



*Aula de Astronomía*

Para la Educación Secundaria Obligatoria



Autores: Grupo Docente de Astronomía “Képler”

# INTRODUCCIÓN

Esta publicación pretende ser un cuaderno de trabajo complementario a la visita que realizaréis al planetario escolar. Por ello, los capítulos en los que se divide mantienen la secuencia establecida en la sesión que os ofreceremos: un recorrido por el cielo observable en la noche del día en el que acudáis al planetario.

Así, comenzaremos con el cielo del crepúsculo vespertino e iremos viendo los cambios operados en el mismo al adentrarnos en la madrugada y, posteriormente, en el cielo inmediatamente anterior al crepúsculo matutino. Con la salida del Sol del día siguiente podréis apreciar su recorrido aparente y su variación con respecto a otros días significativos del año.

Cada capítulo explica las causas de los fenómenos observables y contiene una serie de ejercicios evaluadores de vuestro grado de comprensión de las mismas. También hemos incluido algunos trabajos de taller para elaborar modelos que os ayuden a dicha comprensión y en los que tengáis que utilizar los conocimientos adquiridos.

La publicación no intenta ser un libro de texto de astronomía ya que no se tratan fenómenos que, aunque sí podemos simularlos, no son tan evidentes y constituyen objeto de estudio en un nivel más avanzado propio de la asignatura optativa de Astronomía.

Pretendemos que comprendáis que levantar la vista hacia el cielo no sólo puede ser un placer estético sino una agradable forma de aprender y de utilizar diversos conocimientos ya adquiridos.

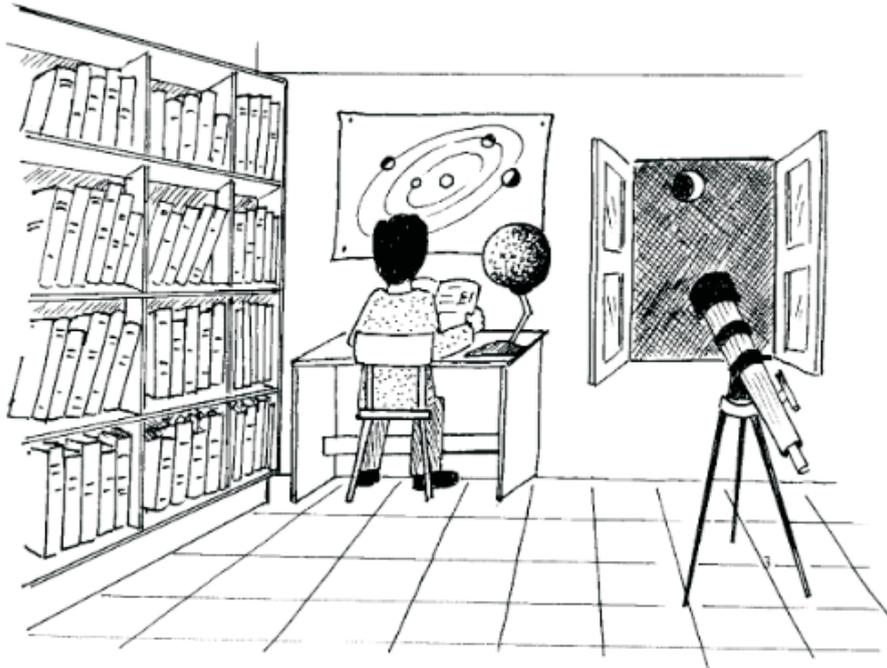
# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	3
-------------------	---

## **CAPÍTULO I: LOS RECORRIDOS DEL SOL. 1º ESO**

Contenidos mínimos.....	5
Sabías qué.....	6
Elementos de la esfera terrestre.....	7
Coordenadas geográficas.....	8
Husos horarios.....	10
Ejercicios.....	11
Soluciones.....	13
Recorridos del Sol en el cielo.....	15
La Tierra y el Sol.....	15
Toma de datos en un gnomon.....	19
Ejercicios.....	20
Trabajos de taller.....	30

