Mariotte de dues maneres: d'una banda, marcant les divisions horàries entre els punts 'A' i 'B'; i d'altra banda marcant-les en un recipient receptor de parets paral·leles que rebrà l'aigua que surt del flascó.

Variant la mida del forat de sortida i la distància 'h' entre l'extrem inferior del tub i el forat de sortida, trobarem la cadència desitjada de desguàs.



Flascó de Mariotte realitzat en metacrilat, vidre i llautó.

4
Clepsidra amb surador

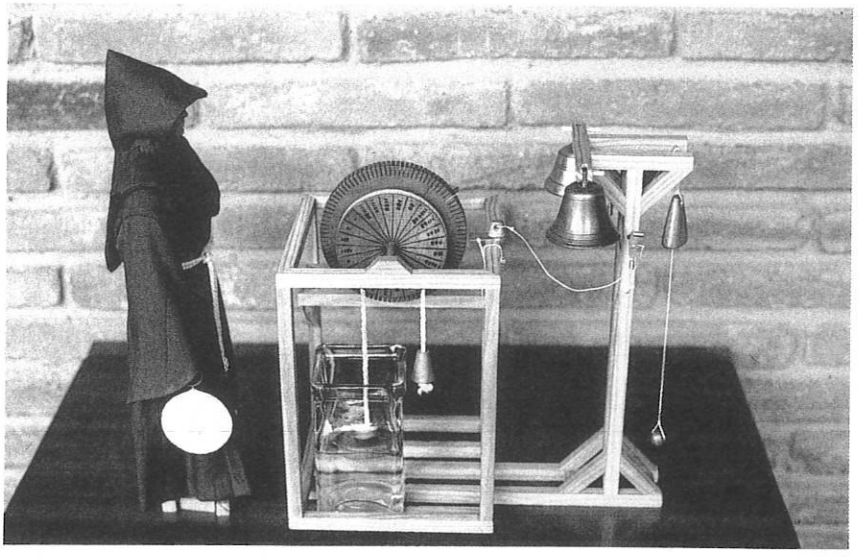
Edat: A partir de 13 anys

Materials i eines
Tres fustes rectangulars
Dos recipients
Una canya de beure
Un punxó o filaberquí
Un disc de fusta
Un plom de pesca
Cordill
Una politja de fusta
Un cilindre perforat de fusta o de plàstic
Un cargol llarg per a fusta
Retoladors
Aigua
Rellotge

Temporalització
Dues sessions. Una primera sessió per construir l'aparell, i una segona per graduar-lo.

Ktesibius d'Alexandria, en el segle III aC, va aplicar simultàniament les lleis de la hidràulica i de la mecànica als rellotges d'aigua; d'aquesta simbiosi en va sortir una clepsidra amb surador que indicava les hores sobre una escala exterior al dipòsit de l'aigua. Heró, deixeble de Ktesibius, va desenvolupar els mecanismes hidràulics de les clepsidres amb la finalitat d'accionar diversos tipus d'autòmats que efectuaven moviments i produïen sons a hores predeterminades.

En un còdex del segle XI, procedent del monestir de Ripoll, es descriu una clepsidra amb surador que podem veure a la figura 4.1. Hi falta el dipòsit d'aigua perquè el manuscrit no dóna detalls al respecte. Hi ha, en canvi, un mecanisme de despertador que és disparat per una planxeta que es pot situar en algunes de les divisions horàries; aquestes van situades sobre la politja, i la seva lectura s'efectua per la seva horitzontalitat, constituint així una primitiva indicació digital de l'hora.



4.1. Reproducció de la clepsidra amb surador descrita en un còdex del segle XI del monestir de Ripoll.

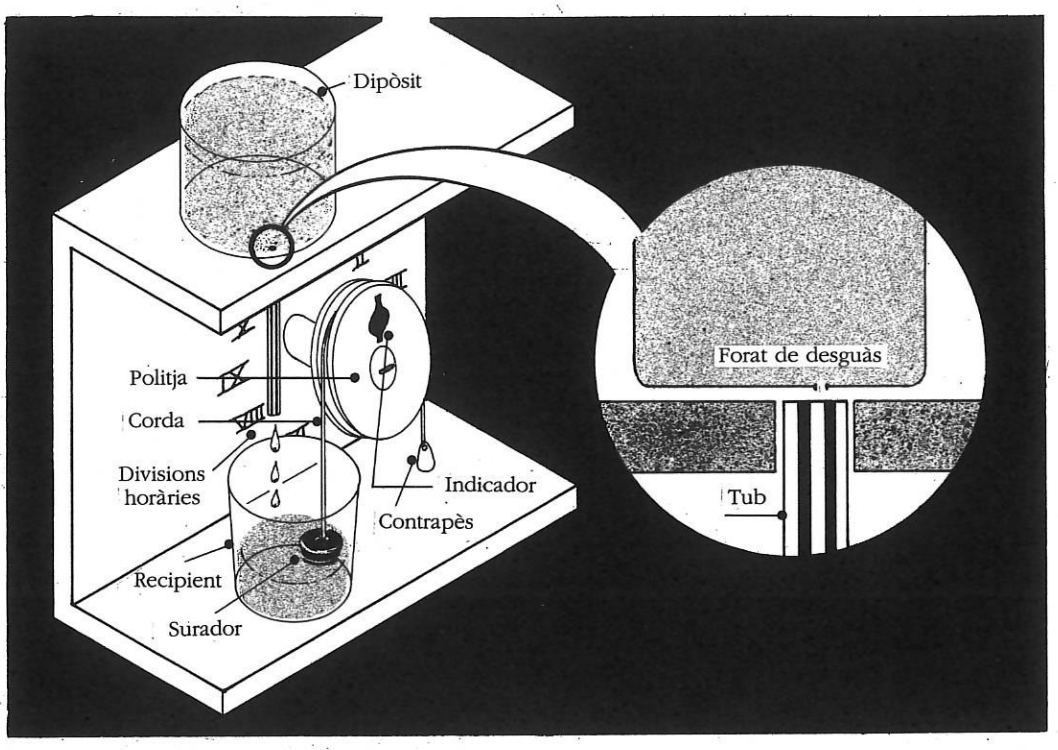


Fig. 4.2. Esquema de la clepsidra amb surador.

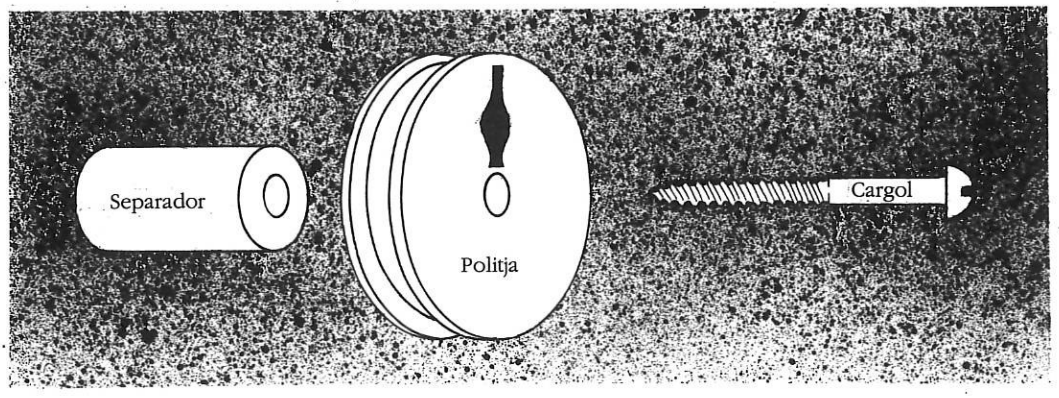


Fig. 4.3. Detall de la politja.

A la cort del rei Jaume II (s. XIII-XIV), en trobem una altra de similar que feia sonar una curta melodia amb un primitiu carilló.

Elaboració

Amb les tres fustes haurem de construir un petit bastiment per situar-hi els dos recipients, tal com s'indica a la figura 4.2.

El dipòsit de l'aigua estarà situat al damunt del bastiment. Amb el punxó farem un petit forat a la part inferior d'aquest dipòsit i un forat més ample a la fusta superior del bastiment, per permetre així el transvàs de l'aigua del dipòsit cap al recipient receptor. Per facilitar aquesta circulació de l'aigua podem canalitzar-la amb la canya de beure.

El recipient receptor haurà d'estar situat a l'interior del bastiment, justament a sota de la canya de beure.

A la paret vertical del bastiment hi farem un forat per collar-hi la politja de fusta mitjançant el cargol. Per tal que la politja pugui quedar centrada damunt del recipient receptor, la separarem de l'esmentada paret amb l'ajut d'un cilindre perforat. A la politja haurà d'haver-hi un senyal, que pot tenir forma de fletxa, perquè posteriorment vagi marcant el transcurs del temps (fig.4.3).

En un extrem del cordill hi lligarem el disc de fusta que farà les funcions de surador; aquest anirà situat a l'interior del recipient receptor; a l'altre extrem, hi lligarem el contrapès de plom. La llargada del cordill haurà de ser l'adequada, perquè quan el surador estigui a la base del seu recipient, el contrapès estigui al més a prop possible de la politja. Hem de tenir en compte que el pes del surador ha de ser superior al del contrapès, així el surador podrà estar sempre en contacte amb la superfície de l'aigua.

Ara és el moment d'omplir el dipòsit d'aigua i efectuar els senyals horaris a la paret vertical del bastiment amb l'ajut d'un rellotge. En omplir-se el recipient d'aigua, el surador ha de pujar i la politja ha de poder girar amb tota llibertat sobre el cargol.

La graduació horària podrà contemplar les hores del dia, o una escala que parteixi de '0' per utilitzar la clepsidra a manera de cronòmetre.

Utilització

Cada cop que vulguem fer servir la clepsidra caldrà omplir el dipòsit amb aigua i posar l'indicador en hora.

Variacions

Tant el ritme de goteig com la mida de la politja determinaran la distribució dels senyals horaris; com més gran sigui la politja, més lentament girarà per a una mateixa quantitat d'aigua caiguda; és a dir que podem variar, segons el nostre interès, la mida del forat de desguàs i el diàmetre de la politja fins que trobem la graduació desitjada per a la nostra clepsidra.

Cal tenir en compte que la paulatina pèrdua de pressió en el dipòsit superior, a causa de la disminució gradual del nivell d'aigua, repercutirà en l'escala horària.

Si trobem la manera de mantenir el dipòsit superior sempre ple d'aigua, mitjançant un tercer dipòsit, o de posar-hi un flascó de Mariotte, els senyals horaris podran quedar regularment distribuïts.

En lloc de pintar les hores a la paret vertical, podem acostar-les a la fletxa indicadora que hi ha a la politja, dibuixant-les sobre un disc perforat de fusta o de cartolina que fixarem al cilindre separador a prop de la politja, però tenint cura que no la pertorbi en el seu lliure gir.

5
Clepsidra portàtil

Edat: A partir de 10 anys

Materials i eines
Dos pots transparents amb tapadora hermètica
Dues canyes primes de beure
Filaberquí
Aigua
Colorant o tinta
Pega instantània
Rellotge

Temporalització
Una sessió.

No coneixem precedents històrics d'aquest rellotge d'aigua. Bàsicament consisteix en una clepsidra de circuit tancat que no necessita aportació externa d'aigua, per la qual cosa pot esdevenir portàtil.

La seva estructura (figura 5.1) recorda la del típic rellotge d'arena, al qual s'ha canviat l'arena per aigua. Perquè l'aigua pugui desplaçar-se d'un a l'altre recipient hermètic, a través d'un estret conducte, és necessari que existeixi una entrada d'aire; per aquesta raó ha de tenir dos tubs alternats, l'un perquè hi circuli l'aigua i l'altre, per a l'aire.

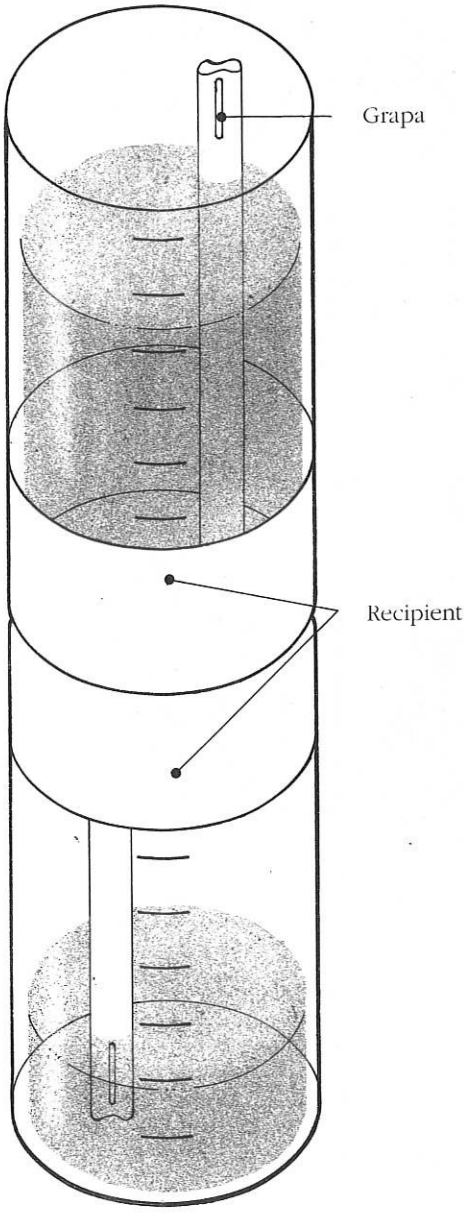


Fig. 5.1. Clepsidra portàtil.

Elaboració

Primerament; enganxarem les tapadores dels pots cara a cara i hi farem dues perforacions amb el filaberquí per poder-hi col·locar les dues canyes (figura 5.2).

Posarem les canyes de manera que surtin uns 5 mm per un costat; la resta ha de quedar a l'altre costat ocupant tota la llarga-

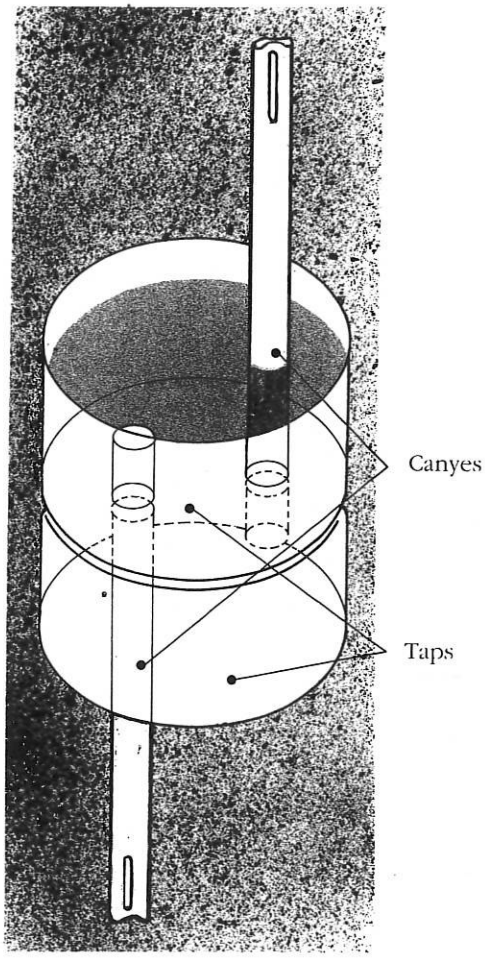


Fig. 5.2. Detall de muntatge.

da de cadascun dels recipients. Per fixar les canyes, hi posarem unes gotetes de pega instantània, tenint en compte que les junctures quedin hermètiques.

Quan les canyes estiguin enganxades, posarem aigua amb unes gotes de colorant en uns dels pots, hi col·locarem les tapadores i farem que el pot ple d'aigua quedi a la part superior.

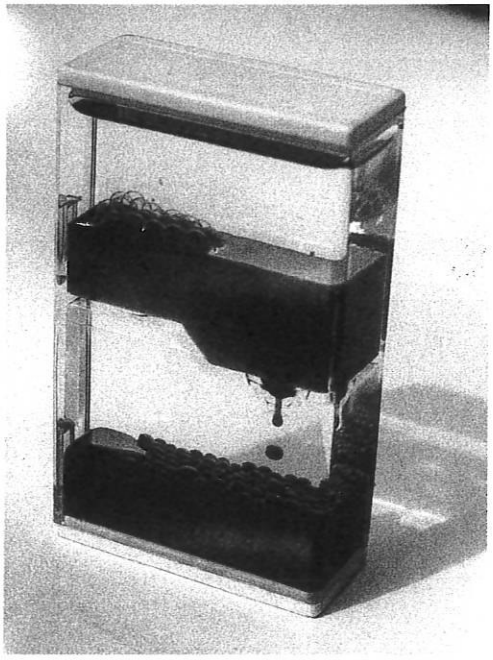


Fig. 5.3. Clepsidra de butxaca comercial. Els líquids emprats són aigua i oli mineral.

A mesura que l'aigua vagi passant al pot inferior anirem cronometrant el temps amb l'ajut d'un rellotge. Si desitgem que la clepsidra portàtil assenyali un període de temps determinat, en traurem o hi afegirem aigua segons ens convingui; d'aquesta manera mesurarà sempre el temps que vulguem.

Variacions

Si substituïm l'aigua per un altre líquid més viscós, per exemple oli, aconseguirem una durada més llarga en el cicle del rellotge.

Fer els forats de les canyes més estrets, plegar una mica les puntes grapant-ne els extrems, subjectar-les amb fil o enganxar un tros d'escuradents en el seu interior, són recursos per augmentar el temps de durada de la clepsidra.

6
Clepsidra nàufrag

Edat: A partir de 6 anys

Materials i eines
Una galleda
Un recipient que càpiga dins la galleda
Filaberquí
Aigua
Rellotge

Temporalització
Una sessió.

Aquesta senzilla clepsidra consisteix en un recipient de bronze perforat en el seu fons que es col·loca sobre l'aigua. Aquest recipient flota mentre es va omplint d'aigua; finalment s'enfonsa sorollosament, assenyalant així la fi d'un determinat espai de temps.

El seu origen es remunta a la Babilònia i l'Egipte del segle XV aC. Els àrabs utilitzaren aquest sistema a València, i encara ara s'empra en el Nord d'Àfrica per mesurar el temps durant el qual un camperol pot utilitzar l'aigua de rec d'una sèquia comunitària. A la Vall de Segó, prop de Sagunt, en

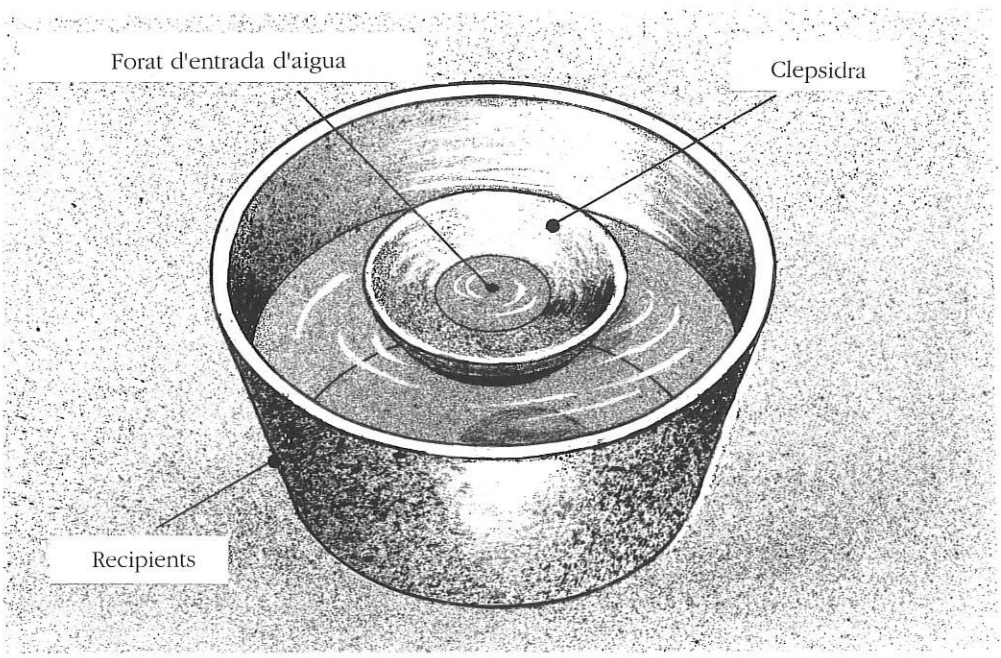


Fig. 6.1. Funcionament de la clepsidra nàufrag.

coneixien dues variants: "l'olla", que s'enfonsava aproximadament en una hora i "el carapit", que ho feia en set minuts i mig (1/8 d'hora).

Elaboració

La realització d'aquest rellotge no presenta cap tipus de dificultat, ja que es tracta solament de fer un petit forat en el centre de la base del recipient i col·locar-lo dintre de la galleda ja plena d'aigua (figura 6.1).

El recipient anirà enfonsant-se de mica en mica, ja que cada vegada contindrà més aigua; quan per fi estigui completament ple, haurem de mirar el rellotge per conèixer quant de temps ha trigat per realitzar el procés.

Si volem que el recipient s'enfonsi més ràpidament, anirem engrandint lentament el forat de la base amb el filaberquí fins arribar al temps desitjat.

Utilització

Com que ja sabem el temps que triga a enfonsar-se el recipient, per utilitzar-lo com a rellotge solament hem de deixar-lo al damunt de l'aigua i deixar que s'enfonsi.

En el moment d'enfonsar-se, la clepsidra produeix un soroll característic que ens avisarà sonorament que ha transcorregut aquell temps.

Variacions

Antigament, la clepsidra nàufrag consistia en un recipient de bronze; nosaltres, el podem fer de qualsevol material que tinguem al nostre abast: fang cuit, metall repujat, un estri de cuina de plàstic o d'alumini... Sigui del material que sigui, el podem decorar amb motius al·legòrics.

Antiga clepsidra nàufrag.

Rellotges d'arena

Des de l'antiguitat que s'ha fet servir el transvasament de materials sòlids (arena, gra...) per impulsar diverses màquines. Aquest fet, aplicat a la mesura del temps, pretenia substituir l'aigua de les clepsidres per evitar els inconvenients derivats dels canvis de pressió. Fins al segle XIV no va néixer el rellotge d'arena tal com el coneixem avui dia, ja que per aquest naixement va ser necessària l'aparició del vidre transparent.

En l'època dels descobriments, a bord dels vaixells hi havia la gran ampolleta de guàrdia, que durava quatre hores, i que solament podia tocar l'oficial de guàrdia. Hi havia també l'ampolleta de mitja guàrdia que durava dues hores i l'ampolleta corrent de mitja hora que estava al costat del timoner; aquesta darrera era l'encarregada de marcar el ritme rutinari del vaixell, ja que cada trenta minuts es tocava una campana que anunciava l'hora a tota la tripulació.

7
Ampolleta

Edat: A partir de 6 anys

Materials i eines
Dues ampolletes de refresc iguals
Sorra molt fina (per exemple, la de la platja de Castelldefels)
Un colador de forat petit o un garbell
Un disc metàl·lic o de plàstic dur
Varetes de fusta
Cinta adhesiva
Dos discs de fusta
Cordill
Cola de fuster
Rellotge

Temporalització
Dues sessions. Una primera per construir-lo i una segona per graduar-lo.

El rellotge d'arena es basa en el mateix principi que les clepsidres (rellotge d'aigua); l'arena emmagatzemada en el recipient superior triga un temps determinat a passar a l'inferior, però aquests tenen un avantatge respecte al d'aigua i és que la quantitat d'arena que resta per sortir no influeix en la velocitat de circulació, per la qual cosa no cal prendre cap precaució determinada.

El fet que al rellotge d'arena l'anomenessin de vegades "rellotge d'aigua hivernal" fa pensar que una de les seves primeres comeses va ser substituir les clepsidres en els llocs freds, indrets on l'aigua tenia tendència a glaçar-se.

Elaboració

Primerament, rentarem i assecarem perfectament les ampolles i l'arena, si volem estalviar-nos haver-la de rentar podem agafar-la de la vora del mar, i així solament haurem d'assecar-la, cal evitar que ens enterboli els recipients amb la pols. Aleshores, podrem colar l'arena per treure'n les pedretes més grans, o petites cosetes que més endavant ens poguessin obturar el forat per on ha de passar.

El disc metàl·lic, que anomenarem diafragma, ha de tenir un diàmetre aproximat al de la boca de les ampolles (en lloc de metàl·lic, també pot ser de plàstic dur o de qualsevol material que trobem adient per realitzar aquesta funció). Segons el material

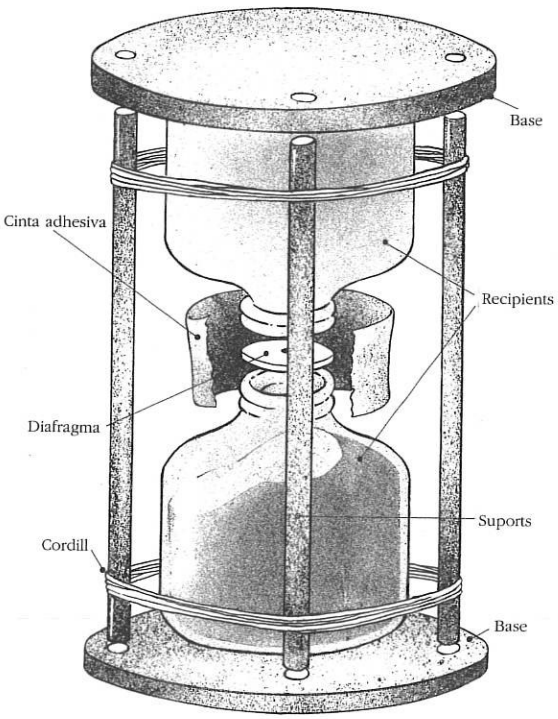


Fig. 7.1. Rellotge d'arena.

escollit, l'haurem de perforar amb un petit filaberquí o amb una agulla al roig.

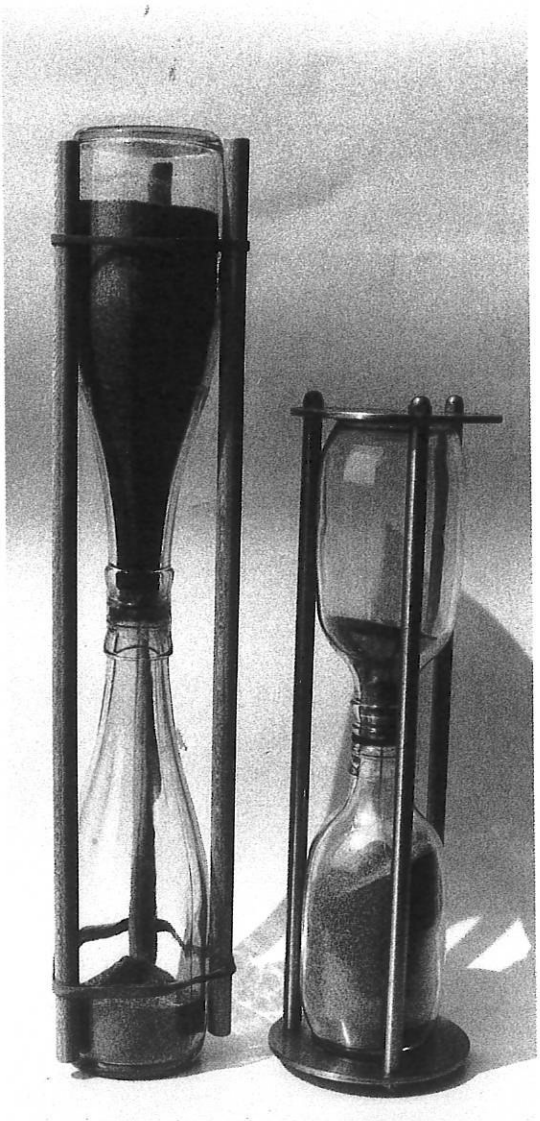
Omplirem, provisionalment, una de les ampolles i amb el diafragma al mig l'enganxarem a l'altra ampolla. Cronometrarem el temps del buidat segons el forat fet. Tot seguit, podem anar rectificant el forat o la quantitat de sorra fins a trobar el temps desitjat per al rellotge.

Aleshores, solament faltarà fer un bon i definitiu acoblament de les ampolles i del disc metàl·lic amb cinta adhesiva (figura 7.1).

Si es vol, també es pot fer un reforçament de seguretat, i decoració al voltant de les ampolles, utilitzant les varetes i els disc de fusta, la cola i el cordill.

Variacions

Si treballem amb un grup de nois i noies grans, en lloc de fer servir el colador podríem utilitzar garbells amb forats de diferent mida. Nosaltres vàrem comprar tela metàl·lica de garbell del núm. 80 (80 forats per polzada) i garbellant sorra de Castelldefels vàrem poder-ne aprofitar el 30%; com més alt sigui el número del garbell, menys arena aprofitareu, però aquesta serà més fina i hi haurà menys perill d'obturació del forat. Amb aquesta sorra més fina podrem fer el forat més estret, augmentant així el temps de mesura del mateix rellotge (figura 7.2).



7.2. Exemples de rellotges d'arena construïts per alumnes d'EGB i de FP seguint el procés explicat en aquest capítol.

Rellotges de foc

Els rellotges de foc es basen en el temps que triga a consumir-se una substància combustible.

Tenint en compte que la densitat d'aquestes substàncies no és gaire regular i que la seva velocitat de combustió és fortament influïda pel corrents d'aire i altres agents externs, això no ens permet construir aparells de massa precisió. Cal considerar, però, que a l'època i els llocs en què foren utilitzats no es tenia el mateix concepte del pas del temps ni de la necessitat de puntualitat que tenim actualment.

De tota manera, no utilitzarem tant els rellotges de foc per conèixer l'hora del dia com per cronometrar determinats espais de temps.

8
Rellotge d'espelma

Edat: A partir de 8 anys

Materials i eines
Espelmes
Dos llistons d'uns 4 cm d'amplada i 2 cm de gruix
Claus
Martell
Cola de fuster
Cartolina
Tisores
Encenedor
Rellotge

Temporalització
Una sessió.

Es diu que aquest tipus de rellotge va ser inventat per Alfred el Gran, rei anglosaxó que va viure entre els anys 849 i 899. Per repartir el seu temps va fer elaborar unes espelmes homogènies d'un peu de llarg, graduades en 12 sectors, que es consumien en quatre hores.

Els ordes religiosos medievals també utilitzaren el rellotge d'espelma per mesurar el transcurs de les hores canòniques, especialment durant la nit.

L'aportació dels àrabs va ser molt més espectacular, els seus rellotges d'espelma estaven complementats amb mecanismes de contrapesos per accionar autòmats i altres estris sonors a determinats intervals de temps.

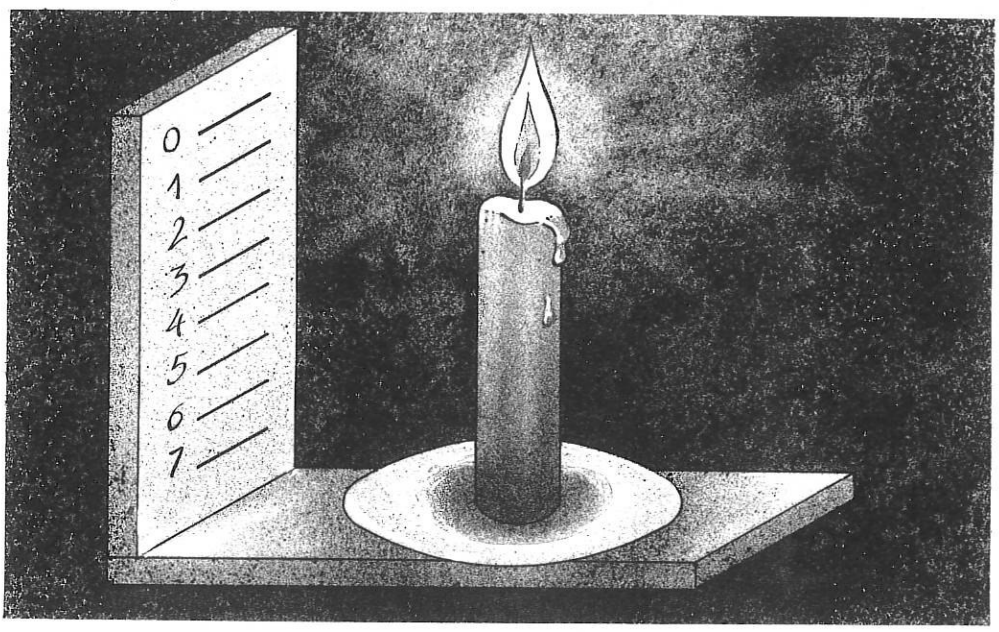


Fig. 8.1. Rellotge d'espelma.

