

Jardí d'ASTRONOMIA

Ciutat de les Arts i les Ciències



© d'esta edició

Ciutat de les Arts i les Ciències, SA
Passeig de l'Albereda, 48, entresòls 1r i 2n
46023-València (Espanya)

La edició: novembre del 2011

COORDINACIÓ DEL CONTINGUT

Secció Didàctica de CAC, SA

TRADUCCIÓ

Rafel Moreno i Giménez

FOTOGRAFIA

Javier Yaya Tur

DISSENY DE LA PORTADA

Departament d'Imatge Gràfica de CAC, SA

DISSENY GRÀFIC I MAQUETACIÓ

Secció de Producció del Museu de les Ciències Príncepe Felipe CAC, SA

EDICIÓ

Secció de Publicacions de CAC, SA

Queda rigorosament prohibida, sense l'autorització escrita dels titulars dels drets d'autor, amb les sancions que les lleis estableixen, la reproducció total o parcial d'esta obra per qualsevol mitjà o procediment, incloent-hi la reprografia i el tractament informàtic.

www.cac.es · (+34) 902 100 031

Nota de l'editor: esta guia es basa en la que el Parc de les Ciències de Granada va publicar l'any 2001 per a la mateixa exposició. Els autors d'aquella guia van ser Vicente López, tècnic en Astronomia, i Manuel Roca, tècnic en Ciències Físiques, membres tots dos del Parc de les Ciències de Granada.

Índex

Mirem cap al cel	2
Abans de la visita	
Uns quants conceptes bàsics	3
Activitats	4
Passejar pel Jardí d'Astronomia	10
Astronomia a Internet	21
Fes-ho tu mateix: rellotge anular de sol	22
Glossari	24

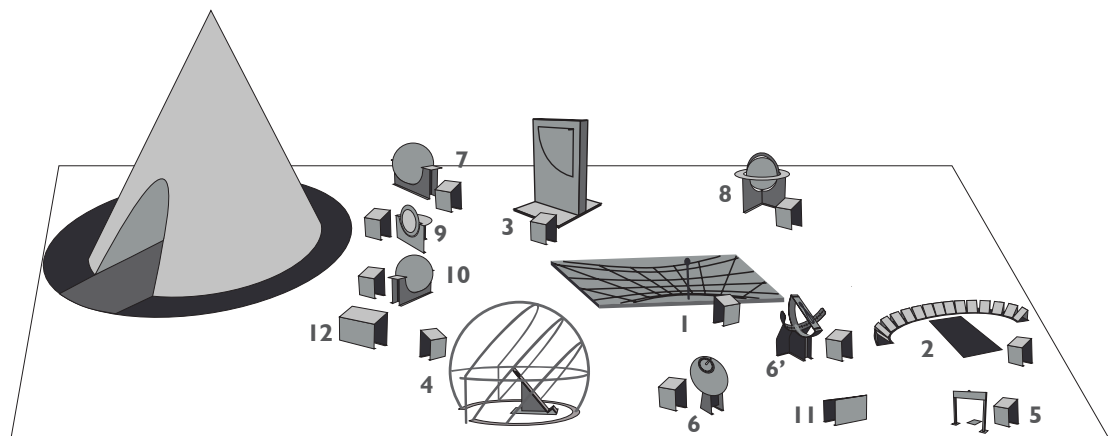
Mirem cap al cel

El Jardí d'Astronomia, una exposició d'accés lliure instal·lada a l'Umbracle, es concep com un excel·lent mirador per a observar el cel i aprendre sobre astronomia. Qui passege per este espai –tant se val l'edat (encara que en recomanem la visita a partir dels huit anys) i la procedència– es convertirà, sense a penes adonar-se'n, en un verdader apassionat d'esta matèria.

L'astronomia és una ciència estretament relacionada amb instruments d'observació i de mesura del cel. En este original jardí hem reunit alguns d'eixos instruments. Tots són ginys –n'hi ha que són molt coneguts– que ha elaborat l'ésser humà al llarg de la història a fi d'entendre els moviments que descriuen els diversos objectes que contemplem sobre la volta celeste, sobretot el Sol, la Lluna i les estrelles.

A través d'estos mòduls entenem conceptes bàsics com ara el moviment aparent dels astres, la diferència entre hora solar i hora civil o entre longitud i latitud, quan es produïxen els solsticis i els equinoccis, què és la declinació solar... I ho farem d'una manera divertida, interactiva i divergent. Perquè hi ha poques coses que esperonen més la curiositat que observar el cel.

La guia que teniu a les mans s'oferix al mestre com un recurs educatiu que es pot usar a partir del Segon Cicle de Primària.



- | | |
|--|---|
| 1. L'ombra del Sol | 6'. Rellotge de Sol equatorial corregit |
| 2. Sóc un gnòmon! | 7. Nit i dia |
| 3. L'altura del Sol | 8. El cel a les mans |
| 4. Per on para el Sol? | 9. Rellotge de Lluna |
| 5. Per on es pon el Sol? | 10. Hi ha mars a la Lluna? |
| 6. Rellotge de Sol equatorial: hora solar i hora civil | 11. Mesurant el cel amb les mans |
| | 12. Plànol general |

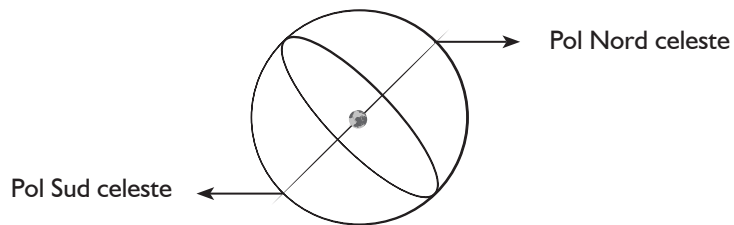
Abans de visitar el jardí és útil repassar en classe sobre una esfera terrestre uns quants conceptes astronòmics bàsics: pols, equador, meridians, paral·lels...



Esfera terrestre

Esfera celeste

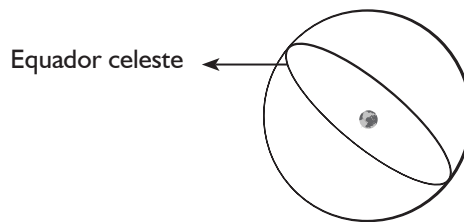
Si prolonguem un eix imaginari que travessa la Terra pels dos pols, obtenim una línia que talla l'esfera celeste en dos punts: els **pols celestes Nord i Sud**.



Esfera celeste

Equador celeste

Així mateix, si prolonguem el pla de l'equador terrestre fins que talla l'esfera celeste, obtenim una circumferència que es denomina **equador celeste**.



Meridians i paral·lels celestes

Si tracem circumferències sobre l'esfera celeste que passen pels pols, apareixen els **meridians celestes**. Així mateix, els cercles paral·lels a l'equador celeste s'anomenen **paral·lels celestes**.



Per a fixar la posició d'un astre sobre la superfície de l'esfera celeste es necessiten dos dades, les denominades **coordenades celestes**, igual que per a indicar la posició d'un punt sobre la Terra.