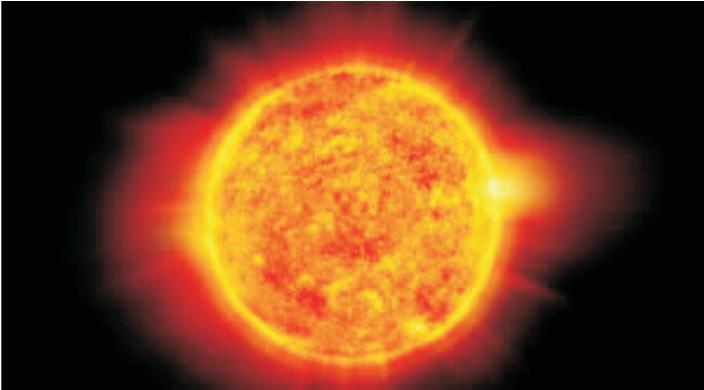
## LOS RECORRIDOS DEL SOL. 1º DE LA ESO



### CONTENIDOS QUE SE DAN DURANTE LA VISITA EN EL AULA

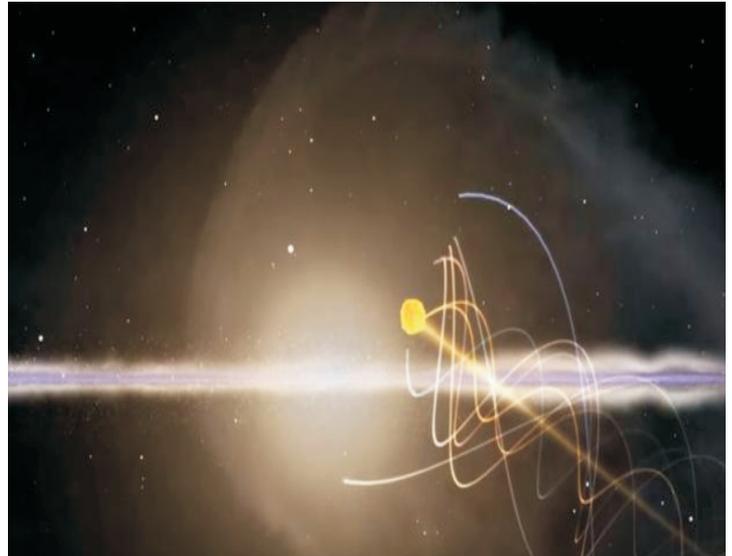
1. Movimiento de rotación de la Tierra: duración de un día solar. Momentos del día. Duración de un día estelar. Explicación del salto en el cielo cada noche.
2. Movimiento de traslación de la Tierra: duración del año
3. Inclinación de la Tierra. La Polar
4. Distintas formas de ver el cielo según el lugar
5. Las estaciones: Horas de luz en los solsticios y equinoccios en el hemisferio norte y sur. Los Polos y los trópicos
6. Auroras boreales
7. Planetas del sistema solar visibles en el cielo de esta noche
8. Constelaciones de esta noche. Mitología

## Sabías qué...



Al ser una esfera de gases, Hidrógeno 74% y Helio 23%, a diferencia de lo que ocurre con los planetas sólidos, el Sol tiene diferentes partes que rotan a distintas velocidades. Las rotaciones se pueden apreciar realizando un seguimiento de las manchas solares en la superficie del sol: regiones en el Ecuador que tardan 25 días en completar una rotación, mientras que en los polos puede llevar hasta 36 días. Al interior del Sol parece llevarle unos 27 días.

El Sol se mueve de una forma muy especial y cuando decimos “salió el Sol” o “el Sol está bajando”, en realidad nos estamos equivocando, lo que provoca el anochecer y el amanecer es el movimiento de la Tierra, esto es lo que llamamos el movimiento aparente del Sol. No obstante, aunque nuestro planeta sea suficientemente grande como para que no podamos apreciarlo realmente, el Sol sí se mueve, lo hace orbitando el centro de la Vía Láctea (a unos 28.000 años luz del Sol) y también arrastra todo el Sistema Solar consigo. La Tierra se mueve así a unos 828.000 km/h y realiza una órbita completa alrededor de la Vía Láctea: ¡cada unos 230 millones de años!