Elaboració

Primerament, encolarem o clavarem els dos llistons de manera que formin un angle recte i al damunt del llistó horitzontal podem recolzar-hi l'espelma (figura 8.1). Entre el llistó i l'espelma hi col·locarem un disc de cartolina que anirà recollint la cera despresa. A fi que conservi la seva posició inicial i no caigui, clavarem un clau per sota del llistó, de manera que la punta sobresurti per la part superior, aquí hi clavarem l'espelma.

El llistó vertical ens servira per anar-hi apuntant la graduació horària que ens marcarà el pas del temps en funció de l'altura de l'espelma.

Haurem de comprar un paquet d'espelmes, d'aquesta manera estarem segurs que totes seran d'igual llargada i amplada i, en conseqüència, cremaran amb una cadència molt similar.

Posarem la primera espelma al lloc corresponent; la seva alçada original ens donarà la pauta per marcar el minut "zero" en el llistó vertical. Encendrem l'espelma i a mesura que vagi cremant aniran passant els minuts que nosaltres, amb l'ajuda d'un retolador, marcarem en el llistó.

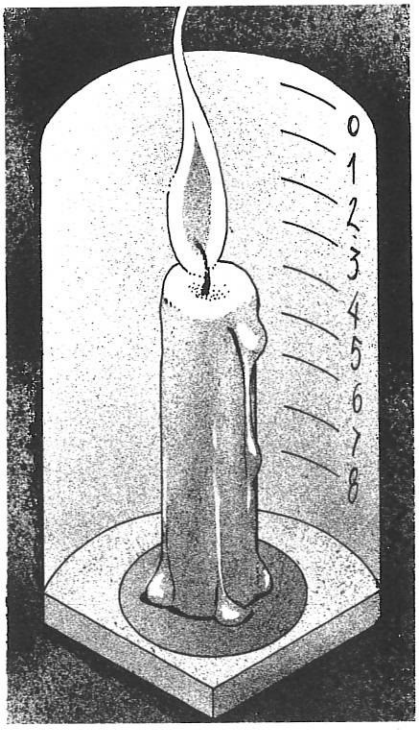


Fig. 8.2. Rellotge d'espelma.

Utilització

Com que tenim el llistó vertical marcat, en col·locar i encendre una nova espelma en el lloc indicat solament haurem de fixar-nos en les marques per saber el temps transcorregut.

Variacions

El suport de l'espelma es pot fer de diferents maneres, per exemple tenint com a base un disc de fusta i com a paret per a l'escala de les graduacions una cartolina. Unirem la cartolina al disc, de manera que formi un semicercle (figura 8.2). La cartolina, a part de tenir la graduació horària, servirà per guarir la flama de l'espelma dels corrents d'aire que puguin pertorbar el seu normal consum (hem de tenir en compte que els corrents d'aire poden fer variar molt notablement el ritme de consum).

Una altra variant seria el rellotge d'espelma amb ombra (figura 8.3). Similar als anteriors, però en lloc d'anar indicant el desgast de l'espelma assenyala l'ombra d'un cos opac projectada a la paret vertical.

En el llistó horitzontal hi posarem l'espelma, i entre aquesta i el llistó vertical hi col·locarem qualsevol objecte que pugui fer ombra, cal que tingui una alçada aproximada a la meitat de l'espelma que utilitzarem. Podem fer servir una silueta retallada amb la mateixa cartolina.

En aquest cas, al contrari que l'anterior, el minut "0" estarà en la part més inferior de la paret vertical i, a mesura que passi el temps, l'espelma disminuirà la seva alçada i l'ombra anirà pujant.

Si en lloc de començar a marcar l'espelma amb el "0" ho fem amb una hora qualsevol, per exemple les 9, a mesura que es vagi consumint ens indicarà l'hora del matí.

Una nova variant pot ser que disposi d'un mecanisme avisador que anirà suportat per un segon llistó vertical (figura 8.4). A l'extrem superior d'aquest hi haurem d'encolar un altre tros de llistó que ens permetrà posar-hi un clau de ganxo. D'aquest clau penjarem, mitjançant un cordill, un gong que podrà ser una tapadora de llauna de galetes, de pot de conserva, o qualsevol altre estri sorollós. Al mateix clau, hi lligarem un altre cordill que també estarà unit a un plom de pesca.

Per programar l'avisador clavarem el

plom de pesca en un lloc determinat de l'espelma mitjançant un clau. Encendrem l'espelma i quan aquesta s'hagi consumit fins al lloc on està clavat el plom, aquest es desprendrà i amb la seva caiguda anirà a picar el gong.

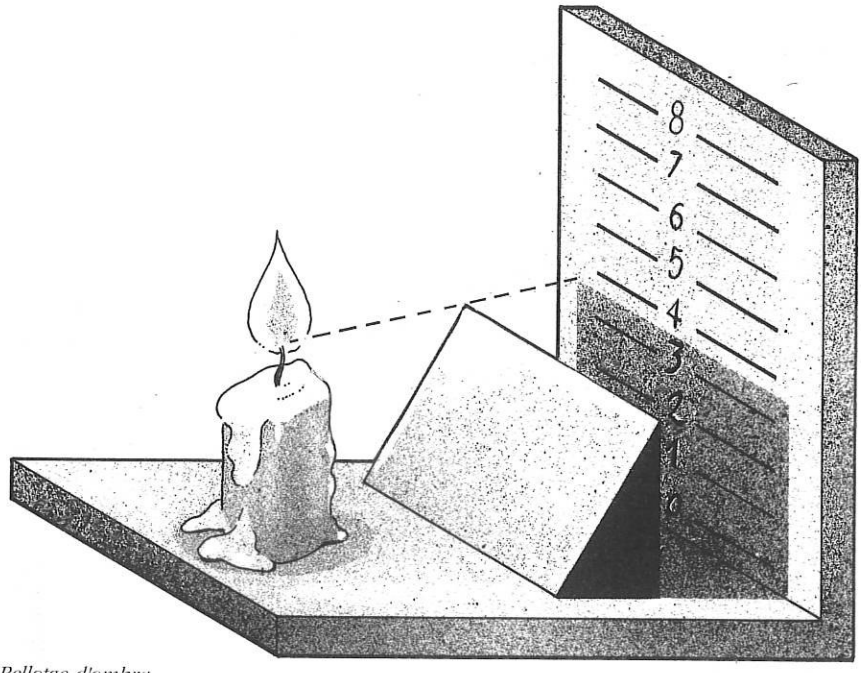


Fig. 8.3. Rellotge d'ombra.

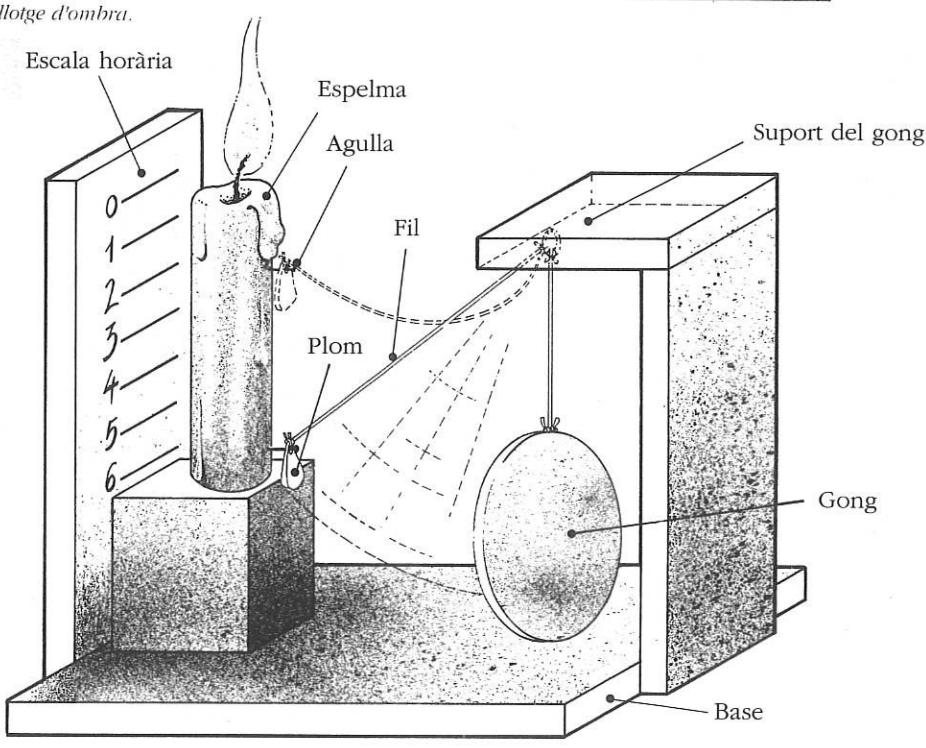


Fig. 8.4. Avisador d'espelma.

9
Rellotge de metxa

Edat: A partir de 6 anys

Materials i eines
Un metre de metxa groga
Un llistó
Dos claus de ganxo
Filaberquí
Retolador
Encenedor
Rellotge

Temporalització
Una sessió.

En un curiós llibre editat a Leipzig l'any 1726, s'esmenta la utilitat dels rellotges de metxa i se suposa que va ser molt útil als soldats alemanys durant les guàrdies nocturnes on el silenci era fonamental (en l'actualitat no seria possible usar-lo, ja que el petit focus de llum es considera que pot donar referències de la situació a l'enemic). En el mateix llibre també es diu que aquest sistema de metxa era emprat pels miners, i ho podem veure encara en moltes pel·lícules, per retardar el temps volgut i necessari per a l'explosió de les càrregues col·locades a les galeries de les mines.

Elaboració

Primerament posarem dos claus de ganxo al llistó, el primer per poder-lo penjar a la paret de manera vertical i el segon per poder-hi penjar la metxa (figura 9.1). Aquesta haurà d'estar col·locada a una certa distància del llistó per procurar no cremar-lo.

Un cop tinguem la metxa penjada, l'encendrem i procedirem a la graduació del llistó amb l'ajuda del nostre rellotge de pol-

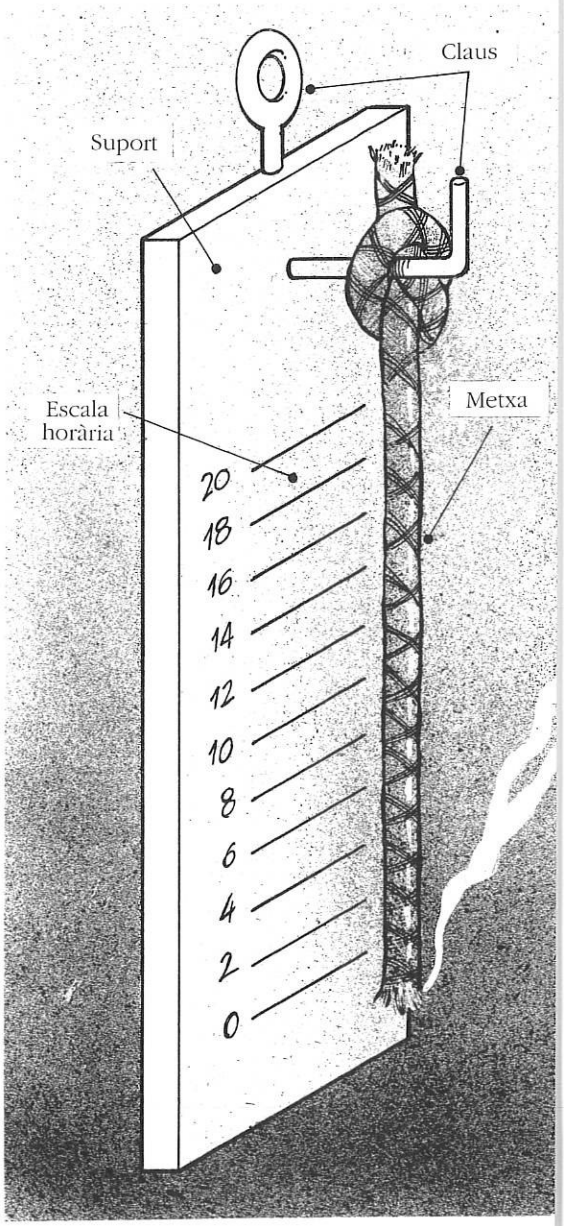


Fig. 9.1. Rellotge de metxa vertical.

sera. Podem fer-hi constar els quarts o espais més curts en funció de la velocitat amb què es consumeixi la metxa i la llargada que li haguem donat. Segons la nostra experiència, 20 cm de metxa groga triguen una mitja hora a consumir-se.

Utilització

Una vegada s'hagi graduat el llistó ja podrem posar-hi una nova metxa, i a mesura que aquesta es vagi cremant podrem conèixer el temps transcorregut.

Variacions

Podem penjar el llistó horitzontalment i afegir-hi més claus de ganxo per subjectar la metxa també en la mateixa posició. Hem comprovat que, pel fet de cremar horitzontalment, no s'allarga significativament el temps de consum (figura 9.2).

A fi que aquest rellotge pugui actuar d'avisador, es pot lligar en algun punt de la metxa un petit objecte amb un fil, quan aquest es cremi, l'objecte caurà fent soroll i provocant la nostra atenció.

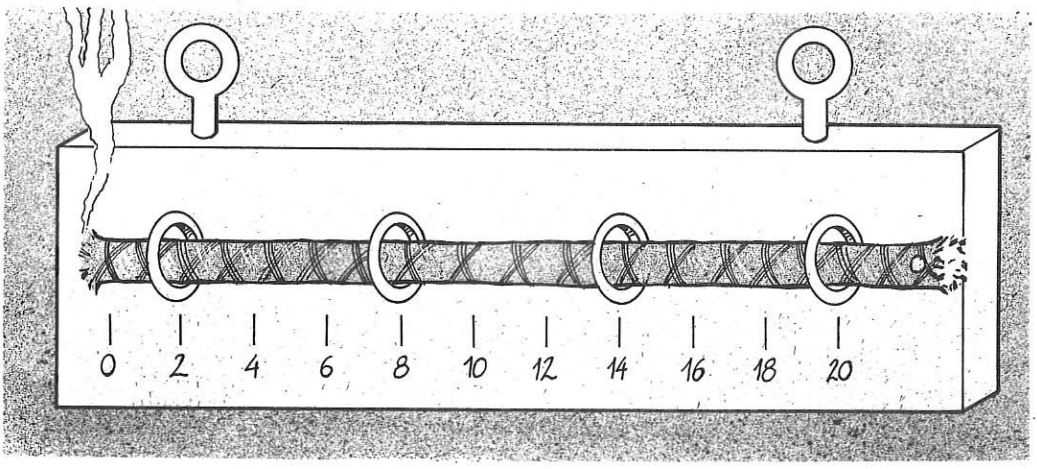


Fig. 9.2. Rellotge de metxa horitzontal.

10
Rellotge d'oli

Edat: A partir de 6 anys

Materials i eines
Pot de vidre
Oli de cuina
Aigua
Una capseta de blens amb flotador de suro
Encenedor
Retolador d'acetat
Rellotge

Temporalització
Una sessió.

Fins ben entrat el segle XIX es van emprar làmpades d'oli amb el recipient transparent i graduat que servia, a més de per il·luminar, per mesurar el pas del temps en funció de l'oli que s'havia consumit i del que quedava per cremar. El nivell d'oli anava baixant en el recipient transparent seguint una escala graduada amb els senyals horaris. El material de la làmpada acostumava a ser d'estany i vidre, i encara es poden trobar reproduccions actuals d'aquestes làmpades antigues fetes amb finalitats decoratives (figura 10.1).

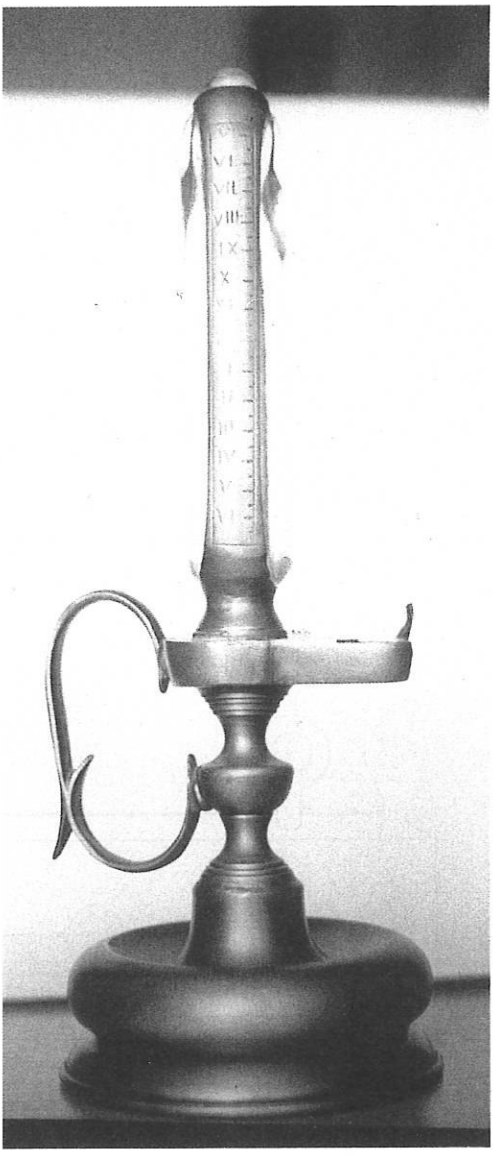


Fig. 10.1. Reproducció actual d'un rellotge d'oli antic.

Elaboració

Per a la realització d'aquest rellotge hem de buscar un pot de vidre, més aviat alt i estret, que no tingui gravats ni formes ondulants (figura 10.2); a ser possible hem de procurar que tingui una amplada d'aproximadament 3 cm, ja que si és més gran el descens del nivell de l'oli serà molt lent i, en conseqüència, les marques horàries quedaran molt juntes les unes amb les altres.

Quan tinguem el pot escollit, l'omplirem d'oli. Al damunt de l'oli hi posarem el flotador de suro amb un ble i l'encendrem. A mesura que l'oli es cremi, el nivell anirà baixant; amb un retolador podrem anar marcant la pauta horària en la superfície exterior del pot de vidre.

Utilització

Un cop tinguem el pot marcat podrem tornar-lo a omplir d'oli i emprar-lo per mesurar el temps transcorregut.

Variacions

Com que es consumeix lentament, serà difícil deixar cremar tot l'oli que fiquem al pot, ja que haurien de passar moltes hores; per tant podem omplir el recipient d'aigua i afegir-hi solament dos o tres dits d'oli.

Com més estret sigui el pot, més espaiades podran estar les marques horàries, però hem de tenir en compte que si ho fem en un tub d'assaig l'experiència no resultarà, ja que pel fet d'estar la flama a l'interior del tub li faltarà oxigen i s'apagarà, aturant-se, aleshores, el rellotge.

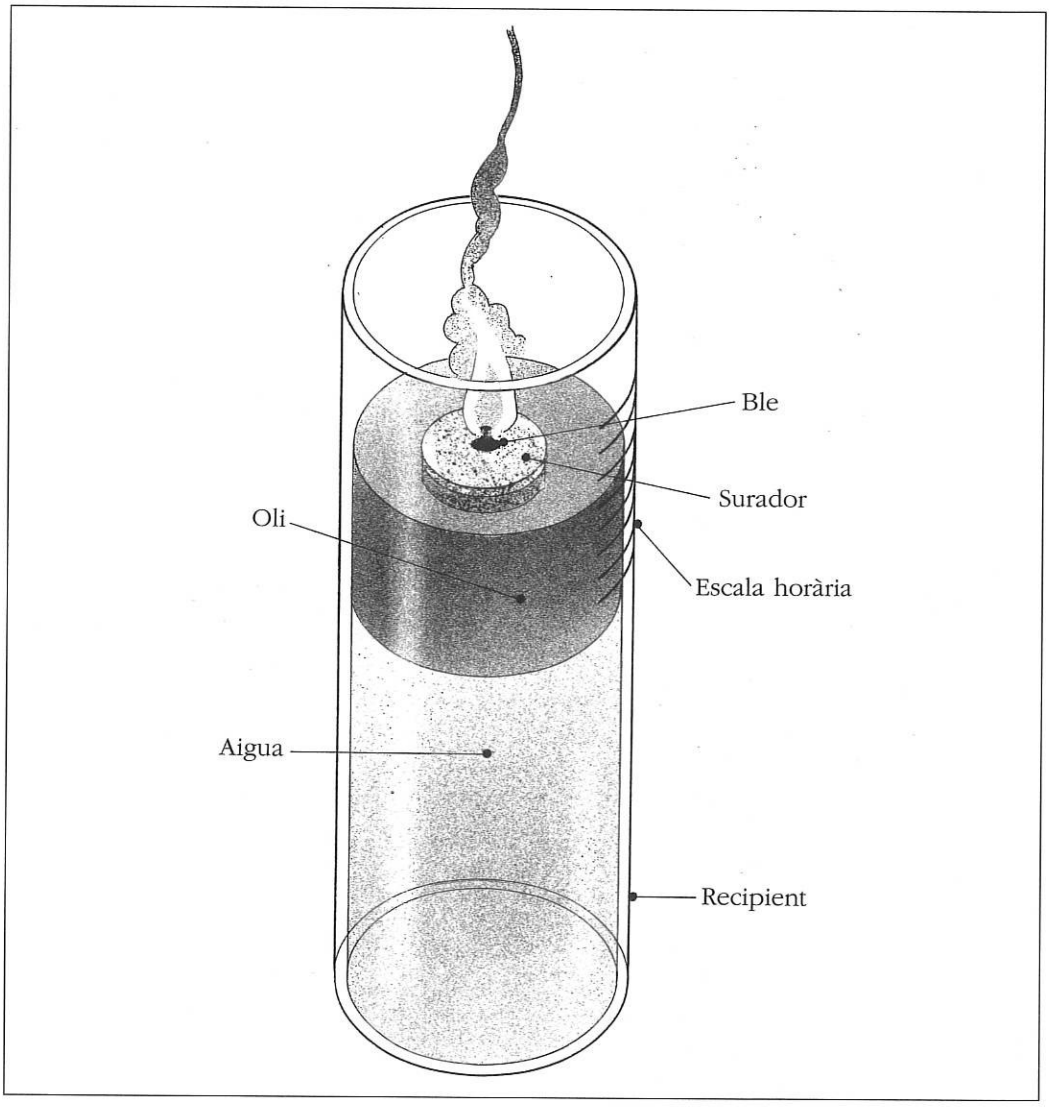


Fig. 10.2. Rellotge d'oli.

11
Avisador xinès

Edat: A partir de 9 anys

Materials i eines
Fang
Punxó
Bastonets d'encens
Fil de cosir
Dos picarols
Encenedor
Rellotge

Temporalització
Dues sessions. Una primera sessió per elaborar el receptacle de fang i una segona per acabar l'experiència.

El més clàssic dels rellotges de combustió emprats antigament a la Xina, consistia en una figura de sobretaula que representava un drac (figura 11.1); al llarg del seu cos hi havia un canal que s'emplenava d'una substància combustible sòlida com ara l'encens; aquesta s'encenia per un extrem i trigava un determinat temps a consumir-se fins arribar a l'extrem oposat.

En un punt concret del canal es podia interposar un fil, del qual penjaven unes pesades boles de bronze, quan arribava la incandescència a aquell punt el fil es trencava i les boles queien sobre un gong, produint així un fort soroll. D'aquesta manera s'utilitzava el rellotge com a avisador o rudimentari despertador.

Elaboració

Primerament, haurem de preparar, amb fang, un receptacle adient per al nostre rellotge. Aquest receptacle haurà de tenir una part horitzontal d'una llargada d'uns 25 cm o 30 cm; a la superfície superior d'aquest receptacle caldrà que hi hagi un canal per anar recollint la cendra i una part plana on podrem anar marcant l'escala horària que

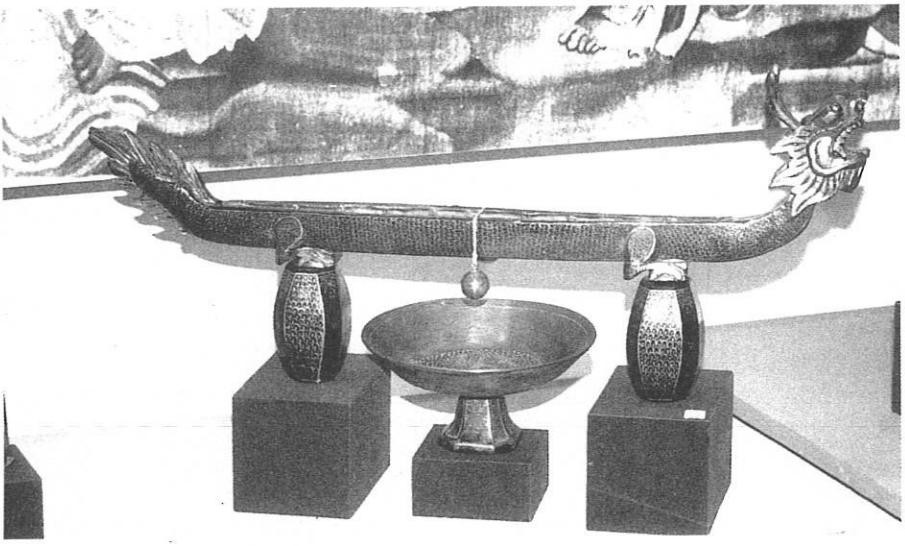


Fig. 11.1. Antic rellotge de foc xinès amb avisador.

ens marqui el temps transcorregut. Aquest receptacle haurà d'estar elevat mitjançant dues potes.

En un extrem d'aquest receptacle, hi haurà d'haver un suport, fet amb el mateix fang, on farem un forat que aguantarà el mànec de fusta del bastonet d'encens; el forat haurà d'estar situat a una alçada aproximada d'un cm de la superfície superior del receptacle.

Per graduar o marcar els senyals horaris haurem de col·locar un bastonet d'encens en el seu suport i encendre'l. A mesura que el bastonet vagi cremant, haurem d'anar marcant amb el punxó els senyals que, més tard, ens facin reconèixer el pas del temps; segons la nostra experiència la durada dels bastonets acostuma a ser aproximadament d'una hora i, per tant, són suficients les marques cada cinc minuts.

Hem de fer una peça addicional amb fang, que pot tenir forma triangular, per situar-la sota el bastonet d'encens però procurant que no l'arribi a tocar.

Utilització

Per poder utilitzar l'avisador, haurem de posar els picarols penjant a banda i banda del bastonet d'encens mitjançant fil de cosir, tenint en compte el temps que volem que passi abans que el fil es cremi i ens avisi. A continuació mateix del fil caldrà posar-hi el suport addicional per evitar que el bastonet es doblegui sota el pes dels picarols. Un cop hagin caigut i, en conseqüència, hagin avisat, i el bastonet recobri la seva horitzontalitat inicial, aquest ha de deixar de fer contacte amb el suport addicional per evitar l'extinció del bastonet.

Variacions

Com de més amunt caiguin els picarols més soroll faran, per això en lloc de fer les potes de fang podem posar el receptacle al damunt de dos tacs de fusta per augmentar la seva alçada. També podem col·locar un plat o una planxa de ferro sota el nostre rellotge i així el soroll serà més gran en caure els picarols.

A l'hora de fer el receptacle podem deixar lliure la nostra imaginació i fer un bon treball creatiu i de disseny. Si fem el suport del bastonet amb força pes, el rellotge no tindrà necessitat de dues potes i el podrem col·locar a l'extrem d'una taula perquè els picarols caiguin a terra (figura 11.2).

En lloc de picarols, es pot fer servir qualsevol altre objecte que tingui poc pes i faci força soroll en caure.

També podem fer el receptacle del bastonet amb plastilina o fusta, segons ens interessi.

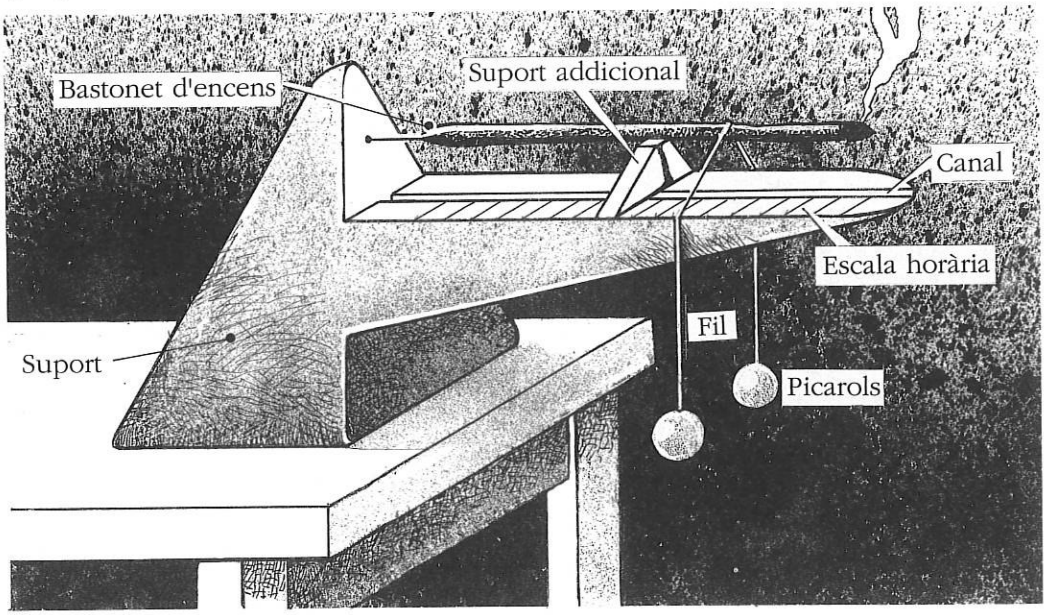


Fig. 11.2. Una variació de l'avisador xinès.

12
Laberint aromàtic

Edat: A partir de 6 anys

Materials i eines
Bastonets d'encens d'olors diferents
Suro
Tisores
Encenedor
Rellotge

Temporalització
Una sessió.

El refinament de la sensibilitat xinesa, d'una sofisticació desconeguda i de vegades inapreciable per a la nostra mentalitat occidental, els va portar a concebre rellotges de foc en els quals la màteria combustible estava feta d'una pasta d'encens que podia emplenar un canal que creixia en longitud fins a formar un petit laberint (figura 12.1). S'hi dipositaven diverses substàncies aromàtiques que, en cremar-se, indicaven l'hora del dia mitjançant l'aroma.

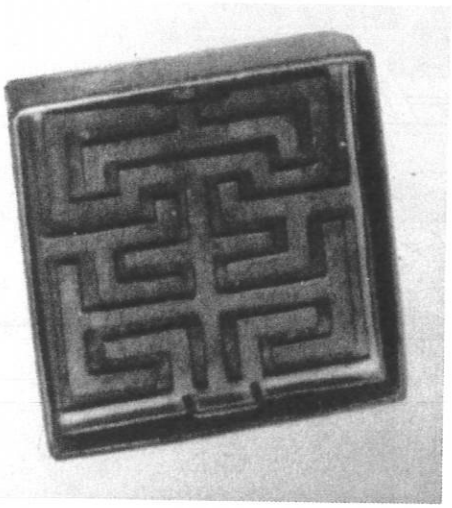


Fig. 12.1. Antic laberint aromàtic xinès.

Elaboració

Primerament, cronometrarem el temps aproximat que tarden a cremar-se els bastonets d'encens. Per això, els deixarem cremar estirats al damunt d'una planxa de suro i anirem assenyalant les pautes horàries desitjades.

Quan sapiguem la durada dels bastonets els podrem tallar en trossets d'un quart, mitja hora, o el temps que nosaltres creguem oportú (sempre tenint en compte que el temps serà aproximat).

Al damunt d'una altra planxa de suro podem fer un laberint amb els diversos fragments de bastó, vigilant que estiguin sempre repenjats el començament de l'un amb l'extrem final de l'altre, i també tenint en compte l'alternança de les diferents olors, ja que seran aquestes les que ens avisaran del canvi d'hora (figura 12.2).

Proposem de tallar els bastonets per tal que durin un quart i alternar dues olors diferents (violeta i gessamí), d'aquesta manera si fem el laberint per a una hora podrem esbrinar per l'olor dins de quin període ens trobem. Els bastonets han de cremar al damunt de suro, ja que a sobre d'altres materials menys porosos s'apaguen ràpidament.

Utilització

Un cop està format el laberint, solament hem d'encendre'l per un dels seus extrems i deixar-lo cremar, la seva olor ens indicarà l'hora aproximada.