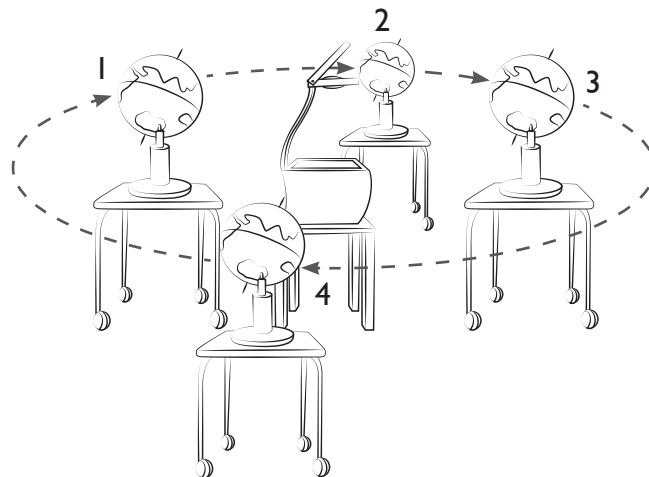
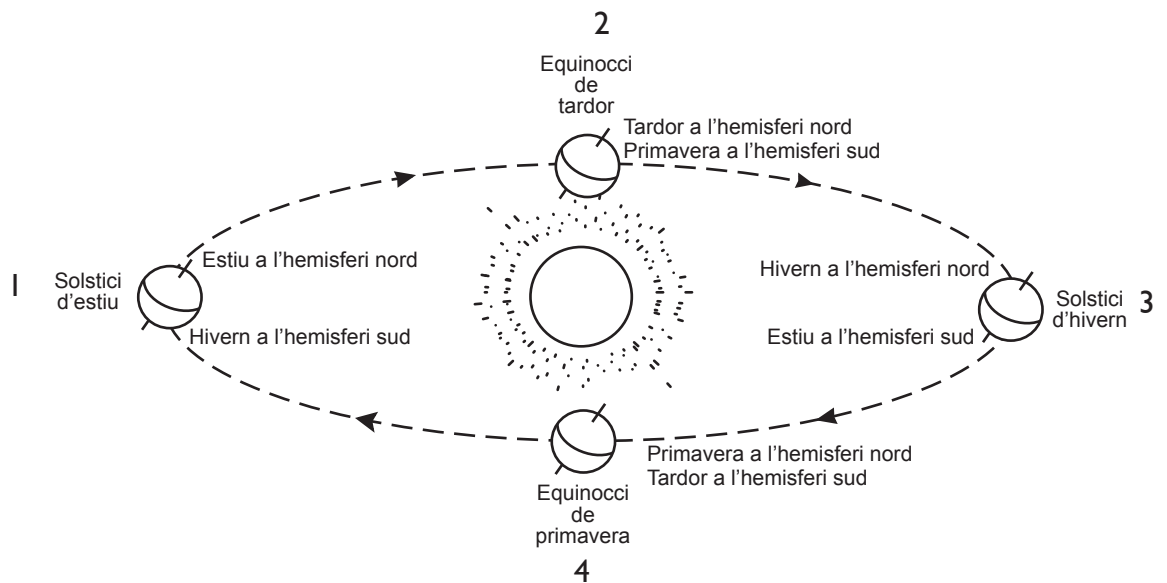
Recomanem unes quantes activitats perquè l'alumne es familiaritze amb conceptes que més tard es tractaran en la visita al Jardí d'Astronomia.

Sabem que l'eix de rotació de la Terra està inclinat $23' 5^\circ$ respecte de la perpendicular al pla de l'òrbita al voltant del Sol. Però el que potser no tenim tan present és que esta inclinació és la responsable de la successió de les estacions. Per això recomanem fer a classe (o a casa) les activitats següents:

I. ROTACIÓ I TRANSLACIÓ TERRESTRE

Material:

- Una esfera terrestre amb peu i la inclinació correcta de l'eix.
- Un focus de llum col·locat sobre una taula al centre de l'aula, que representa el Sol. Pot ser un flexo o, millor, un retroprojector que anem girant perquè sempre il·lumine la Terra. El focus ha de quedar a la mateixa altura que la Terra.
- Una tauleta amb rodes sobre la qual posem l'esfera terrestre i que anem movent en cercle al voltant del Sol.



Abans de la visita **Activitats**

Podem començar, per exemple, en la posició 1 de la figura, en què el Pol Nord de l'eix de la Terra apunta cap al Sol (el focus central). A continuació prenem nota d'un punt distant fora de l'aula que coincidisca amb eixa direcció. És convenient deixar l'aula en penombra.

Quan el Sol s'encén, observem que la meitat de l'esfera terrestre està il·luminada –ací és de dia– i en l'altra meitat és de nit. Sempre hi ha mitja esfera il·luminada. Podem girar la Terra i veure la successió del **dia i la nit a conseqüència de la rotació terrestre**. Però el més important és fixar-se que la línia que separa el dia de la nit no coincidix en absolut amb els **meridians terrestres**. Està il·luminada més de la meitat de l'hemisferi nord i menys de la meitat del sud. Per això el nord de la Terra es calfa més que el Sud.

Esta posició correspon al 21 de juny i és el començament tant de l'estiu al nostre hemisferi com de l'hivern al sud. Fixa't que al Pol Nord hi ha un dia permanent, mentre que al sud és de nit.

Val la pena prendre un bastonet (pot ser mig furgadents) i col·locar-lo perpendicularment a la superfície de la Terra en diversos llocs a fi de comprovar la direcció dels rajos solars i, també, la longitud de l'ombra que projecta el bastonet sobre la superfície.

A continuació traslladem la tauleta amb la Terra al voltant del Sol fins a la posició 2, intentant que l'eix terrestre continue apuntant sempre al mateix punt distant de l'aula que hem identificat adés. Girem el focus solar perquè enllumene en la nova direcció. Ara resulta que els rajos del Sol arriben a la Terra ran dels pols. La línia de separació dia-nit sí que segueix exactament els meridians. Fem una volta completa a la Terra i comprovem que en tots els punts hi ha 12 hores de dia i 12 de nit, cosa que no passava en la posició 1. Queda clar que els dos hemisferis, nord i sud, reben la mateixa il·luminació. És el moment de l'inici de la tardor al nostre hemisferi i de la primavera al sud. Amb els bastonets comprovem com han canviat les ombres en els mateixos llocs al llarg dels tres mesos que corresponen al desplaçament que ha efectuat la Terra.

Si portem la Terra a la posició 3 (mantenint la mateixa direcció sempre per a l'eix), comprovem que la situació 1 s'ha invertit. El que ocorria per al nord, ara succeïx per al sud i viceversa. L'hivern comença per a nosaltres; i l'estiu per a l'hemisferi sud.

La posició 4, que correspon al 21 de març, és idèntica a la 2. Comença la primavera a l'hemisferi nord i la tardor al sud.

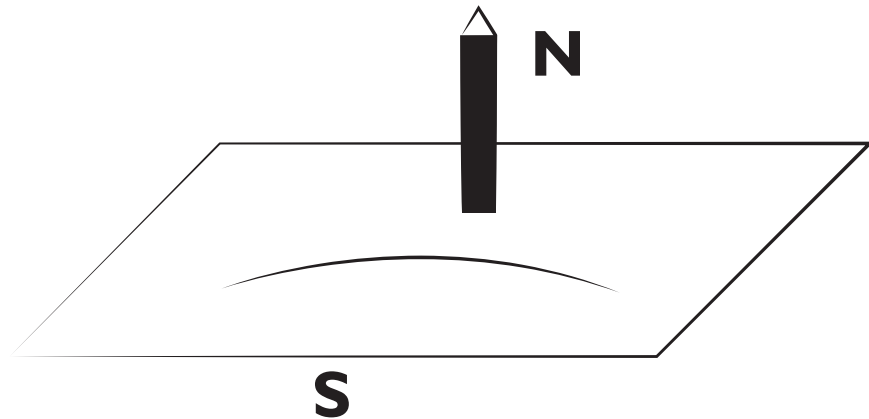
En resum:

A través d'esta activitat comprovem les diferències d'il·luminació solar en cada punt de la Terra, qualsevol dia de l'any i hora del dia, i treballem les estacions de l'any.