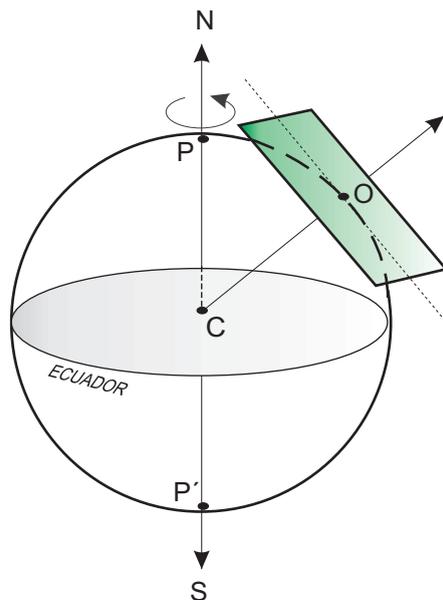


El Sol, situado a 150 millones de km de la Tierra, está emitiendo continuamente partículas. Ese flujo de partículas constituye el denominado viento solar. Las partículas del viento solar viajan a velocidades de entre 300 y 1000 km/s, de modo que recorren la distancia Sol-Tierra en aproximadamente dos-tres días, el viento solar choca contra el campo magnético de la Tierra que lo desvía hasta los polos.

La actividad solar es variable y cíclica, es decir, cambia constantemente pero sigue ciclos de 11 años. Sin embargo, no es posible predecir la actividad solar y, por tanto, las auroras son siempre una lotería.

Hay ciertos fenómenos celestes cuya visión depende de nuestra posición en la Tierra: la medida de las horas, la altura que los astros alcanzan sobre el horizonte y el movimiento aparente de los mismos, no son iguales en todas las partes de la Tierra sino que varían dependiendo del lugar de observación. Por ello conviene que estudiemos algunos conceptos que nos sirven para localizar un punto en la superficie terrestre.

## LA ESFERA TERRESTRE



**EJE DE ROTACIÓN:** La Tierra tiene forma esférica y da vueltas sobre sí misma. El **eje** es la línea recta imaginaria que pasa por el centro de la esfera terrestre (representado por el punto C).

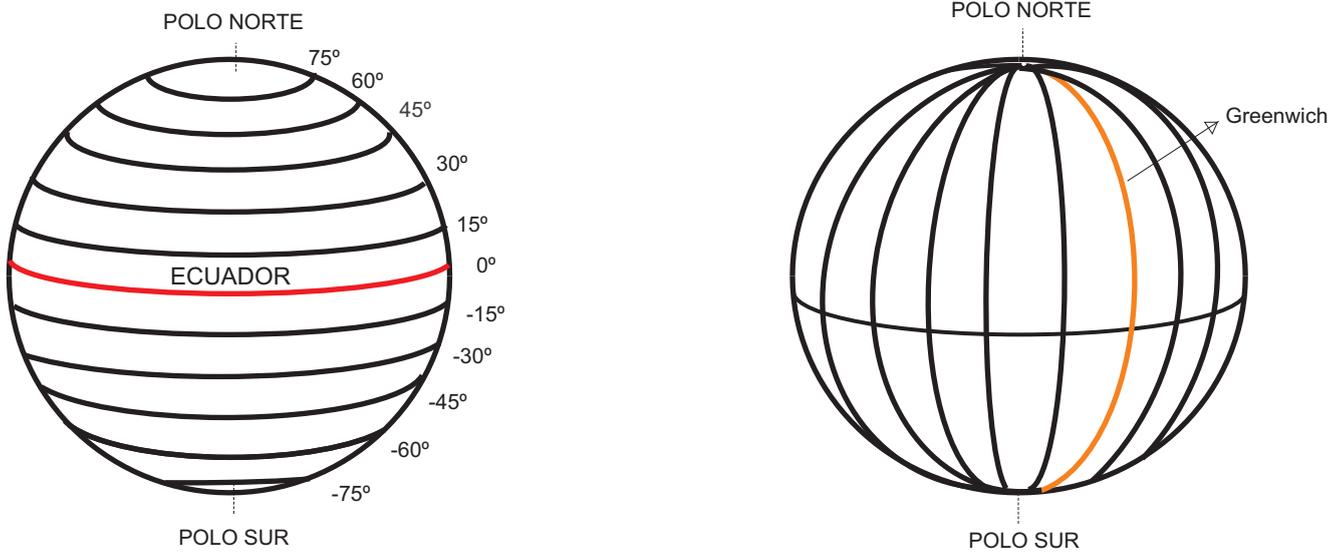
**POLOS:** El eje de rotación corta la superficie de la Tierra en dos puntos P y P'. Estos puntos son respectivamente el Polo Norte y el Polo Sur.

