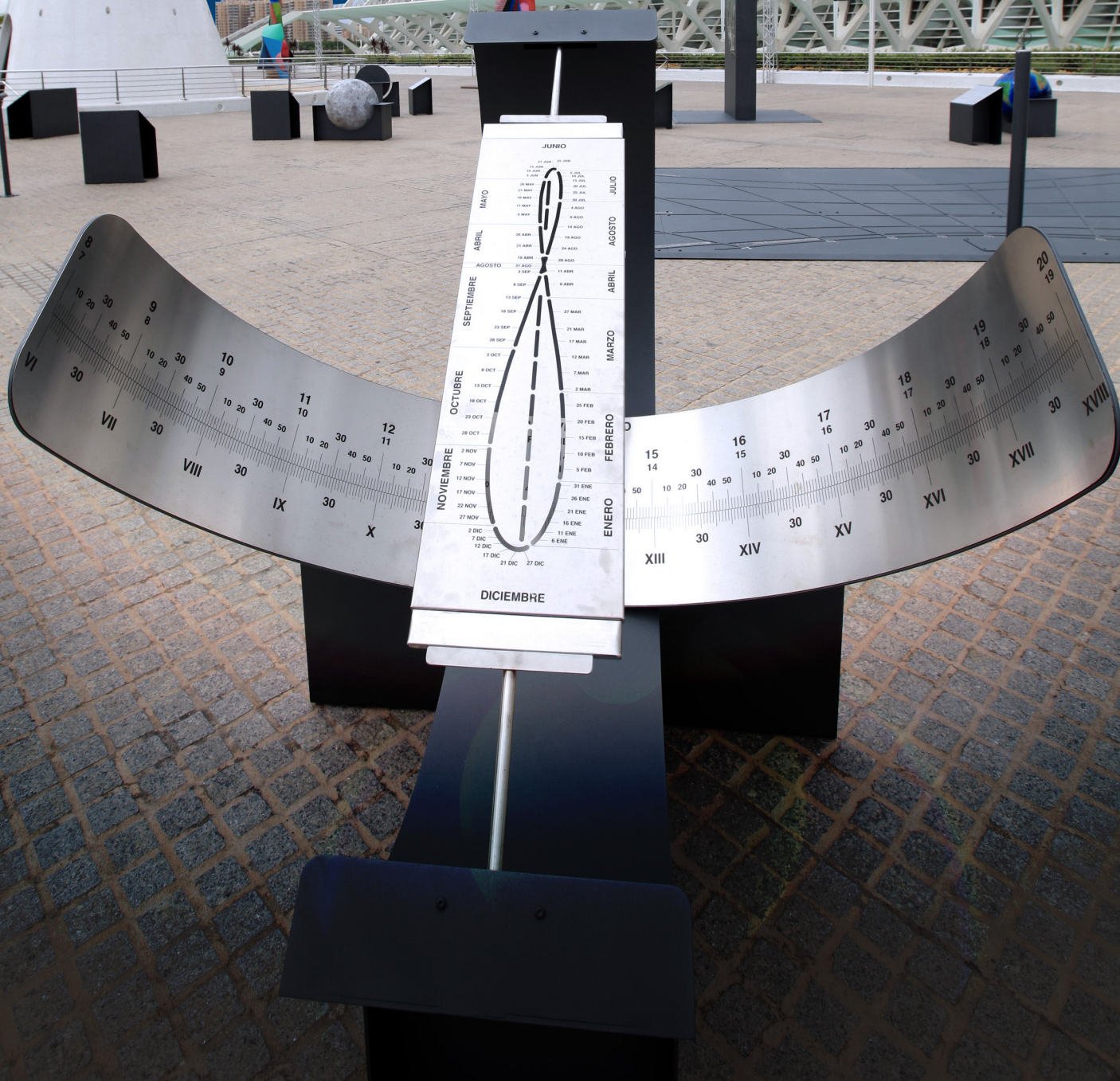




Jardín de **ASTRONOMÍA**

Ciudad de las Artes y las Ciencias



© de la presente edición

Ciudad de las Artes y las Ciencias, S. A.
Paseo de la Alameda, 48, entresuelos 1.º y 2.º
46023-Valencia (España)

1.ª edición: noviembre 2011

COORDINACIÓN DE CONTENIDOS

Sección Didáctica CAC, S. A.

FOTOGRAFÍA

Javier Yaya Tur

DISEÑO PORTADA

Departamento de Imagen Gráfica CAC, S. A.

DISEÑO GRÁFICO Y MAQUETACIÓN

Sección de Producción Museo de las Ciencias Príncipe Felipe CAC, S. A.

EDICIÓN

Sección de Publicaciones CAC, S. A.

Queda rigurosamente prohibida, sin la autorización escrita de los titulares del *copyright*, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático.

www.cac.es • (+34) 902 100 031

Nota del editor: esta guía se basa en la publicada por el Parque de las Ciencias de Granada en 2001 para la misma exposición. Dicha guía fue elaborada por Vicente López, técnico de Astronomía, y Manuel Roca, técnico de Ciencias Físicas, ambos del Parque de las Ciencias de Granada.

Índice

Mirando al cielo	2
Antes de la visita	
Algunos conceptos básicos	3
Actividades	4
Paseando por el Jardín de Astronomía	10
Astronomía en Internet	21
Hazlo tú mismo: reloj anular de Sol	22
Glosario	24

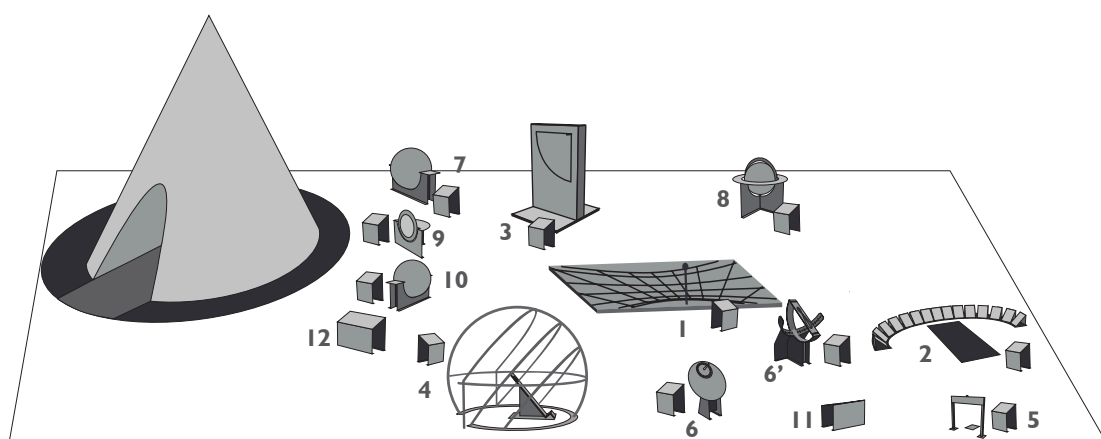
Mirando al cielo

El Jardín de Astronomía, una exposición de acceso libre ubicada en el Umbracle, se concibe como un excelente balcón desde el que mirar al cielo y aprender astronomía. Cualquiera que pasee por él –da igual cuál sea su edad (aunque se recomienda su vista a partir de ocho años) o procedencia– se convertirá, sin apenas darse cuenta, en un verdadero apasionado de esta materia.

La astronomía es una ciencia estrechamente relacionada con instrumentos de observación y medición del cielo. En este original jardín, hemos reunido algunos de ellos. Todos son ingenios –algunos muy conocidos– que ha desarrollado el ser humano a lo largo de la historia, para entender los movimientos que describen los distintos objetos que contemplamos en la bóveda celeste, sobre todo el Sol, la Luna y las estrellas.

Al utilizar estos módulos, podemos comprender algunos conceptos básicos, como el movimiento aparente de los astros; la diferencia entre hora solar y hora civil o entre longitud y latitud; cuándo se producen los solsticios y los equinoccios; qué es la declinación solar... Y lo haremos de una forma divertida, interactiva y divergente. Porque hay pocas cosas que exciten más nuestra curiosidad que observar el cielo.

La presente guía se ofrece al profesor como un recurso educativo que puede utilizarse a partir del Segundo Ciclo de Primaria.