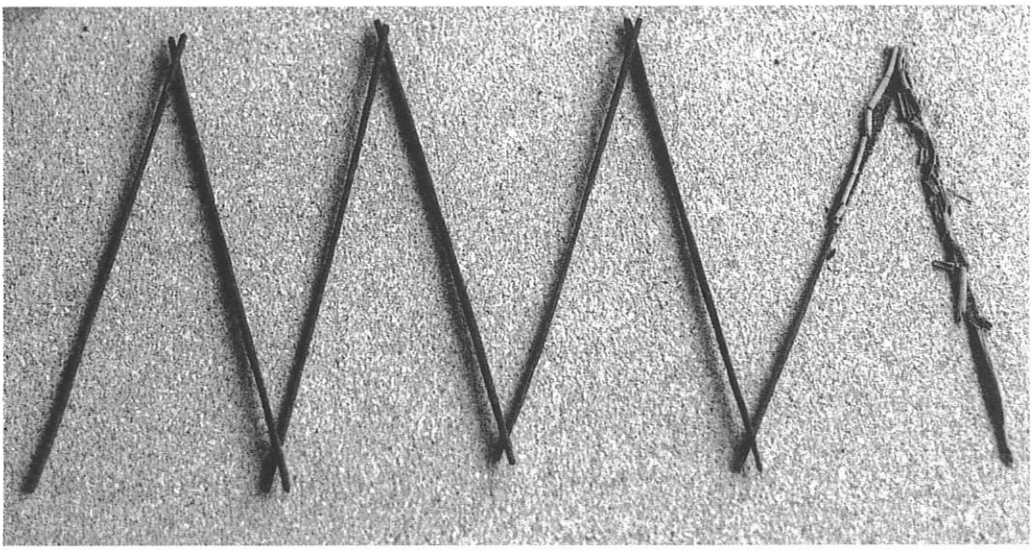


Fig. 12.2. Laberint aromàtic.

Variacions

Podem fer laberints d'una o diverses hores en què els canvis d'olors se succeeixin a determinats espais de temps, segons la nostra conveniència.

També podem utilitzar una varietat d'olors tan àmplia com siguem capaços d'identificar.

Rellotges mecànics

Els primers rellotges mecànics van aparèixer a principi del segle XIV, però no se'n coneix ni el seu inventor ni tal sols el lloc exacte del seu naixement.

La característica principal del rellotge mecànic és l'òrgan anomenat "escapament" i l'existència d'un regulador de temps, "l'oscil·lador" que deixa girar els engranatges a curts intervals de temps.

La interacció de l'escapament, com a pont entre els engranatges i l'oscil·lador, provoca el característic "tic-tac" en deixar escapar d'una a una les dents de l'última roda dentada, anomenada roda d'escapament.

Perquè qualsevol rellotge es mantingui en funcionament cal una font d'energia que, en el cas més simple, consisteix en un pes penjat d'una corda enrotllada a un tambor. El pes, en baixar, fa girar el tambor que arrossega tots els mòbils que depenen d'ell.

13
Rellotge de foliot

Edat: A partir de 14 anys

Materials i eines
Un llistó de fusta de base quadrada, de 4 cm x 4 cm x 30 cm, aproximadament
Un disc de fusta de 15 cm de diàmetre, aproximadament
Dos discs de fusta de 10 cm de diàmetre, aproximadament
Claus
Vareta de fusta de 3 cm de diàmetre, aproximadament
Filaberquí
Cargols de ganxo
Cargols per a fusta
Material gràfic (regle, compàs, retoladors...)
Taladradora i broques per a fusta
Martell
Tornavís
Llistonet quadrat de fusta
Vareta roscada, prima, amb femelles
Un tros de llauna
Tisores
Un recipient
Filferro
1 m de cordill
Cola de fuster
Cinta mètrica
Fil de cosir
Dos ploms esfèrics de pesca
Arc de marqueteria i serres per a metall

Temporalització
Unes set sessions

En els orígens de la rellotgeria mecànica l'òrgan regulador dels rellotges era l'anomenat esperit o foliot, una mena de fre d'inèrcia format per una barra horitzontal amb dos contrapesos situats en els seus extrems i muntada sobre un eix vertical on estaven situades les dues palanques de l'escapament.

En oscil·lar el foliot, les dues palanques deixaven passar les dents de la roda d'escapament d'una en una i, en passar, cada dent donava un petit impuls destinat a mantenir les oscil·lacions del foliot.

L'error d'aquestes primitives màquines és molt gran (una mitja hora al dia). Cal tenir en compte, però, que només portaven una agulla, l'horària, i que per tant solament permetien apreciar l'hora d'una manera molt aproximada.

La versió que presentem aquí ha estat molt simplificada, a fi d'evitar la construcció dels laboriosos engranatges, per tant en lloc de les hores només assenyalarà els minuts.

Aquesta versió simplificada facilitarà la comprensió del funcionament del rellotge i, a més, el podrem utilitzar per cronometrar espais de temps d'uns pocs minuts (figura 13.1).

Elaboració

Agafem el disc de diàmetre més gran per fer la roda motriu. Dividirem tota la seva perifèria en unes 40 parts iguals, clavarem al damunt de cada divisió un clau al qual haurem tallat anteriorment el cap. És molt important que tots els claus quedin anivellats a una mateixa distància del forat central. Si volem evitar que els claus estellin la fusta, caldrà haver fet prèviament els forats amb el filaberquí.

En el centre d'una de les cares del disc encolarem un fragment d'uns 4 cm de llarg de la vareta de fusta gruixuda (figura 13.2) i, en aquesta, clavem el cordill amb l'ajut d'un clauet i l'enrotllem al seu voltant.

Hem de tenir en compte que, tant el disc com la vareta, han d'estar foradats pel mig per poder passar-hi un cargol per a fusta que servirà d'eix de gir; el mòbil així constituït pot ser fixat en el llistó quadrat,

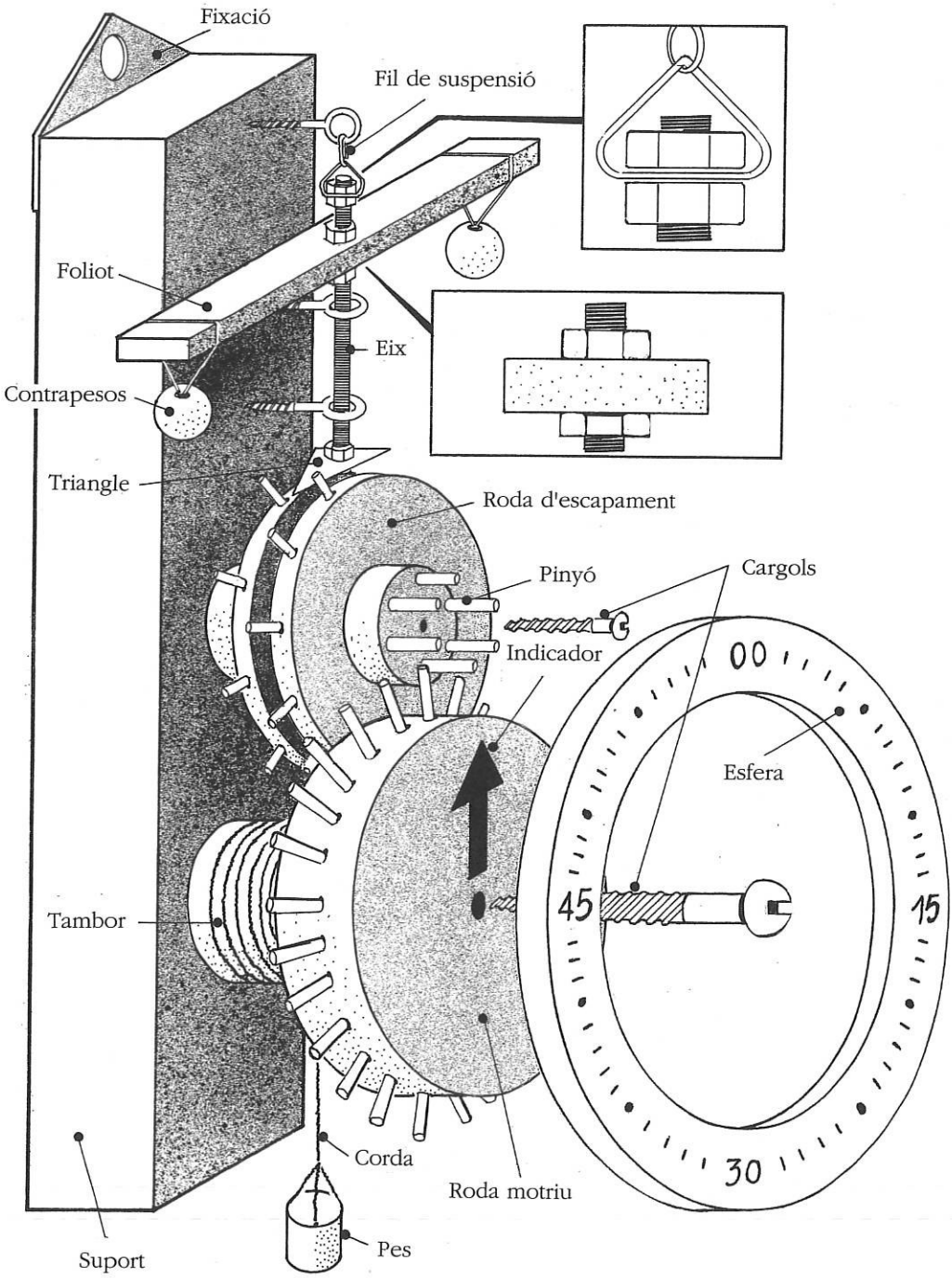


Fig. 13.1. Rellotge de foliot.

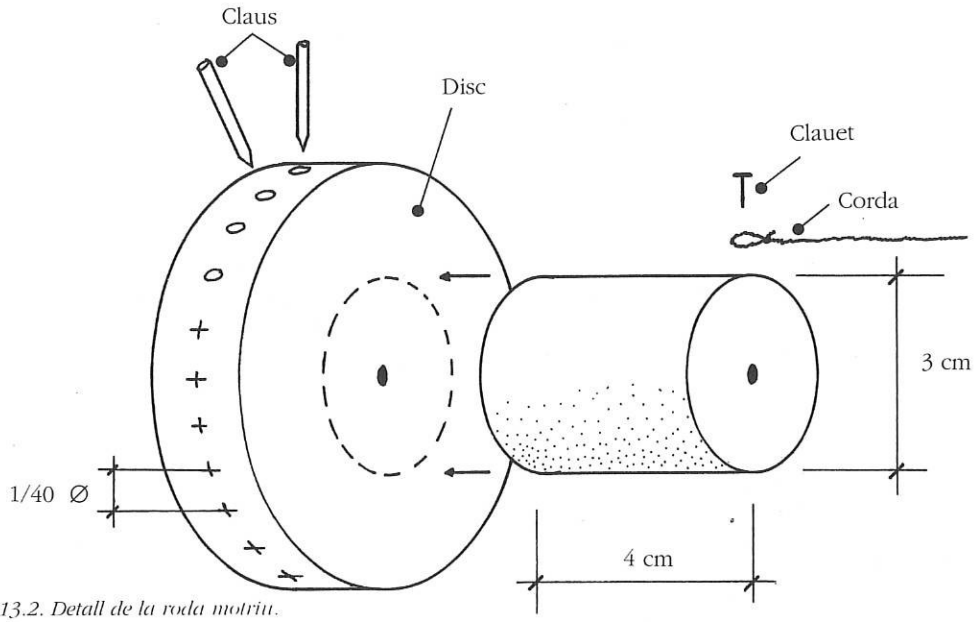
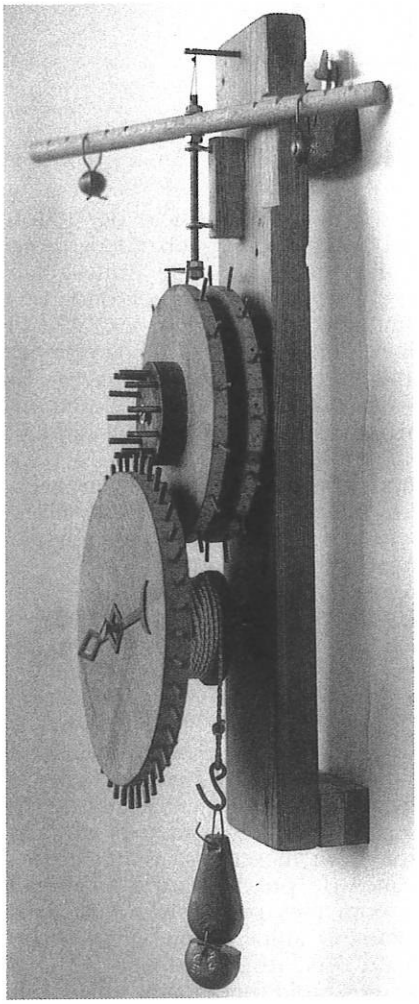


Fig. 13.2. Detall de la roda motriu.



El rellotge de foliot acabat (vista lateral)

que serà el suport de tots els elements del rellotge.

El segon mòbil, la roda d'escapament, estarà format pels altres dos discs de fusta menors; a la perifèria de tots dos discs hi clavarem uns 16 claus sense cabota, equidistants l'un de l'altre, tal com hem fet en el primer mòbil.

Fixarem els dos discs entre ells amb un separador (un petit fragment de la vareta de 3 cm), de manera que la distància entre les dues rengles de claus sigui d'1 cm o 2 (figura 13.3). Els claus d'un dels discs han de quedar centrats en els espais intermedis de l'altre disc.

Fixarem un altre separador en una de les cares d'aquest mòbil per distanciar-lo del suport general.

A l'altra cara de la roda d'escapament, i al voltant del forat central, hi clavarem uns 10 claus, també sense cabota, equidistants del centre i entre ells. Aquest conjunt constituirà el pinyó. La distància que hi ha d'haver entre els claus del pinyó ha de ser igual a la distància que separa els claus de la roda motriu, ja que ambdós han d'engranar conjuntament.

El forat central de la roda d'escapament ha de permetre el pas d'un cargol llarg per a fusta que l'unirà al suport i que li servirà d'eix de gir.

El foliot estarà constituït per un llistó de fusta quadrat travessat en el seu centre per una vareta roscada de metall. Dues femelles situades a cada costat del llistó el deixaran travat en una posició determinada (figura 13.1).

A la part superior del foliot hi posarem

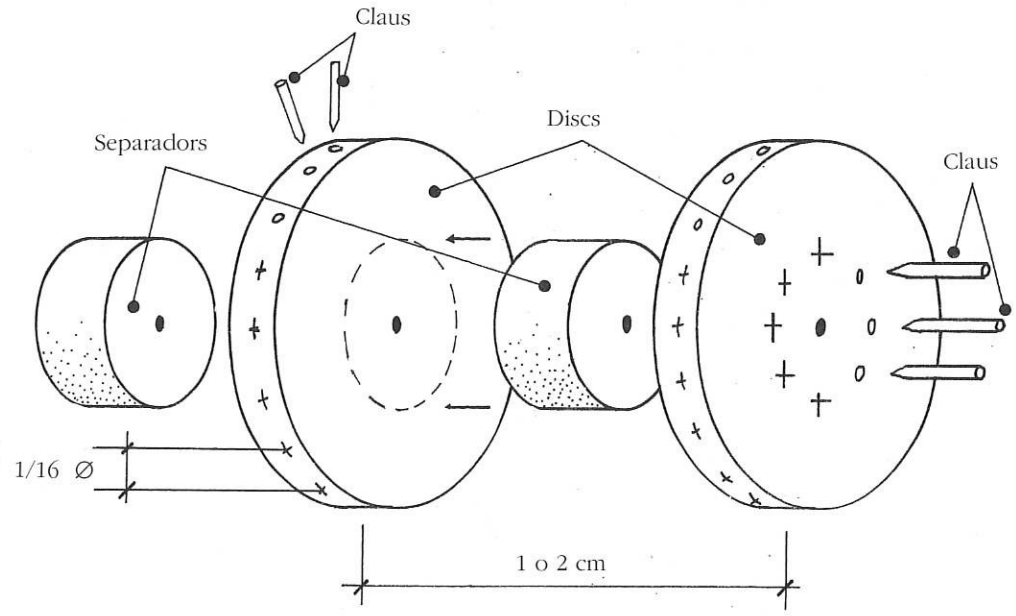


Fig. 13.3. Detall de la roda d'escapament.

unes altres dues femelles que travaran un filferro per penjar el foliot del suport mitjançant un fil.

A la part inferior de la vareta roscada hi haurà dues femelles més per travar una peça triangular de llauna.

Perquè el foliot quedi ben posicionat respecte a la roda d'escapament, és a dir perquè coincideixi verticalment amb l'espai que hi ha entre els dos discs dentats, utilitzarem dos claus de ganxo que tinguin un forat molt similar al diàmetre de la vareta roscada, a fi que aquesta no tingui massa moviment lateral.

El fil d'on penja el foliot ha de permetre que el triangle quedi situat entre les dues fileres de claus de la roda d'escapament.

Ara ja ens convé que les rodes dentades puguin tenir moviment, per la qual cosa lligarem un recipient amb nansa a l'extrem del cordill que hem enrotllat en el primer mòbil, que podem haver fet nosaltres mateixos amb filferro. Com que la massa del pes és important pel bon funcionament del rellotge, ha de ser possible poder-la modificar fàcilment.

A continuació anirem modificant la forma i la mida del triangle de llauna (figura 13.4) del foliot fins que realitzi la seva funció correctament. El triangle ha de permetre que un dels claus de la roda d'escapament sobrepassi la posició del foliot, mentre el clau que el segueix queda retingut per un costat del triangle. Aquest clau empeny el triangle, i amb ell el foliot, fins que el moviment de rotació del foliot el deixa lliure i un tercer clau queda retingut pel triangle, recomençant així el cicle.

El foliot ha de poder oscil·lar lliurement amb un cert angle, sense topar amb el suport ni amb la paret.

D'ambdós braços del foliot, penjarem els dos ploms petits de pesca, ajudats de filferro, que ens faran de contrapesos per regular la freqüència de l'oscil·lador.

A la roda motriu hi pintarem un senyal que farà les funcions d'agulla del rellotge i tot seguit, amb l'ajut del nostre rellotge, comprovarem la velocitat amb què gira.

Hem de tenir en compte que podrem ajustar la freqüència del foliot, i per tant la precisió del rellotge, afegint o traient massa del pes motriu, fent més pesants o menys els contrapesos, i també modificant la separació existent entre els contrapesos i l'eix del foliot. Com més massa tingui el pes motriu, més de pressa tendirà a anar el rellotge; com més pesin els contrapesos més lentament anirà i com més a prop estiguin de l'eix, respectant però la seva simetria, més ràpid funcionarà.

Amb tot aquest ventall de possibilitats

podrem afinar el rellotge fins a controlar la velocitat de gir de l'agulla per aconseguir que marqui exactament les unitats de temps desitjades.

Utilització

Per remuntar el pes, serà necessari aixecar lleugerament el foliot fins que el triangle surti de dins la roda d'escapament i fer girar els engranatges manualment i en direcció contrària al seu moviment normal. Quan la corda estigui novament enrotllada en el seu lloc i el pes en la posició més elevada, posarem l'indicador en l'hora adient i seguidament abaixarem el foliot fins que torni a travar la roda d'escapament. Fet això, si el rellotge està acceptablement ajustat, es posarà en marxa tot sol i, si no, potser caldrà donar un petit impuls al foliot.

Variacions

Abans de muntar el rellotge podem envernissar tots els elements de fusta que el constituiran.

Al voltant de la roda que porta l'índex horari podem posar-hi un cercle numerat amb les unitats de temps, que és el que anomenem "esfera" del rellotge. Caldrà saber trobar els punts de subjecció d'aquest element, de manera que no pugui obstruir els mòbils.

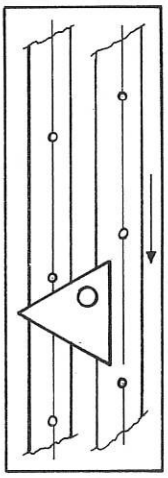
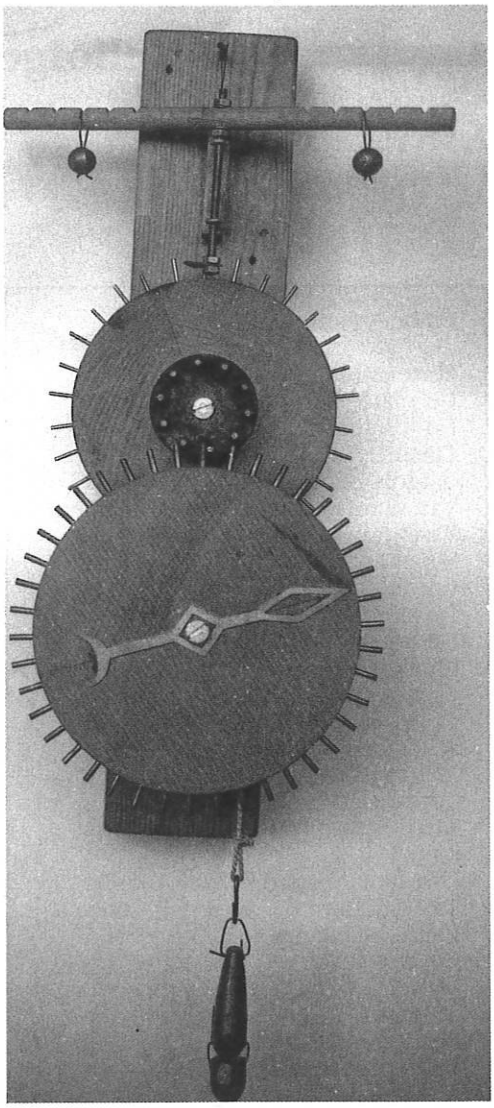


Fig. 13.4. Funcionament de l'escapament.



El rellotge de foliot acabat (vista frontal)

14
Rellotge de pèndol

Edat: A partir de 14 anys

Materials i eines
Un plafó de fusta
Un disc de fusta
Claus
Cargols per a fusta
Vareta de fusta de 3 cm de diàmetre
Vareta de metall roscada amb femelles
Cordill
Dos ploms de pesca
Un coixinet de boles de 6 mm de forat, aproximadament
Una peça de metracrilat transparent de 5 mm x 30 mm x 150 mm, aproximadament
Martell
Tornavís
Arc de marqueteria i serres per a metall
Una llima plana i una de rodona
Taladradora i broques per a metall
Pega instantània
Cola de fuster
Material gràfic (compàs, retoladors...)

Temporalització
Unes cinc sessions.

Galileo Galilei va descobrir les lleis del pèndol l'any 1582 però no fou fins al 1637, cinc anys abans de morir, quan va concebre l'aplicació d'aquest oscil·lador per millorar la precisió dels rellotges.

El físic holandès Christiaan Huygens fou el primer a construir amb èxit els primers rellotges de pèndol l'any 1657, amb la col·laboració del rellotger Salomon Coster de La Haia.

La millora en precisió fou espectacular, ja que va passar del quart diari que variava aproximadament un rellotge de foliot fins a fer-ho uns pocs segons al dia; la qual cosa va propiciar des d'aleshores l'ús generalitzat de les agulles de minuts i de segons en els rellotges.

El model de rellotge de pèndol que hem concebut per ser realitzat a classe és molt simple, ja que només li hem deixat els mínims elements per ser considerat com a tal rellotge de pèndol. En conseqüència, la indicació de temps que podrà donar solament seran els segons, per la qual cosa el podrem utilitzar per cronometrar espais de temps de fins a un minut.

Elaboració

Traçarem una circumferència a prop de la perifèria del disc de fusta; la dividirem en trenta parts iguals, al damunt de cada divisió hi clavarem un clau, als quals anteriorment haurem igualat i tallat la cabota. Perquè no s'estelli la fusta caldrà haver fet uns petits forats amb la taladradora, tenint en compte que a l'hora de clavar-hi els claus tots hauran de quedar a la mateixa alçada (figura 14.1).

Haurem d'enganxar un trosset de la vareta de fusta de 3 cm de diàmetre a l'altra cara del disc i taladrar-ne el conjunt en el seu punt central.

Mes tard, haurem de passar un cargol per aquest forat per poder fixar la roda al plafó que farà de suport, tenint en compte que la roda ha de poder girar lliurement.

En el cilindre que hem enganxat darrera la roda hi hem de fixar i enrotllar un cordill del qual penjarem, en el seu extrem lliure, un plom de pesca que farà les funcions d'element motriu, el pes.

A continuació, agafarem la peça de metacrilat transparent i hi farem un forat, amb la taladradora i la llima rodona, a prop d'un dels seus extrems per poder-hi introduir el coixinet de boles. A l'altre extrem, hi farem un altre forat per collar-hi una petita part de la vareta roscada; aquesta haurà de

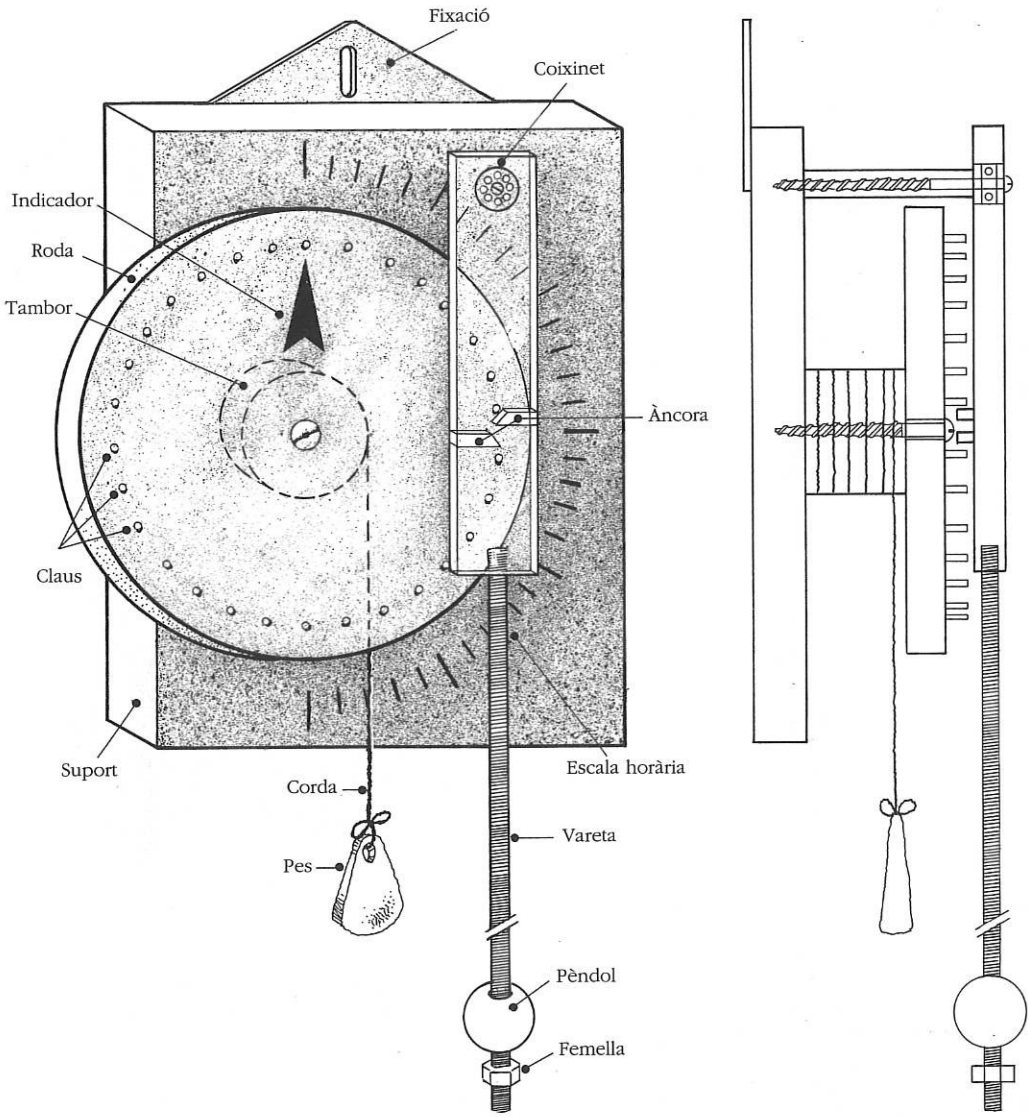


Fig. 14.1. Rellotge de pèndol.

tenir aproximadament un metre de llargada.

A l'extrem inferior de la vareta roscada hi col·locarem un plom esfèric de pesca que subjetarem amb una femella. El plom no ha de quedar fix, sinó que ha de poder ser desplaçat amunt i avall, mitjançant l'esmentada femella, fins a trobar la seva posició més idònia. Més endavant veurem la necessitat d'aquesta rectificació.

En una de les cares del metacrilat hi fixarem, amb pega instantània, dues peces de llautó o un altre element metàl·lic als quals haurem donat la forma indicada a la figura 14.2 amb l'ajut de la llima plana.

La col·locació d'aquestes dues peces sobre el metacrilat és el punt més crític de la construcció del rellotge de pèndol, ja que en el moment de funcionar una de les peces haurà de retenir un dels claus de la roda d'escapament i, en apartar-se, aquest clau haurà de lliscar pel pla inclinat i, tot seguit, el següent clau de la roda quedarà retingut per l'altra peça de llautó. Cal que la distri-

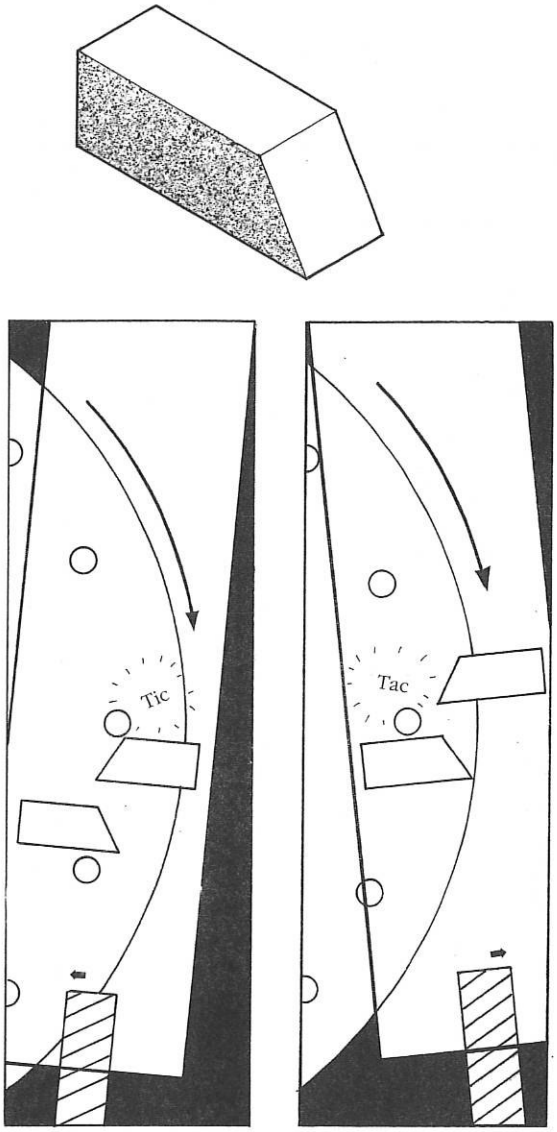
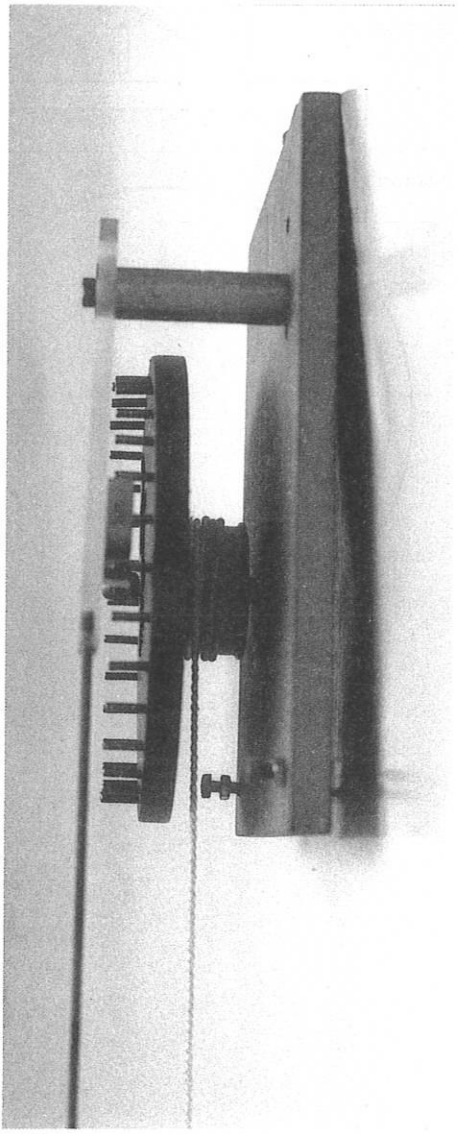


Fig. 14.2. Funcionament de l'escapament.