**ECUADOR:** El plano perpendicular al eje que pasa por el centro de la Tierra se llama ecuador. También se utiliza este término para designar el círculo que este plano determina en la superficie terrestre y que divide a la Tierra en dos mitades iguales (hemisferios Norte y Sur).

**HORIZONTE DE UN PUNTO "O":** Es el plano tangente a la superficie terrestre en ese punto.

**LÍNEA MERIDIANA DEL PUNTO "O":** Es la línea que en el horizonte del punto O marca la dirección NorteSur. Además de estas líneas imaginarias, sobre la Tierra se trazan una red de líneas que sirven para localizar cualquier punto de su superficie. Estas líneas son los paralelos y los meridianos.

## COORDENADAS GEOGRÁFICAS



A partir de estas líneas podemos definir coordenadas geográficas suficientes para localizar cualquier lugar sobre la superficie terrestre. Estas coordenadas son la latitud y la longitud.

Como el **Ecuador** es la circunferencia perpendicular al eje terrestre, lo vamos a tomar como el punto de inicio. Será el paralelo  $0^\circ$ . Las circunferencias más pequeñas paralelas al ecuador se llama **paralelos**.

**La LATITUD de "O"**, (el observador), será el ángulo definido con vértice en el centro de la Tierra, uno de los lados el Ecuador y otro por el paralelo que pasa por O.

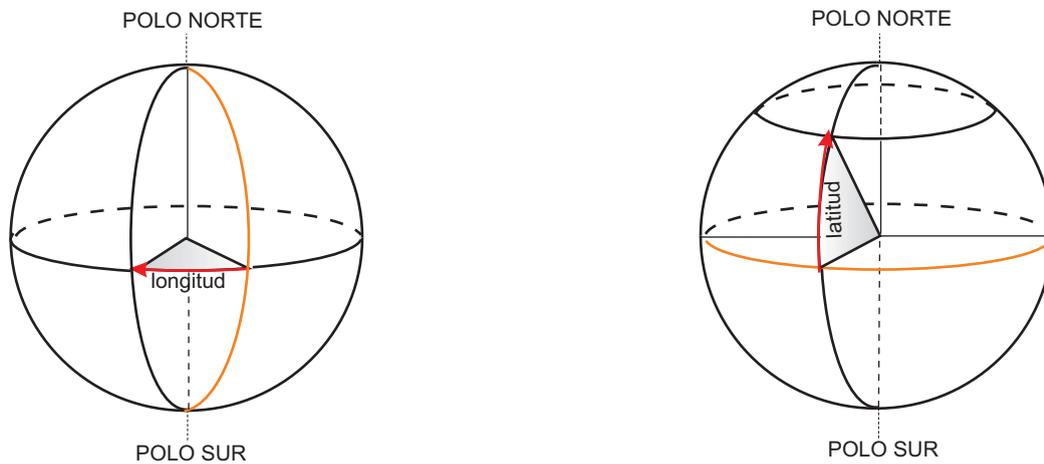
Los valores de la latitud puede variar entre  $0^\circ$  (para un punto que se encuentre en el Ecuador) y  $90^\circ$  (un punto que se encuentre en cualquiera de los Polos) y puede ser Norte o Sur

Por ejemplo, la latitud de Madrid es de unos  $40^\circ$  Norte o la latitud de París es  $48^\circ 50'$  Norte, mientras que Buenos Aires está a unos  $35^\circ$  Sur, (también se dice  $-35^\circ$ ) o Nairobi, (capital de Kenia) a  $1^\circ$  de latitud Sur ( $-1^\circ$ ).