- | | |
|---|---------------------------------------|
| 1. La sombra del Sol | 6'. Reloj de Sol ecuatorial corregido |
| 2. ¡Soy un gnomon! | 7. Noche y día |
| 3. La altura del Sol | 8. El cielo en tus manos |
| 4. ¿Dónde está el Sol? | 9. Reloj de Luna |
| 5. ¿Por dónde se pone el Sol? | 10. ¿Existen mares en la Luna? |
| 6. Reloj de Sol ecuatorial: hora solar y hora civil | 11. Midiendo el cielo con tus manos |
| | 12. Plano general |

Antes de la visita Algunos conceptos básicos

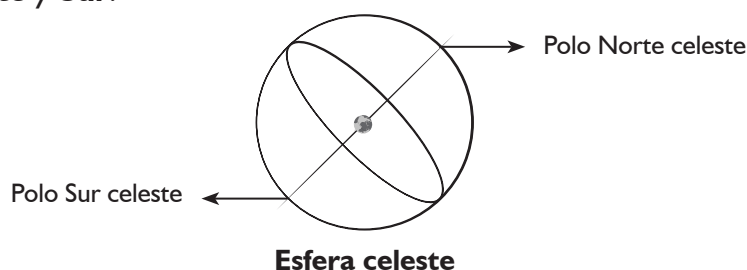
Antes de la visita al jardín, puede resultar útil repasar en clase sobre una esfera terrestre algunos conceptos astronómicos básicos: polos, ecuador, meridianos, paralelos...



Esfera terrestre

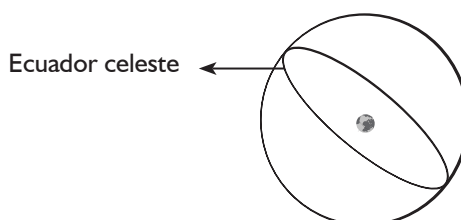
Esfera celeste

Si prolongáramos un eje imaginario que atravesara la Tierra por los dos polos, obtendríamos una línea que corta a la esfera celeste en otros dos puntos que son los **polos celestes Norte y Sur**.



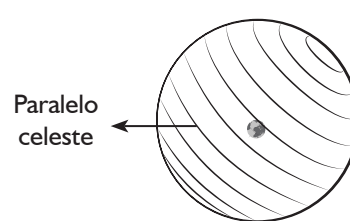
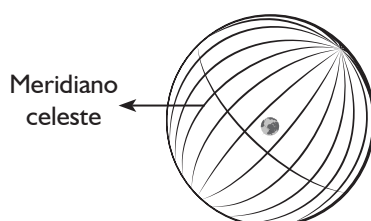
Ecuador celeste

De la misma forma, si prolongamos el plano del ecuador terrestre hasta que corte la esfera celeste, obtendríamos una circunferencia llamada **ecuador celeste**.



Meridianos y paralelos celestes

Trazando circunferencias sobre la esfera celeste que pasen por los polos, dibujamos los **meridianos celestes**. Asimismo, los círculos paralelos al ecuador celeste se llaman **paralelos celestes**.



Para fijar la posición de un astro sobre la superficie de la esfera celeste, se necesitan dos datos: las llamadas **coordenadas celestes**, igual que para dar la posición de un punto sobre la Tierra.

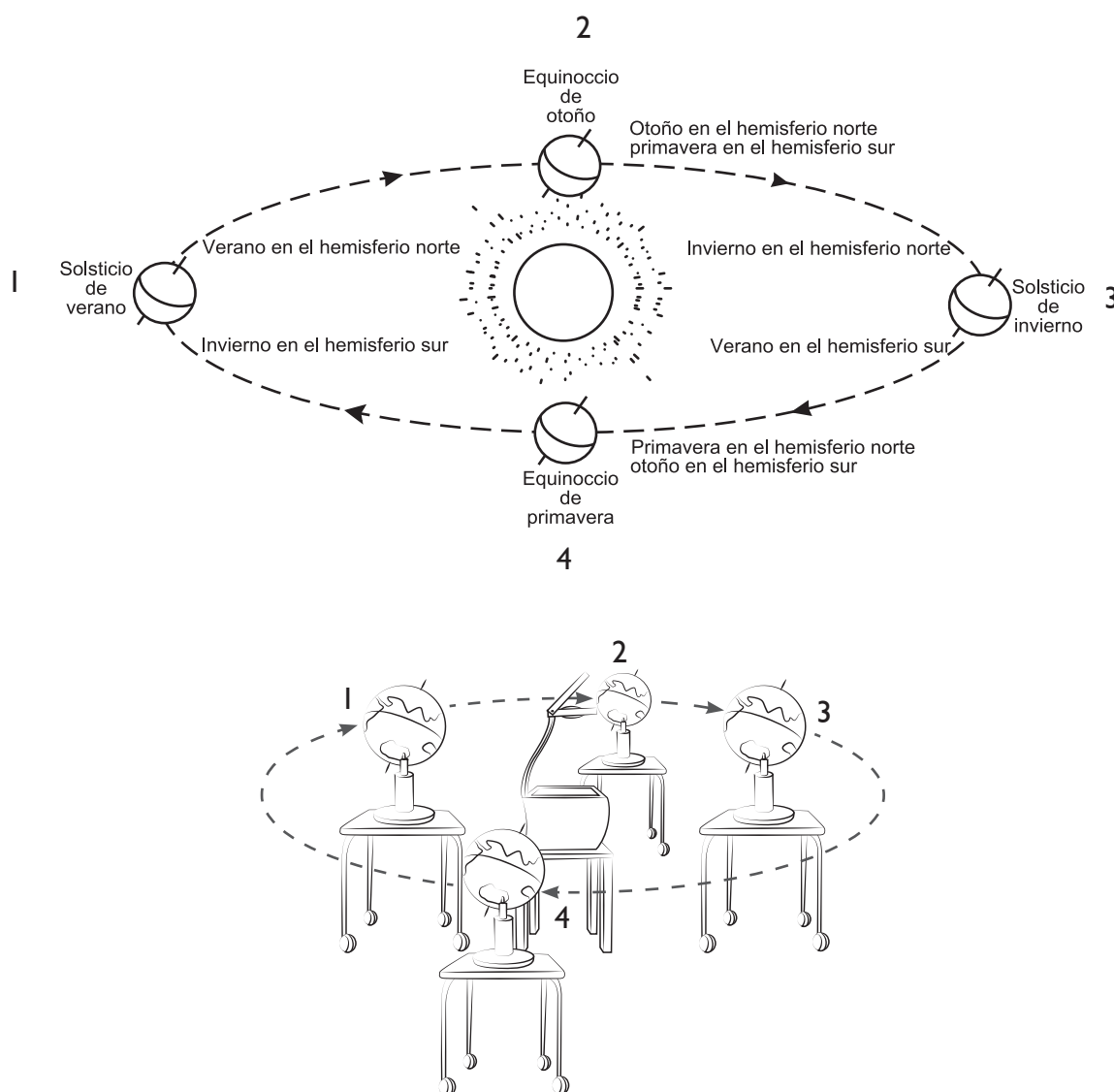
Se recomiendan algunas actividades que pueden familiarizar al alumno con algunos de los contenidos que van a verse posteriormente en la visita al Jardín de Astronomía.

Sabemos que el eje de rotación de la Tierra está inclinado $23' 5^\circ$ respecto de la perpendicular al plano de su órbita alrededor del Sol. Pero lo que a lo mejor no se tiene tan presente es que esta inclinación es la responsable de la sucesión de las estaciones. Por eso recomendamos hacer en el aula (o en casa) las siguientes actividades:

I. ROTACIÓN Y TRASLACIÓN TERRESTRE

Necesitamos:

- Una esfera terrestre con su pie y la inclinación correcta del eje.
- Un foco de luz colocado sobre una mesa en el centro del aula, que representará al Sol. Puede ser un flexo o, mejor, un retroproyector que iremos girando para que ilumine siempre a la Tierra. El foco debe estar a la misma altura que la Tierra.
- Una mesita con ruedas sobre la que colocar la esfera terrestre que iremos moviendo en círculo alrededor del Sol.



Antes de la visita Actividades

Podemos comenzar, por ejemplo, en la posición 1 de la figura, con el Polo Norte del eje de la Tierra apuntando hacia el Sol (el foco central). Tomaremos nota de un punto distante fuera del aula que coincida con esa dirección. Es conveniente oscurecer el aula.

Al encender el Sol, observaremos que la mitad de la esfera terrestre está iluminada –ahí es de día– y en la otra mitad es de noche. Siempre habrá media esfera iluminada. Podemos girar la Tierra y ver la sucesión del **día y la noche como consecuencia de la rotación terrestre**. Pero lo más importante es fijarse en que la línea que separa el día de la noche no coincide en absoluto con los **meridianos terrestres**. Está iluminada más de la mitad del hemisferio norte y menos de la mitad del sur. Por ello el norte de la Tierra se calentará más que el sur.

Esta posición corresponde al 21 de junio, y es el comienzo tanto del verano en nuestro hemisferio como del invierno en el sur. Observa que en el Polo Norte hay un día permanente, mientras que en el Sur es de noche.

Merece la pena tomar un palito (puede ser medio palillo de dientes) y colocarlo perpendicularmente a la superficie de la Tierra en distintos lugares, para comprobar dónde caen los rayos solares, en función de la longitud de la sombra que proyecta el palito sobre dicha superficie.