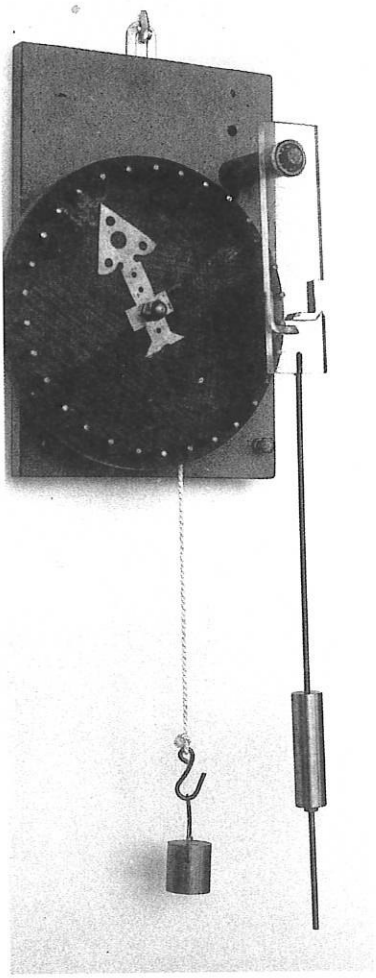


El rellotge de pèndol acabat (vista lateral).

bució relativa entre les peces esmentades i els claus de la roda segueixin la pauta expressada a la figura 14.2.

Quan tinguem el pèndol acabat, podrem fixar-lo al plafó a través d'un cargol que passarem per l'interior del coixinet de boles; entre aquest i el plafó caldrà posar-hi un separador prou llarg perquè la peça de metacrilat quedi davant i lleugerament separada de la roda de fusta.

Ara cal posar-lo en marxa, amb el cordill degudament enrotllat, donant un petit impuls al pèndol. Amb l'ajut d'un rellotge, pujarem o baixarem la bola de plom del pèndol fins a trobar la velocitat que ens interessi. Amb un pèndol d'aproximadament 1 metre de llargada aconseguirem que la roda d'escapament avanci a la velocitat d'una volta per minut. Si li col·loquem un índex, aquest farà les funcions d'agulla dels segons. Per tant,



El rellotge de pèndol acabat (vista frontal).

el nostre rellotge de pèndol serà un comptador de segons.

Utilització

Per remuntar el pes caldrà retirar el pèndol de la roda d'escapament i fer-la girar en sentit invers. Quan el pes estigui elevat, acabarem situant l'indicador en la posició desitjada i tornarem a connectar el pèndol amb la roda d'escapament.

Perquè aquest rellotge comenci a oscil·lar, sempre serà necessari donar un petit impuls al pèndol.

Variacions

Perquè aquest rellotge pogués assenyalar els minuts i les hores, caldria afegir-li diversos engranatges, la qual cosa no hem inclòs en el nostre muntatge en benefici de la senzillesa d'elaboració.

Si podem experimentar amb pèndols de diferents mides, aquest mòdul ens pot servir, perfectament, per a l'estudi d'algunes de les lleis del pèndol.

Amb diferents llargades es pot veure clarament que el pèndol oscil·la més lentament com més llarg és; i com més curt és, més rapidament ho fa.

Canviant la massa del pèndol es pot veure que la variació del seu pes no afecta el període d'oscil·lació.

Rellotges de sol

El fraccionament del dia i de la nit es recolzà originàriament en el moviment aparent del Sol per la volta celeste. Els primers rellotges aprofitaren aquest moviment, conseqüència de la rotació de la Terra per indicar el transcurs de les hores.

Els primers procediments per conèixer l'hora del dia es basaven en la determinació de la posició del Sol respecte de l'horitzó. El rellotge de sol més antic fou el gnòmon (aprox. 3.500 aC), que consisteix en un pal o estil clavat verticalment sobre una superfície plana i horitzontal damunt de la qual projecta la seva ombra. La lectura de la seva indicació es veu complicada en barrejar la longitud i la direcció de l'ombra; dues variables que depenen de l'hora del dia i de l'època de l'any (vegeu rellotge 17).

En inclinar el gnòmon segons la latitud geogràfica del lloc on havia d'estar situat el rellotge, es va aconseguir una millora substancial per a la senzillesa de construcció i comprensió dels rellotges de sol. Amb el gnòmon inclinat, la seva ombra pot indicar l'hora sobre una escala graduada, el quadrant, de disseny relativament senzill i clar.

La varietat de formes que poden prendre els rellotges de sol, o de recursos tècnics que poden utilitzar, és molt gran. Segons la posició del quadrant poden ser horitzontals o verticals. Quan un rellotge de sol vertical no està directament orientat al sud es diu que és declinat. Si la posició del quadrant està entre l'horitzontalitat i la verticalitat es diu que el rellotge és inclinat. Dos casos particulars d'inclinació són els rellotges equatorials i els polars, anomenats així segons si la inclinació del quadrant té relació amb l'equador o el pol celestes.

15
Rellotge equatorial

Edat: A partir de 10 anys

Materials i eines
Una cartolina
Un cilindre de plàstic transparent
Una canya de beure o similar
Tisores
Pega
Regle
Escaire
Transportador d'angles
Material gràfic (llapis, retoladors...)
Rellotge

Temporalització
Aproximadament dues o tres sessions. Una primera sessió per dibuixar el retallable, i la segona per muntar-lo i experimentar.

El rellotge de sol equatorial consisteix en un gnòmon inclinat i situat de manera que queda paral·lel a l'eix de la Terra i un quadrant que rep la seva ombra i on estan situades les indicacions horàries (figura 15.1).

La característica principal del rellotge equatorial és la posició del quadrant; el seu pla ha de quedar situat en la direcció paral·lela a l'equador celeste i, per tant, perpendicularment al gnòmon.

Elaboració

Primerament, necessitarem un cilindre de plàstic transparent que podem obtenir retallant una ampolla de refresc de dos litres, de costats llisos i sense gravats (figura 15.2). L'alçada del cilindre no és determinant, però el seu diàmetre ens condicionarà

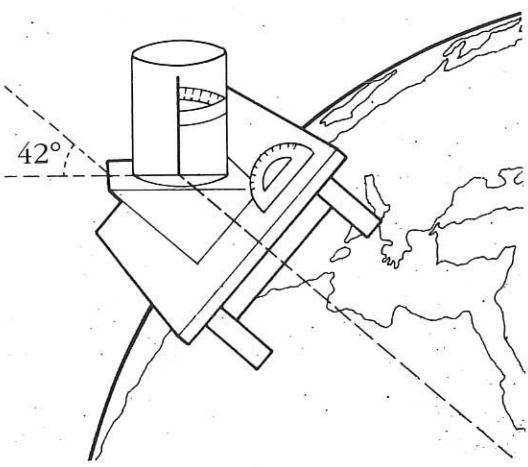


Fig. 15.1. El rellotge de sol equatorial s'ha d'inclinar convenientment respecte l'horitzontal local, a fi que quedi ben posicionat respecte a l'equador i l'eix de la Terra.

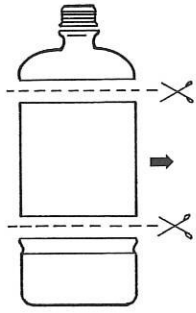


Fig. 15.2. Obtenció del cilindre per fixar-hi el quadrant del rellotge.

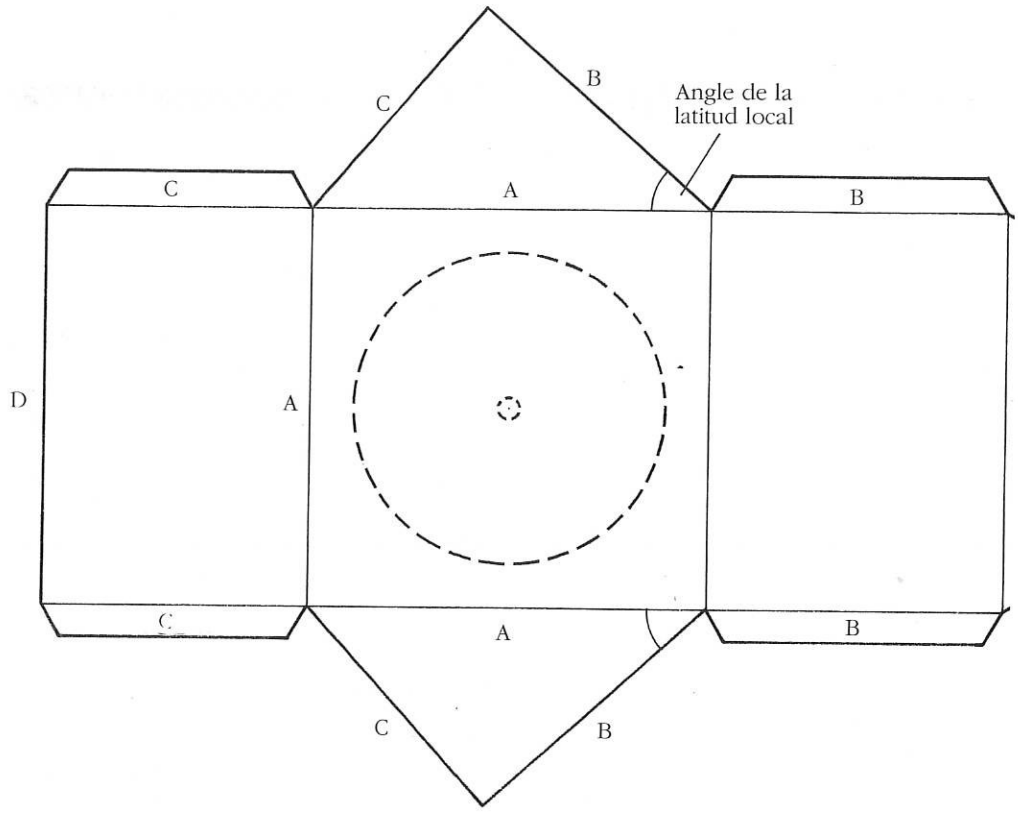


Fig. 15.3. Suport del rellotge de sol equatorial.

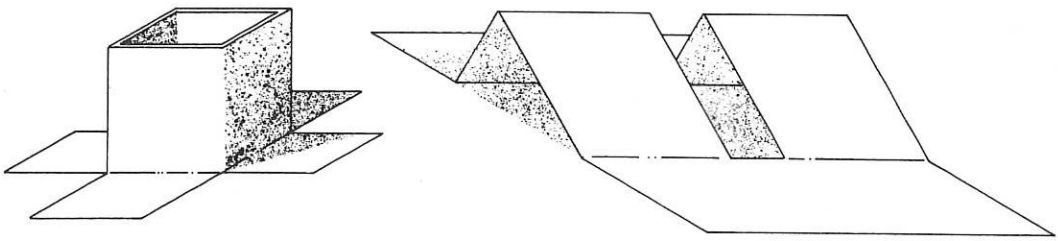


Fig. 15.4. Pestanyes per fixar el cilindre transparent i el gnòmon sobre el suport.

la mida del suport on es recolzarà el rellotge en si.

El suport serà un prisma triangular, la funció del qual és la de mantenir col·locat el rellotge (gnòmon i quadrant) amb la inclinació necessària, segons la latitud geogràfica local, perquè el gnòmon pugui quedar paral·lel a l'eix de la Terra, i el quadrant paral·lel a l'Equador.

Per fer el dit suport s'ha de dibuixar el següent retallable al damunt de la cartolina (figura 15.3).

- El quadrat de costats 'A' haurà de ser prou gran per poder allotjar el cilindre de plàstic.
- Damunt de dos dels costats oposats del quadrat s'han de dibuixar dos triangles rectangles, un dels angles dels quals ha de ser igual a la latitud geogràfica local.
- En els dos costats que resten del qua-

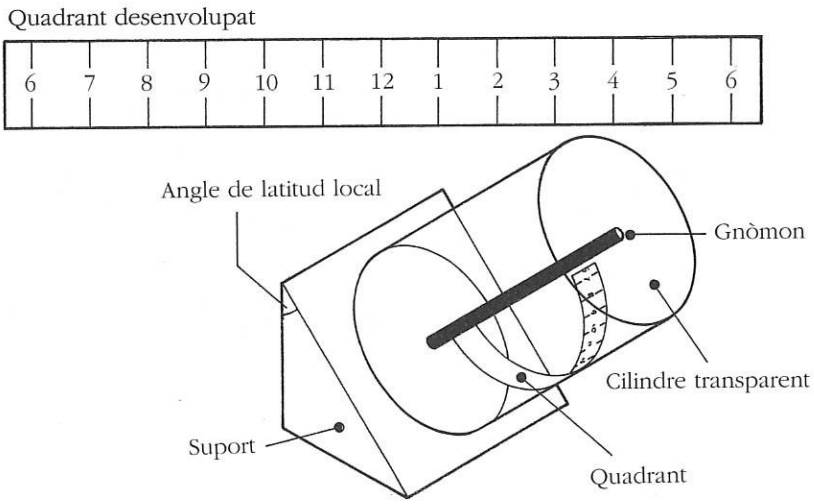


Fig. 15.5. Rellotge de sol equatorial.

drat cal construir-hi dos rectangles, el costat petit dels quals ha de ser igual al costat del triangle que té més a prop.

- Hem de tenir en compte de deixar les pestanyes corresponents per poder enganxar i formar la figura geomètrica que conforma el suport del rellotge.

Un cop muntat i enganxat el suport, passarem a fixar la canya en el centre del quadrat de la figura, i el cilindre transparent al seu voltant mitjançant unes pestanyes de cartolina (figura 15.4).

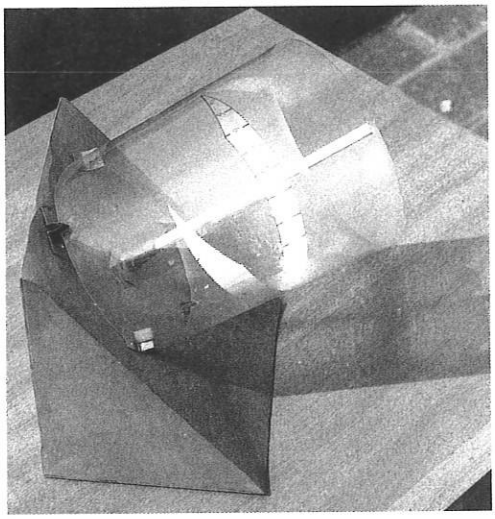
Haurem de tenir en compte que dels dos rectangles de diferent mida que ens han quedat, el que farà de base de la figura serà l'oposat al de l'angle de la latitud i l'altre, el que s'haurà de dirigir cap al sud quan situem el rellotge.

Per fer la banda de les hores, dibuixarem una tira rectangular d'una amplada qualsevol i d'una llargada igual a la meitat de la circumferència interior del cilindre. Aquest rectangle el dividirem en 12 parts iguals i numerarem les línies divisòries resultants de les 6 del matí a les 6 de la tarda tal com s'indica a la figura 15.5. Tot seguit, ja podem enganxar la banda de les hores dins del cilindre i a la meitat de la seva alçada, tenint cura que les 12 quedin exactament en el punt més allunyat de la cara sud del prisma.

Ara, solament falta sortir a l'exterior o buscar un racó de la classe on ens toqui el sol i enfocar la cara del prisma que no és la base cap al sud; tot seguit, amb ajuda d'un rellotge de polsera, s'ha d'acabar de situar correctament el nostre rellotge equatorial que ja estarà preparat per indicar-nos les hores.

Variacions

Hi ha diversos mètodes astronòmics per determinar la direcció nord-sud (la brúixola



Rellotge equatorial fet a l'aula.

no és aconsellable), que deixem per més endavant en benefici de la senzillesa d'aquest capítol.

Només cal remarcar que els nostres rellotges van una hora avançats respecte a l'hora solar (dues hores a l'estiu) i, per tant, haurem trobat la posició del rellotge quan aquest indiqui una hora menys que l'oficial.

Si volem que la indicació del rellotge equatorial s'acosti més a l'hora oficial, haurem de canviar el valor expressat en els senyals horaris (1 en lloc de 12, 2 en lloc d'1,...) però mai desorientant el rellotge.

La figura 15.6 presenta una manera diferent de construir el mateix rellotge de sol. El rellotge estarà format per tres peces que podem fer de marqueteria: el peu, el suport del gnòmon i el quadrant.

El suport del gnòmon ha d'estar dissenyat de tal manera que el gnòmon quedi inclinat convenientment segons la latitud local, respecte del suport.

El quadrant ha de tenir un perfil semicircular dins del qual hi haurà d'haver els senyals horaris. El centre de curvatura ha de coincidir amb la posició del gnòmon.

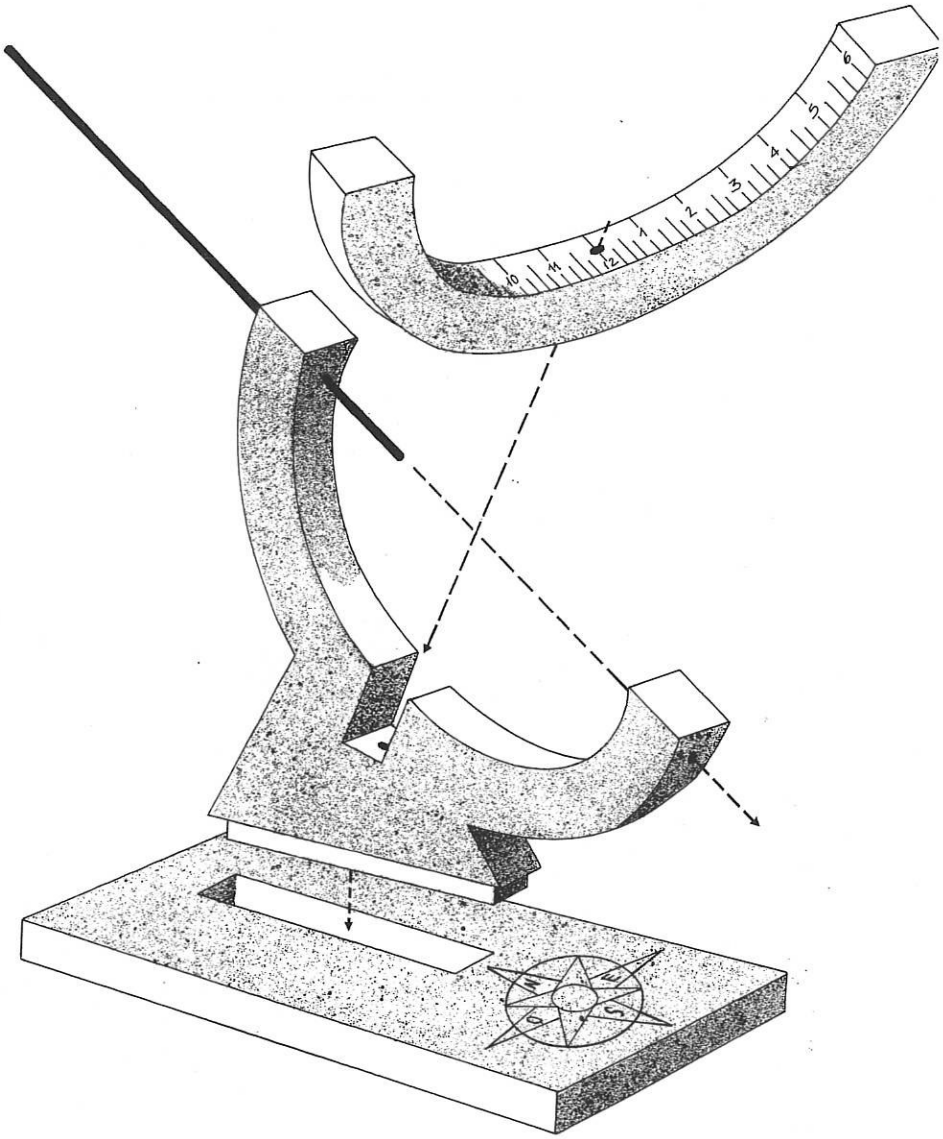


Fig. 15.6. Una solució diferent per construir un rellotge de sol equatorial.

16
Rellotge polar

Edat: A partir d'11 anys

Materials i eines
Una cartolina de color clar, de 40 cm x 60 cm
Tisores
Pega instantània
Regle
Transportador d'angles
Compàs
Material gràfic (llapis, retoladors...)
Rellotge

Temporalització
Dues sessions. La primera per dibuixar el retallable, i la segona per muntar-lo i experimentar amb el rellotge.

El rellotge anomenat polar consisteix en una superfície convenientment inclinada que segueix la direcció dels pols geogràfics i orientada de cara al sud.

Com que el gnòmon, o agulla indicadora, està paral·lel a l'eix de la Terra, ho està també respecte de la superfície del rellotge. El conjunt té l'aspecte d'una taula de ping-pong inclinada en la qual la xarxa fa el paper de gnòmon (figura 16.1).

Per experimentar amb el funcionament i l'estuctura del rellotge de sol polar, podem començar per fer una maqueta amb cartolina, aquesta ens ajudarà a dissenyar, si ens interessa, un model definitiu per a la intempèrie.

Elaboració

Cal dibuixar i retallar la figura 16.2 adjunta, tenint en compte que els angles marcats amb 'LAT' d'ambdós triangles rectangles han de ser iguals a la latitud geogràfica del lloc on ha de funcionar el rellotge, i que els costats marcats amb la mateixa lletra han de ser també iguals.

Un cop muntat el retallable haurà de sortir un prisma triangular, abans de muntar-lo, però, caldrà traçar les línies horàries amb el següent procediment:

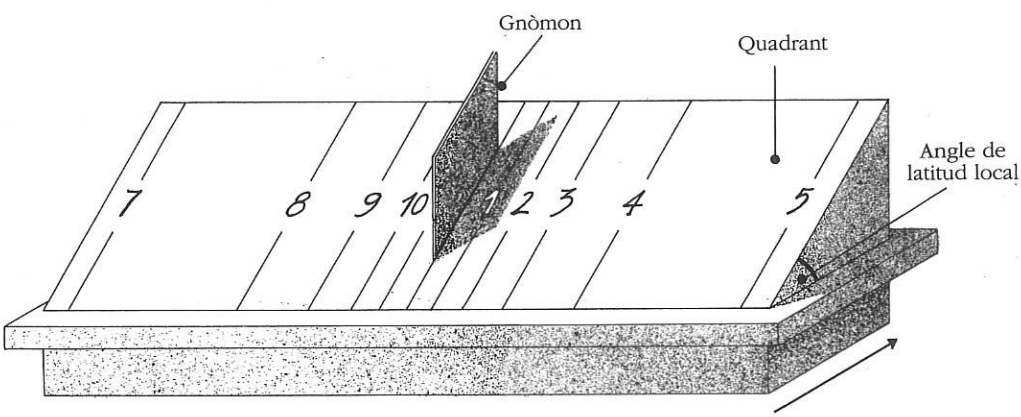


Fig. 16.1. Rellotge de sol polar.

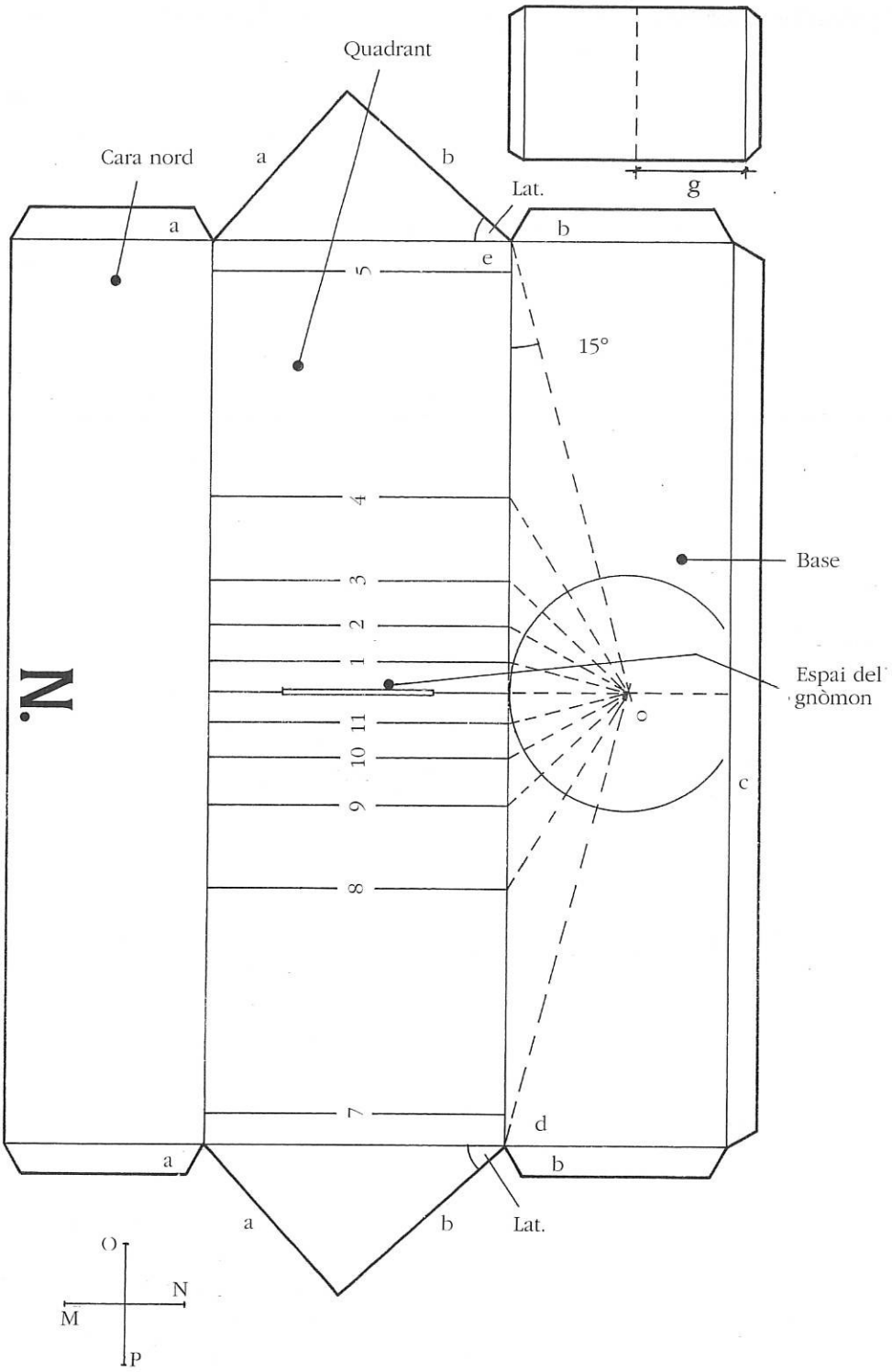


Fig. 16.2. Retallable.

- Traceu una línia auxiliar en el centre de la base que sigui paral·lela als costats menors. Perllongueu aquesta línia amb caràcter definitiu per damunt del centre de la cara adjacent on s'allotjarà el quadrant; aquesta és la línia de les 12 hores.

- Des dels punts marcats amb les lletres 'd' i 'e' traceu dues línies que intersecaran l'auxiliar esmentada amb un angle de 15° respecte de la línia 'de'.

- Amb centre a '0', traceu una circumferència tangent a la recta 'de' a les dues cares i dividiu la part compresa entre les dues línies obliqües en sectors de 15°. Traceu els radis d'aquests sectors fins que intersequin la recta comuna a la cara del quadrant.

- Les línies horàries seran les rectes que parteixen d'aquestes interseccions i recorren el quadrant paral·lelament a la línia de les 12 hores.

La numeració de les línies horàries s'efectuarà com indica la figura 16.2, incloenthi els costats menors del rectangle que tindran el caràcter de les 7 del matí i de les 5 de la tarda.

Efectueu un tall en el sector central de la línia de les 12 h. per permetre la sortida del gnòmon indicador de l'hora. Aquest es pot encolar a la part interior del prisma procurant que quedi posicionat a l'exterior de manera perfectament perpendicular. La seva alçada 'g' ha de ser igual al radi de la circumferència auxiliar, que també és igual a la distància que hi ha entre la línia de les 12 h. i la de les 9 del matí o les 3 de la tarda. Va bé que la llargada del gnòmon sigui aproximadament igual a la meitat de l'amplada del quadrant. A continuació d'haver traçat les línies horàries i la seva numeració, i un cop enganxat el gnòmon, es poden esborrar totes les línies auxiliars traçades a la base, aleshores ja es pot procedir a muntar el prisma.

Per trobar la posició correcta del nostre rellotge polar caldrà recolzar-ne la base sobre una superfície plana i horitzontal assoleiada, amb el quadrant orientat cap a migdia; llavors el gnòmon indicarà l'hora solar.

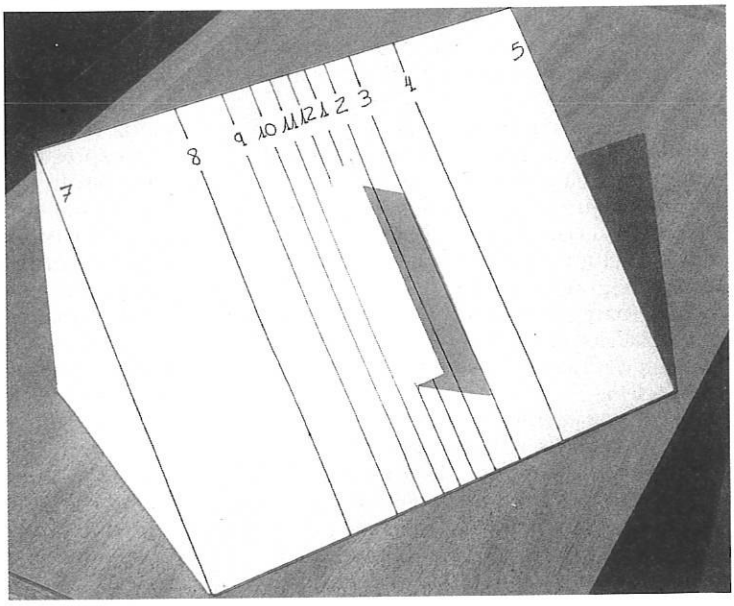
Si no sabem determinar el sud geogràfic, podem moure el rellotge fins que el gnòmon assenyali l'hora solar (aproximadament l'hora oficial menys una hora a l'hivern i menys dues a l'estiu).

El rellotge de sol polar serà útil de les 7 del matí a les 5 de la tarda (hores solars) dels dies assoleiats.

Variacions

Si ho considereu més convenient o ho trobeu més pràctic, podeu ampliar i copiar la figura 16.2 (feta a escala per una latitud de 42º) i, d'aquesta manera, els nens solament hauran de retallar i muntar el rellotge.

Per comprovar si la fotocòpia ha deformat la imatge, assegureu-vos que els segments 'OP' i 'MN' continuen sent iguals.



Rellotge de sol polar fet a l'aula.

17
Gran rellotge horitzontal

Edat: A partir de 9 anys

Materials i eines:
Dues estaques, pals o branques ben rectes
Piqueta
Martell
Cordill
Rellotge

Temporalització
Hem concebut aquest rellotge de manera que es pugui fer durant un vespre de colònies per trobar la col·locació del gnòmon, i durant tot el dia següent per marcar les hores i decorar el quadrant.

Quan en algun llibre de manualitats, o d'activitats escolars se'ns proposa fer un ràpid rellotge de sol amb un pal clavat verticalment a terra, hem de saber que el rellotge fet amb aquesta estructura solament por anar bé durant uns dies. Si s'intenta reproduir l'experiència, al terrat o al lloc de vacances, es pot veure que en poc temps el rellotge es va desfasant fins a assenyalar una hora molt diferent de la real.

Creiem que es pot millorar aquest nivell ensenyant a construir el rellotge de sol amb una estructura més correcta, encara que solament hagi de ser emprat pocs dies. D'aquesta manera, si perllonguem el temps d'utilització o es reprodueix el rellotge amb caràcter definitiu, el resultat continuarà sent satisfactori.

El que cal corregir en el procés de fer un ràpid rellotge de sol al camp, a la casa de colònies o en algun altre indret, és la col·locació del gnòmon o pal indicador de l'hora. Contràriament al costum de posar-lo vertical, aquest ha d'estar inclinat i orientat convenientment.

Les diferents alçades que la trajectòria del Sol assoleix durant l'any, modifiquen la direcció de l'ombra del gnòmon vertical per a una mateixa hora del dia (figura 17.1). El gnòmon inclinat, en canvi, sempre projecta les ombres en la mateixa direcció, independentment de l'altura del Sol (figura 17.2).