2. EL GNÒMON

Material:

- Una placa de fusta on enganxem un full de paper de mida A3.
- Un bastonet d'uns 10 centímetres (un llapis també val) en posició vertical com s'indica en la figura:



El bastonet vertical s'anomena gnòmon, que vol dir *pal* o *bastó* en grec. Col·loquem la placa sobre una taula on arribe llum del Sol i que estiga ben anivellada. Orientem la placa cap al Nord. Marquem sobre el paper la punta de l'ombra del gnòmon cada mitja hora; per exemple, durant tot el dia. Cap al migdia podem fer-ho més sovint. És útil anotar l'hora en cada marca. És molt important que no moguem cap element de l'experiment!

La variació de l'ombra ens indica com ha anat canviant la posició aparent del Sol al llarg del dia.

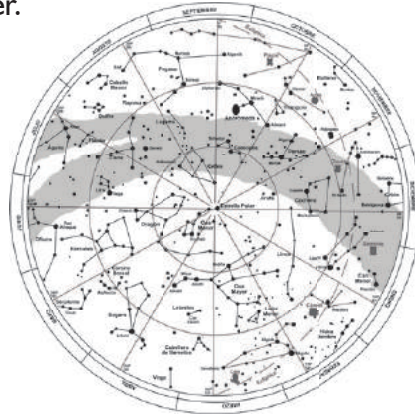
Una vegada acabada l'observació, tracem la línia que unix tots els punts. Observarem que descriu una forma d'hipèrbola. El moment en què l'ombra és més curta indica el migdia solar. És interessant comprovar que este moment no correspon a les 12.00 del rellotge, com podríem pensar al principi. El Jardí d'Astronomia vos explicarà per què ocorre açò.

Una altra utilitat: la línia que va del gnòmon al punt més pròxim de l'ombra està exactament orientada en sentit Nord-Sud. Podem deixar-la marcada en eixe lloc per a fer altres activitats més tard.

3. OBSERVACIÓ NOCTURNA

Material:

- Un planisferi o una guia del cel.
- Una llanterna amb cel·lofana roja.
- Paper.
- Llapis.
- Un lloc on la lluminositat de la ciutat no amague la majoria de les estrelles. És recomanable desplaçar-se a alguna zona rural a fi de facilitar la visió del cel nocturn. A més, si triem una nit amb lluna nova, l'observació serà més bona.
- Els ulls.

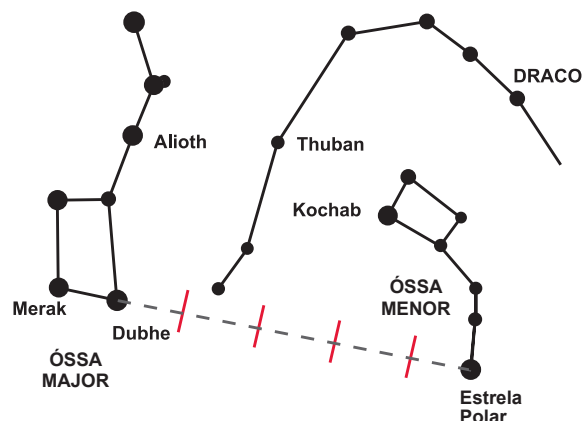


Planisferi

Al capvespre comencen a fer-se visibles en el firmament les estrelles més brillants. Ens fixarem especialment en alguna que aparega prop de l'horitzó i anotarem, en un dibuix, la posició que té respecte a les altres.

Si és una nit amb la Lluna visible en alguna fase, cal dibuixar la posició de l'estrela prenent com a referència les estrelles que hi ha al voltant. Una opció encara més bona és identificar de quina **constel·lació** forma part.

A continuació, amb l'ajuda del planisferi o la guia, tractarem d'identificar tres o quatre constel·lacions conegudes, com ara l'Óssa Major. També buscarem l'Estrela Polar seguint la indicació del dibuix:



Localització de l'Estrela Polar a partir de l'Óssa Major

Si deixem passar una miqueta de temps, comprovarem que l'estrela inicial ha canviat de posició. Si continuem l'observació durant un parell d'hores, veurem que totes les estrelles giren conjuntament al voltant de l'Estrela Polar com si realment estigueren fixes a una esfera que gira damunt nostre.

Abans de la visita **Activitats**

Totes giren igual?

Amb un poc de paciència i d'atenció descobrirem que alguns astres no mantenen la posició en l'esfera celeste.

Si repetim l'observació de la Lluna la nit següent a la mateixa hora, veurem que la posició ha canviat considerablement respecte de les estrelles en tan sols 24 hores.

Des de l'antiguitat s'ha descrit la presència en el cel de set astres errants que són visibles a simple vista. Es tracta dels planetes Mercuri, Venus, Mart, Júpiter i Saturn (els altres no es van descobrir fins a la invenció del telescopi), juntament amb la Lluna i el Sol.

Passejar pel Jardí d'Astronomia

El Jardí d'Astronomia té diversos itineraris possibles. Podem passejar-hi deixant-nos endur exclusivament per la curiositat.

Comencem pel més senzill: què passa quan passegem pel Jardí un dia que fa sol? Doncs que el cos projecta una ombra en terra. I què és que provoca eixa ombra? Evidentment, el cos quan es posa davant de la llum del Sol.

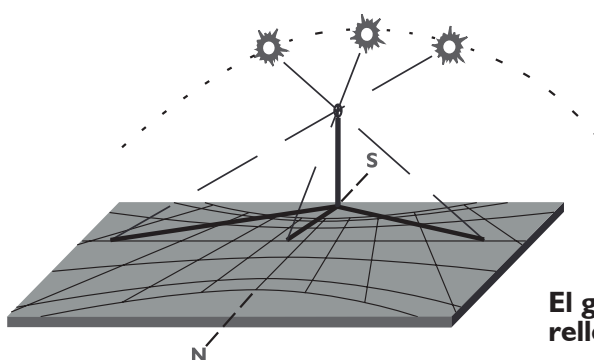
És curiós que la nostra ombra no siga igual al llarg de les hores. Si tinguérem la paciència de restar plantats en el mateix lloc tot el dia, observariem que va canviant tant de forma com de posició. Fa molt de temps que els nostres avantpassats es van adonar d'este fenomen. I volgueren saber per què es produïa. Per a esbrinar-ho van inventar dos instruments tan enginyosos com útils per a conèixer el moviment i l'altura del Sol: el gnòmon i el plint. Tots dos ens servixen per a començar la passejada astronòmica.

L'OMBRA DEL SOL



El gnòmon és, sens dubte, l'instrument astronòmic més simple i antic: una simple barra perpendicular a terra que projecta l'ombra sobre un pla horitzontal.

Amb una peça tan senzilla podem observar com es mou l'ombra del gnòmon al llarg del dia i com la longitud varia al llarg de les estacions. Les hipèrboles dibuixades en terra marquen la trajectòria d'eixa ombra al llarg de cada dia en diverses èpoques de l'any. La corba més pròxima al gnòmon correspon al recorregut de l'ombra durant el solstici d'estiu, quan el Sol arriba més amunt sobre l'horitzó; per això l'ombra és la més curta de totes. En canvi, la més llarga correspon al solstici d'hivern, quan el Sol va més baix.



El gnòmon també servix com a calendari i rellotge solar.

La prolongació de cada línia cap a l'Est i l'Oest indica el lloc per on el Sol ix i es pon al llarg de l'any. Este lloc només coincideix amb eixos punts cardinals en els equinoccis, quan el dia i la nit tenen la mateixa duració. La línia que recorre l'ombra del gnòmon durant eixe dia no és una hipèrbola, sinó una línia recta.