A continuación, trasladamos la mesita con la Tierra alrededor del Sol hasta la posición 2, intentando que el eje terrestre siga siempre apuntando al mismo punto distante del aula que hemos identificado antes. Giramos el foco solar para que alumbre en la nueva dirección. Ahora nos encontramos con que el Sol llega rasante a los polos. La línea de separación día-noche sí sigue exactamente los meridianos. Damos una vuelta completa a la Tierra y comprobamos que en todos los puntos hay 12 horas de día y 12 de noche, cosa que no ocurría en la posición 1. Evidenciamos que los dos hemisferios, norte y sur, reciben la misma iluminación. Es el momento de la entrada del otoño en nuestro hemisferio y de la primavera en el sur. Con los palitos vemos cómo han cambiado las sombras en los mismos lugares a lo largo de los tres meses correspondientes al desplazamiento que ha efectuado la Tierra.

Llevando la Tierra a la posición 3 (manteniendo la misma dirección siempre para el eje), comprobamos que se ha invertido la situación 1. Lo que ocurría para el norte sucede ahora para el sur y viceversa. Comienza el invierno para nosotros y el verano, para el hemisferio sur.

La posición 4, correspondiente al 21 de marzo, es idéntica a la 2. Se inicia la primavera en el hemisferio norte y el otoño, en el sur.

Resumiendo:

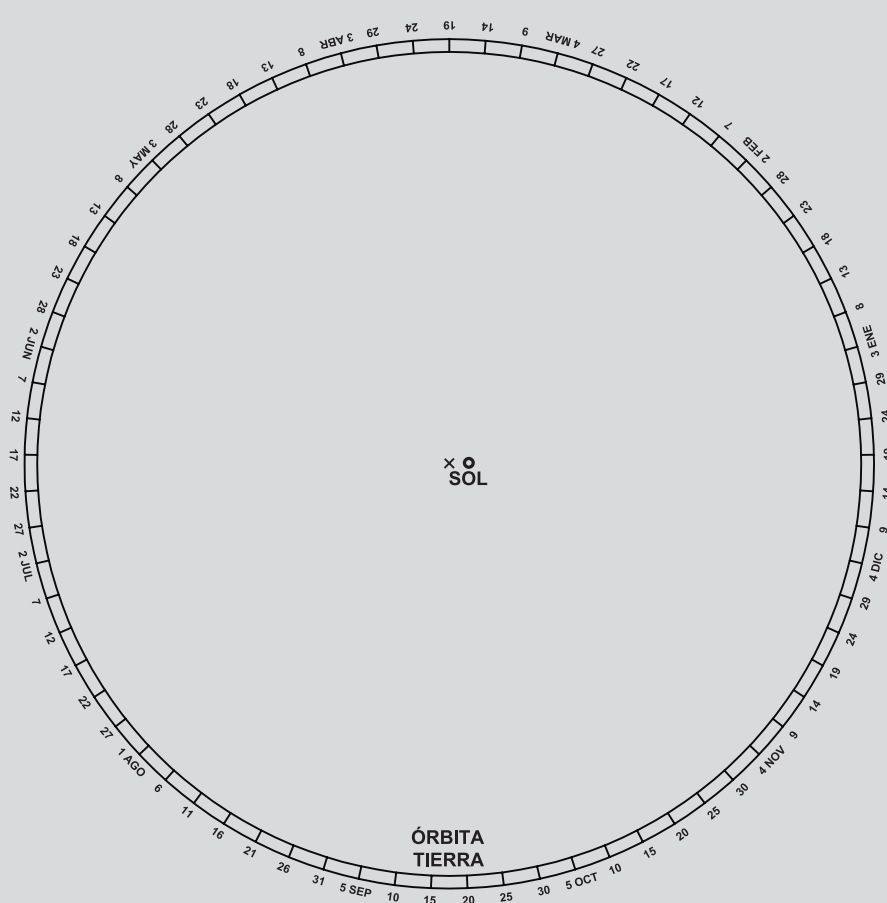
Con esta actividad podemos comprobar las diferencias de iluminación solar en cada punto de la Tierra, en cualquier fecha del año y hora del día, y abordar el tema de qué es lo que provoca las estaciones del año.

Antes de la visita Actividades

Otra utilidad de esta actividad es familiarizar al alumno con el concepto de eclíptica. Si nos imaginamos a las estrellas situadas en las paredes, suelo y techo del aula en la que estamos, podemos ver que, al trasladarse la Tierra, el Sol estará sobre un fondo de estrellas que irá cambiando poco a poco (contemplándolo, claro está, desde nuestro planeta). Parece como si el Sol describiera una línea entre las estrellas a lo largo del año. Esa línea es la que llamamos eclíptica. En realidad, el plano de la eclíptica es el plano de la órbita de la Tierra. Este nombre proviene del hecho de que es necesario que la Luna cruce en ese plano para poder alinearse con el Sol y la Tierra, produciendo un eclipse.

Nota:

Quizás convenga resaltar en este momento que la distancia de la Tierra al Sol no tiene nada que ver con las estaciones. Es muy útil mostrar a los alumnos la órbita terrestre a la escala reproducida a continuación.



La excentricidad de la elipse es tan pequeña que a simple vista no se distingue de una circunferencia. Lo que sí se advierte es que el Sol no está exactamente en el centro. En la figura hemos dibujado el centro con un aspa y el Sol con un círculo. Si tomamos un compás, comprobaremos que es prácticamente una circunferencia.

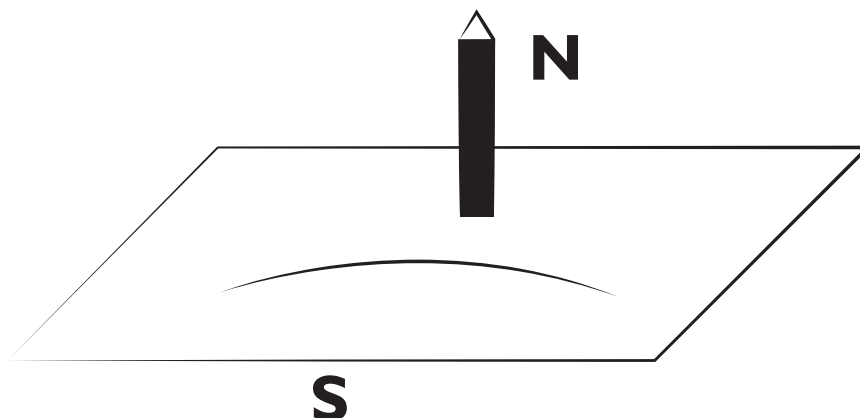
Y además, esta actividad también nos permite observar la rotación de la Tierra.

Puesto que la Tierra gira sobre su eje, toda la esfera celeste parece dar una vuelta al día alrededor nuestro. Podemos observar este movimiento tanto durante el día como por la noche.

2. EL GNOMON

Necesitamos:

- Un tablero de madera sobre el que pegaremos un papel tamaño A3.
- Un palito de unos 10 centímetros (puede servir un lápiz) en posición vertical como indica la figura:



El palito vertical se llama gnomon, que significa *palo* o *bastón* en griego. Colocamos el tablero sobre una mesa a la que llegue luz del Sol y esté bien nivelada, orientándolo, aproximadamente, hacia el Norte. Marcamos sobre el papel la punta de la sombra del gnomon cada media hora; por ejemplo, durante todo el día. Alrededor del mediodía, podemos hacerlo más frecuentemente. Es útil anotar la hora en cada marca. ¡Es muy importante que no movamos toda la composición!

La variación de la sombra nos indicará cómo ha ido cambiando la posición aparente del Sol a lo largo del día.

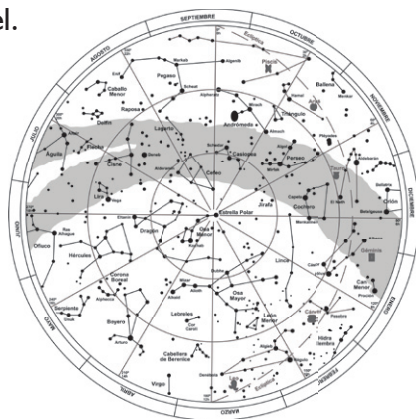
Al finalizar nuestra observación, podemos trazar la línea que une todos los puntos. Observaremos que describe una forma de hipérbola. El momento en el que la sombra es más corta indica el mediodía solar. Es interesante comprobar que este momento no se corresponde a las 12.00 del reloj, como podríamos pensar en un principio. El Jardín de Astronomía os explicará por qué.

Otra utilidad: la línea que va del gnomon al punto más cercano de la sombra está exactamente orientada en sentido Norte-Sur. Podemos dejarla marcada en ese lugar para realizar otras actividades posteriores.