Elaboració

Encara que pugui semblar un contrasentit, construirem l'element principal del rellotge de sol durant una nit amb l'ajut dels estels.

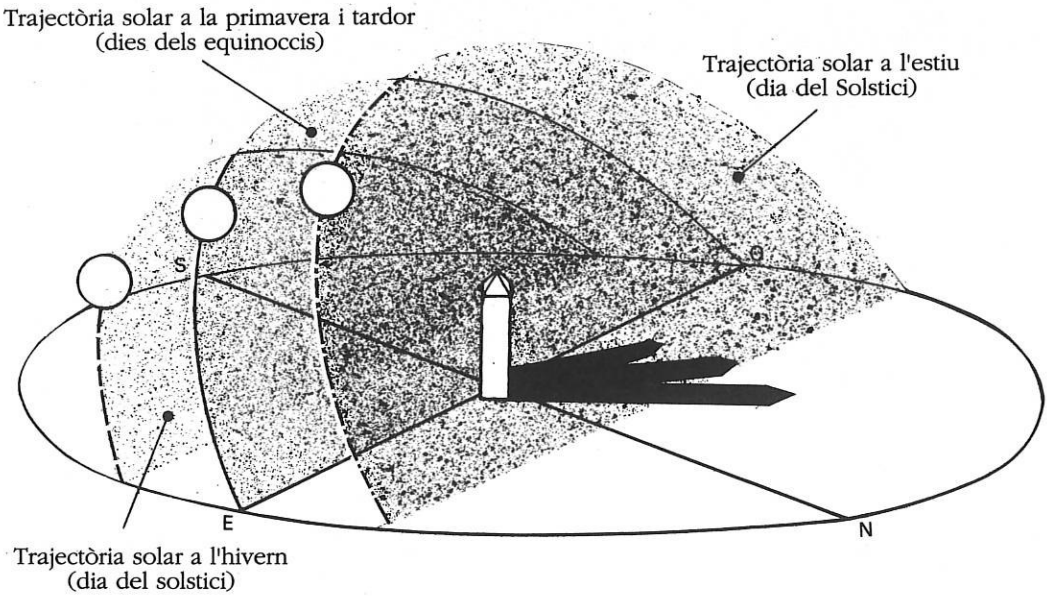
Per començar, clavarem una estaca més o menys verticalment a terra en el lloc on hem escollit per situar-hi el rellotge. El terra del seu voltant ha de ser pla i horitzontal, ha de gaudir del més ampli nombre d'hores de sol possible, i ha de tenir una textura sobre la qual destaquin les ombres.

Per comprovar que el terra realment és pla, haurem d'utilitzar un nivell que podrem fer nosaltres mateixos amb l'ajut d'una ampolla de parets paral·leles plena de líquid.

A la part més alta de l'estaca hi lligarem l'extrem d'un cordill d'una llargada aproximada del doble de l'alçada de l'estaca.

Després de la posta de Sol, i quan el cel hagi assolit la seva màxima foscor, buscarem l'estel polar, per això és convenient localitzar primer la constel·lació de l'Ossa major i perllongar la línia imaginària que uneix els dos darrers estels (Dubhe i Kochab), una distància igual a unes cinc vegades la seva distància aparent (figura 17.3), i en el punt final d'aquesta trajectòria hi trobarem l'Estel polar.

Tot seguit podem agafar el cordill lligat a l'estaca i dirigir-lo en línia recta assenyalant la posició de l'estel polar. Amb una piqueta podem fixar l'altre extrem del cordill a terra, tenint cura que no perdi la seva direcció polar; amb això podem donar per acabada la sessió nocturna.



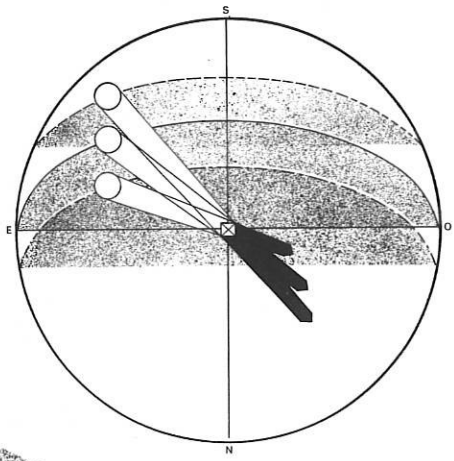


Fig. 17.1. Canvis de direcció de l'ombra d'un gnòmon vertical al llarg de l'any.

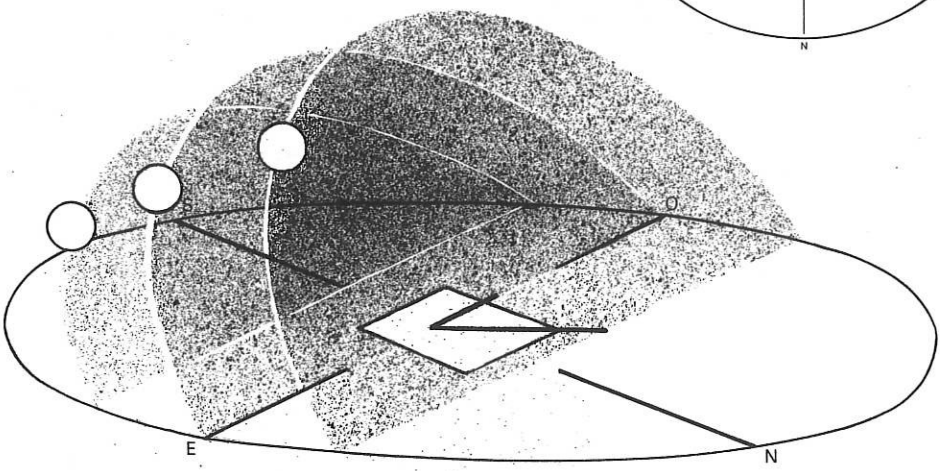


Fig. 17.2. El gnòmon inclinat segons la latitud local projecta les ombres en la mateixa direcció, independentment de l'altura del sol.

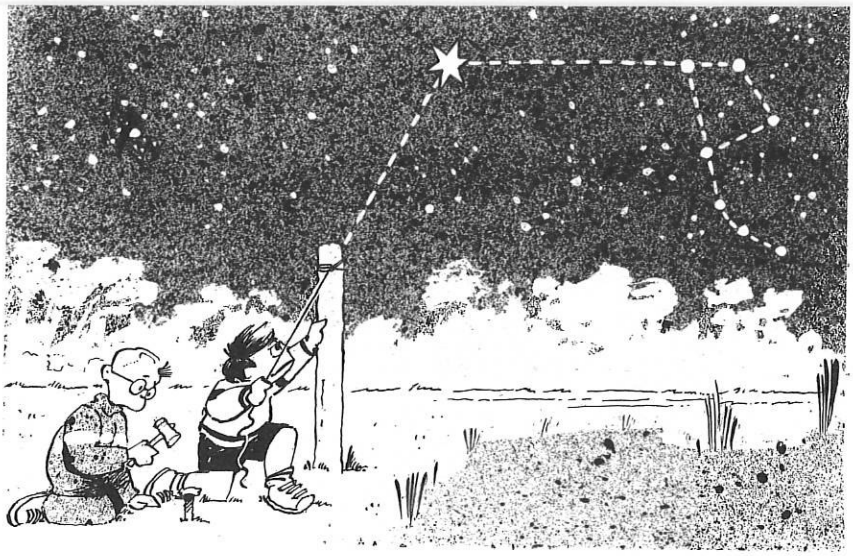
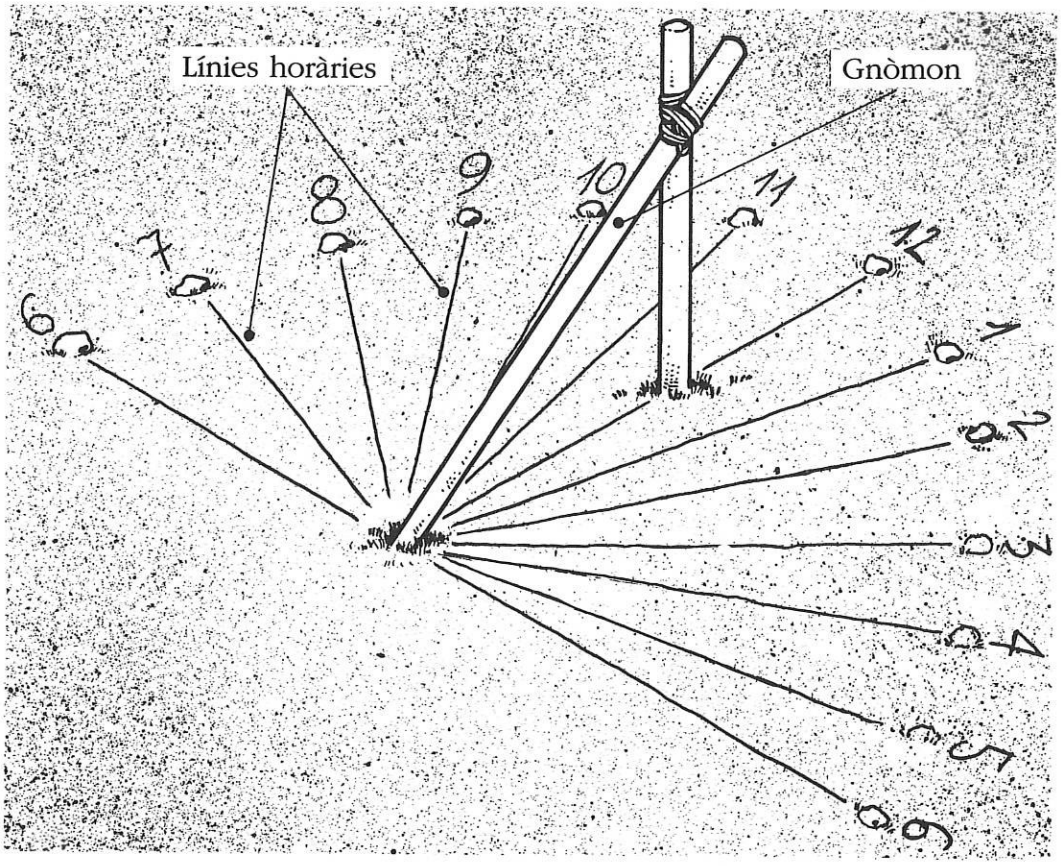


Fig. 17.3. Localització de l'estel polar i col·locació del cordill en la seva direcció.

Fig. 17.4. Aspecte final del rellotge de sol horitzontal.



L'endemà al matí, substituirem el cordill per una segona estaca, tenint cura que quedi situada en la mateixa posició que el cordill (inclinació i direcció) i aquest el podrem utilitzar per lligar ambdós pals entre ells. Substituïm el cordill per una estaca perquè aquell no fa prou ombra.

L'estaca inclinada és el gnòmon del rellotge de sol i amb la seva ombra podrem anar assenyalant, a terra, les hores al llarg del dia amb l'ajut d'un rellotge que ens doni l'hora exacta.

Les línies horàries partiran de l'extrem inferior del gnòmon. Per assenyalar-les podrem fer un petit solc amb un pal i l'omplirem amb petites pedres (figura 17.4).

18
Rellotge analemàtic

Edat: A partir de 12 anys

Materials i eines
Paper
Material gràfic (regle, escaire, compàs...)
Diari del dia
Tres pals llargs
Cordill
Un plom de pesca
Guix
Pintura per a exteriors
Pinzells

Temporalització
Unes dues sessions. La primera per dibuixar el rellotge sobre paper, i la segona per realitzar-lo pràcticament.

En parlar del rellotge anterior hem expressat el nostre rebuig pel mal costum de fer construir un rellotge de sol horitzontal amb un pal vertical. Hem vist també que una solució correcta consisteix a inclinar el gnòmon de manera que apunti a l'estel polar. Hi ha, però, una altra solució per utilitzar l'ombra d'un objecte vertical per assenyalar l'hora. Aquesta solució consisteix a canviar el gnòmon de lloc al llarg de l'any per damunt d'una gràfica graduada amb els mesos de l'any o els signes zodiacals corresponents. El rellotge de sol així constituït, rep el nom d'analemàtic.

L'inconvenient d'haver de canviar el gnònom de lloc constantment, és recompensat pel fet que en aquest tipus de rellotge de sol pot esdevenir una de les realitzacions més espectaculars de la gnomònica i que consisteix a utilitzar l'ombra

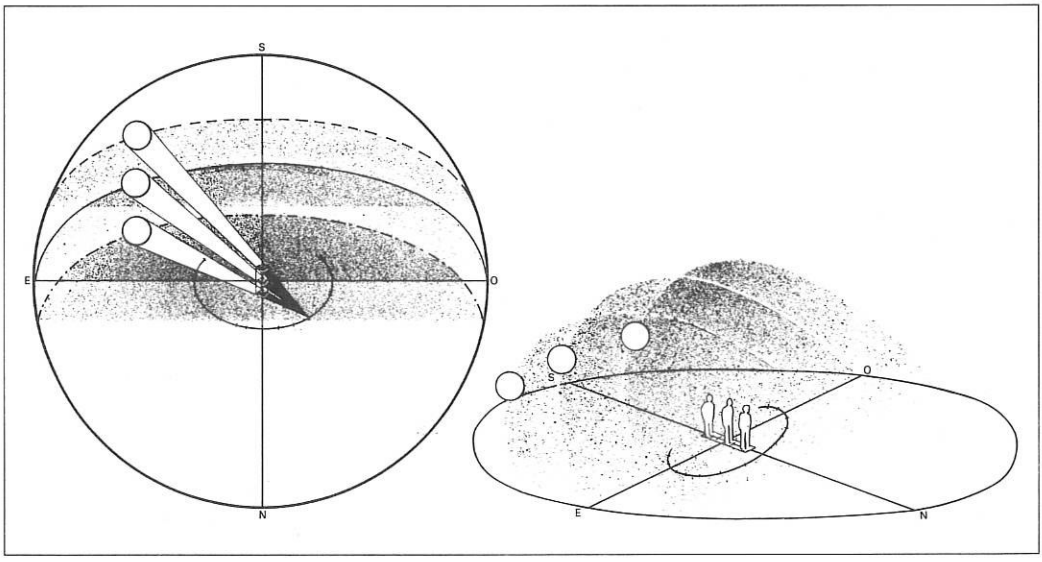


Fig. 18.1. El desplaçament del gnòmon en el rellotge de sol analemàtic compensa els canvis de direcció de l'ombra, produïts per les variacions anuals en l'altura solar.

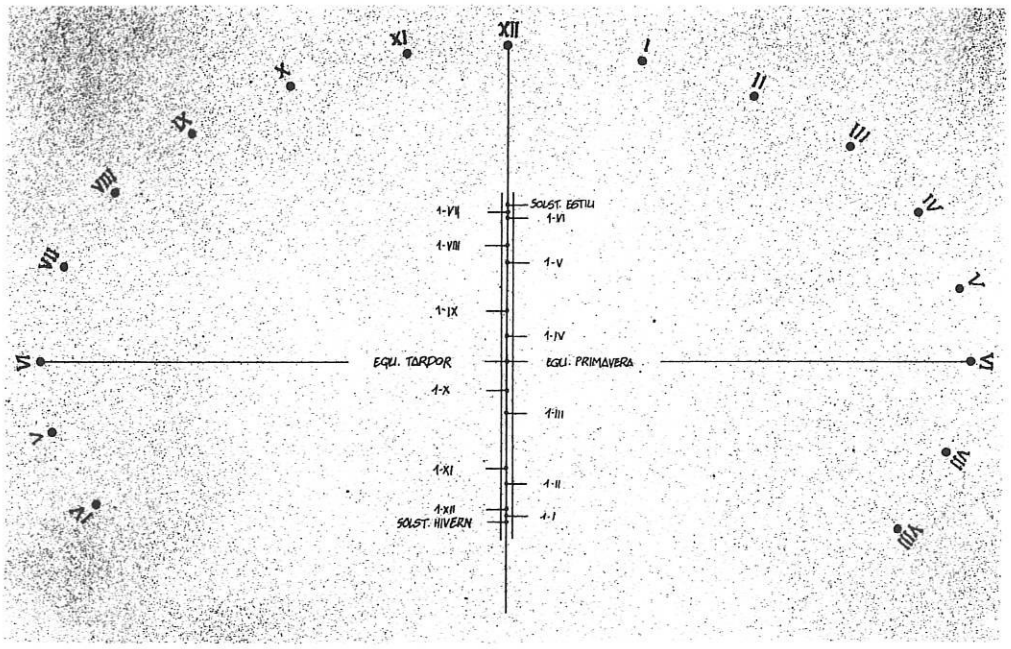


Fig. 18.2. Rellotge de sol analemàtic.

del mateix observador per assenyalar l'hora (figura 18.1). El rellotge analemàtic serà adequat, doncs, per ocupar el terra d'una plaça pública o del pati d'esbarjo.

En el rellotge analemàtic, les xifres horàries estan disposades en forma d'el·lipse (figura 18.2). En el centre d'aquesta el·lipse, i sobre l'eix menor, hi ha assenyalats els punts sobre els quals s'haurà de situar l'observador, segons la data, per produir l'ombra que assenyalarà l'hora.

Elaboració

Primerament, cal localitzar el lloc més adient per situar el rellotge. Interessa que sigui una superfície ben horitzontal, assoleiada i de molt de pas, com pot ser el pati d'una escola.

Un cop decidides les dimensions i el lloc on fer el rellotge analemàtic, caldrà efectuar, prèviament a la seva realització, un plànol a escala del futur rellotge que més tard dibuixarem a terra conservant les proporcions.

El procés per fer el plànol és el que segueix:

- Dibuixem (figura 18.3) un triangle rectangle de costats 'a, b, c' en el qual hi ha d'haver un angle 'LAT' igual a la latitud geogràfica local, (en el cas de Barcelona seria 41'5°).

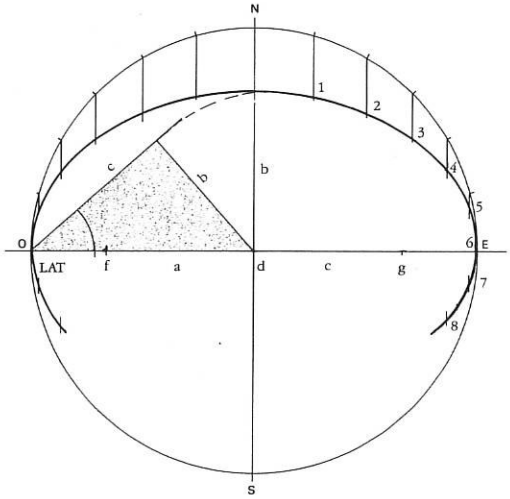


Fig. 18.3. Construcció de l'el·lipse i situació de les hores.

- Tracem una circumferència amb centre 'd' i radi igual a la hipotenusa 'a'. Prolonguem 'a' fins a formar un diàmetre 'OE' d'aquesta circumferència i tracem també el diàmetre 'NS' perpendicular a aquest.

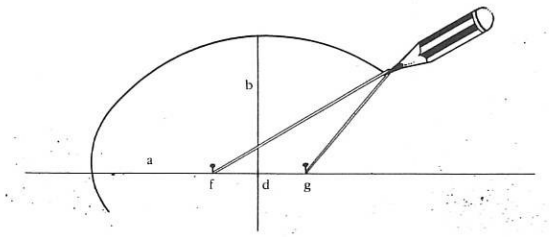


Fig. 18.4. Traçat d'una el·lipse a partir dels focus i dels semieixos pel sistema del cordill.

7 de juliol: El sol ha sortit a les 6 h 24 min i es pondrà a les 21 h 27 min.

$$\begin{array}{rrr} & 6 \cdot & 24 \\ + & 21 \cdot & 27 \\ \hline & 27 \,.\, & 51 \\ : & 2 & \\ \hline & 13h & 55m \quad 30s \end{array}$$

18.7. Càlcul de l'hora del migdia solar.

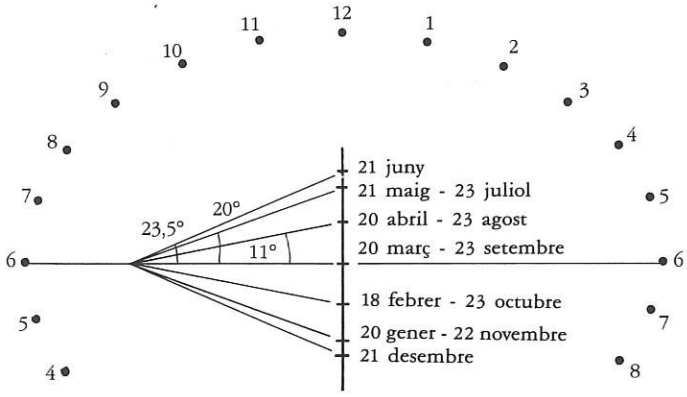


Fig. 18.5. Construcció de l'escala de les dates.

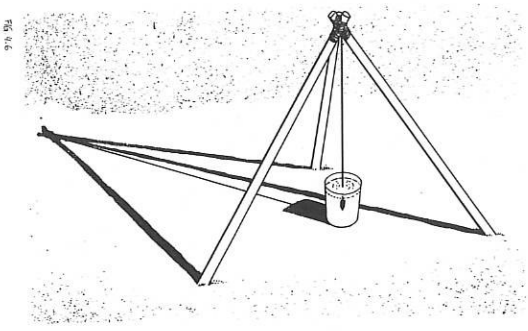


Fig. 18.6. Procediment per traçar la línia meridiana.

- Marquem els punts 'f' i 'g' sobre el diàmetre 'OE' a una distància igual a la mida del costat 'c'; també des de 'd' cal assenyalar una distància igual a 'b' a ambdós costats del diàmetre 'NS'. Així doncs, 'f' i 'g' són els focus d'una el·lipse, en la qual el semieix més gran és 'a' i el semieix més petit és 'b'.
- Tracem l'el·lipse, per exemple pel sistema del cordill (figura 18.4), que serà el millor que podrem utilitzar quan passem el dibuix a terra.
- A continuació, dividim la circumferència en 24 arcs de 15° cadascun, i per aquests punts tracem línies paral·leles al diàmetre 'NS', amb l'objectiu de trobar les intersecions d'aquestes amb l'el·lipse. Els punts de les interseccions seran els llocs que ocuparan les hores.
- L'escala de les dates ha d'estar situada sobre l'eix 'NS'. Per això caldrà traçar des de 'f' uns angles d'11°, 20° i 23'5° (figura 18,5) a ambdós costats de l'eix 'OE' que tallaran l'eix 'NS' en sis punts, corresponents a les dates anuals zodiacals. El punt més proper

a les 12 hores serà el corresponent a la data de Càncer, és a dir, el 21 de juny; el punt següent correspondrà als signes de Lleó i Bessons (23 de juliol i 21 de maig)...

Amb el plànol acabat ens podrem disposar a passar-lo a terra amb l'escala d'equivalència o ampliació prevista.

Primer de tot, serà necessari traçar la línia NS a terra. Com sabem, aquesta ha de coincidir amb la direcció nord-sud, és a dir, que haurem de traçar el que anomenem una línia "meridiana".

El millor procediment per fer això és disposar, en el lloc on ha d'anar el rellotge, un trípode de fotografia, o improvisar-ne un amb tres pals llargs, i hi penjarem una plomada (figura 18.6) feta amb fil gruixut. La plomada la podem submergir dins d'un recipient amb aigua per preservar-la de la influència del vent.

En el moment del migdia solar l'ombra del fil de la plomada coincidirà amb la línia meridiana i només caldrà resseguir l'ombra amb un guix per tenir-la pintada a terra.

Per conèixer el moment exacte del migdia solar caldrà disposar del diari del dia i treure'n la mitjana aritmètica (figura 18.7) de les hores de sortida i de posta del Sol d'aquell dia. Aquesta dada varia diàriament i, per tant, no convé utilitzar un periòdic massa endarrerit.

A continuació podrem passar el plànol del rellotge a terra, tenint cura de posar la línia 'NS' del plànol sobre la línia meridiana, és a dir les 12 hores i l'escala de les dates.

Aconsellem que l'el·lipse del terra no tingui menys d'uns 5 metres d'eix més gran, a fi que l'escala de les dates no quedi masa petita en proporció.

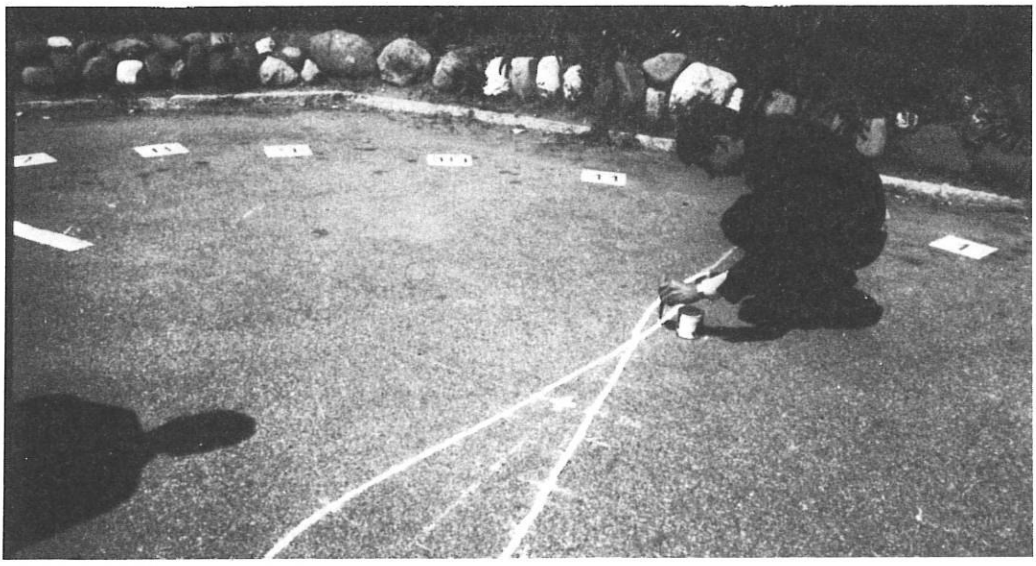
Utilització

Per utilitzar el rellotge analemàtic, l'observador s'haurà de situar sobre l'escala de les dates i damunt de la data del dia actual. Llavors, si fa sol, la seva ombra estarà assenyalant cap a l'hora solar. És possible que l'ombra normal d'una persona no arribi a tocar, en certs moments, les xifres horàries, però això no té importància; si cal podem, augmentar la mida de la nostra ombra aixecant un braç o un bastó, verticalment per damunt del cap.

Variacions

L'escala de les dates por estar formada pels dies del mes, en lloc de les dates zodiacals. Els angles a utilitzar en aquest cas els podem treure de la taula de "Declinacions Solars" inclosa en l'apèndix.

A cada data que vulguem representar en l'escala li correspon un angle determinat. Els angles positius corresponen a les dates situades al costat nord de l'eix 'NS' i les negatives al costat sud. Aconsellem representar per a cada mes els dies 1, 10 i 20.



Rellotge analemàtic pintat al terra d'un Institut de FP.

19
Rellotge de "rateta"

Edat: A partir de 9 anys

Materials i eines
Un mirallet rodó
Cola de fuster
Nivell
Un tros de llistó
Guixos de colors
Un pal llarg o una escala
Draps
Cordill
Rellotge

Temporalització
Per decidir l'emplaçament del mirall, cal dedicar un temps previ d'observació. També necessitarem una sessió de treball per fixar el mirall i dos dies sencers, espaiats entre si uns mesos, per traçar els senyals horaris.

Qui més qui menys, tothom ha jugat a reflectir el Sol amb un mirallet a la cara d'una altra persona per enlluernar-la. D'això i de fer córrer el raig de sol reflectit per les parets o el sostre de la cambra en diem: "fer la rateta".

La present experiència proposa d'utilitzar la "rateta" per traslladar el moviment diari del Sol pel firmament fins a l'interior d'una aula o d'una cambra. Un petit mirall, fixat horitzontalment en una finestra assoleiada, reflectirà un raig de sol cap al sostre o a les parets de l'habitació; el desplaçament de la imatge reflectida per l'interiror de l'estança seguirà simètricament el recorregut del Sol pel firmament.

Per aprofitar aquest desplaçament i convertir-lo en un rellotge de sol, caldrà dedicar almenys dos dies espaiats uns mesos per efectuar les marques horàries. El millor, però, seria que el primer dia fos al voltant del 21 de desembre, i el segon al voltant del 15 d'abril.

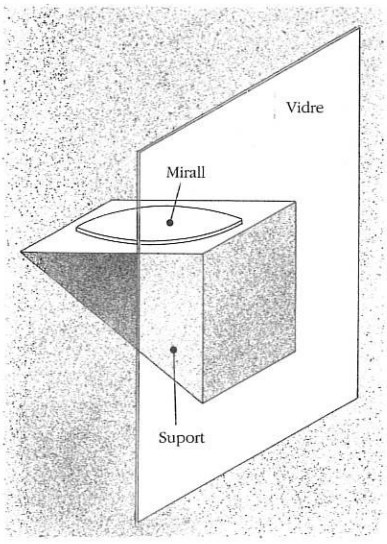


Fig. 19.1. Fixació del mirall a la finestra.

Elaboració

Per fixar el mirallet buscarem un lloc proper a una finestra ben il·luminada, però no és necessari que estigui perfectament orientada al sud. El mirall es pot fixar al marc o al vidre, a l'interior o a l'exterior de la finestra, i cal assegurar-se que el mirall no pot ser fàcilment desplaçat del seu lloc.

Observant el recorregut diari de la "rateta" per l'interior de l'aula, acabarem per decidir el lloc idoni per al seu emplaçament. Per aquesta operació podem dedicar-hi el darrer trimestre de l'any, ja que no és convenient efectuar les marques horàries abans del 21 de desembre.

Amb cola de fuster, fixarem el mirallet a un costat del tros de llistó i aquest al lloc escollit de la finestra. Amb el nivell caldrà assegurar-se que el mirall queda col·locat ben horitzontalment (figura 19.1).

Un dia de sol, al voltant del 21 de desembre, el podem dedicar a marcar la

primera sèrie de senyals horaris; per això embrutarem de guix de color un drap lligat a la punta d'un pal. Deixarem una taca rodona de guix al sostre, en el lloc que ocupa la "rateta", a raó d'una marca cada hora, coincidint amb les hores del nostre rellotge.

Podem numerar els punts horaris segons les hores del dia, seguint la mateixa tècnica que abans, o sigui enganxant un número adhesiu mitjançant el pal llarg o ajudats amb una escala.

Per fer la segona sèrie de marques horàries, caldrà repetir aquesta operació al cap d'uns mesos. És ideal fer-ho a mitjan abril.

Quan tinguem dues sèries de marques horàries caldrà unir, mitjançant línies rectes fetes amb cinta adhesiva de colors, o fils subjectes amb xinxetes, les marques corresponents a la mateixa hora i perllongar-les a un costat i l'altre de les marques; així tindrem traçades les línies horàries que, a partir de llavors, serviran per llegir l'hora (figura 19.2).

Cal tenir en compte l'avançament horari de l'estiu que té lloc el darrer diumenge de març, així doncs unirem el punt de les 12, fet el desembre, amb el punt de la 1 fet l'abril.

Variacions

Hem suggerit utilitzar guix perquè és fàcil d'eliminar en cas d'error i perquè així no es fa malbé, permanentment, la decoració de la cambra.

Si volem, però, que el nostre rellotge duri més, podem resseguir el traçat inicial amb pintures de diferents colors; d'aquesta manera el tindrem decorat i a punt per emprar-lo més endavant.

Un cop fets els senyals, és interessant observar el desplaçament de les trajectòries solars i jugar a preveure què passarà amb aquests desplaçaments en els dies propers.

És interessant veure com la "rateta" d'hivern descriu una corba oberta cap al nord, mentre que la "rateta" d'estiu descriu una corba oberta cap al sud. Entre l'una i l'altra hi ha dos dies a l'any que la "rateta" segueix una línia recta, els dies 21 de juny i 23 de setembre.