SÓC UN GNÒMON!



No necessites absolutament res per a saber l'hora solar. En tens prou amb tu mateix, perquè en este instrument tu formes el gnòmon i la teua ombra indica l'hora solar. No patisques si l'ombra que fas és massa curta i no arriba a tocar les xifres horàries; pots allargar-la alçant un braç verticalment per damunt del cap.

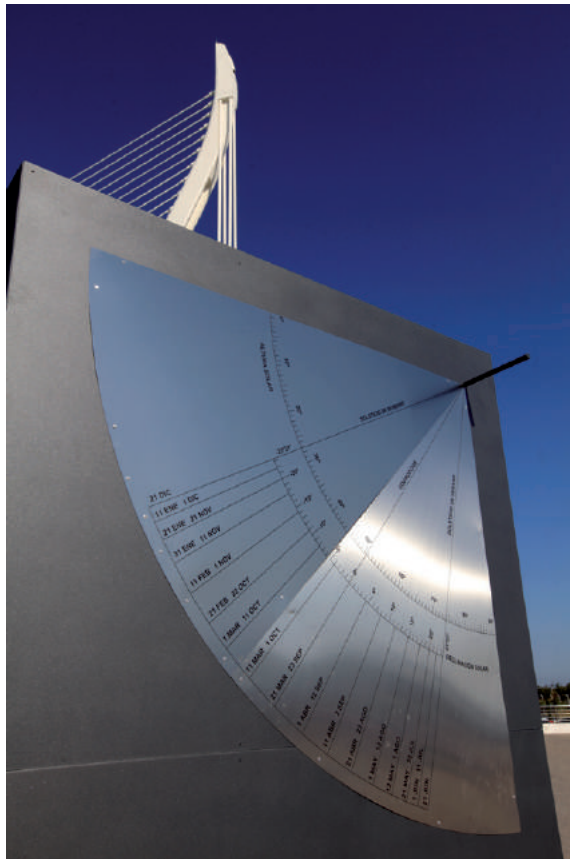
Les hores, en esta classe de rellotge horitzontal, van traçades sobre una el·lipse de gran dimensió en què l'eix major queda orientat en direcció Est-Oest. En la placa situada al centre, sobre l'eix menor d'esta el·lipse, hi ha els mesos de l'any. Perquè l'operació siga correcta hem de situar-nos sobre la data de hui i la nostra ombra ens indicarà quina hora és.

Situa't sobre la placa central i busca la data de hui. Quina hora marca l'ombra?

L'ALTURA DEL SOL

Este instrument, denominat plint o sòcol de Ptolemeu, va ser descrit per Claudi Ptolemeu al segle II dC i servix per a mesurar l'altura màxima del Sol sobre l'horitzó. Al migdia, quan assolix el punt més alt del recorregut, el Sol creua el meridià del lloc. Eixa altura depèn de la latitud, però també varia al llarg de l'any; és màxima en el solstici d'estiu i mínima en el solstici d'hivern. A la latitud de València, l'altura màxima que assolix el Sol durant el solstici d'estiu és de $73^{\circ} 57'$; mentre que durant el solstici d'hivern només arriba a $27^{\circ} 5'$.

Passejar pel Jardí d'Astronomia



Si observem l'ombra de l'agulla indicadora a les 12.00, hora solar, obtenim la declinació solar d'eix e dia; és a dir, l'angle que el Sol forma amb l'equador celeste. I com que la declinació del Sol és diferent per a cada dia de l'any, el plint també es pot usar com un calendari anual de precisió, però només a eixa hora exacta: el migdia solar.

Amb el plint podem saber quan es produïxen els solsticis i els equinoccis: només cal observar l'ombra al migdia solar, que coincideix amb la marca corresponent.

PER ON PARA EL SOL?

El Sol es mou al llarg del dia, però també ho fa al llarg de períodes de temps més llargs; per exemple, els mesos. Este moviment és el que hi ha en l'origen dels solsticis i equinoccis, dels quals parlarem en el mòdul següent.

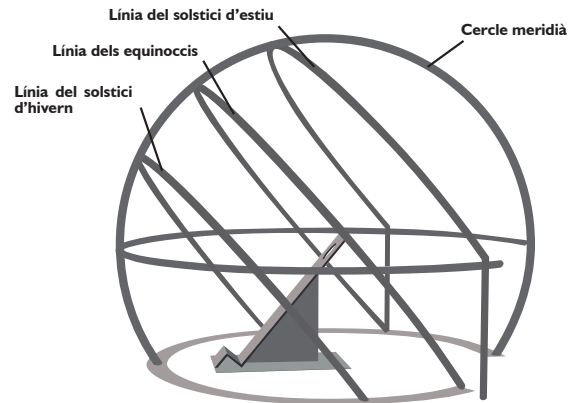


Gita't sobre la plataforma de manera que situes el cap en l'orifici superior. Fixa't en les línies dels equinoccis i dels solsticis.

Des d'esta posició, la línia del solstici d'hivern marca el recorregut del Sol el dia més curt de l'any. El Sol ix molt tard i molt allunyat de l'est. Al migdia el trobem relativament prop de l'horitzó, els rajos són molt oblics i calfen poc.

Durant l'hivern el Sol va recuperant altura. El dia de l'equinocci de primavera ix exactament per l'est, i eixe dia seguix la línia que marca la circumferència central. El dia i la nit duren el mateix: dotze hores; per això el nom llatí *aequinoctium*, nit igual (al dia).

A mesura que avança la primavera, cada dia es fa clar més prompte i es fa fosc més tard, fins a arribar al solstici d'estiu, quan tenim més hores de llum. Este dia el recorregut del Sol coincidix amb la circumferència superior, la més gran. Després, durant els tres mesos de l'estiu, el cicle s'invertix: el Sol seguix una trajectòria cada dia més curta fins a arribar a l'equinocci de tardor, en què la línia és idèntica a la de primavera.



PER ON ES PON EL SOL?

Gran part del nostre recorregut fins ara s'ha basat en diversos aspectes relacionats amb el moviment del Sol. Nosaltres veiem este moviment sobre l'horitzó com un gran arc que es descriu entre dos punts. En este mòdul aprendrem una cosa sobre eixos dos punts per on diem, en llenguatge col·loquial, que el Sol ix i es pon.



L'afirmació "el Sol ix per l'Est i es pon per l'Oest" no és del tot veritat. Només hi ha dos dies a l'any en què açò es complix exactament: els equinoccis de primavera i de tardor. El mètode per a saber on són estos punts cardinals consistix a observar la posta

o l'eixida del Sol un d'eixos dos dies. Per contra, la posició del Sol al migdia, quan és al punt més alt, sempre marca el Sud.

Al llarg de l'any, l'eixida del Sol (orto) i la posta (ocàs) varien de posició en l'horitzó. A l'hemisferi nord la posició de l'ocàs es desplaça cap al Sud a l'hivern, mentre que a l'estiu es desplaça cap al Nord.

Situa't davant del mòdul i mou el disc solar fins que estiga situat just sobre la marca dels equinoccis de primavera i tardor. Després posa't sobre la marca de posició en terra que coincidix just amb el senyal que marca l'Oest. En eixes dos dates el Sol es pon exactament per este punt cardinal.

Si desplacem el disc del Sol des de la marca del solstici d'estiu fins a la del solstici d'hivern, observem com va variant al llarg de l'any la posició del Sol quan es pon.

RELOTGE DE SOL: HORA SOLAR I HORA CIVIL

El moviment del Sol també és molt útil per a saber quina hora del dia és. En l'exposició et presentem dos d'estos rellotges de Sol i t'expliquem la diferència que hi ha entre hora solar i hora civil.