3. OBSERVACIÓN NOCTURNA

Necesitamos:

- Un planisferio o una guía del cielo.
- Una linterna con celofán rojo.
- Papel.
- Lápiz.
- Un lugar donde las luces de la ciudad no nos oculten la mayoría de las estrellas. Suele ser recomendable alejarse a alguna zona rural para facilitar la localización de las estrellas. Además, si elegimos una noche con fase de luna nueva, la observación será mejor.
- Nuestros ojos.

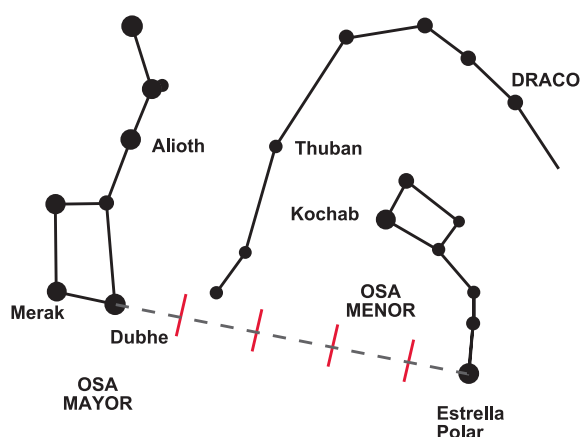


Planisferio

A partir del atardecer empezamos a observar la aparición de las primeras estrellas más brillantes en el firmamento. Nos fijaremos especialmente en alguna que esté cerca del horizonte y anotaremos (dibujar puede ser un buen método) su posición respecto a lo que haya a su alrededor.

Si es una noche con la Luna visible en alguna de sus fases, merece la pena dibujar su posición tomando como referencia las estrellas que hay a su alrededor. Una opción mejor aún es identificar en qué **constelación** está.

A continuación, con la ayuda del planisferio o la guía, trataremos de identificar tres o cuatro constelaciones conocidas, como por ejemplo, la Osa Mayor. También buscaremos la Estrella Polar siguiendo la indicación del dibujo:



Localización de la Estrella Polar a partir de la Osa Mayor

Tras esperar un rato, comprobaremos que la estrella inicial ha cambiado de posición. Si continuamos la observación durante un par de horas, veremos que todas las estrellas giran conjuntamente alrededor de la Estrella Polar como si realmente estuvieran fijadas a una esfera que rota sobre nuestras cabezas.

Antes de la visita Actividades

¿Todas giran igual?

Con un poco de paciencia y atención, podemos descubrir que algunos astros no mantienen su posición en la esfera celeste.

Si repetimos la observación de la Luna la noche siguiente a la misma hora, veremos que ha cambiado considerablemente su posición respecto de las estrellas en tan solo 24 horas.

Desde la antigüedad, se ha descrito la presencia en el cielo de siete astros errantes observables a simple vista. Son los planetas Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno (los demás no serán descubiertos hasta la invención del telescopio), junto con la Luna y el Sol.

Paseando por el Jardín de Astronomía

El Jardín de Astronomía no tiene un único itinerario posible. Podemos discutir por él dejándonos llevar exclusivamente por nuestra curiosidad.

Comencemos por lo más sencillo: qué es lo que ocurre cuando paseamos por el Jardín un día soleado. Pues que nuestro cuerpo proyecta una sombra sobre el suelo. ¿Qué provoca dicha sombra? Evidentemente, nuestro propio cuerpo al interferir en la luz del Sol.

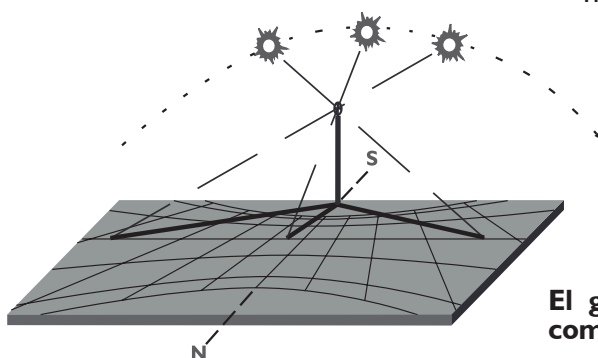
Lo curioso es que nuestra sombra no es la misma a lo largo de las horas. Si tuviéramos la paciencia de permanecer de pie en el mismo punto todo el día, observaríamos que va cambiando tanto de forma como de posición. De este mismo fenómeno se percataron hace mucho tiempo nuestros antepasados. Y quisieron saber por qué se producía. Para conseguirlo, inventaron dos instrumentos tan ingeniosos como útiles para conocer el movimiento y la altura del Sol: el gnomon y el plinto. Ambos nos sirven como arranque de nuestro paseo astronómico.

LA SOMBRA DEL SOL



El gnomon es sin duda el instrumento astronómico más sencillo y antiguo: una simple barra perpendicular al suelo que proyecta su sombra sobre un plano horizontal.

Con tan sencillo aparato, podemos observar cómo se mueve la sombra del gnomon a lo largo del día y cómo varía su longitud a lo largo de las estaciones. Las hipérbolas dibujadas en el suelo marcan la trayectoria de esa sombra a lo largo de cada día en distintas épocas del año. La curva más próxima al gnomon corresponde al recorrido de la sombra durante el solsticio de verano, cuando el Sol alcanza mayor altura sobre el horizonte; por eso la sombra es la más corta de todas. En cambio, la más larga corresponde al solsticio de invierno, cuando el Sol está más bajo.



El gnomon puede ser utilizado también como calendario y reloj solar.

Paseando por el Jardín de Astronomía

La prolongación de cada línea hacia el Este y el Oeste nos señala el lugar por donde sale y se pone el Sol a lo largo del año. Este lugar solo coincide con estos puntos cardinales en los equinoccios, cuando el día y la noche tienen la misma duración. La línea que recorre la sombra del gnomon durante ese día no es una hipérbola, sino una línea recta.

¡SOY UN GNOMON!



No necesitas absolutamente nada para conocer la hora solar. Tan solo a ti mismo, porque en este instrumento tú eres el gnomon; tu propia sombra indica la hora solar. Si tu sombra no llega a tocar las cifras horarias, no te preocupes: puedes prolongarla levantando un brazo verticalmente por encima de la cabeza.

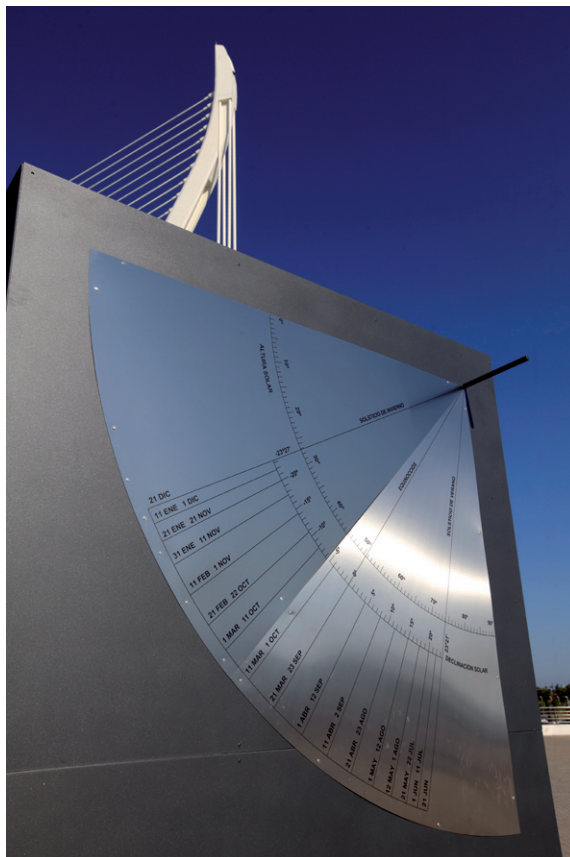
En este tipo de reloj horizontal, las horas están trazadas sobre una elipse de gran tamaño, cuyo eje mayor está orientado en la dirección Este-Oeste. En la placa situada en el centro, sobre el eje menor de esta elipse, aparecen los meses del año. Para hacer una lectura correcta, deberemos situarnos sobre la fecha en la que estamos y nuestra sombra nos marcará la hora.

Sitúate sobre la placa central y busca la fecha de hoy. ¿Qué hora marca tu sombra?

LA ALTURA DEL SOL

Este instrumento, llamado plinto, fue descrito por Claudio Tolomeo en el siglo II d. C., y se utiliza para medir la altura máxima del Sol sobre el horizonte. En el mediodía, cuando alcanza el punto más alto de su recorrido, el Sol cruza el meridiano del lugar. Esa altura depende de la latitud, pero también varía a lo largo del año; es máxima en el solsticio de verano y mínima en el de invierno. A la latitud de Valencia, la altura máxima que alcanza el Sol en el solsticio de verano es de $73^{\circ} 57'$; en el solsticio de invierno solo llega a $27^{\circ} 5'$.