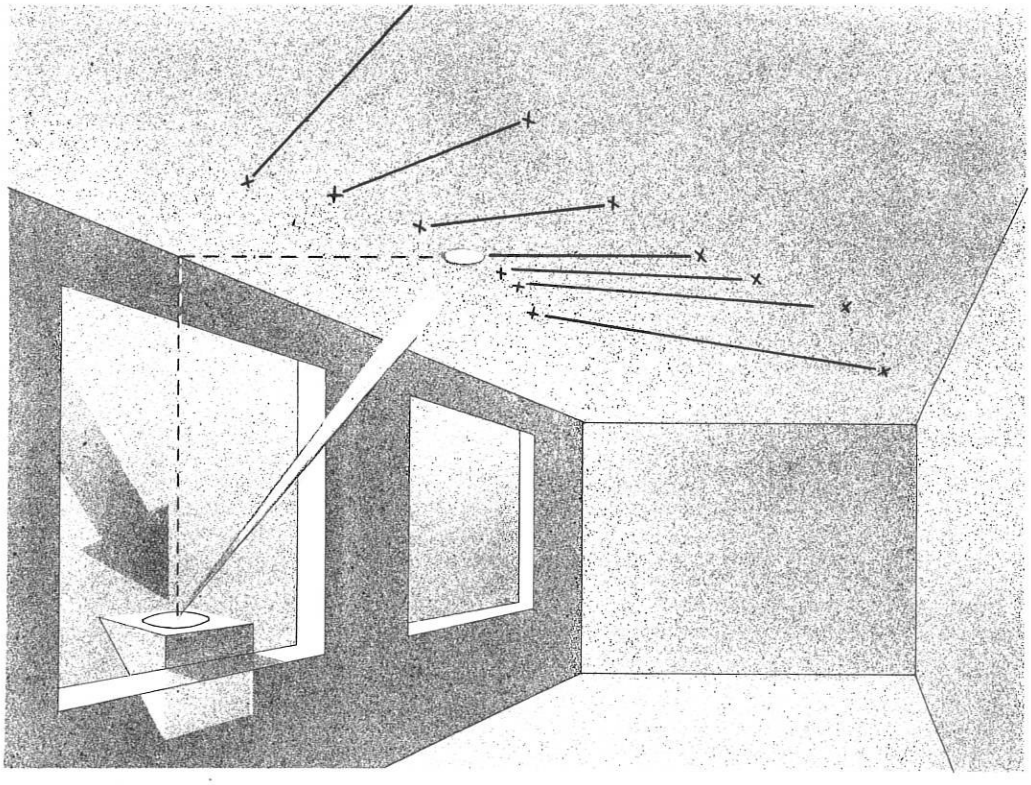


Fig. 19.2. Rellotge de rateta dins d'una aula.

20
Rellotge vertical

Edat: A partir de 13 anys

Materials i eines
Escaire gran
Transportador d'angles gran
Nivell
Plomada
Diari del dia
Material gràfic (llapis, goma, compàs,...)
Calculadora
Bastida
Taladradora i broques
Vareta d'acer inoxidable
Ciment
Guix
Pintures
Pinzells

Temporalització
Unes quatre sessions. Una primera, per determinar l'orientació de la paret; una altra, per calcular i dibuixar sobre el paper les línies horàries, i dues més per fixar el gnòmon a la paret, pintar i decorar el rellotge.

El rellotge de sol per excel·lència és el que es troba emplaçat en una paret. La seva ubicació no és la més idònia, ja que cap paret no pot gaudir de totes les hores de sol d'un dia d'estiu, però la seva alçada i mesura el fan més visible que altres rellotges situats a nivell de terra.

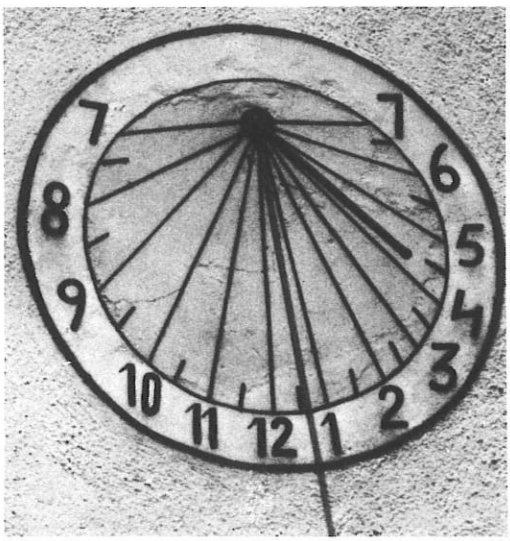
Quan algú esmenta un rellotge de sol, és fàcil que ens imaginem el rellotge de sol vertical, ja que és el més típic (figura 20.1); als capítols anteriors ja hem vist, però, que no és l'únic ni el més interessant dels rellotges de sol.

La seva elaboració pot resultar força complexa, ja que cal efectuar algunes operacions no gaire senzilles, com són determinar l'orientació de la paret on ha d'estar situat i el càlcul dels angles de les línies horàries. Si, malgrat tot, ens atrevim a emprendre la tasca, el resultat no passarà desapercebut a ningú, i fins i tot el rellotge pot arribar a esdevenir un dels distintius que donin caràcter a l'edifici on estigui situat.

Elaboració

En primer lloc, cal escollir la paret més adequada per fer-hi el rellotge. Cal que estigui més o menys orientada al sud perquè disposi del màxim d'hores de sol. També cal considerar els edificis veïns i els obstacles que li puguin fer ombra, especialment en els dies d'hivern en què la trajectòria del Sol és més baixa.

Un cop escollida la paret, cal mesurar la seva orientació. L'angle d'orientació 'OR' és el format per la línia perpendicular a la paret i la direcció sud (figura 20.2).



20.1. Rellotge de sol vertical d'una masia.

Per efectuar aquesta mesura amb certes garanties, haurem de disposar d'una plomada, un escaire i un transportador d'angles de la mida més gran possible, i també del diari del dia.

Disposarem els instruments esmentats sobre la paret que s'ha de mesurar, tal com indica la figura 20.2. El transportador d'angles ha de quedar situat perpendicularment a la paret i en posició perfectament horitzontal, cosa que aconseguirem amb l'ajut del nivell i l'escaire.

En el moment exacte del migdia solar situarem la plomada en un punt del transportador, de tal manera que el fil projecti una ombra vertical sobre la paret. El punt del transportador on hagi quedat situada la plomada ha de coincidir amb el sud geogràfic.

L'angle 'OR' d'orientació que cerquem és el format per aquest punt i la perpendicular a la paret.

Per determinar el migdia solar haurem consultat, prèviament, en el diari del dia, les hores de sortida i posta del Sol i n'haurem tret la mitjana (figura 20.3).

Per efectuar els càlculs que vénen a continuació, caldrà partir de les següents dades:

-Orientació de la paret: angle mesurat, per exemple 'OR' = 30° al sud-est.

-Angle de latitud del lloc on es posarà el rellotge, per exemple 'LAT' = 42° (la de Girona).

Les dues operacions que segueixen serviran per determinar la posició que ocuparà el gnòmon respecte de la paret:

TAN 'SE' = SIN 'OR' / TAN 'LAT'

SIN 'EG' = COS 'OR' x COS 'LAT'

El gnòmon estarà situat sobre una línia anomenada "subestilar" que parteix del pol (lloc d'on sortirà el gnòmon) i que forma un angle de valor 'SE' respecte de la vertical (figura 20.4). La línia subestilar estarà situada a mà esquerra de la vertical si la paret està orientada cap al sud-est, i a la dreta, si la paret apunta al sud-oest.

Al damunt de la línia subestilar el gnòmon s'aixecarà perpendicularment a la paret amb un angle de valor 'EG', respecte de la subestilar.

Havent fet aquests càlculs ja estarem en situació de clavar el gnòmon, una vareta

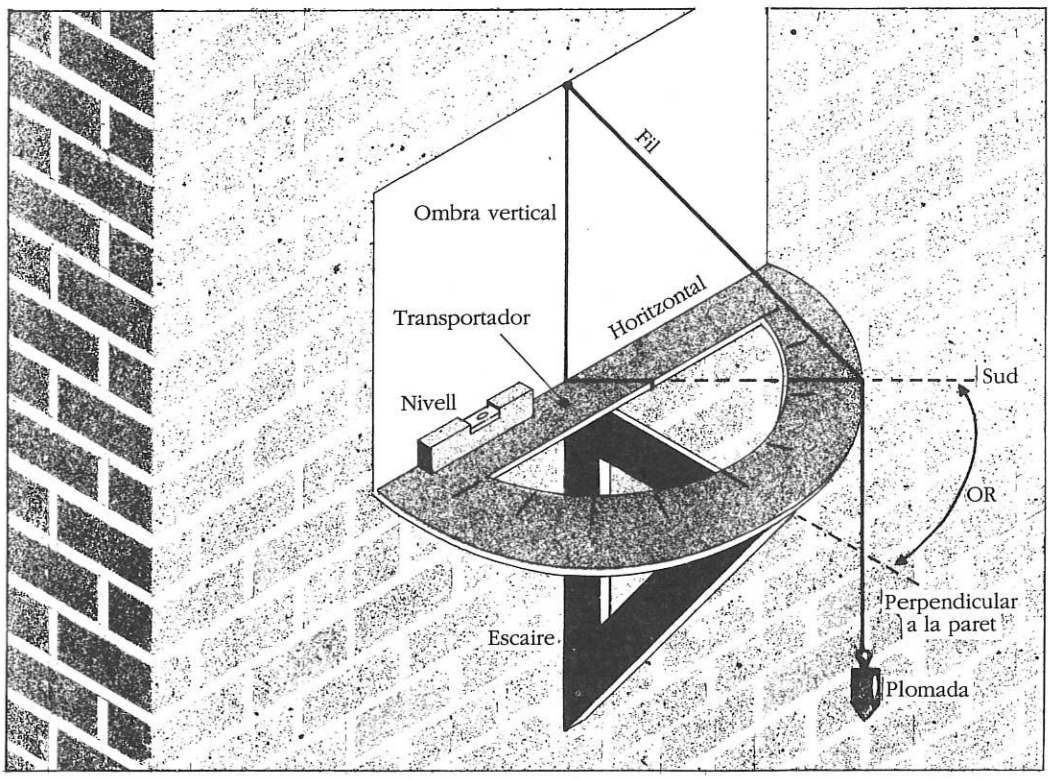


Fig. 20.2. Mesura de l'orientació d'una paret.

7 de desembre: El sol ha sortit a les 8 h 03 min i es pondrà a les 17 h 22 min.

$$\begin{array}{rl} & 8 \cdot 03 \\ + & 17 \cdot 22 \\ \hline & 25 \,.\, 25 \\ : & 2 \\ \hline & 12h \quad 42m \quad 30s \end{array}$$

20.3. Càlcul de l'hora del migdia solar.

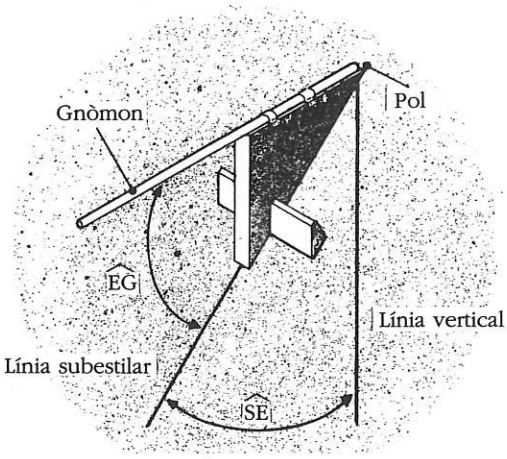


Fig. 20.4. Recurs per a la col·locació correcta del gnòmon a la paret.

d'acer ben recta, a la paret.

Ens podem ajudar amb unes plantilles fetes de fusta per assegurar que els angles 'SE' i 'EG' siguin els correctes (figura 20.4).

Amb la taladradora perforarem la paret, hi farem un forat degudament inclinat com ho haurà d'estar el gnòmon. Després fixarem la vareta amb ciment dins del forat i la sostindrem amb les plantilles de fusta esmentades, a fi que quan s'hagi assecat el ciment, la seva posició sigui la correcta.

La llargada de la vareta només és important per la mida relativa del rellotge; és aconsellable que tingui, més o menys, 2/3 de la mida de la línia de les 12 hores.

El pas següent consistirà a calcular els angles amb què s'hauran de dibuixar les línies horàries. La primera línia horària, que ja tenim esbossada a la paret, és la vertical que parteix del peu del gnòmon i que serà la línia de les 12 hores. Els angles 'a' de les altres línies es mesuraran en relació a la vertical i segons aquesta fórmula:

TAN 'α' = COS 'LAT' / (COTAN 'h' x COS 'OR' ± SIN 'LAT' x SIN 'OR'

Els valors de 'LAT' i 'OR' ja els coneixem i la variable 'h' anirà acumulant els múltiples de 15° (15°, 30°, 45°, 60°...), cada un dels quals serà el valor d'un angle horari en relació a les 12 hores que tindria l'angle horari de 0°.

Caldrà utilitzar el signe ± que apareix a la fórmula en funció del costat del quadrant que estem calculant, així el signe + s'emprarà per les línies del mateix costat de la subestilar, i el signe - pel costat contrari.

D'aquesta manera, veiem que el quadrant no serà simètric; hi ha més concentració de línies al costat de la subestilar. Cal no dibuixar mai cap línia per damunt de l'horitzontal del pol, així rebutjarem qualsevol angle 'α' més gran de 90°, ja que en aquestes hores mai no tocaria el sol en aquesta paret.

L'aspecte final del quadrant traçat haurà de ser similar al de la figura 20.5 (per una paret orientada uns 30° al sud-est i de latitud 42°). Podem utilitzar aquest exemple per veure si hem sabut aplicar bé les fórmules; els resultats els podem comparar amb aquests:

LAT	=	42°		
OR	=	30° sud-est		
SE	=	29°		
EG	=	40°		
		+		−
h = 15	(11 h)	α = 11,7°	(13 h)	α= 14,3°
h = 30	(10 h)	α = 22°	(14 h)	α= 32,5°
h = 45	(9 h)	α = 31,7°	(15 h)	α= 54,4°
h = 60	(8 h)	α = 41,6°	(16 h)	α= 77,4°
h = 75	(7 h)	α = 52,6°		
h = 90	(6 h)	α = 65,7°		
h = 105	(5 h)	α = 82,2°		

Un cop tinguem fet el traçat sobre el paper, l'hem d'ampliar al més fidelment possible i passar-lo a la paret.

Quan pintem i decorem el quadrant, haurem de tenir en compte el gruix de les línies horàries per tal que siguin ben visibles des de lluny. Així mateix, perquè l'ombra del gnòmon destaqui bé, la superfície del quadrant haurà de ser de color clar i més aviat mat.

Utilització

La utilització d'un rellotge de sol vertical

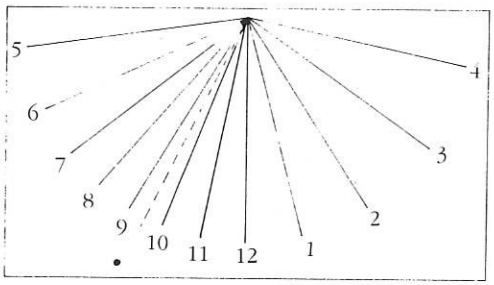
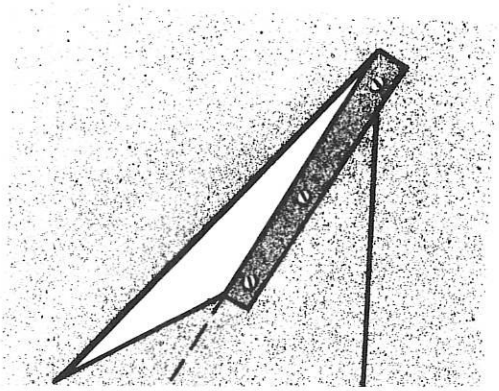


Fig. 20.5. Línies horàries per a un rellotge situat en una paret orientada 30° a l'est i per la latitud de 42° nord.



20.7. Una altra manera de fixar el gnòmon a la paret.

sembla que no hagi de presentar cap problema, però hi ha un parell de factors que ningú no té en compte i que poden fer pensar que el rellotge no ha estat fet amb precisió.

En primer lloc, cal saber que el rellotge de sol està indicant en tot moment l'hora solar local, la qual difereix de la nostra hora oficial perquè aquesta està presa en base al meridià de Greenwich. Així, sempre hi haurà una diferència de tantes vegades 4 minuts com graus difereixi el nostre meridià del de Greenwich.

D'altra banda, també cal tenir en compte que sempre anem una hora avançats i que a l'estiu hi anem dues.

En segon lloc hem de saber que, a causa de l'òrbita el·líptica que segueix la Terra al voltant del Sol i per la inclinació de l'eix de la Terra respecte al pla de l'òrbita, el rellotge de sol pot anar avançat o endarrerit fins a 16 minuts, depenent de l'època de l'any. El valor d'aquestes variacions és constant any rere any i es pot llegir en la taula de "l'equació del temps" inclosa a l'apèndix d'aquest llibre.

Així doncs, hi ha dues maneres d'utilitzar un rellotge de sol: la primera és llegir directament l'hora solar local, i la segona és convertir aquesta en l'hora oficial fent les correccions esmentades (avançament estacional, diferència de longitud i equació del temps) (figura 20.6).

Variacions

En el moment d'aplicar la fórmula per al càlcul dels angles de les línies horàries, hem dit d'agafar valors per a la variable 'h' de 15° en 15°; si aquests valors els agafem de 7,5° en 7,5° podrem trobar les línies horàries per a les mitges hores i si ho fem cada 3,75° també hi podrem representar els quarts.

No cal que el gnòmon sigui simplement una vareta; si volem donar-li una solidesa i potser simplificar la seva col·locació a la paret, podem fer una peça triangular en què un dels angles tingui el valor EG i collar-la a la paret mitjançant una pestanya, cargols i tacs (figura 20.7).

			7 juliol
Temps solar local		.....	12.00.00
Correcció de longitud	EST	.....	– 8.41
	OEST	.....	+
Temps solar del meridià central		.....	11.51.19
Correcció equació del Temps:		SOL RETARDA	+ 4.39
		SOL AVANÇA	–
Temps mitjà del meridià central		.....	11.55.58
Correcció estacional:	HIVERN	.....	+ 01.00.00
	ESTIU	.....	+ 02.00.00
Hora oficial		.....	13.55.58

20.6. Càlcul de l'hora oficial a partir de la lectura de l'hora solar local.

21
Rellotge portàtil

Edat: A partir de 10 anys

Materials i eines
Fullola
Paper
Material gràfic
Fil de cosir
Transportador
Cola de fuster
Llima
Punxó
Serra de marqueteria
Vernís
Pinzells
Brúixola petita
Un tros de roba

Temporalització
2 sessions. Una primera sessió per realitzar el cos del rellotge i, un cop acabat i ben sec, una segona sessió per enganxar-hi la gràfica horària.

Contràriament al que hem vist fins ara, els rellotges de sol no tenen perquè ser sempre fixos. De rellotges de sol portàtils, se'n coneixen des de l'antic Egipte. L'exemplar més antic que se'n conserva procedeix del regnat del faraó Tutmosis III (1500 aC).

Els rellotges de sol portàtils, que anomenem "díptics" perquè estan constituïts per dues plaquetes que s'obren en forma d'estoig o llibret, daten de l'època medieval; se'n coneixien d'ivori i d'argent gravat, i també de fusta amb el quadrant dibuixat sobre paper i encolat a les cares interiors del díptic, que és la solució que nosaltres us proposem de fer (figura 21.1).

Elaboració

Per fer el suport del rellotge, haurem de tallar dues peces iguals de fullola amb la forma desitjada (quadrada, rectangular, hexagonal...), després les podem llimar i vernissar i, un cop ben seques, les ajuntarem i les enganxarem amb cola de fuster per un dels costats mitjançant una tira rectangular de roba, de manera que ens quedi com un llibret i ens sigui més fàcil obrir-lo i tancar-lo.

A les cares interiors del llibret hem d'enganxar-hi una reproducció (fotocòpia ampliada o reduïda, segons les necessitats) de la figura 21.2, dissenyada per funcionar a la latitud de 41° (la de Tarragona).

A la cara horitzontal del llibret, en l'espai reservat a tal efecte, hi haurem de fixar una brúixola petita, per a la qual cosa caldrà foradar la fullola amb el punxó i la serra de marqueteria. L'espai reservat a la gràfica és només orientatiu, ja que el forat haurà de tenir la mida de la brúixola.

Fig. 21.1. Rellotge de sol portàtil.

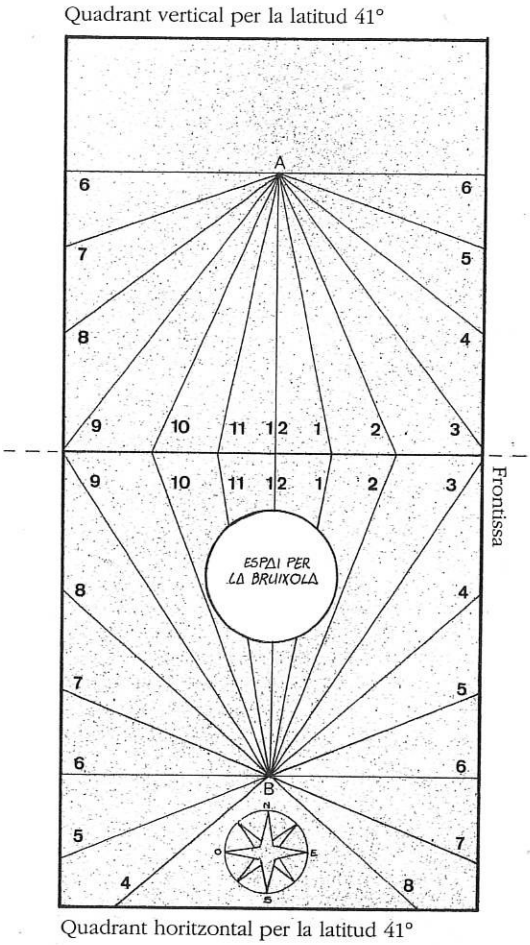


Fig. 21.2. Gràfica horària traçada per la latitud de 41°.

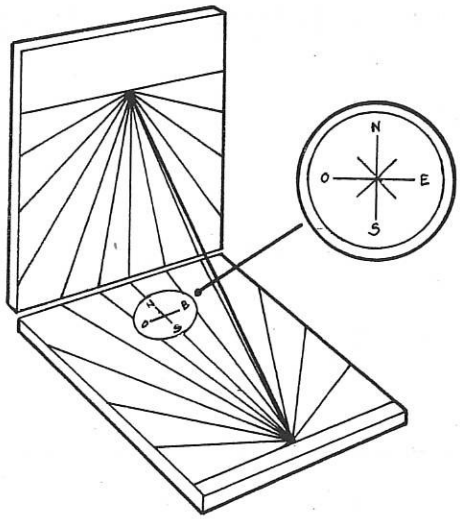


Fig. 21.3. Col·locació correcta de la brúixola dins del dipòsit.

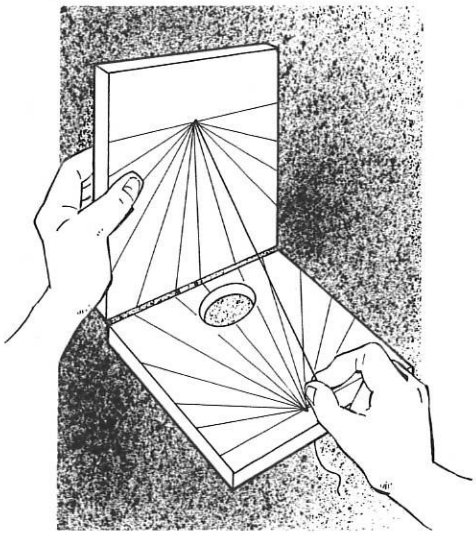


Fig. 21.4. Col·locació del fil que farà de gnòmon.

Tal com indica la figura 21.3, la brúixola ha d'estar fixada a l'interior del forat amb el nord apuntant al centre de la frontissa; hem de tenir en compte que aquesta no sobresurti per poder tancar el rellotge sense dificultat.

A continuació unirem els punts 'A' i 'B' del gràfic amb un fil, tal com s'indica a la figura 21.4, tenint en compte que, un cop obert el llibret, el fil ha de quedar tensat i les dues fulles obertes amb un angle de 90° (figura 21.5).

Utilització

Per esbrinar l'hora amb aquest rellotge, l'haurem d'obrir, situar la cara on hi ha la brúixola ben horitzontalment, orientar-la

en direcció al sud i l'ombra del fil serà la que ens indicarà l'hora, tant sobre la gràfica vertical com sobre la gràfica horitzontal.

Variacions

Per facilitar l'elaboració d'aquest rellotge es pot substituir la fullola per cartolina i ens podem ajudar d'una brúixola de butxaca per la seva orientació.

Tant si el realitzem de fullola com de cartolina, podem decorar com més ens agradi el suport i les gràfiques del rellotge.

La mida del rellotge també depèn dels nostres gustos i necessitats.

Podem posar una tanca al rellotge perquè aquest no s'obri accidentalment, ja que si això passés hi hauria el perill que es trenqués el fil. A més, amb la tanca aconseguirem un acabat més polit.

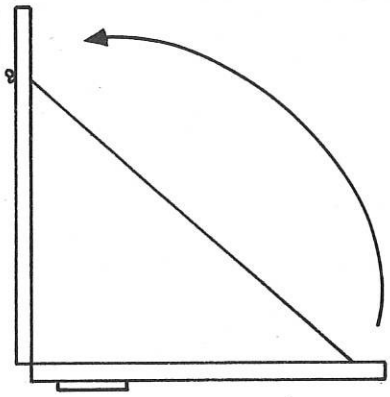


Fig. 21.5. El fil ha de tenir la llargada necessària perquè quan s'obri el llibret 90° quedi perfectament tensat.

Rellotges d'estels

De la mateixa manera que el recorregut diari del Sol ens serveix per conèixer les hores diürnes, el moviment aparent dels estels també pot servir-nos per conèixer l'hora durant la nit.

La gran diferència entre els rellotges de sol i els d'estels és que els primers fan una lectura indirecta de la posició del Sol, a causa que aquest projecta ombres i també perquè la seva visió directa és perillosa. El rellotge d'estels, en canvi, serveix per mesurar directament la posició d'alguns estels fàcils d'identificar, i assenyalar així l'hora. L'astrolabi i el nocturlabi fóren els instruments adequats per efectuar aquesta mesura i extreure'n la informació horària.

22
Nocturlabi

Edat: A partir d'11 anys

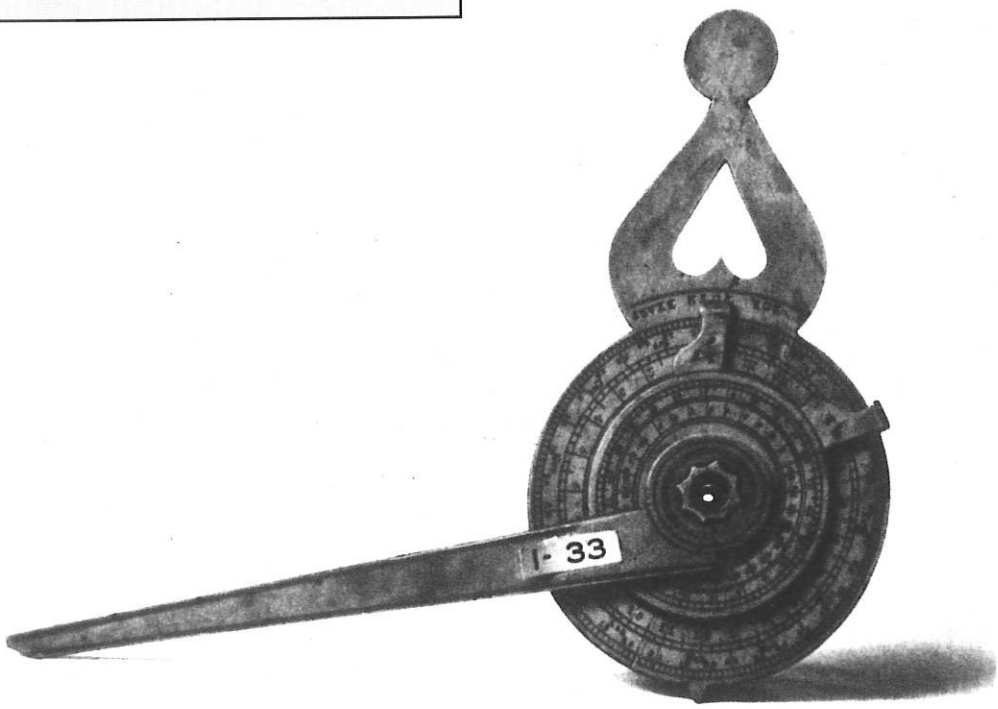
Materials i eines
Cartolina
Pal de polo
Tisores
Material gràfic (llapis, goma, retoladors...)
Compàs
Regla
Transportador d'angles
Cola de fuster

Temporalització
Una o dues sessions per construir el nocturlabi, i un vespre, aprofitant una sortida al camp o durant les colònies, per experimentar-hi.

Els precedents històrics més antics del nocturlabi els trobem a la Xina del segle XI aC. A Europa, un dels primers a esmentar-lo fou Ramon Llull, qui descriu, en el seu *Tractat de Medicina,* un primitiu nocturlabi per determinar, durant la nit, l'hora d'administrar els medicaments amb els intervals de temps més adequats.

A partir del segle XVI, el nocturlabi es popularitzà a bord dels vaixells, atès que aquell no semblava el lloc més idoni per utilitzar-hi un rellotge de sol (figura 22.1).

La versió més comuna del nocturlabi està formada per tres peces: el disc de les dates que porta el mànec, el disc de les hores, i el regle. Les tres peces es mouen entre elles a través d'un eix comú de gir que ha d'estar perforat en el seu centre.



22.1. Nocturlabi anglès del s. XVIII.

Elaboració

Començarem dibuixant les peces següents al damunt d'una cartolina:

– El disc de les dates haurà de portar un mànec per subjectar l'instrument amb la seva perifèria dividida en 12 sectors, un per cada mes. L'ordre dels mesos segueix el sentit contrari a les agulles d'un rellotge. El 7 de setembre ha de ser la data que quedi més propera a l'eix de simetria del mànec (figura 22.2).

– El disc de les hores ha de ser una mica més petit que el de les dates i haurà d'estar dividit en 24 sectors, un per cada hora del

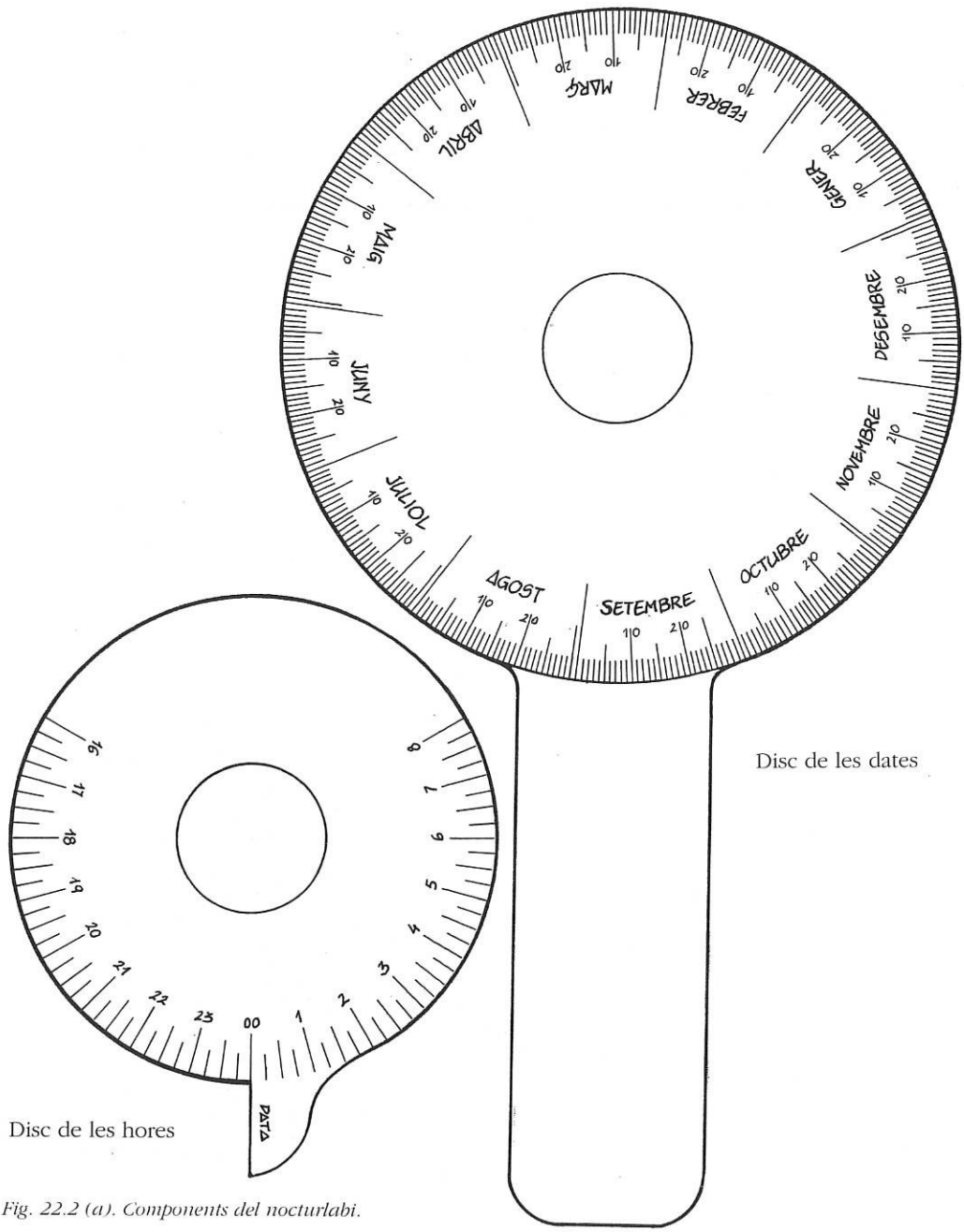


Fig. 22.2 (a). Components del nocturlabi.