Des de temps immemorials la humanitat va aprendre a aprofitar l'ombra canviant d'un estil per a mesurar les hores del dia. El Sol, en el recorregut diürn, avança 15° cada hora.

El funcionament d'un rellotge de Sol equatorial és simple, encara que requereix considerar l'època de l'any. Durant la primavera i l'estiu el recorregut del Sol s'eleva més sobre l'horitzó i, per tant, els rajos il·luminen la cara superior del rellotge. Per contra, a la tardor i a l'hivern el Sol va molt més baix i per això els rajos il·luminen la cara inferior del rellotge. En els dos casos l'ombra de l'estil sobre la superfície del rellotge indica l'hora.

Recorda que la informació que s'obté amb este instrument és l'hora solar, hora que no coincidix amb l'hora civil que marquen els rellotges. De manera aproximada, l'hora que observem coincidix amb la civil sempre que sumem a la lectura del rellotge solar una hora durant l'horari d'hivern i dos en el d'estiu.

Convertir l'hora solar en hora civil

Hem de fer tres correccions a l'hora que marca el rellotge de Sol:

- Afegir-hi una hora en horari d'hivern** (des de l'última setmana d'octubre fins a l'última de març) i **dos en l'horari d'estiu** (la resta de l'any), perquè a Espanya usem l'Hora Central Europea, que unifica la majoria de països europeus; i, a més, avancem una altra hora a l'estiu a fi d'estalviar energia.
- Afegir-hi 1,46 minuts** perquè a tot Espanya tenim l'hora del meridià zero, que passa per Castelló de la Plana, i a **València** el Sol ix eixos minuts més tard.
- Sumar o restar a l'hora solar els minuts que s'indiquen en la taula següent**, perquè cada dia solar és distint, mentre que els dels nostres rellotges sempre són iguals, per la qual cosa el Sol s'avança o es retarda respecte del temps mitjà.

Taula de l'equació del temps (en minuts)

Mes:	Gen.	Febr.	Març	Abr.	Maig	Juny	Jul.	Ag.	Set.	Oct.	Nov.	Des.
Dia 1	3	13	12	4	-3	-2	4	6	0	-10	-16	-11
Dia 15	9	14	9	0	-4	0	6	4	-4	-14	-15	-5

La taula només dona els valors per als dies 1 i 15 de cada mes. Per a dies intermedis cal aplicar un nombre de minuts també intermedi.

Esta taula té canviats els signes positiu i negatiu respecte dels valors oficials perquè la correcció siga més còmoda.

La correcció per a qualsevol altre lloc d'Espanya es calcula multiplicant la longitud geogràfica en graus per quatre minuts. És positiva a l'oest del meridià de Greenwich; i negativa a l'est. Per exemple, Huelva: +26 minuts; Barcelona: -8 minuts.

La causa que els dies solars no siguen iguals és per la inclinació de l'eix de rotació de la Terra i perquè la velocitat al voltant del Sol no és uniforme. La diferència és menuda, però l'efecte es va acumulant al llarg dels mesos.

El rellotge de Sol equatorial corregit ens permet saber no sols l'hora solar, sinó també l'hora civil; és a dir, la que marquen els rellotges. La correcció té en compte la data i la latitud del lloc. Per això el gnòmon ha sigut substituït per una placa mòbil que té dibuixada al centre una figura molt singular en forma de huit, que es denomina analema, calculada per a València i que descriu la posició del Sol sobre el cel al llarg de l'any.

Per a llegir l'hora cal orientar la placa mòbil en direcció perpendicular als rajos del Sol. La silueta projectada per l'analema talla en tres punts l'escala graduada de les hores. El punt central indica l'hora solar. Busca la data de hui en l'analema per a saber quin dels altres dos punts marca l'hora civil. Quan lliges l'hora cal tindre en compte si funcionem amb l'horari d'hivern o d'estiu.

NIT I DIA

Fins ara hem parlat sempre de la part de la Terra que queda il·luminada pel Sol. Però el nostre planeta té una altra cara (la contrària) que, simultàniament, queda enfosquida. És en esta zona on diem que és de nit. La reproducció d'un globus terraquí ens mostra d'una manera molt visual el principal efecte que té el moviment de rotació de la Terra.



Pots dir en quins llocs del planeta ara és de dia i en quins és de nit?

Este model, igual que la Terra, té el pol nord orientat cap a l'estrella polar i, per tant, l'eix és paral·lel al del planeta. Així, la zona que apareix en ombra correspon a la zona del globus en què ara és de nit; i la que està il·luminada per la llum solar és la part de la Terra on ara és de dia.

Fixa't en les ombres dels gnòmons projectades sobre l'esfera. N'hi ha

que estan situades al llarg del meridià i n'hi ha que se situen al llarg del paral·lel que passa per València. Totes són iguals?

Totes eixes ombres només serien iguals si la Terra fóra plana. La diferència entre les ombres va servir per a deduir que la superfície del planeta era corba. És més, mesurant la longitud de les ombres en llocs diferents es poden calcular les dimensions del planeta.

La primera persona que va fer eixe càlcul va ser Eratòstenes (savi grec nascut a Cirene, a l'actual Líbia, fa més de 2.200 anys), que va mesurar l'ombra de dos obeliscos situats en dos ciutats diferents: Alexandria i Siena, hui Asuan.

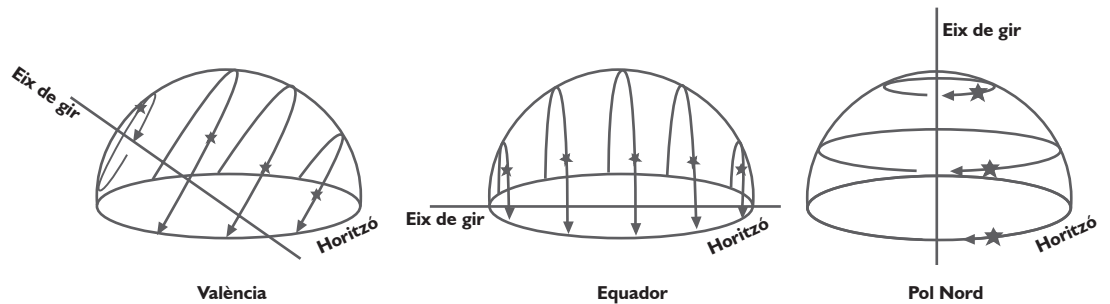
EL CEL A LES MANS

En el Jardí d'Astronomia contemplem el moviment d'altres estrelles distintes del nostre Sol.

El moviment de la Terra al voltant del seu eix fa que, en les nits clares, puguem observar com el cel estrelat pareix que es desplaça lentament i va girant al voltant nostre d'est a oest.

Si col·loquem l'esfera de manera que l'eix coincidisca amb la marca de 39° , que és la latitud aproximada de València, podem veure el moviment aparent de la volta celeste simplement girant l'esfera d'est a oest. Curiosament, hi ha certes constel·lacions que no s'amaguen mai davall de l'horitzó i són visibles durant tota la nit. Estes constel·lacions es denominen circumpolars perquè pareixen girar al voltant del pol celeste, que en l'hemisferi nord coincidix amb l'Estrella Polar. Si variem la latitud de l'esfera, veurem com el cel canvia segons la ciutat en què ens trobem.

A l'equador, el Sol, la Lluna i les estrelles ixen i es ponen seguint una trajectòria aproximadament perpendicular a l'horitzó. Podem comprovar-ho col·locant l'eix de gir en 0°, que és la latitud de l'equador, i fent girar l'esfera.