Paseando por el Jardín de Astronomía



Si observamos la sombra de la aguja indicadora a las 12.00 hora solar, obtendremos la declinación solar del día en el que estamos; es decir, el ángulo que forma el Sol con el ecuador celeste. Y como la declinación del Sol es diferente para cada día del año, el plinto también se puede utilizar como un calendario anual de precisión, pero solo a esa hora exacta: el mediodía solar.

Con el plinto podemos saber cuándo se producen los solsticios y los equinoccios: basta con observar la sombra en el mediodía solar, que coincidirá con la marca correspondiente.

¿DÓNDE ESTÁ EL SOL?

El Sol se mueve a lo largo del día, pero también lo hace a lo largo de períodos de tiempo más largos; por ejemplo, los meses. Este movimiento es el que se encuentra en el origen de los solsticios y equinoccios, de los que hablaremos en el siguiente módulo.



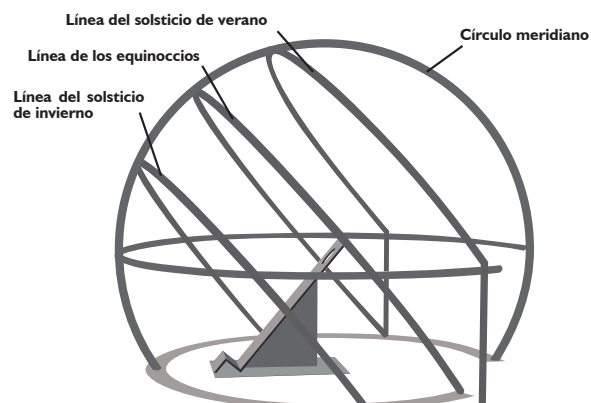
Túmbate sobre la plataforma, de modo que tu cabeza quede situada en el orificio superior. Fíjate en las líneas de los equinoccios y los solsticios.

Paseando por el Jardín de Astronomía

Desde esta posición, la línea del solsticio de invierno marca el recorrido del Sol en el día más corto del año. El Sol sale muy tarde y muy alejado del del Este. A mediodía, lo encontramos relativamente cerca del horizonte, y sus rayos son muy oblicuos y calientan poco.

Durante el invierno, el Sol va recuperando altura. El día del equinoccio de primavera sale exactamente por el Este, y ese día sigue la línea que marca la circunferencia central. El día y la noche duran lo mismo: doce horas; de ahí el nombre latino *aequinoctium*, noche igual (al día).

Según avanza la primavera, cada día amanece antes y anochece más tarde, hasta llegar al solsticio de verano, cuando tenemos más horas de luz. Este día el recorrido del Sol coincide con la circunferencia superior, la de mayor tamaño. Luego, durante los tres meses del verano, el ciclo se invierte: el Sol sigue una trayectoria cada día más corta, hasta llegar al equinoccio de otoño, cuya línea es idéntica a la de primavera.



¿POR DÓNDE SE PONE EL SOL?

Buena parte de nuestro recorrido hasta ahora se ha basado en diferentes aspectos relacionados con el movimiento del Sol. Nosotros vemos este movimiento sobre el horizonte como un gran arco que se describe en él entre dos puntos. En este módulo aprenderemos algo sobre estos dos puntos por los que decimos en lenguaje coloquial que *sale* y *se pone* el Sol.



La afirmación “el Sol sale por el Este y se pone por el Oeste” no es del todo cierta. Solo hay dos fechas al año en las que esto se cumple exactamente: los equinoccios de primavera y otoño. El método para saber dónde están estos puntos cardinales consiste en observar la puesta o salida del Sol en uno de esos dos días. Por el contrario,

la posición del Sol al mediodía, cuando este se encuentra en el punto más alto, marca siempre el Sur.

A lo largo del año, la salida del Sol (orto) y su puesta (ocaso) varían de posición en el horizonte. En el hemisferio norte, la posición del ocaso se desplaza hacia el Sur en invierno, mientras que en verano lo hace hacia el Norte.

Sitúate frente al módulo y mueve el disco solar hasta que esté situado justo sobre la marca de los equinoccios de primavera y otoño. Tras ello, colócate sobre la marca de posición en el suelo que coincide justo con la señal que marca el Oeste. En esas dos fechas, el Sol se pone exactamente por este punto cardinal.

Desplazando el disco del Sol desde la marca del solsticio de verano hasta la del solsticio de invierno, observamos cómo varía a lo largo del año la posición del Sol al ponerse.

RELOJ DE SOL: HORA SOLAR Y HORA CIVIL

El movimiento del Sol también puede resultar muy útil para saber qué hora del día es. En la exposición te presentamos dos de estos relojes de Sol, explicando, de paso, la diferencia que existe entre hora solar y hora civil.



Desde tiempos inmemoriales, la humanidad aprendió a utilizar la cambiante sombra de un estilo para medir las horas del día. El Sol, en su recorrido diurno, avanza 15° cada hora.

El funcionamiento de un reloj de Sol ecuatorial es sencillo, aunque requiere considerar la época del año en que nos encontremos. Durante la primavera y el verano, el recorrido del Sol se eleva más sobre el horizonte, por lo que sus rayos iluminan la cara superior del reloj. Sin embargo, en otoño e invierno el Sol se encuentra mucho más bajo; por eso sus rayos iluminan la cara inferior del reloj. En ambos casos, la sombra del estilo sobre la superficie del reloj indica la hora.

Recuerda que la información que se obtiene con este instrumento es la hora solar, que no coincide con la hora civil que marcan los relojes. De forma aproximada, la hora que observamos coincide con la civil siempre que le sumemos a la lectura del reloj solar una hora durante el horario de invierno y dos en el de verano.

Cómo pasar de la hora solar a la de nuestros relojes

A la hora que marca el reloj de Sol debemos hacerle tres correcciones:

1. **Añadir una hora en horario de invierno** (desde la última semana de octubre hasta la última de marzo) **y dos en el de verano** (resto del año), porque en España usamos la Hora Central Europea, que unifica a la mayoría de países europeos, y además avanzamos otra hora en verano para ahorrar energía.
2. **Añadir 1,46 minutos**, porque en toda España llevamos la hora del meridiano cero, que pasa por Castellón, y **en Valencia** el Sol sale esos minutos más tarde.
3. **Sumar o restar los minutos indicados en la tabla siguiente**, porque todos los días solares no son iguales y los de nuestros relojes sí, por lo que el Sol se adelanta o atrasa respecto del tiempo medio.

Tabla de la ecuación del tiempo (en minutos)

Mes:	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Día 1	3	13	12	4	-3	-2	4	6	0	-10	-16	-11
Día 15	9	14	9	0	-4	0	6	4	-4	-14	-15	-5

La tabla solo da los valores para los días 1 y 15 de cada mes. Para días intermedios, debe tomarse un número de minutos también intermedio.

Esta tabla tiene cambiados los signos positivo y negativo respecto de los valores oficiales para que sea más cómoda la corrección.

Para cualquier otro lugar de España, se calcula la corrección multiplicando su longitud geográfica en grados por cuatro minutos. Será positiva al oeste del meridiano de Greenwich y negativa, al este. Por ejemplo, Huelva: +26 minutos o Barcelona: -8 minutos.

La causa de que los días solares no sean iguales se debe a la inclinación del eje de rotación de la Tierra y a que su velocidad alrededor del Sol no es uniforme. La diferencia es pequeña, pero el efecto se va acumulando a lo largo de varios meses.

El reloj de Sol ecuatorial corregido nos permite conocer no solo la hora solar, sino también la hora civil; es decir, la que marcan los relojes. La corrección tiene en cuenta la fecha y la latitud del lugar. Para esto, el gnomon ha sido sustituido por una placa móvil en cuyo centro se ha dibujado una figura muy singular en forma de ocho, llamada analema, calculada para Valencia, y que describe las posiciones del Sol en el cielo a lo largo del año.

Para leer la hora, hay que orientar la placa móvil en dirección perpendicular a los rayos del Sol. La silueta proyectada por el analema corta en tres puntos la escala graduada de las horas. El punto central nos da la hora solar. Busca la fecha de hoy en el analema para saber cuál de los otros dos puntos marca la hora civil. Al leer la hora ten en cuenta si estás en el horario de invierno o verano.

NOCHE Y DÍA

Hasta ahora hemos hablado siempre de aquella parte de la Tierra que queda iluminada por el Sol. Pero nuestro planeta también cuenta con otra cara (su opuesta) que, simultáneamente, queda en sombra. En ella decimos que es de noche. La reproducción de un globo terráqueo nos muestra de una forma muy visual el principal efecto que tiene el movimiento de rotación de la Tierra.