Arandeles

Dubhe i Merak

Eix de gir perforat

Regle indicador

Fig. 22.2 (b).

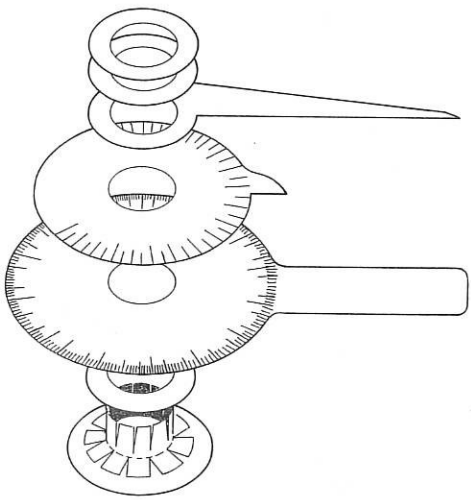


Fig. 22.3. Muntatge dels elements que componen el nostre nocturlabi.

dia, assenyalades en el sentit invers de les agulles del rellotge. No caldrà representar-hi les hores compreses entre les 8 del matí i les 4 de la tarda, ja que a la nostra latitud geogràfica són sempre hores diürnes (durant el dia, el nocturlabi no és útil). En el punt de les 12 de la nit hi ha de sobresortir un indicador que servirà per assenyalar la data sobre el disc més gran.

– El regle indicador tindrà la forma que s'indica a la figura 22.2; s'ha de tenir molt en compte que una de les seves arestes parteix del centre de gir. La seva longitud ha de sobrepassar l'extrem dels dos discs. Pot ser igual al diàmetre del més gran.

– L'eix de gir ha de permetre el lliure moviment dels tres elements anteriors i, a més, ha d'estar perforat en el seu centre. Per la qual cosa, serà útil fer el petit muntatge en paper o cartolina que s'indica en la mateixa figura 22.2 i que consisteix en quatre arandeles i un rectangle. Al rectangle, haurem de fer-li un serrell en els seus dos costats més llargs. A l'hora d'efectuar el muntatge dels components (figura 22.3), enganxarem un dels serrells del rectangle al voltant del forat central d'una de les arandeles i, perquè aquesta quedi neta i polida per l'interior, hi enganxarem una segona arandela sobre el serrell.

Tot seguit, procedirem a muntar les tres peces principals sobre l'eix de gir. Tancarem aquest eix amb les altres dues arandeles tal com hem fet al principi.

Utilització

Amb l'aparell recent construït, el primer que cal és disposar d'una nit estelada; a continuació, cal identificar en el cel l'estel polar i el Carro de l'Óssa Major.

El que ens interessa particularment és l'estel polar i els dos últims estels del Carro, precisament els que s'utilitzen per localitzar la polar prolongant cinc vegades la línia recta que els uneix.

Començarem per situar el disc de les hores de manera que el seu indicador assenyali el dia que és sobre el disc de les dates.

Amb el nocturlabi agafat pel mànec, i procurant tenir-lo perfectament vertical, hem de veure l'estel polar a través del forat central de l'instrument (figura 22.4) i situar l'aresta del regle indicador paral·lelament a la posició que ocupen els esmentats estels del Carro que apunten a la polar. En aquesta posició, la mateixa aresta ens indicarà l'hora sobre l'escala de les hores. A l'hora llegida hi afegirem 1 o 2 unitats segons sigui hivern o estiu.

Variacions

El disc de les dates, en lloc de dividir-lo en 12 parts iguals com ja hem indicat, ho podem fer en 365 parts i adequar la llargada dels mesos segons el calendari. Així, el mes de gener ocuparia 31 parts de la circumferència, el de febrer 28 i així successivament.

És recomanable reforçar el mànec amb diferents capes de cartolina o amb un pal de polo per la part posterior per donar més consistència a l'aparell.

A nosaltres, el que ens agrada més és el fet de realitzar les tres peces principals en fullola, ja que així el nocturlabi tindrà més durada, presència i fiabilitat. Si, per raons de temps, volem saltar-nos la fase de disseny, podem fotocopiar directament o ampliar la figura 22.2, retallar-la i enganxar-la sobre cartolina o fusta.

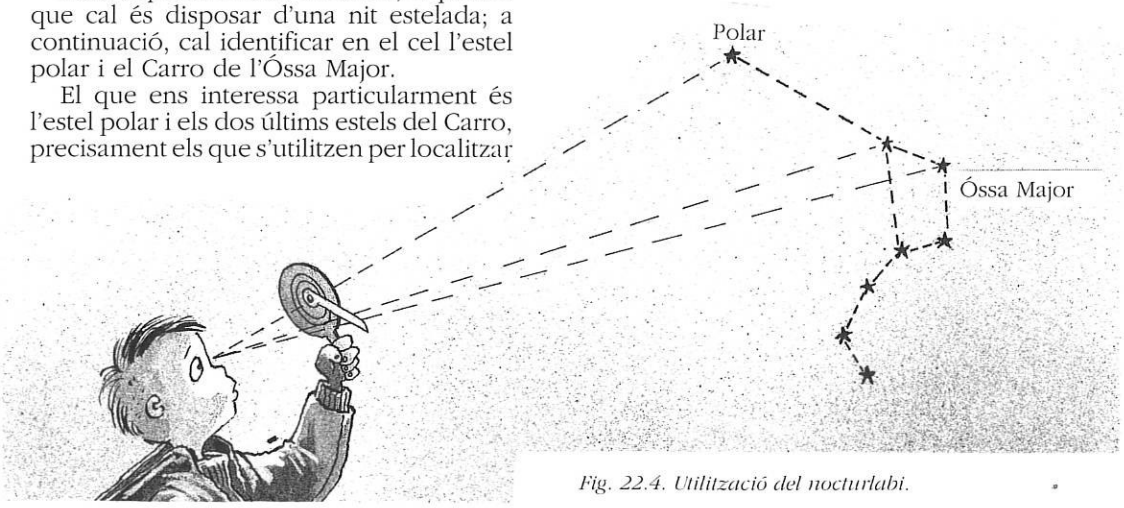


Fig. 22.4. Utilització del nocturlabi.

Calendaris de sol

Fins i tot abans de servir per comptar les hores del dia, el moviment aparent del Sol es va utilitzar per establir el calendari anual, instrument molt útil a l'home del Neolític a causa del moment històric que vivia, i en el qual estava canviant els seus ancestrals costums nòmades per altres de nous i sedentaris. La cacera depenia de la sort, però l'agricultura exigia previsió i les tasques estacionals havien de ser previstes amb antelació perquè la collita fos el màxim de fructífera.

23
Calendari megalític

Edat: A partir de 12 anys

Materials i eines
Fites
Rètols
Cola de fuster
Material gràfic

Temporalització
Set sessions al llarg de sis mesos.

Tots hem observat que durant els dies de primavera i estiu el recorregut del Sol assoleix altures sobre l'horitzó molt més elevades que no durant la tardor i l'hivern. Al solstici d'estiu, el Sol del migdia ens cau gairebé a plom sobre els nostres caps, mentre que al d'hivern el Sol del migdia ens il·lumina de manera molt més esquitllada i, en conseqüència, escalfa menys la zona on vivim. El que no és tant del domini públic, i sobretot en els àmbits urbans, és que el Sol no surt sempre per l'est ni s'amaga sempre

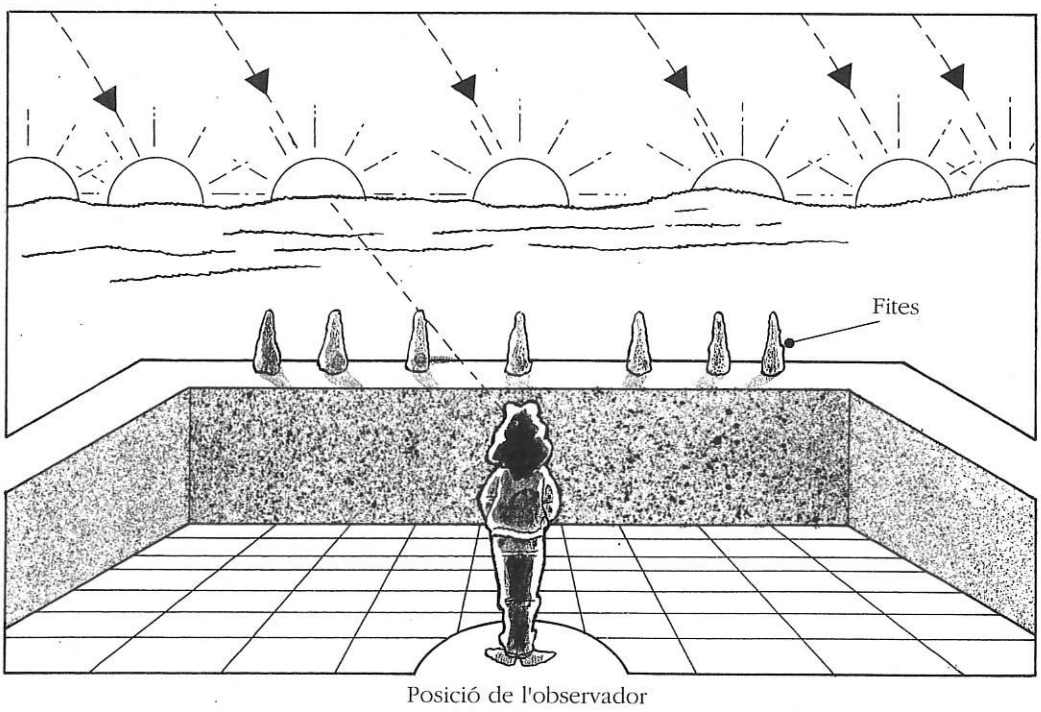


Fig. 23.1. Calendari megalític en una terrassa orientada a ponent.

exactament per l'oest, sinó que durant la primavera i l'estiu surt desplaçat cap al nord-est i s'amaga cap al nord-oest, i durant els mesos de la tardor i de l'hivern surt cap al sud-est i s'amaga cap al sud-oest.

Si bé el recorregut diari del Sol de llevant a ponent va servir per establir la subdivisió del dia en hores, l'observació de les diferents alçades del Sol del migdia i dels diversos punts de l'horitzó per on el Sol surt o es pon, van servir per establir la correlació que hi ha entre aquests fenòmens i el cicle estacional, és a dir, per establir el calendari.

Els monuments megalítics de Carnac i Stonehenge, i també les piràmides, són construccions que probablement servien per realitzar aquestes observacions amb molta cura.

Elaboració

En primer lloc, cal disposar d'un mirador, una terrassa o algun altre indret, que tant pot apuntar cap a llevant com cap a ponent, des del qual es domini una part de l'horitzó. Si tenim visibilitat cap a llevant, farem el calendari a partir de les sortides del Sol, al matí. Si és cap a ponent ho farem a partir dels punts de les postes del Sol, a la tarda. Si podem triar, és preferible aquesta darrera opció per una qüestió de comoditat horària. A partir d'ara només ens referirem al calendari de ponent.

La tasca de fer el nostre calendari megalític casolà o escolar ens pot portar mig any de feina. Durant aquest temps haurem après la gran distància que hi ha entre els punts de sortida o de posta de Sol, és a dir, coneixerem l'abast angular exacte del que anomenen àmpliament llevant o ponent. Un cop construït el calendari, serem capaços de saber l'estació i el mes en què estem a través de l'observació d'una sortida o d'una posta del Sol.

Un cop haguem trobat el lloc idoni, imaginem que és una terrassa (figura 23.1), cal marcar a terra del mirador un punt des d'on sempre farem les observacions. El podem anomenar "posició de l'observador". Des d'aquest lloc, observarem la posta del Sol com a mínim un cop al mes i preferiblement al voltant del dia 21, si el temps meteorològic ho permet. En el moment que tingui lloc la posta, marcarem amb un senyal o posarem una fita en el punt de la barana del mirador per damunt del qual s'està amagant el Sol.

Només caldrà fer aquesta operació set vegades. Les posicions extremes correspondran als dies 21 de desembre (solstici d'hivern) i 21 de juny (solstici d'estiu). La posició central, que és la que coincidirà

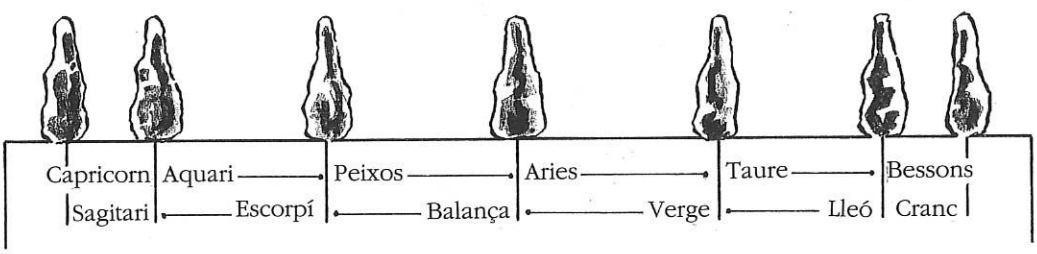


Fig. 23.2. Calendari zodiacal.

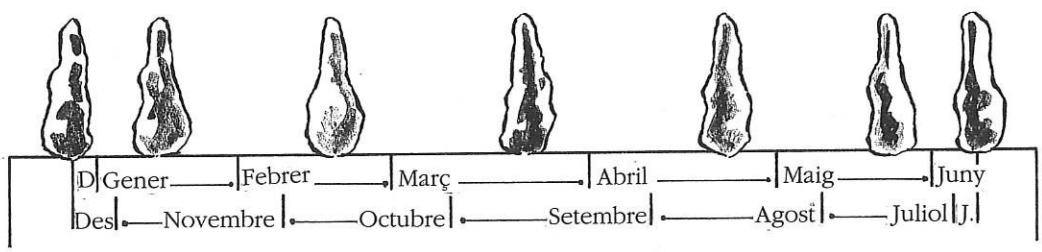


Fig. 23.3. Calendari mensual.

exactament amb l'oest geogràfic, pot quedar indicada tant el 21 de març (equinocci de primavera) com el 23 de setembre (equinocci de tardor). Les fites intermèdies assenyalaran els canvis de signe zodiacal, si les hem marcat al voltant dels dies 21 de cada mes. Cal dir que també són aproximadament equivalents (com els equinoccis) els dies 21 de gener i de novembre, els 21 de febrer i d'octubre, els 21 d'abril i d'agost, i els mateixos dies de maig i juliol. Això seria un calendari zodiacal (figura 23.2).

Amb les fites ben enganxades i les inscripcions ben gravades a prova de vent i pluja, l'any següent podrem utilitzar el nostre calendari megalític.

Variacions

Si en lloc d'un calendari zodiacal volem un calendari mensual, haurem de marcar també els dies 1 de cada mes. Tenint en compte que en aquest cas no hi ha equivalències tan clares, caldrà allargar l'operació durant tot un any o efectuar aproximacions (figura 23.3).

Aquesta experiència també farà veure activament a l'experimentador la diferent llargada dels dies, ja que caldrà esperar la posta del Sol sempre a una hora diferent. A continuació incloem una taula amb l'hora aproximada de la sortida i la posta del Sol per als dies del calendari zodiacal, corresponents a la nostra latitud geogràfica en temps solar (a l'hivern cal afegir-hi una hora i a l'estiu, dues). Aquestes hores són per a un horitzó llunyà i pla, per tant caldrà tenir en compte els accidents locals o les construccions urbanes que poden limitar l'horari per al nostre mirador particular.

dia	sortida del Sol	posta del Sol
21/12	7:15	16:30
21/1 i 21/11	7:00	17:00
21/2 i 21/10	6:40	17:30
21/3 i 21/9	6:00	18:00
21/4 i 21/8	5:10	18:30
21/5 i 21/7	4:30	19:00
21/6	4:15	19:30

24
Calendari solar

Edat: A partir de 12 anys

Materials i eines
Paper d'embalar o una fusta prima
Cinta adhesiva de diferents colors
Etiquetes adhesives
Material gràfic

Temporalització
Set sessions al llarg de sis mesos.

El raig de Sol que penetra a l'aula cada dia a la mateixa hora no va a parar al mateix lloc, sinó que va variant la seva posició. Si tenim la sort de gaudir d'una aula que disposi de finestres més o menys orientades cap a migdia, podrem disposar d'un calendari solar interior dibuixat al terra de l'aula.

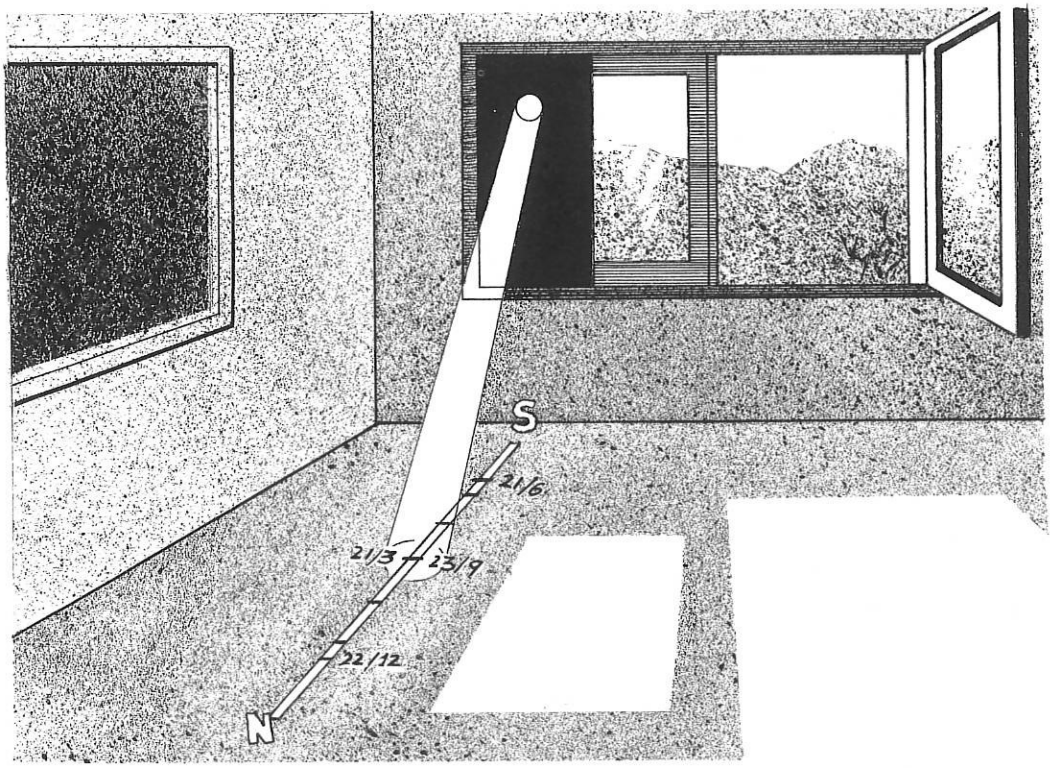


Fig. 24.1. Calendari solar a l'aula.

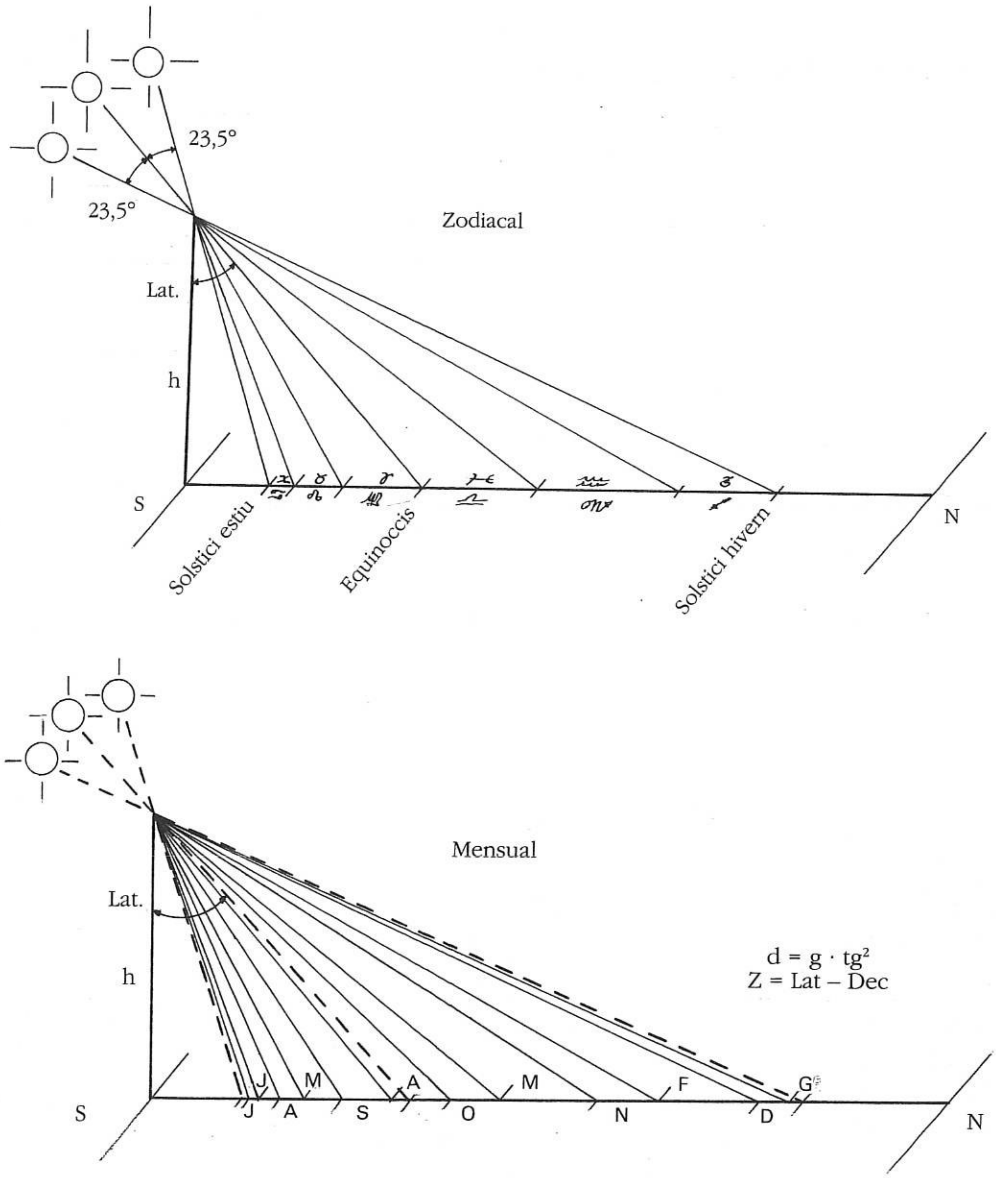


Fig. 24.2. Calendari solar traçat per la latitud 42° en les versions zodiacal i mensual.

Elaboració

Cal tapar una finestra amb paper d'embalar o una fusta prima, en la qual haurem fet un forat circular per deixar-hi passar només un raig de Sol (figura 24.1).

Traçarem a terra de l'aula una línia que parteixi de la vertical del forat fet a la finestra. La línia ha d'estar orientada en la direcció geogràfica nord-sud. Aquesta línia l'anomenarem "meridiana", perquè segueix la mateixa direcció del meridià local. Per representar-la a terra es pot enganxar una cinta adhesiva de color clar, sobre aquesta afegirem altres fragments de cinta de color més fosc que conformaran la graduació del calendari. Per assenyalar les dates es poden enganxar, al costat de les graduacions, adhesius comercials amb els signes del zodíac o etiquetes amb la data escrita.

El raig de llum que entra pel forat de la

finestra circularà pel terra de l'aula en direcció d'oest a est i cada dia travessarà la línia meridiana, més o menys a l'hora del migdia (la una a l'hivern i les dues a l'estiu), per un lloc diferent en funció de la data.

Variacions

Si convé fer aquesta operació a una altra hora en lloc del migdia, també es pot fer. Llavors, però, la línia de terra no seguirà la direcció del meridià ni partirà de la vertical del forat.

Per estalviar la feina d'anar graduant la línia meridiana durant sis mesos, també ho podem fer a partir del dibuix fet a escala per la latitud de 42°, on 'h' representa l'alçada del forat respecte del terra de l'aula i 'l' la distància de cada data presa des de la vertical del forat i sobre la línia meridiana (figura 24.2).

Si preveiem que la línia traçada a terra ens pot ser esborrada en la neteja diària, la podem continuar cap a la paret o damunt d'una taula o armari que haguem preparat expressament per a aquest fi.

El mateix calendari meridià que hem fet a l'interior de la classe es pot fer sobre una paret exterior orientada aproximadament cap al sud. Per a això, clavarem a la paret una vareta amb una bola a l'extrem, d'un material que suporti la intempèrie. El gnòmon sortirà perpendicularment de la paret només en cas que la paret estigui exactament orientada al sud. En cas que la paret estigui orientada vers el sud-est o cap al sud-oest, el gnòmon es conservarà paral·lel al terra i amb l'extrem dirigit cap al sud geogràfic (figura 24.3).

Sempre caldrà traçar la línia meridiana verticalment, a partir del peu del gnòmon i cap avall. A la nostra latitud, i perquè el calendari pugui abastar tots el dies de l'any, caldrà que la línia meridiana sigui aproximadament tres vegades més llarga que el gnòmon.

Per traçar les divisions diàries podem seguir els mateixos mètodes indicats anteriorment. Si observem el dibuix adjunt veurem que ara la data més propera al peu del gnòmon és la del solstici d'hivern, contràriament al que succeïa en el calendari fet a terra.

La bola de l'extrem del gnòmon pot ser substituïda per un disc perforat. Llavors la indicació la fa el raig de Sol que el travessa, en lloc de fer-ho l'ombra de la bola.

Un cop hàgim marcat el calendari a la paret, es pot procedir a substituir les marques realitzades per peces de ceràmica, rajoles amb els signes del zodíac o altres elements decoratius o al·legòrics relacionats amb les dates representades.

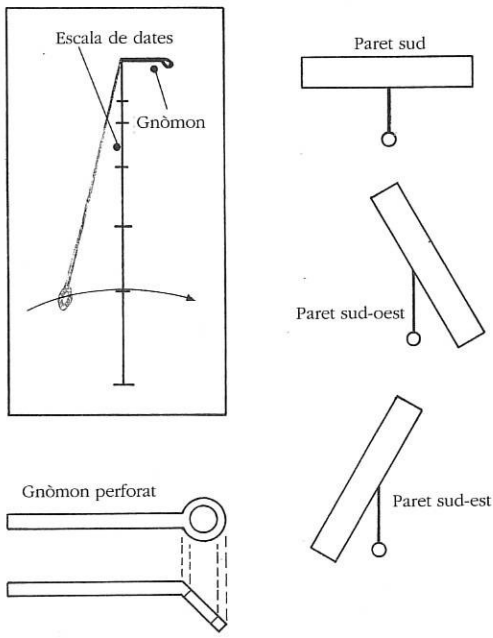


Fig. 24.3. Calendari solar en una paret.

Apèndix

Quadre núm. 1: Edats recomanades

El següent quadre és purament orientatiu i subjectiu, ja que dependrà molt del nivell, l'habilitat i l'interès del grup amb què treballem.

Tots els rellotges poden ser realitzats per la majoria de les edats, amb petites modificacions o explicacions més detallades per als més petits, o amb un tractament més ampli i obert per als més grans.

Edat/Rellotge	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
6	x					x	x		x	x		x												
7	x					x	x		x	x		x												
8	x					x	x	x	x	x		x												
9	x					x	x	x	x	x	x	x					x		x					
10	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x			x		x		x		x			
11	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x		x		x	x		
12	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x			x	x	x	x
13	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
14	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Quadre núm. 2: Materials

Aquests materials poden ser canviats per altres de semblants, això es pot fer en funció de la facilitat que tinguem per obtenir-los o de l'acabat que vulguem donar a l'instrument.

En aquest quadre no hem inclòs els materials que hem suggerit en els apartats de variacions.

Mater./Rellot.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Ampolla	x						x																	
Claus	x							x	x				x	x										
Colorant	x		x		x																			
Recipient	x	x	x	x		x							x											
Aigua	x	x	x	x	x	x				x														
Test		x																						
Plastilina		x																						
Tubs			x																					
Pega instant.			x		x									x		x								
Pot plàstic			x		x																			
Cilindre plàstic				x											x									
Canya				x	x										x									
Cordill				x			x						x	x			x	x	x					
Disc fusta				x									x	x										
Llistó fusta				x				x	x				x						x					
Ploms pesca				x									x	x				x						
Cargols				x									x	x										
Politja fusta				x																				
Galleda						x																		
Cola fuster							x	x					x	x					x		x	x	x	
Sorra							x																	
Disc metàl·lic							x																	
Vareta fusta							x						x	x										
Cinta adhesiva							x																	x
Cartolina								x							x	x						x		
Espelmes								x																
Metxes									x															
Oli cuina										x														
Pot vidre										x														
Blens										x														
Fang											x													
Encens											x	x												

Mater./Rellot.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Fil de cosir											x		x								x			
Picarols											x													
Suro												x												
Vareta roscada													x	x										
Femelles													x	x										
Filferro													x											
Llauna													x											
Coixinet boles														x										
Metacrilat														x										
Plafó fusta														x										
Pals																	x	x	x					
Pintura																		x		x				
Guix																		x	x	x				
Paper																		x		x				
Draps																			x					
Ciment																				x				
Vareta d'acer																				x				
Fullola																					x			
Roba																					x			
Vernís																					x			
Pals de polo																						x		
Fites																							x	
Rètols																							x	
Paper embalatge																								x
Etiquetes																								x

Quadre núm. 3: Eines

Hem posat aquestes eines de manera orientativa; són les que nosaltres hem fet servir per realitzar els rellotges explicats.

No hi ha, però, cap problema perquè aquestes siguin substituïdes per altres de similars que permetin realitzar les mateixes funcions.