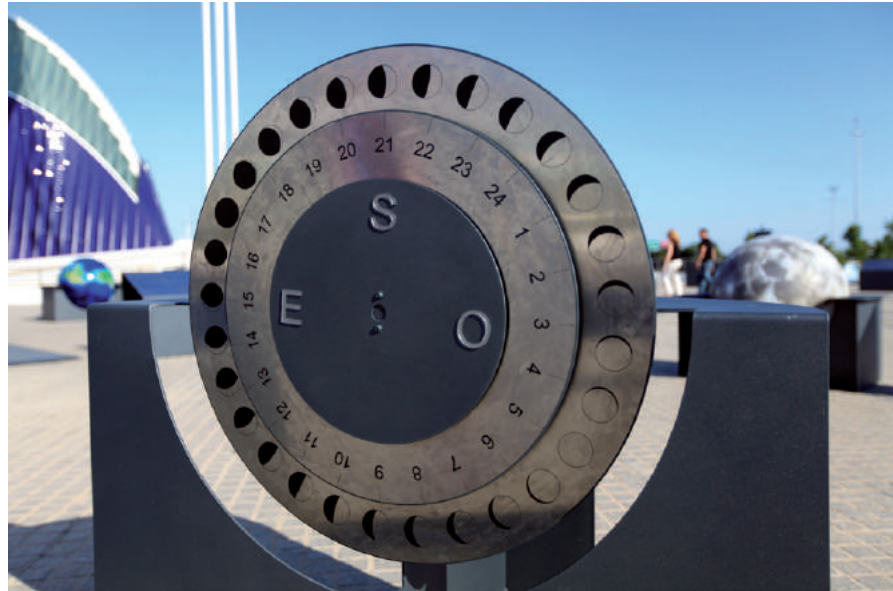
RELOTGE DE LLUNA

El tercer cos celeste tractat en el Jardí d'Astronomia és la Lluna, el satèl·lit natural de la Terra. A més de meravellar-nos contemplant les curioses taques de la superfície, podem usar-la també com un autèntic rellotge.

Sovint pensem que sols de nit és quan es veuen objectes celestes. Però a vegades també veiem la Lluna de dia. De fet, quan està pròxima a la fase de lluna nova ix al matí i es pon al final del dia, mentre que quan està prop de la fase de lluna plena ix a poqueta nit i es pon a l'alba.

En este mòdul, el primer que hem de fer és moure el disc exterior fins a alinear la fase escollida amb la marca que indica el Sud. Després busquem en la taula l'hora de culminació d'esta fase i movem el disc interior fins que eixa hora quede també alineada amb la mateixa marca. Per a saber l'hora d'eixida tornem a moure el disc exterior i situem la

Passejar pel Jardí d'Astronomia



fase escollida sobre la posició *Eixida* indicada en la taula. El dibuix de la fase indica l'hora a què ix la Lluna (en el disc interior) i la posició que té en eixe moment sobre l'horitzó (en l'arc que indica els punts cardinals).

Per a saber l'hora i la posició a què es pon la Lluna hem de repetir el procés movent la fase escollida del disc exterior fins a la posició *Posta*.

	FASE	CULMINACIÓ
●	Lluna nova	12 h
◐	Lúnula creixent	15 h
◑	Quart creixent	18 h
◒	Gibosa creixent	21 h
◯	Lluna plena	24 h
◐	Gibosa minvant	3 h
◑	Quart minvant	6 h
◒	Lúnula minvant	9 h

HI HA MARS A LA LLUNA?

Una simple mirada a la Lluna ja revela que la superfície té zones clares i zones fosques. Els terrenys clars i accidentats són *terrae* (que en llatí significa terres), i les regions fosques són *maria* (que en llatí significa mars). Els primers astrònoms creien que estes últimes eren oceans. Després, encara que es va saber que no hi havia aigua, la denominació es va mantindre. Les zones clares, els suposats continents, se solen anomenar també terres altes, perquè estan a més altitud.

La distribució de les dos regions diferix molt en cada cara del satèl·lit. Mentre que els mars ocupen vora un terç de la cara visible, en el cas de la cara oculta

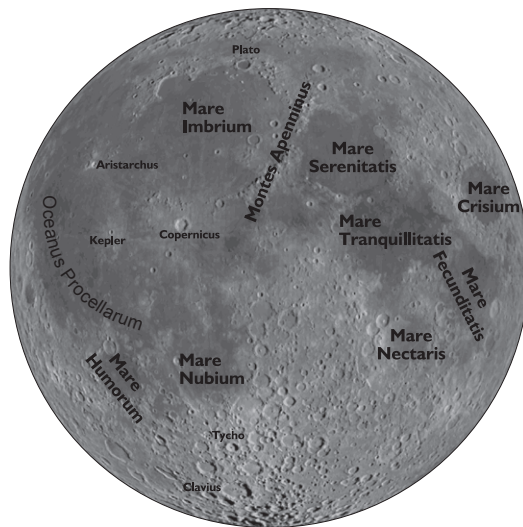
Passejar pel Jardí d'Astronomia



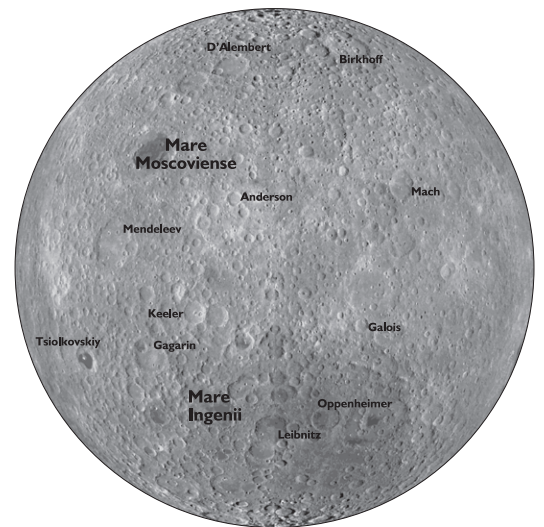
només representen un 2% de la superfície lunar.

Però, com van nèixer estes estructures? Fa vora 3.800 milions d'anys la Lluna va rebre un intens bombardeig d'asteroides que hi deixà nombroses conques d'impacte, amb diàmetres de centenars de quilòmetres. Més tard estes conques van ser reblides per magmes que formaren un oceà de roques fosques que, quan es refredaren, van formar els *mares* actuals.

Els cràters són els accidents lunars més abundants. De fet, n'hi ha uns 30.000 de diàmetre superior a un quilòmetre en la cara visible i un sens fi de cràters més menuts.



Cara visible de la Lluna



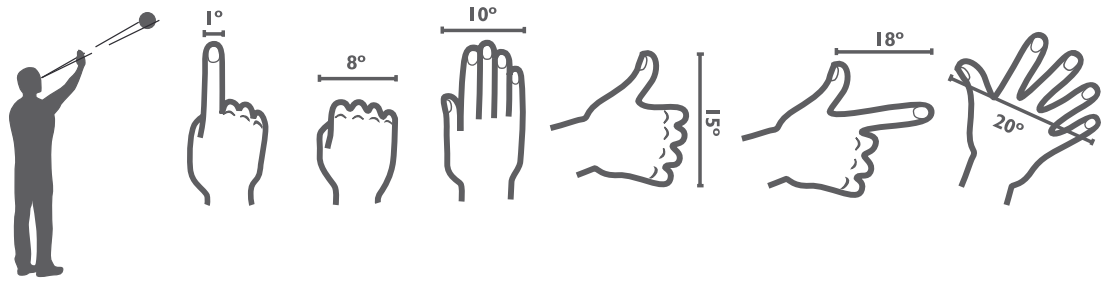
Cara oculta de la Lluna

Fes un passeig per la Lluna sense eixir de casa

http://wms.lroc.asu.edu/lroc_browse/view/WAC_GL060

<http://lroc.sese.asu.edu/news/index.php?/archives/345-Farside!-And-all-the-way-around.html>

MESURAR EL CEL AMB LES MANS



A l'hora d'identificar objectes celestes és bo saber mesurar distàncies i dimensions. Però no per a determinar quants quilòmetres hi ha entre una estrella i una altra, per exemple, perquè això no ens servix de res. El que importa és l'angle que formen les estrelles quan les observem des de la Terra.