¿Eres capaz de decir en qué lugares de nuestro planeta es ahora de día o de noche?

Este modelo, al igual que la Tierra, tiene su Polo Norte orientado hacia la Estrella Polar; su eje es, por lo tanto, paralelo al de nuestro planeta. Así, la zona que aparece en sombra se corresponde con la zona del globo en la que es de noche ahora, y la que se encuentra iluminada por la luz solar es la parte de la Tierra donde es de día.

Observa ahora las sombras de los gnomones situados sobre la esfera. Algunas están situadas a lo largo del meridiano y otras, a lo largo del paralelo que pasa por Valencia. ¿Son todas iguales?

Solo serían iguales todas esas sombras si la Tierra fuera plana. La diferencia entre ellas sirvió para deducir que la superficie del planeta era curva; es más, midiendo la longitud de las sombras en lugares diferentes, se pueden calcular las dimensiones de nuestro planeta.

La primera persona que hizo ese cálculo fue Eratóstenes (sabio griego nacido en Cirene [actual Libia] hace más de 2.200 años), al medir la sombra de dos obeliscos situados en dos ciudades diferentes: Alejandría y Siena, hoy Asuán.

EL CIELO EN TUS MANOS

En el Jardín de Astronomía podemos contemplar el movimiento de otras estrellas distintas a nuestro Sol.

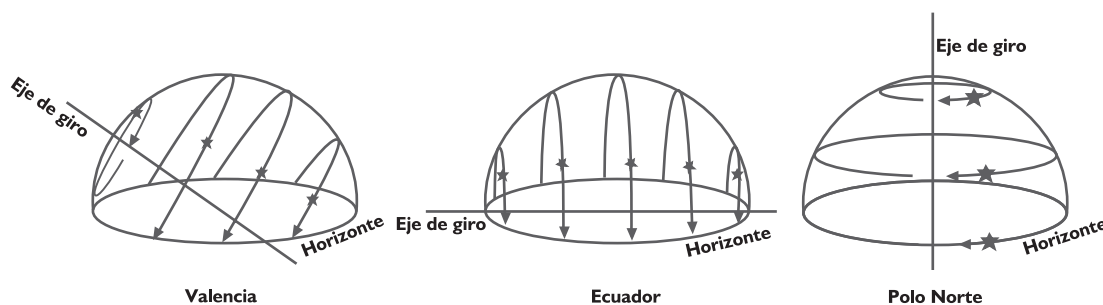
El movimiento de la Tierra alrededor de su eje hace que, en las noches despejadas, podamos observar cómo el cielo estrellado parece desplazarse lentamente girando en torno nuestro de este a oeste.

Si se coloca la esfera de forma que el eje coincida con la marca de 39° , que es la latitud aproximada de Valencia, puede verse el movimiento aparente de la bóveda celeste simplemente girando la esfera de este a oeste. Curiosamente, algunas de las constelaciones nunca desaparecen bajo el horizonte, y son visibles durante toda la noche. Se llaman

Paseando por el Jardín de Astronomía

circumpolares, porque parecen girar alrededor del polo celeste, que en el hemisferio norte coincide con la Estrella Polar. Si variamos la latitud de la esfera, veremos cómo cambia el cielo según la ciudad en que nos encontremos.

En el ecuador, el Sol, la Luna y las estrellas salen y se ponen siguiendo una trayectoria aproximadamente perpendicular al horizonte. Puede comprobarse colocando el eje de giro en 0° , que es la latitud del ecuador, y girando la esfera.



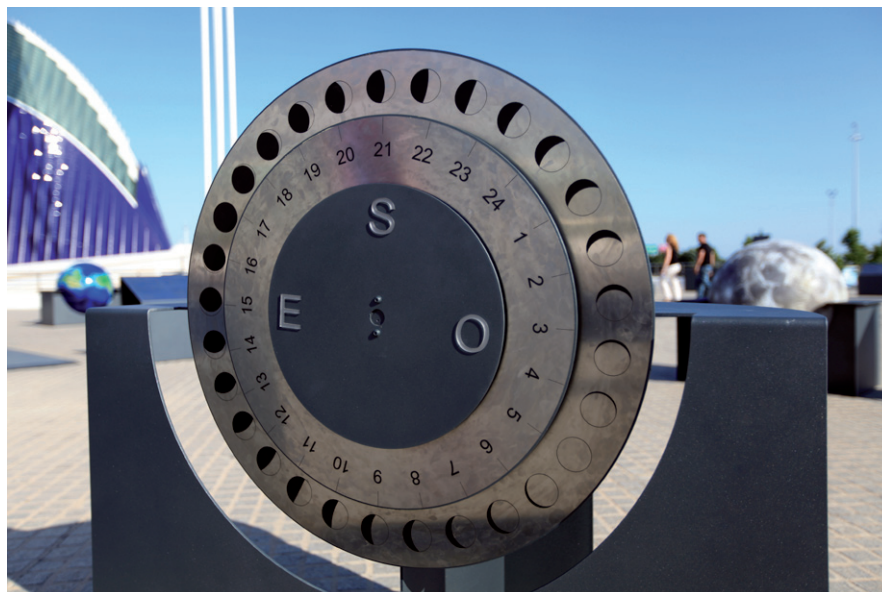
RELOJ DE LUNA

El tercero de los cuerpos celestes del que se habla en el Jardín de Astronomía es la Luna, el satélite natural de la Tierra. Además de extasiarnos contemplando sus curiosas manchas, podemos usarla también como un auténtico reloj.

Solemos pensar que solo se ven objetos celestes por la noche, pero a veces vemos la Luna también durante el día. De hecho, cuando está próxima a la fase de luna nueva, esta sale por la mañana y se pone al final del día, mientras que cuando está cerca de la fase de luna llena, sale al atardecer y se pone al amanecer.

En este módulo, lo primero que hay que hacer es mover el disco exterior hasta alinear la fase elegida con la marca que señala el Sur. Después, se ha de mirar en la tabla la hora de culminación de esta fase y mover el disco interior hasta que esa hora quede también alineada con la misma marca. Para conocer la hora de salida, debe moverse otra vez el

Paseando por el Jardín de Astronomía



disco exterior colocando la fase elegida sobre la posición *Salida* indicada en la mesa. El dibujo de la fase señala la hora a la que sale la Luna (en el disco interior) y su posición en ese momento sobre el horizonte (en el arco que indica los puntos cardinales).

Para conocer la hora y posición a la que se pone la Luna, ha de repetirse el proceso moviendo la fase elegida del disco exterior hasta la posición *Puesta*.

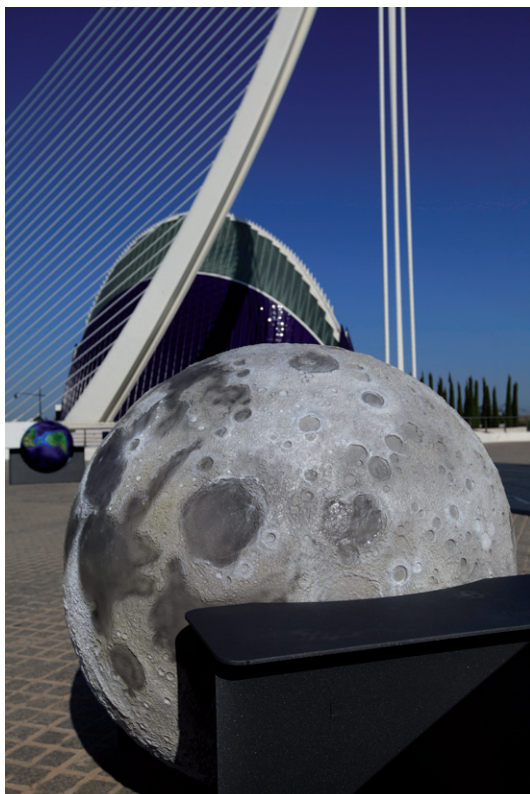
	FASE	CULMINACIÓN
●	Nueva	12 h
◐	Lúnula creciente	15 h
◑	Cuarto creciente	18 h
◒	Gibosa creciente	21 h
◯	Llena	24 h
◐	Gibosa menguante	3 h
◑	Cuarto menguante	6 h
◒	Lúnula menguante	9 h

¿EXISTEN MARES EN LA LUNA?

Hasta la ojeada más despreocupada revela que la superficie lunar tiene zonas claras y oscuras. Los terrenos claros y accidentados son *terrae* (*tierras*, en latín), y las regiones oscuras son *maria* (*mares*, en latín). Los primeros astrónomos creían que estas últimas eran océanos. Luego se supo que allí no hay agua, aunque se mantuvo la denominación. Las zonas claras, los supuestos continentes, se suelen llamar también tierras altas, ya que tienen mayor altitud.