Eina/Rellotge	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Rellotge	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x					
Mat. gràfic	x	x		x					x	x			x	x	x	x		x		x	x	x	x	x
Tisores	x							x				x	x		x	x						x		
Punxó	x			x							x										x			
Filaberquí		x	x		x	x			x				x											
Colador							x																	
Martell								x					x	x			x							
Encenedor								x	x	x	x	x												
Taladradora													x	x						x				
Serra													x	x							x			
Tornavís													x	x										
Cinta mètrica													x											
Llima														x							x			
Regle															x	x						x		
Escaire															x					x				
Transportador															x	x				x	x	x		
Compàs																x						x		
Piquetes																	x							
Pinzell																		x		x	x			
Diari del dia																		x		x				
Nivell																			x	x				
Mirall																			x					
Bastida																			x	x				
Calculadora																				x				
Plomada																				x				
Brúixola																					x			

Quadre núm. 4: Temporalització

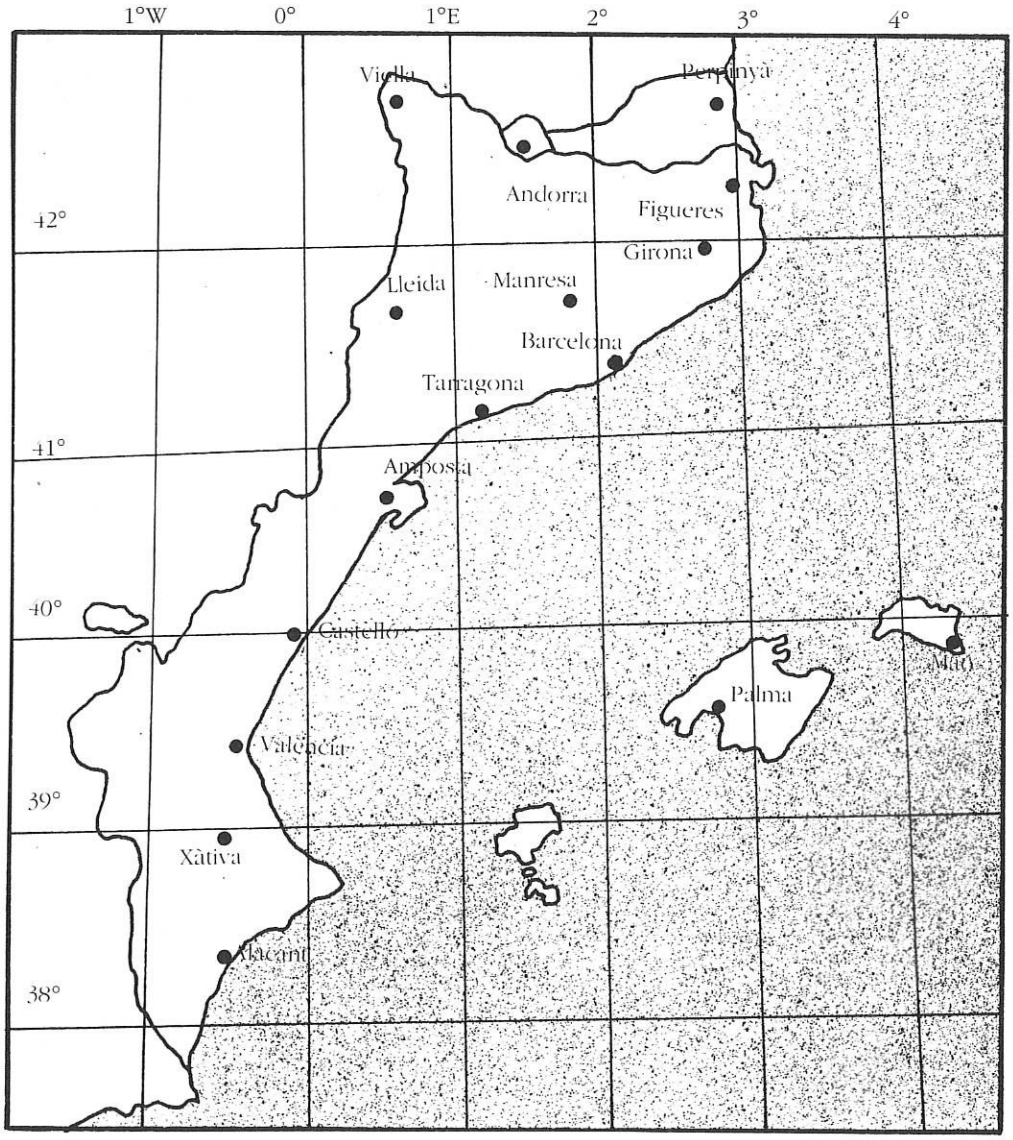
Aquest quadre és perquè tingueu una idea general del temps aproximat que es fa servir en la realització de cada un dels instruments. Això no vol dir, però, que no es puguin realitzar amb més o menys sessions, depèn de les vostres necessitats o de la qualitat que es vulgui obtenir en cada rellotge.

Temps/Rellot.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1 sessió	x	x	x		x	x		x	x	x		x												
2 sessions				x			x				x				x	x	x	x			x	x		
3 sessions																			x					
4 sessions																				x				
5 sessions														x										
7 sessions													x										x	x

Quadre núm. 5: Latituds i longituds geogràfiques dels Països Catalans

Per a la construcció de rellotges de sol és necessari conèixer la latitud geogràfica (els graus que ens separen de l'equador terrestre) del lloc on el rellotge ha de ser utilitzat. En el cas dels Països Catalans, les latituds estan compreses entre els 38° i els 43° nord.

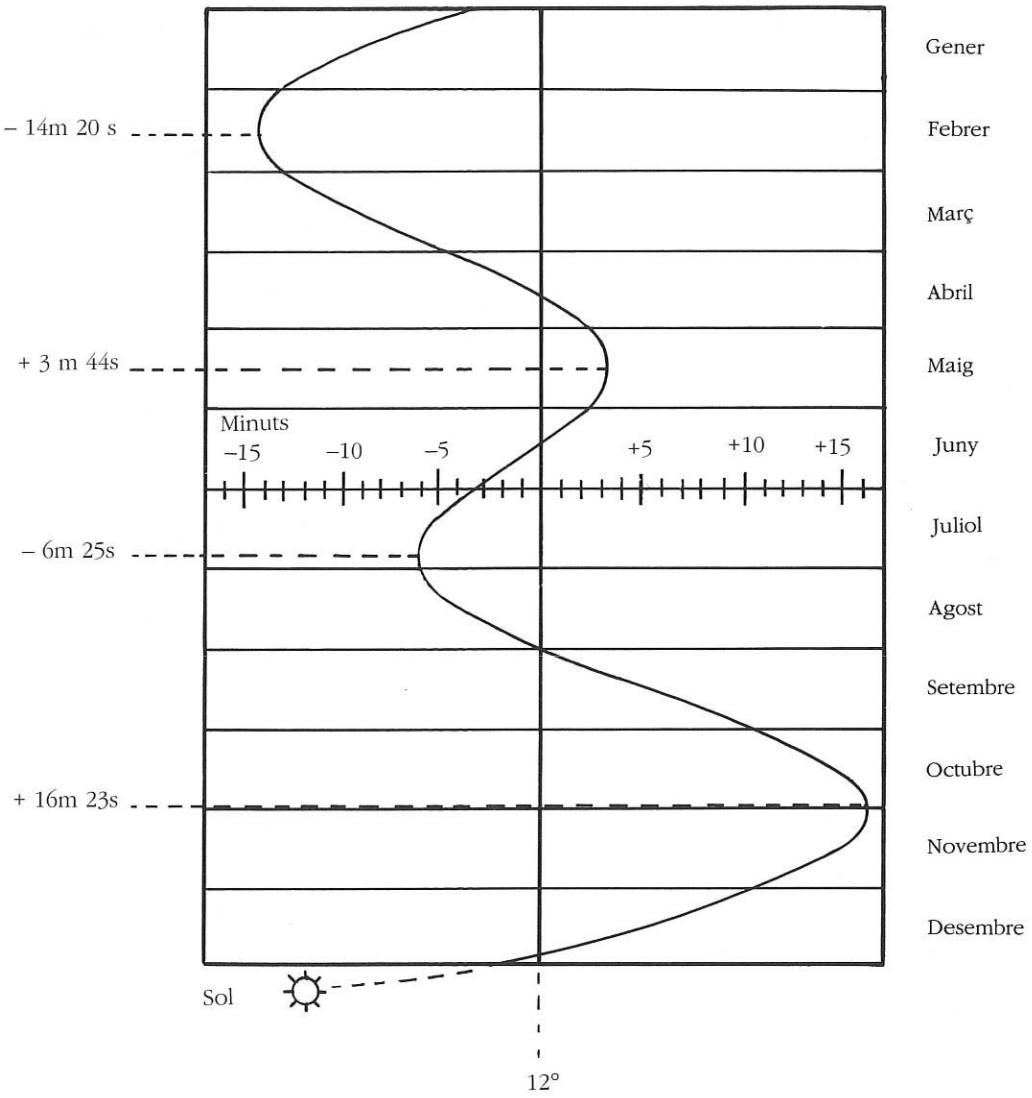
La longitud geogràfica (graus que ens separen del meridià 0°) és significativa a l'hora de fer la lectura d'un rellotge de sol. Com que l'hora oficial està basada en el temps del meridià 0°, els rellotges de sol s'avançaran o es retardaran, segons estiguin respectivament a l'est o a l'oest de l'esmentat meridià d'origen, a raó de 4 minuts de temps per cada grau de longitud.



Quadre núm. 6: L'equació del temps

La taula i el gràfic mostren, per cada dia de l'any, el nombre de minuts i segons que un rellotge de sol s'avança o es retarda en comparació amb un rellotge d'hora oficial. Aquestes variacions són degudes a l'excentricitat de l'òrbita terrestre i a la inclinació de l'eix de la Terra.

Dia	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Set.	Oct.	Nov.	Des.
	m s	m s	m s	m s	m s	m s	m s	m s	m s	m s	m s	m s
	retarda	retarda	retarda	retarda	avança	avança	retarda	retarda	retarda	avança	avança	avança
1	3 12	13 33	12 34	4 08	2 51	2 25	3 33	6 16	r0 12	10 05	16 20	11 11
2	3 40	13 41	12 23	3 50	2 59	2 16	3 45	6 13	a0 07	10 24	16 22	10 49
3	4 08	13 48	12 11	3 32	3 06	2 06	3 57	6 09	0 26	10 43	16 23	10 26
4	4 36	13 55	11 58	3 14	3 12	1 56	4 08	6 04	0 45	11 02	16 23	10 02
5	5 03	14 01	11 45	2 57	3 18	1 46	4 19	5 59	1 05	11 20	16 22	9 38
	retarda	retarda	retarda	retarda	avança	avança	retarda	retarda	avança	avança	avança	avança
6	5 30	14 06	11 31	2 40	3 23	1 36	4 29	5 53	1 25	11 38	16 20	9 13
7	5 57	14 10	11 17	2 23	3 27	1 25	4 39	5 46	1 45	11 56	16 18	8 48
8	6 23	14 14	11 03	2 06	3 31	1 14	4 49	5 39	2 05	12 13	16 15	8 22
9	6 49	14 16	10 48	1 49	3 35	1 03	4 58	5 31	2 26	12 30	16 11	7 56
10	7 14	14 18	10 33	1 32	3 38	0 51	5 07	5 23	2 47	12 46	16 06	7 29
	retarda	retarda	retarda	retarda	avança	avança	retarda	retarda	avança	avança	avança	avança
11	7 38	14 19	10 18	1 16	3 40	0 39	5 16	5 14	3 08	13 02	16 00	7 02
12	8 02	14 20	10 02	1 00	3 42	0 27	5 24	5 05	3 29	13 18	15 53	6 34
13	8 25	14 19	9 46	0 44	3 44	0 15	5 32	4 55	3 50	13 33	15 46	6 06
14	8 48	14 18	9 30	0 29	3 44	a0 03	5 39	4 44	4 11	13 47	15 37	5 38
15	9 10	14 16	9 13	r0 14	3 44	r0 10	5 46	4 33	4 32	14 01	15 28	5 09
	retarda	retarda	retarda	avança	avança	retarda	retarda	retarda	avança	avança	avança	avança
16	9 32	14 13	8 56	a0 01	3 44	0 23	5 52	4 21	4 53	14 14	15 18	4 40
17	9 52	14 10	8 39	0 15	3 43	0 36	5 58	4 09	5 14	14 27	15 07	4 11
18	10 12	14 06	8 22	0 29	3 41	0 49	6 03	3 57	5 35	14 39	14 56	3 42
19	10 32	14 01	8 04	0 43	3 39	1 02	6 08	3 44	5 56	14 51	14 43	3 13
20	10 50	13 55	7 46	0 56	3 37	1 15	6 12	3 30	6 18	15 02	14 30	2 43
	retarda	retarda	retarda	avança	avança	retarda	retarda	retarda	avança	avança	avança	avança
21	11 08	13 49	7 28	1 00	3 34	1 28	6 15	3 16	6 40	15 12	14 16	2 13
22	11 25	13 42	7 10	1 21	3 30	1 41	6 18	3 01	7 01	15 22	14 01	1 43
23	11 41	13 35	6 52	1 33	3 24	1 54	6 20	2 46	7 22	15 31	13 45	1 13
24	11 57	13 27	6 34	1 45	3 21	2 07	6 22	2 30	7 43	15 40	13 28	0 43
25	12 12	13 18	6 16	1 56	3 16	2 20	6 24	2 14	8 04	15 47	13 11	a0 13
	retarda	retarda	retarda	avança	avança	retarda	retarda	retarda	avança	avança	avança	retarda
26	12 26	13 09	5 58	2 06	3 10	2 33	6 25	1 58	8 25	15 54	12 53	r0 17
27	12 39	12 59	5 40	2 16	3 03	2 45	6 25	1 41	8 46	16 01	12 34	0 47
28	12 51	12 48	5 21	2 26	2 56	2 57	6 24	1 24	9 06	16 06	12 14	1 16
29	13 03	12 42	5 02	2 35	2 49	3 09	6 23	1 07	9 26	16 11	11 54	1 45
30	13 14	xx xx	4 44	2 43	2 41	3 21	6 21	0 49	9 46	16 15	11 33	2 14
31	13 24	xx xx	4 26	x xx	2 33	x xx	6 19	0 31	x xx	16 18	xx xx	2 43
	retarda	retarda	retarda	avança	avança	retarda	retarda	retarda	avança	avança	avança	retarda


Gener
Febrer
Març
Abril
Maig
Juny
Juliol
Agost
Setembre
Octubre
Novembre
Desembre
– 14m 20 s
+ 3 m 44s
– 6m 25s
+ 16m 23s
Minuts
–15
–10
–5
+5
+10
+15
Sol
12°

Quadre núm. 7: Declinacions solars

La declinació del Sol és l'angle en graus i minuts d'arc que el Sol se separa de l'equador celeste cada dia de l'any. Els nombres negatius de la taula signifiquen que l'angle es mesura al sud de l'equador i els positius al nord.

Aquesta magnitud pot ser especialment útil per a la construcció del rellotge de sol analemàtic i per als calendaris solars en general..

	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Set.	Oct.	Nov.	Des.
1	–23°04'	–17°20'	–7°49'	4°18'	14°54'	21°58'	23°09'	18°10'	8°30'	–2°57'	–14°14'	–21°43'
2	–22°59'	–17°03'	–7°26'	4°42'	15°12'	22°06'	23°05'	17°55'	8°09'	–3°20'	–14°34'	–21°52'
3	–22°54'	–16°46'	–7°03'	5°05'	15°30'	22°14'	23°01'	17°40'	7°47'	–3°44'	–14°53'	–22°01'
4	–22°48'	–16°28'	–6°40'	5°28'	15°47'	22°22'	22°56'	17°24'	7°25'	–4°07'	–15°11'	–22°10'
5	–22°42'	–16°10'	–6°17'	5°51'	16°05'	22°29'	22°51'	17°08'	7°03'	–4°30'	–15°30'	–22°18'
6	–22°36'	–15°52'	–5°54'	6°13'	16°22'	22°35'	22°45'	16°52'	6°40'	–4°53'	–15°48'	–22°25'
7	–22°28'	–15°34'	–5°30'	6°36'	16°39'	22°42'	22°39'	16°36'	6°18'	–5°16'	–16°06'	–22°32'
8	–22°21'	–15°15'	–5°07'	6°59'	16°55'	22°47'	22°33'	16°19'	5°56'	–5°39'	–16°24'	–22°39'
9	–22°13'	–14°56'	–4°44'	7°21'	17°12'	22°53'	22°26'	16°02'	5°33'	–6°02'	–16°41'	–22°46'
10	–22°05'	–14°37'	–4°20'	7°43'	17°27'	22°58'	22°19'	15°45'	5°10'	–6°25'	–16°58'	–22°52'
11	–21°56'	–14°18'	–3°57'	8°07'	17°43'	23°02'	22°11'	15°27'	4°48'	–6°48'	–17°15'	–22°57'
12	–21°47'	–13°58'	–3°33'	8°28'	17°59'	23°07'	22°04'	15°10'	4°25'	–7°10'	–17°32'	–23°02'
13	–21°37'	–13°38'	–3°10'	8°50'	18°14'	23°11'	21°55'	14°52'	4°02'	–7°32'	–17°48'	–23°07'
14	–21°27'	–13°18'	–2°46'	9°11'	18°29'	23°14'	21°46'	14°33'	3°39'	–7°55'	–18°04'	–23°11'
15	–21°16'	–12°58'	–2°22'	9°33'	18°43'	23°17'	21°37'	14°15'	3°16'	–8°18'	–18°20'	–23°14'
16	–21°06'	–12°37'	–1°59'	9°54'	18°58'	23°20'	21°28'	13°56'	2°53'	–8°40'	–18°35'	–23°17'
17	–20°54'	–12°16'	–1°35'	10°16'	19°11'	23°22'	21°18'	13°37'	2°30'	–9°02'	–18°50'	–23°20'
18	–20°42'	–11°55'	–1°11'	10°37'	19°25'	23°24'	21°08'	13°18'	2°06'	–9°24'	–19°05'	–23°22'
19	–20°30'	–11°34'	–0°48'	10°58'	19°38'	23°25'	20°58'	12°59'	1°43'	–9°45'	–19°19'	–23°24'
20	–20°18'	–11°13'	–0°24'	11°19'	19°51'	23°26'	20°47'	12°39'	1°20'	–10°07'	–19°33'	–23°25'
21	–20°05'	–10°52'	0°00'	11°39'	20°04'	23°26'	20°36'	12°19'	0°57'	–10°29'	–19°47'	–23°26'
22	–19°52'	–10°30'	0°24'	12°00'	20°16'	23°26'	20°24'	11°59'	0°33'	–10°50'	–20°00'	–23°26'
23	–19°38'	–10°08'	0°47'	12°20'	20°28'	23°26'	20°12'	11°39'	0°10'	–11°12'	–20°13'	–23°26'
24	–19°24'	–9°46'	1°11'	12°40'	20°39'	23°25'	20°00'	11°19'	–0°14'	–11°33'	–20°26'	–23°26'
25	–19°10'	–9°24'	1°35'	13°00'	20°50'	23°24'	19°47'	10°58'	–0°37'	–11°54'	–20°38'	–23°25'
26	–18°55'	–9°02'	1°58'	13°19'	21°01'	23°23'	19°34'	10°38'	–1°00'	–12°14'	–20°50'	–23°23'
27	–18°40'	–8°39'	2°22'	13°38'	21°12'	23°21'	19°21'	10°17'	–1°24'	–12°35'	–21°01'	–23°21'
28	–18°25'	–8°17'	2°45'	13°58'	21°22'	23°19'	19°08'	9°56'	–1°47'	–12°55'	–21°12'	–23°19'
29	–18°09'	–8°03'	3°09'	14°16'	21°31'	23°16'	18°54'	9°35'	–2°10'	–13°15'	–21°23'	–23°16'
30	–17°53'	xx xx	3°32'	14°35'	21°41'	23°13'	18°40'	9°13'	–2°34'	–13°35'	–21°33'	–23°12'
31	–17°37'	xx xx	3°55'	xx xx	21°50'	xx xx	18°25'	8°52'	xx xx	–13°55'	xx xx	–23°08'

Quadre núm. 8: El zodíac

Per a la construcció d'un calendari solar zodiacal o un rellotge de sol analemàtic simplificat, només ens farà falta conèixer la declinació solar els dies d'inici de cada signe zodiacal. Aquest quadre és, per tant, una simplificació de l'anterior.

Nom del signe		Símbol	Quan el sol entra al signe (aprox.)		Dies en aquest signe		Estació del signe
Llatí	Català		Data	Declinació			
Aries	Àries	♈	20 de març	0°00'	30.5		
Taurus	Taure	♉	20 d'abril	11°28.5'	31.0	92.8	primavera
Gemini	Bessons	♊	21 de maig	20°09.3'	31.3		
Cancer	Càncer	♋	21 de juny	23°26.6'	31,5		
Leo	Lleó	♌	23 de juliol	20°09.3'	31.3	93.7	estiu
Virgo	Verge	♍	23 d'agost	11°28.5'	30.9		
Libra	Balança	♎	23 de setembre	0°00.0'	30.4		
Scorpius	Escorpió	♏	23 d'octubre	–11°28.5'	29.9	89.8	tardor
Sagittarius	Sagitari	♐	22 de novembre	–20°09.3'	29.5		
Capricornus	Capricorn	♑	21 de desembre	–23°26.6'	29.4		
Aquarius	Aquari	♒	20 de gener	–20°09.3'	29.6	89.0	hivern
Pisces	Peixos	♓	18 de febrer	–11°28.5'	30.0		

Adreces d'interès

Ampolles i envasos de vidre i de plàstic

– Carol Prat S.A. Gran Via de les Corts Catalanes, 39. Tel. (93) 254 87 53. 08005 Barcelona.
– Comercial Feur. Tarragona, 8. Tel. (964) 47 35 18. 12580 Benicarló (Castelló).
– Distribuïdora Balear de Vidrio, S.A. Gremi Tintorers, 23. Tel. (971) 75 20 49. 07009 Palma de Mallorca.
– Francés Francés. Misericòrdia, 45. Tel. (965) 56 61 81. 03450 Banyeres (Alacant).
– Galaxi Plàstics. Gremi Sabaters, 11. Tel. (971) 75 87 86. 07009 Palma de Mallorca.
– Meplast, S.L. Ctra. d'Espluga, s/n. Tel. (977) 87 01 51. 43440 L'Espluga de Francolí (Tarragona).
– Plàstics Miró. Riu Güell, 136. Tel. (972) 23 44 76. 17001 Girona.
– Plastidel, S.A. Passeig al mar, 91. Tel. (96) 362 60 12. 46022 València.
– Vidrieria Empordanesa, S.A.Pou del Glaç, 12. Tel. (972) 26 28 37. 17800 Olot (Girona).
– Vitral, S.A. Polígon Industrial El Segre, s/n. Tel. (973) 20 21 18. 25191 Lleida.

Bricolatge, metacrilats, coles...

– Bricomat. Sant Antoni, 14. Tel. (965) 85 15 23. 03500 Benidorm (Alacant).
– Bricoservei, S.A. Baten, 17. Tel. (977) 34 21 00. 43204 Reus (Tarragona).
– Ferreteria Colom. Plaça Teniente Coronel Franco, 10. Tel. (971) 27 48 22. 07008 Palma de Mallorca.
– Ferreteria Industrial Angula. Pare Palau, 4. Tel. (977) 21 23 43. 43001 Tarragona.
– Ferreteria Mercader. Príncep de Viana, 61. Tel. (973) 23 69 06. 25004 Lleida.
– Ferreteria Pagès. Gran de Gràcia, 148-150. Tel. (93) 217 96 21. 08012 Barcelona.
– Ligorit. Xàtiva, 4. Tel. (96) 351 22 10. 46002 València.
– Servicio Estación. Aragó, 270-272. Tel. (93) 216 02 12. 08007 Barcelona.
– Tovsi. Av. Peris i Valero, 173-175. Tel. (96) 333 93 05. 46005 València.

Espelmes, metxes, incens

– Arrufat Albiol. Galícia, 13. Tel. (964) 21 45 25. 12004 Castelló.
– Cereria Subirà. Baixada Llibreteria, 7. Tel. (93) 315 26 06. 08002 Barcelona.
– Espinach Gas. Méndez Núñez, 8. Tel. (977) 44 17 74. 43500 Tortosa (Tarragona).
– Garcia Domingo. Plaça Virgen, 4. Tel. (96) 331 94 51. 46001 València.
– Martí Tost. Merceria, 17. Tel. (977) 23 46 25. 43003 Tarragona.
– Masot Ajut. Plaça Sant Joan, 35. Tel. (973) 24 22 28. 25007 Lleida.
– Quiles Huesca. Demetrio Poveda, 25. Tel. (965) 47 00 86. 03640 Monovar (Alacant).
– Roura Barbosa. Ciutadans, 22. Tel. (972) 20 33 19. 17004 Girona.
– Velas y Ceras Júpiter. Camí Corb Marí, 17. Tel. (971) 40 20 72. 07015 Palma de Mallorca.

Garbells

Sedasseria Industrial. Pere IV, 197 bis. Tel. (93) 301 18 06. 08020 Barcelona.

Informació

– Institut Politècnic Verge de la Mercè. Formació Professional; Especialitat de Micromecànica-Rellotgeria. Motors, s/n. Tels. (93) 332 88 00/ 302 06 02. 08004 Barcelona.
– Gremi de Rellotgers. Rosselló, 255, 3r.1a. Tels. (93) 217 05 16/ 217 08 58. 08008 Barcelona.
– Museu de la Ciència. Teodor Roviralta, 55. Tel. (93) 212 60 50. 08022 Barcelona.
– Museu Nacional de la Tècnica. Rambla Egara, 270. Tel. (93) 788 22 18. 08221 Terrassa (Barcelona)
.– Observarori Fabra. Tibidabo. Tel. (93) 417 57 36. 08022 Barcelona.
– Planetari Barcelona. Escoles Pies, 103. Tel. (93) 211 64 16. 08017 Barcelona.
– Societat Catalana de Gnomònica. Centre d'Estudis del Rellotge de Sol. Atenes, 3. 08006 Barcelona.

Material Didàctic

– Abacus. Còrsega, 269. Tel. (93) 217 44 54. 08008 Barcelona.
– Dilagro, S.A. Comerç, 48. Tel. (973) 23 34 80. 25007 Lleida.
– González Sánchez. Ntra. Sra. dels Àngels, 16. Tel. (965) 25 63 90. 03009 Alacant.

– Gràfiques Madrid. Arquitecto Forteza, 5. Tel. (971) 29 06 19. 07010 Palma de Mallorca.
– Josa Carbonell. Sant Ferran, 3. Tel. (977) 31 94 08. 43202 Reus (Tarragona).
– Magial. Sicília, 253. Tel. (93) 207 39 11. 08025 Barcelona.
– Meypra, S.A. Av.Sant Narcís, 26. Tel. (972) 24 05 19. 17005 Girona.
– Navas-Enosa. Ingeniero José Sirera, 18. Tel. (96) 357 30 73. 46017 València.

Suros

– Arco Carrillo. Poeta Miguel Hernández, 23. Tel. (965) 46 36 56. 03201 Elx (Alacant).
– Articles de Suro. Consell de Cent, 291. Tel. (93) 254 00 33. 08007 Barcelona.
– Articor. Quart, 17. Tel. (96) 332 14 45. 46001 València.
– Casa del Suro. General Riera, 46. Tel. (971) 75 23 77. 07010 Palma de Mallorca.
– Casares Sanz. Av. Benicàssim, 28. Tel. (964) 24 14 53. 12004 Castelló.
– Costes Monllau. Toledo, 23. Tel. (977) 70 00 91. 43870 Amposta (Tarragona).
– Mecaperez-Muelas, S.L. Ferrer i Busquets, 104. Tel. (973) 60 02 50. 25230 Mollerussa (Lleida).

Museus i Institucions on trobar rellotges antics

Barcelona: Museu d'Arts Decoratives (rellotges de sobretaula i portàtils).
Museu d'Història de la Ciutat (rellotge de campanar).
Museu Marès (rellotges de paret, butxaca i campanar).
Museu Marítim (astrolabi, nocturlabi, rellotges d'arena i de sol portàtils).
Reial Acadèmia de Ciències i Arts (rellotge astronòmic i altres de gran precisió).
Cardona: Església Parroquial (rellotge de campanar).
Llívia: Museu Municipal (rellotge de campanar).
Montblanc: Museu Arxiu Comarcal de la Conca de Barberà (rellotge de campanar).
Ripoll: Museu Arxiu Comarcal (rellotge de campanar).
Solsona: Museu Etnogràfic (rellotge de campanar).
Vic: Museu Episcopal (rellotges de paret).

Glossari

AMPOLLETA: rellotge d'arena.
ÀNCORA: principal element de l'escapament d'un rellotge mecànic.
CARILLÓ: instrument musical compost per campanes de diferent to que acompanya alguns rellotges.
CLEPSIDRA: rellotge d'aigua.
EQUINOCCI: cadascun dels punts de l'esfera celeste on l'eclíptica talla l'equador celeste. Quan el Sol passa per aquests punts, el dia i la nit tenen la mateixa durada.
ESCAPAMENT: òrgan característic dels rellotges mecànics. La seva funció consisteix a mantenir les oscil·lacions de l'òrgan regulador i comptar-les.
FOLIOT: dit també esperit, és l'òrgan regulador dels primers rellotges mecànics. Va estar en vigència entre les segles XIII i XVI.
GNÒMON: agulla dels rellotges de sol.
LÍNIA MERIDIANA: la línia que segueix la direcció del meridià local, és a dir, la direcció nord-sud.
MIGDIA SOLAR: moment exacte en què el Sol travessa el meridià local.
OSCIL·LADOR: òrgan regulador dels rellotges mecànics; pot ser un foliot, un pèndol o un volant. En els electrònics pot ser un diapasó o una barreta de cristall de quars.
PÈNDOL: òrgan regulador de la segona generació de rellotges mecàncis. Va substituir el foliot a partir del segle XVII. Inventat per Galileu Galilei, fou aplicat en els rellotges per Christiaan Huygens.
QUADRANT: superfície dels rellotges de sol on es projecten les ombres del gnòmon.
SOLSTICI: cadascun dels punts de tangència dels tròpics amb l'eclíptica. Quan el Sol assoleix el sosltici d'estiu esdevé el dia més llarg de l'any i la nit més curta. En el solstici d'hivern té lloc el dia més curt i la nit més llarga.

Nota: per als diferents tipus de rellotges, recomanem la consulta de la paraula 'rellotge' de la segona edició de la Gran Enciclopèdia Catalana.

Bibliografia

ABELLA I MESTANZA, E.: *Estudi d'un rellotge de sol*. Barcelona. CIRIT, 1985.

ALFONSECA MORENO, M.: *El tiempo y el hombre*. Madrid. Alhambra, 1985.

AYENSU, E.S.: *Los ritmos de la vida*. Madrid. Debate, 1983.

BENET, A.: *Petita història del rellotge*. Barcelona. Joventut. 1981.

BRUTON, E.:*Histoire des horloges, montres et pendules*. París. Atlas, 1983.

CECCARELLI, M.T.: *Didàctica de la observación científica*. Barcelona. Fontanella, 1977.

CHABAS, J.; BOSCH, D.: *L'astrolabi pla, guia per la construcció i utilització*. Barcelona. ICE/UPB, 1987.

DECAUX, B.: *La mesure du temps*.París. Presses Universitaires de France, 1969. (Que sais-je?, 97).

ECHEVERRIA, J. M.: *Coleccionismo de relojes antiguos*. León. Everest, 1975.

EMBACHER, F.: *Relojes de sol, teoria y construcción*. Sevilla. Progensa, 1988.

FARRÉ I OLIVÉ, E.: *Temps i rellotges*. Barcelona. Fundació Caixa de Pensions, 1985.

FARRÉ I OLIVÉ, E.: "Rellotge". Barcelona. Enciclopèdia Catalana, 1988 (2a. edició). Gran Enciclopèdia Catalana, Vol. 19, pàgs. 215-221.

FLEET, S.: *Relojes*. Barcelona. Plaza&Janés, 1963.

JESPERSEN, J.: *From sundials to atomic clocks*. New York. Dover, 1982.

JÜNGER, E.: *El libro del reloj de arena*. Barcelona. Argos Vergara, 1985.

MENZEL, D.H.: *Guia de campo de las estrellas y los planetas*. Barcelona. Omega, 1982.

MONTAÑÉS, L.: *Relojes*.Madrid. Cipsa, 1986. (Diccionarios Antiquaria).

PALAU, M.: *La pintoresca història del calendari*. Barcelona. Millà, 1973.

PALAU, M.: *Rellotges de sol*. Barcelona. Millà, 1977.

PRIESTLEY, J.B.: *El hombre y el tiempo*. Madrid. Aguilar, 1966.

RONAN, C.A.: *Els amants de l'astronomia*. Barcelona. Blume, 1982.

UNESCO: *Nuevo manual de la Unesco para la enseñanza de las ciencias*. Barcelona. Edhasa, 1987.

WAGENSBERG, J.: *El temps*. Barcelona. Fundació Caixa de Pensions, 1988. (Ciència Oberta, 5).

Títols apareguts

101 jocs / Jocs no competitius
Rosa M. Guitart

33 tècniques i recursos àudio-visuals
Àngel Font

28 màscares / caretes, carotes i antifaços
Josep M. Gonzàlez / Jaume Passans

22 tècniques per al laboratori escolar
Josep Cuello / Antònia M. Vidal

40 ninots / Marionetes, capgrossos, gegants i elements festius
Montserrat Cuxart / Alícia Gascón / Xerrac Taller d'Expressió

24 rellotges i altres instruments per a la mesura del temps
Eduard Farré / Carme Segura

Si encara no rebeu informació sobre les nostres novetats, truqueu als telèfons (93) 2352311 - 2560224, o trameteu les vostres dades personals a:

SERVEIS PEDAGÒGICS
c/ de l'Art, 81, baixos
08026 BARCELONA

En aquest recull de vint-i-quatre rellotges (nombre que hem volgut fer coincidir amb les hores del dia) passarem revista a algunes de les formes de mesurar el temps que ha emprat l'home des que va sentir aquesta necessitat. L'exposició dels diferents aparells o sistemes ha estat condicionada, en primer lloc, a la seva senzillesa de comprensió i, en segon lloc, a la facilitat de construcció.

Hi ha rellotges, com els de sol, que poden ser un magnífic complement per a una classe d'astronomia, els d'aigua potser poden servir per experimentar a la classe de física amb les lleis de la hidrodinàmica, i uns altres de mecànics seran més adequats a manualitats o activitats pretecnològiques.

GRAÓ
EDITORIAL