Si busquem valors aproximats, podem usar la mà com a mesurador d'angles. Des de temps molt remots els astrònoms saben que estirant completament el braç i mirant només amb un ull, el puny tancat equival a un angle de 8° , i que el puny tancat amb el polze estirat són 15° , que és el recorregut del Sol en una hora.

Este mètode val tant en xiquets com en adults. Sempre s'obté la mateixa mida perquè la grandària de la mà és proporcional a la longitud del braç.

Experiment recomanat

Usant el mètode del braç, comprova la mida de la lluna plena sobre l'horitzó tot just eixir i dos o tres hores més tard. Pot haver canviat de grandària?

Astronomia en Internet

Vocabulari d'astronomia de l'Acadèmia Valenciana de la Llengua:

- [http://www.avl.gva.es/va/publicacions/Col·lecci---L-xics-/Tr-ptic/L-xic-de-l-
astronomia](http://www.avl.gva.es/va/publicacions/Col·lecci---L-xics-/Tr-ptic/L-xic-de-l-
astronomia)

Diccionari d'astronomia de la Universitat de Barcelona:

- <http://www.ub.edu/slc/edic/astronomia/>

El Museu de les Ciències Príncepe Felipe edita cada mes un full del cel amb la posició de les constel·lacions del cel nocturn, a més d'unes quantes curiositats astronòmiques:

Infantil i Primària

Portal educatiu que ofereix una gran quantitat de recursos de contingut astronòmic (especialment recomanat per a xiquets de 4 a 10 anys):

- <http://sac.csic.es/unawe/>

El projecte *La mesura del radi de la Terra* ha dissenyat diverses activitats didàctiques, especialment pensades per als més menuts, centrades en una cosa tan simple com un objecte que projecta ombra o gnòmon:

- <http://educa-ciencia.com/astronomia-orientacion-inf.htm>

Secundària i Batxillerat

Excel·lent material especialment recopilat amb motiu de l'Any Internacional de l'Astronomia 2009, perquè els estudiants de Secundària descobrisquen el plaer de conèixer el nostre univers:

- <http://sac.csic.es/astrosecundaria/index.html>

-
- <http://educa-ciencia.com/astronomia-orientacion.htm>

Fes-ho tu mateix: rellotge anular de Sol

Material:

- Plantilla del rellotge anular de Sol.
- Tisores.
- Colors.
- Fil.
- Cinta adhesiva.
- Punxó i suro.

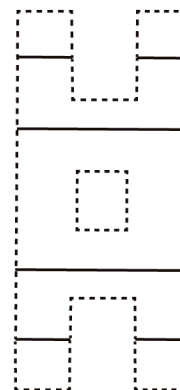
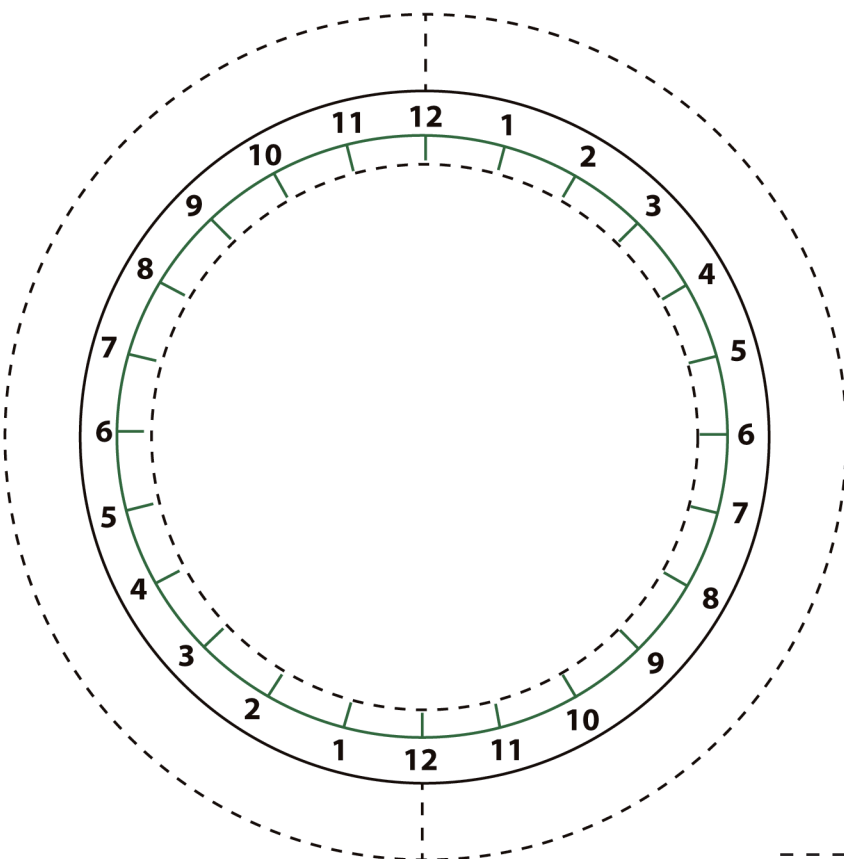
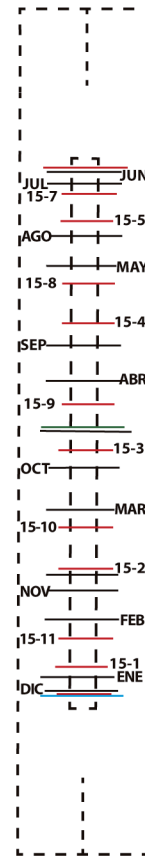
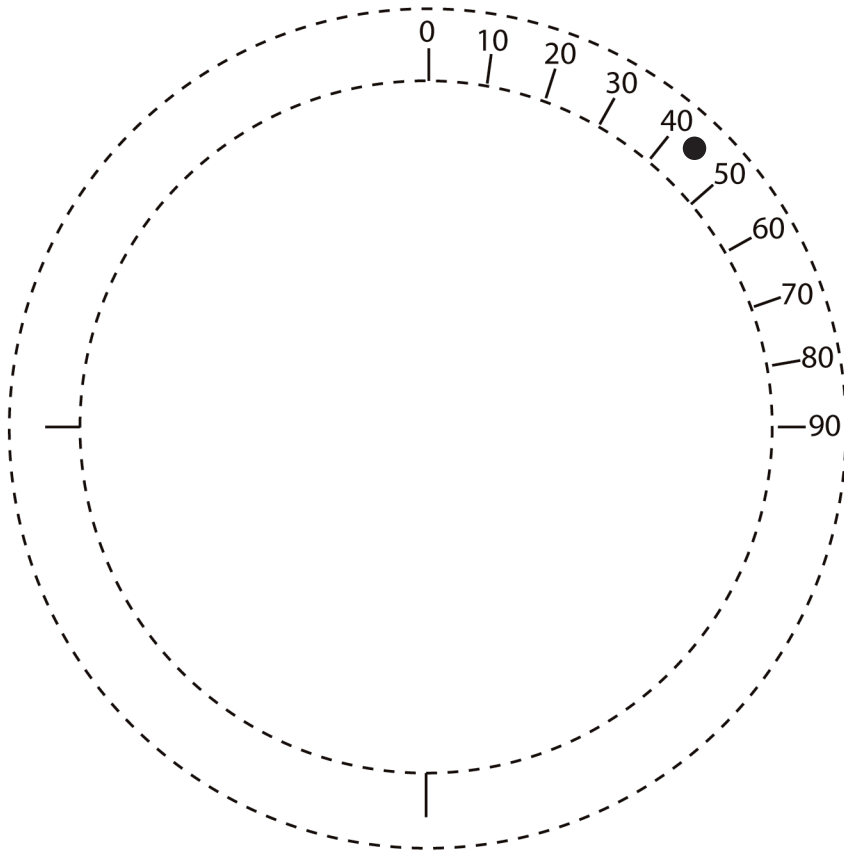
Muntatge