La distribución de ambas superficies difiere mucho de una a otra cara del satélite. Mientras casi un tercio de la cara visible está cubierta por mares, en el caso

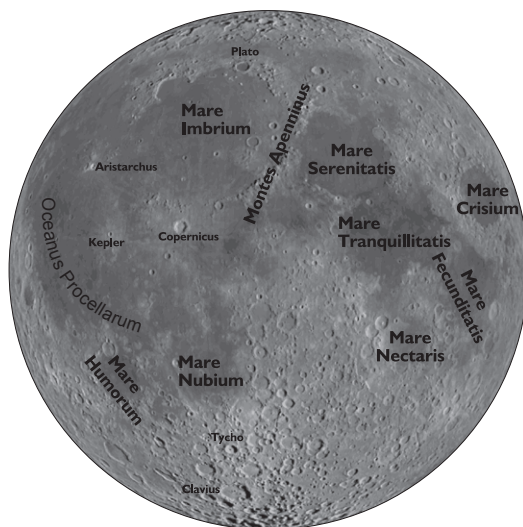
Paseando por el Jardín de Astronomía



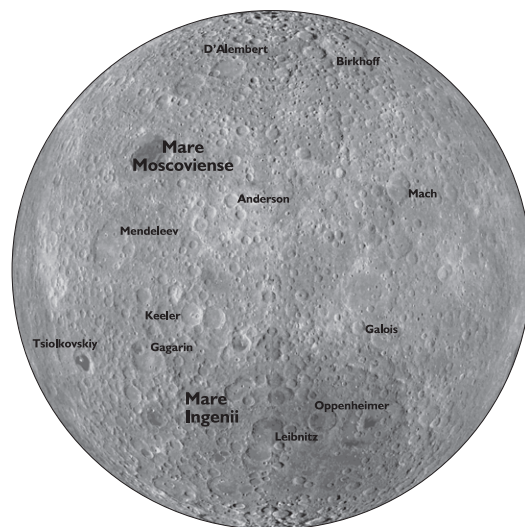
de la cara oculta estos tan solo ocupan un 2%.

Pero, ¿cómo nacieron estas estructuras? Hace unos 3.800 millones de años, la Luna sufrió un intenso bombardeo de asteroides que generó numerosas cuencas de impacto, con diámetros de cientos de kilómetros. Más tarde, estas cuencas fueron rellenadas por magmas que formaron un océano de rocas fundidas que, al enfriarse, formaron los actuales *mares*.

Los cráteres son los accidentes lunares más abundantes. De hecho, hay unos 30.000 de diámetro superior a un kilómetro en la cara visible, e innumerables más pequeños.



Cara visible de la Luna



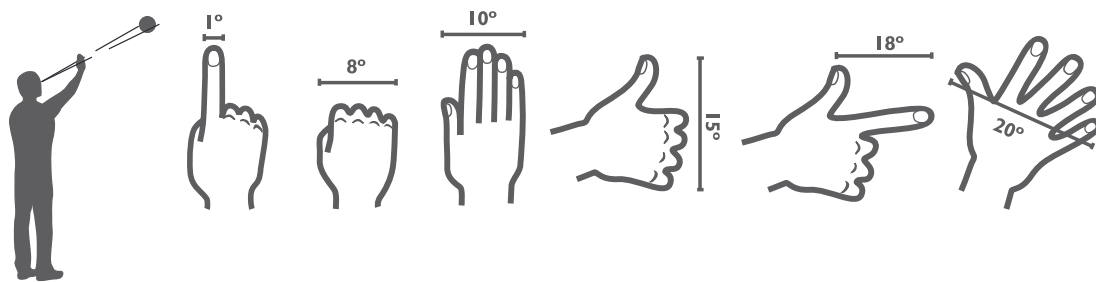
Cara oculta de la Luna

Da un paseo por la Luna sin salir 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>

CÓMO MEDIR EL CIELO CON TUS MANOS



Cuando queremos identificar algún objeto celeste, tenemos que saber medir distancias y tamaños. Pero no para determinar cuántos kilómetros hay entre una estrella y otra, por ejemplo, porque eso no nos sirve de nada. Lo importante es el ángulo que forman las estrellas cuando las miramos desde la Tierra.

Si queremos valores aproximados, podemos utilizar nuestra mano como medidor de ángulos. Desde muy antiguo, los astrónomos saben que estirando completamente el brazo y mirando solo con un ojo, el puño cerrado equivale a un ángulo de 8° , o que el puño cerrado con el pulgar extendido supone 15° , que es el recorrido del Sol en una hora.

Este método puede ser usado tanto por niños como por adultos. Siempre se obtiene la misma medida, porque el tamaño de la mano es proporcional a la longitud del brazo.

Experiencia recomendada

Utilizando el método del brazo, comprueba el tamaño de la luna llena sobre el horizonte nada más salir y dos o tres horas más tarde. ¿Puede haber cambiado su tamaño?

Astronomía en Internet

El Museo de las Ciencias Príncipe Felipe edita todos los meses una hoja del cielo con la posición de las constelaciones en el cielo nocturno, además de algunas curiosidades astronómicas.

Infantil y Primaria

Portal educativo que ofrece una gran cantidad de recursos de temática astronómica (especialmente recomendado para niños de 4 a 10 años):

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

El proyecto *La medida del radio de la Tierra* ha diseñado varias actividades didácticas especialmente pensadas para los más pequeños, centradas en algo tan simple como un objeto que proyecta sombra o gnomon:

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

Secundaria y Bachillerato

Excelente material especialmente recopilado con motivo del Año Internacional de la Astronomía 2009, para que los estudiantes de Secundaria descubran el placer de conocer nuestro universo:

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

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

Hazlo tú mismo: reloj anular de Sol

Materiales

- Plantilla reloj anular de Sol.
- Tijeras.
- Colores.
- Hilo.
- Celo.
- Punzón y corcho.

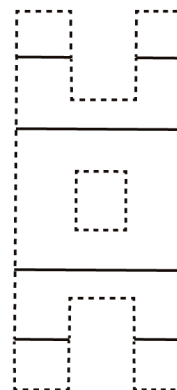
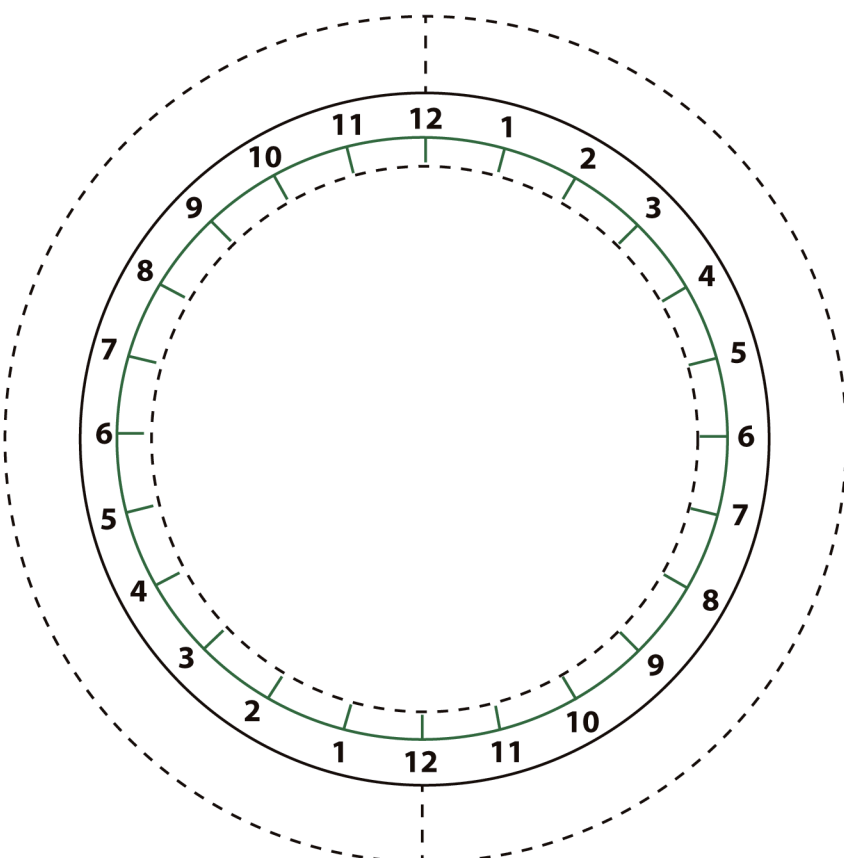
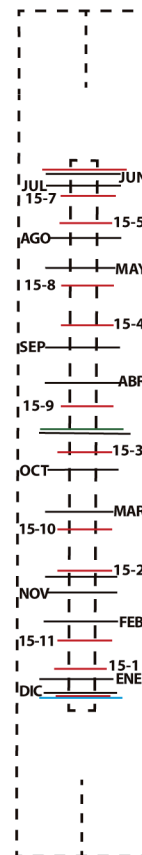
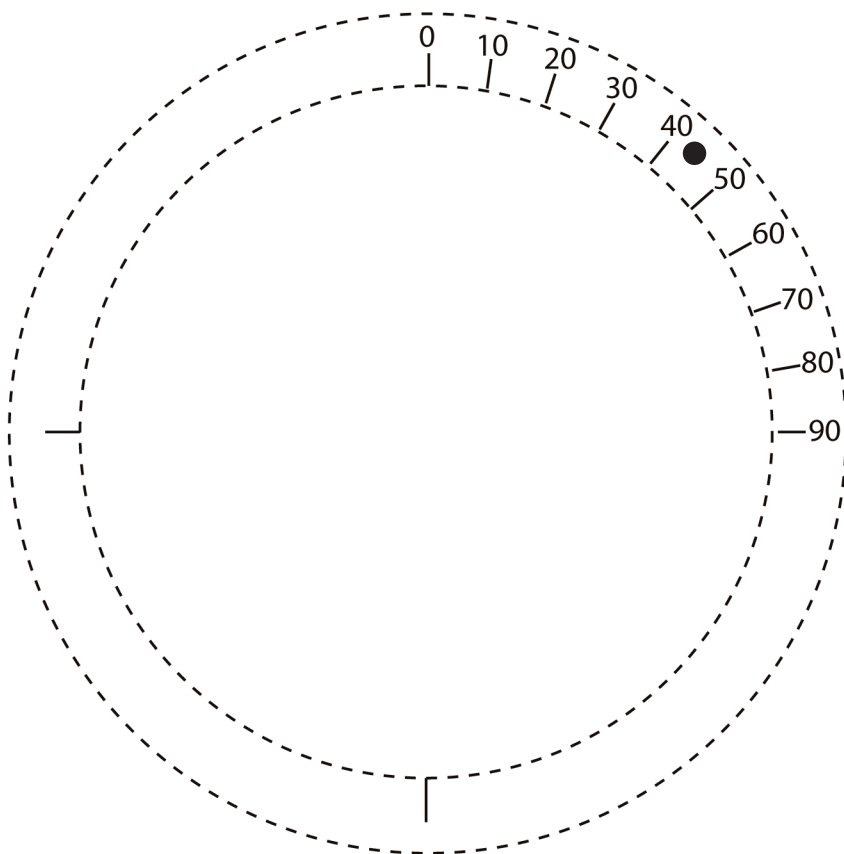
¿Cómo se monta?