1. Pinta el rellotge anular de Sol com més t'agrade.
2. Retalla les peces. Buida els cercles, la ranura central de la vareta de dates, el rectangle central del selector de data i els dos rectangles marcats amb línies de punts.
3. Talla les pestanyes del cercle horari i la vareta de dates per la línia de punts.
4. Introdueix la pestanya del cercle horari de les 12 de la part superior en l'interior del cercle en la latitud 0° ; i la pestanya de les 12 de la part inferior, en la marca de la part oposada del cercle de latitud. Assegura les peces amb cinta adhesiva de manera que els dos cercles queden perpendiculars entre si.
5. Doblega el selector de la data i col·loca'l al voltant de la vareta de dates, de manera que el forat del selector quede en la cara de la vareta en què apareixen les dates. Apega'l amb cinta adhesiva per l'altre costat de manera que el selector quede fixat, però que també es pugui moure al llarg de les dates.
6. Introdueix la pestanya de la vareta de les dates (la més pròxima al juny) a l'altura de l'indicador de la latitud 90° , i la pestanya més pròxima al desembre, a l'altura de la marca indicada (en el costat oposat). A fi d'assegurar que tot quede ben fixat pots ajudar-ho amb cinta adhesiva, de manera que les dates queden boca per amunt mirant cap a la latitud 0° .
7. Fes un foradet amb el punxó en el cercle de latitud, a l'altura de la latitud local (40° en el cas de València). Passa-hi un fil per a poder penjar el rellotge.

Ús

1. Ix a l'aire lliure amb el rellotge anular. Busca un lloc assolellat.
2. Mou el selector de dates fins a la data actual. Recorda que el rellotge marca intervals de 15 dies, a més dels solsticis i dels equinoccis. Les línies negres corresponen al primer dia de cada mes; les marrons, als dies quinze; la verda, als equinoccis; la roja, al solstici d'estiu; i la blava, al solstici d'hivern.
3. Aguanta el rellotge pel fil i deixa que penge. En eixe moment s'aconsegueix tindre paral·lela la vareta de les dates amb l'eix de la Terra.
4. Gira'l suaument fins que un rectangle d'ombra amb un raig de llum en el centre es projecte sobre el cercle horari. El punt en què es veu el raig de llum més definit marca l'hora solar.

Plantilla del rellotge anular de Sol



----- Retalla les figures per la línia
discontínua

Glossari

Altura (h): angle que forma la posició de l'astre amb l'horitzó seguint la vertical. Es mesura de 0 a 90 graus; positiu per damunt de l'horitzó i negatiu en cas contrari.

Analema: gràfic de l'equació del temps en relació amb la declinació del Sol o en relació amb qualsevol altra variable que depenga directament d'eixa declinació solar, com per exemple l'altura màxima de cada dia o la data de l'any.

Ascensió recta (a): angle que forma el meridià que passa per l'astre amb el meridià zero mesurat al llarg de l'equador celeste (equivalent a la longitud terrestre). Es mesura de 0 a 24 hores en sentit contrari al gir aparent de les estrelles. És un costum dels astrònoms dividir l'equador celeste en hores, minuts i segons, en lloc d'usar els 360 graus.

Azimut (z): angle que va del punt cardinal nord a la vertical de l'astre, mesurat sobre l'horitzó. Es mesura de 0 a 360 graus.

Constel·lació: conjunt d'estrelles situades en una de les 88 regions en què la Unió Astronòmica Internacional ha dividit oficialment el cel. Corresponen a les establides des de temps antic seguint representacions mitològiques. En realitat no hi ha cap connexió física entre les constel·lacions. Es tracta, per tant, d'una simple convenció.

Crepuscle: claror que hi ha al cel quan el Sol ja s'ha post i encara no és de nit o abans d'eixir el Sol. Este efecte ocorre per la refracció i difusió de la llum en l'atmosfera.

Declinació: angle que va des de l'equador celeste fins a l'astre seguint el meridià de l'astre (equivalent a la latitud terrestre). Es mesura de 0 a 90 graus; positiva en l'hemisferi nord i negativa en l'hemisferi sud.

Dia sideral: temps que tarda la Terra a fer una volta sobre si mateixa respecte a les estrelles. Dura 23 hores i 56 minuts, aproximadament. És molt regular.

Dia solar: temps que tarda la Terra a fer una volta sobre si mateixa respecte al Sol. El valor mitjà del dia solar és de 24 hores, ja que es tracta d'un moviment que varia segons l'època de l'any.

Equador celeste: si prolonguem el pla de l'equador terrestre fins a les estrelles, talla l'esfera celeste en un cercle que denominem equador celeste.

Equinocci: moment en què comença la primavera o la tardor. En este moment el Sol passa per l'equador celeste i la declinació és zero.

Magnitud d'una estrela: escala logarítmica de la brillantor d'una estrela. Com més alta és la magnitud, més poca brillantor té. Les estrelles més brillants, com per exemple Siri, tenen magnituds negatives.

Meridià local o meridià del lloc: direcció nord-sud en un punt determinat de la superfície de la Terra. Coincidix amb un meridià terrestre.

Migdia mitjà: la meitat del dia mesurat amb el temps mitjà, que no té en compte l'equació del temps.

Migdia verdader: moment en què el Sol passa pel meridià nord-sud.

Glossari

Moviment de precessió: com si fóra una gran trompa, la Terra, quan gira, capcineja. Açò fa que l'eix terrestre descriu un con que completa cada 26.000 anys, aproximadament. Es denomina moviment de precessió. A causa de la interacció de la Lluna, l'eix de la Terra no descriu un con perfecte en el moviment de precessió, sinó que va fent una espècie de fisonat amb un període de 18,6 anys. Este petit desplaçament rep del nom de moviment de nutació.

Nadir: punt més baix de la volta celeste en la vertical de l'observador.

Ocàs: moment en què el Sol desapareix davall de l'horitzó.

Orto: moment en què el Sol apareix sobre l'horitzó.

Solstici: moment en què comença l'estiu o l'hivern. És quan el Sol assolix la màxima o la mínima altura sobre l'horitzó al migdia. La declinació és també màxima ($23,5^\circ$) o mínima ($-23,5^\circ$).

Zenit: punt de la volta celeste situat just damunt de l'observador.

Jardí d'**ASTRONOMIA**

Ciutat de les Arts i les Ciències



**GENERALITAT
VALENCIANA**



LA CIUTAT
DE LES ARTS I LES CIÈNCIES

En colaboración con:

En col·laboració amb:

In collaboration with:



PARQUE de las CIENCIAS
ANDALUCÍA - GRANADA

www.cac.es · 961 974 686

CIUTAT DE LES ARTS I LES CIÈNCIES

Av. Professor López Piñero, 7
46013 València (Espanya)