1. Colorea tu reloj anular de Sol a tu gusto.
2. Recorta todas las piezas. Vacía los círculos, la ranura central de la varilla de fechas, el rectángulo central del selector de fecha y los dos rectángulos marcados con líneas de puntos.
3. Corta las pestañas del círculo horario y la varilla de fechas por la línea de puntos.
4. Introduce la pestaña del círculo horario de las 12 de la parte superior en el interior del círculo en la latitud 0° , y la pestaña de las 12 de la parte inferior, en la marca de la parte opuesta del círculo de latitud. Puedes asegurarlo con celo para que queden los dos círculos perpendiculares entre sí.
5. Dobla el selector de la fecha y colócalo alrededor de la varilla de fechas, de manera que el agujero del selector quede en la cara de la varilla en la que aparecen las fechas. Pégalo con celo por el otro lado de manera que el selector quede fijado, pero también pueda moverse a lo largo de las fechas.
6. Introduce la pestaña de la varilla de las fechas (la más próxima a junio) a la altura del indicador de la latitud 90° , y la pestaña más próxima a diciembre, a la altura de la marca indicada (en el lado opuesto). Para asegurar que está bien fijado, puedes sellarlo con celo, de manera que las fechas queden boca arriba mirando hacia la latitud 0° .
7. Haz un agujerito con el punzón en el círculo de latitud, a la altura de la latitud local (40° , en el caso de Valencia). Pasa un hilo para poder colgar el reloj.

¿Cómo se usa?

1. Sal al aire libre con tu reloj anular. Busca un lugar soleado.
2. Mueve el selector de fechas hasta la fecha actual. Recuerda que el reloj marca intervalos de 15 días, además de los solsticios y los equinoccios. Las líneas negras corresponden a los días uno de cada mes; las marrones, a los días quince; la verde, a los equinoccios; la roja, al solsticio de verano; y la azul, al de invierno.
3. Sostén el reloj por el hilo y déjalo colgar libremente. En ese momento, se consigue tener paralela la varilla de las fechas al eje de la Tierra.
4. Gíralo suavemente hasta que un rectángulo de sombra con un rayo de luz en el centro se proyecte sobre el círculo horario. El punto en el que se ve el rayo de luz más definido marca la hora solar.

Plantilla reloj anular de Sol



----- Recortar por la línea discontinua

Glosario

Acimut (z): ángulo que va desde el punto cardinal Norte hasta la vertical del astro, medido sobre el horizonte. Se mide de 0 a 360 grados.

Altura (h): ángulo que forma la posición del astro con el horizonte siguiendo la vertical. Se mide de 0 a 90 grados, positivo por encima del horizonte y negativo en caso contrario.

Analema: gráfica de la ecuación del tiempo frente a la declinación del Sol o frente a cualquier otra variable que dependa directamente de esa declinación solar, como la altura máxima de cada día o la fecha del año.

Ascensión recta (a): ángulo que forma el meridiano que pasa por el astro con el meridiano cero medido a lo largo del ecuador celeste (equivalente a la longitud terrestre). Se mide de 0 a 24 horas en sentido contrario al giro aparente de las estrellas. Es una costumbre de los astrónomos dividir el ecuador celeste en horas, minutos y segundos, en lugar de usar los 360 grados.

Cénit: punto más alto de la bóveda celeste, en la vertical de nuestra cabeza.

Constelación: conjunto de estrellas situadas en una de las 88 regiones en que la Unión Astronómica Internacional ha dividido oficialmente al cielo. Se corresponden con las establecidas desde antiguo siguiendo representaciones mitológicas. En realidad, no hay ninguna conexión física entre ellas. Se trata, por tanto, de una mera convención.

Crepúsculo: momento antes del amanecer o después del atardecer en el que hay luz solar aunque el Sol todavía no ha salido o ya se ha puesto. Dicho efecto se debe a la refracción y difusión de la luz en la atmósfera.

Declinación: ángulo que va desde el ecuador celeste hasta el astro siguiendo el meridiano del astro (equivalente a la latitud terrestre). Se mide de 0 a 90 grados, positiva en el hemisferio norte y negativa en el hemisferio sur.

Día sidéreo: tiempo que tarda la Tierra en dar una vuelta sobre sí misma respecto a las estrellas. Dura 23 horas y 56 minutos, aproximadamente. Es muy regular.

Día solar: tiempo que tarda la Tierra en dar una vuelta sobre sí misma respecto al Sol. Dura 24 horas por término medio, dado que se trata de un movimiento que no es regular.

Ecuador celeste: si prolongamos el plano del ecuador terrestre hasta las estrellas, este cortará a la esfera celeste en un círculo al que llamamos ecuador celeste.

Equinoccio: momento en el que comienza la primavera o el otoño. Entonces el Sol pasa por el ecuador celeste y su declinación es cero.

Magnitud de una estrella: escala logarítmica del brillo de una estrella. A mayor magnitud, menor brillo. Las estrellas más brillantes, como Sirio, tienen magnitudes negativas.

Mediodía medio: la mitad del día medido con el tiempo medio, que no tiene en cuenta la ecuación del tiempo.

Glosario

Mediodía verdadero: momento en que el Sol pasa por el meridiano norte-sur.

Meridiana local o meridiana del lugar: dirección norte-sur en un punto determinado de la superficie de la Tierra. Coincide con un meridiano terrestre.

Movimiento de precesión: como un buen trompo, la Tierra, al girar, cabecea. Esto hace que el eje terrestre describa un cono que completa cada 26.000 años, aproximadamente. Se llama movimiento de precesión. Debido a la interacción de la Luna, el eje de la Tierra no describe un cono perfecto en el movimiento de precesión, sino que va haciendo una especie de festoneado con un periodo de 18,6 años. Este pequeño desplazamiento se conoce como movimiento de nutación.

Nadir: punto más bajo de la bóveda celeste en la vertical de nuestra cabeza.

Ocaso: momento en que el Sol desaparece bajo el horizonte.

Orto: momento en que el Sol aparece sobre el horizonte.

Solsticio: momento en el que comienza el verano o el invierno. Entonces el Sol alcanza la máxima o la mínima altura sobre el horizonte al mediodía. Su declinación es también máxima ($23,5^\circ$) o mínima ($-23,5^\circ$).

Jardín de **ASTRONOMÍA**

Ciudad de las Artes y las Ciencias



**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 (España)