Y si para medir la latitud de un lugar necesitamos partir del paralelo de origen  $0^\circ$ , (el Ecuador), para medir la longitud del lugar también necesitamos un meridiano  $0^\circ$  como partida. Este es el conocido como **meridiano de Greenwich**, que toma su nombre de una localidad cercana a Londres en la que se construyó, en el siglo XVII, uno de los primeros observatorios astronómicos del mundo. Los demás arcos los llamaremos **meridianos**.

**La LONGITUD de "O"**, (observador), será el ángulo definido con vértice en el centro de la Tierra y los lados el meridiano que pasa por el punto O y el meridiano de Greenwich.

La longitud puede ser Este u Oeste y oscila desde  $0^\circ$  hasta los  $180^\circ$  Este, o desde los  $0^\circ$  hasta los  $180^\circ$



La longitud geográfica es un dato que, como veremos a continuación, está relacionado con la diferencia horaria en distintas partes de la Tierra.

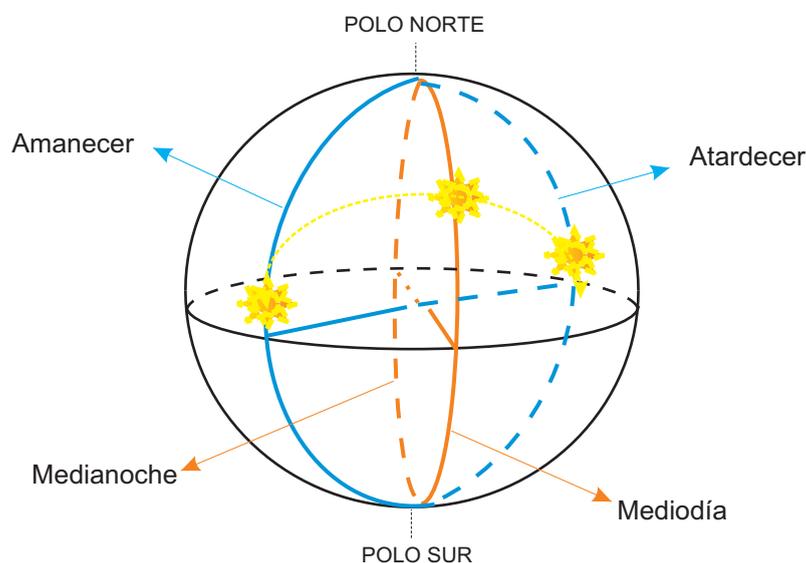
### HORA SOLAR, HORA OFICIAL, HUSOS HORARIOS

La tierra gira de Oeste a Este. El resultado visual de este giro es que *aparentemente* los astros giran en nuestro horizonte en sentido inverso: de Este a Oeste. Para abreviar las explicaciones que a continuación se desarrollan, vamos a suponer que es el Sol el que gira alrededor de la Tierra aunque todos sabemos que no es así, que somos nosotros los que giramos alrededor del astro rey.

**El Sol** tarda visualmente un día en dar una vuelta alrededor de la tierra, es decir, el sol recorre un ángulo de  $360^\circ$  en 24 horas. Así que podemos decir que **cada hora recorre un ángulo de  $15^\circ$** , (ya que  $360/24=15$ ). Este fenómeno nos lleva a estudiar otro hecho: el de las distintas horas existentes en distintos puntos del planeta.

Supongamos que es **mediodía solar** en un punto por el que pasa el meridiano de Greenwich, es decir, el Sol se encuentra en el punto más alto y son las 12 del mediodía. En un punto situado a  $180^\circ$  de Greenwich serán las 00.00, (medianoche), mientras que en un lugar por el que pase un meridiano situado a  $90^\circ$  Oeste, faltarán 6 horas para que el sol alcance su punto más alto, es decir, el mediodía de ese lugar, (porque  $90/15=6$ ), por lo que serán las 6 AM. Y sin embargo, en un punto por el que pase un meridiano a  $90^\circ$  del meridiano de Greenwich al Este, habrán pasado 6 horas desde que el Sol alcanzó su punto más alto y serán las 6 PM de la tarde.

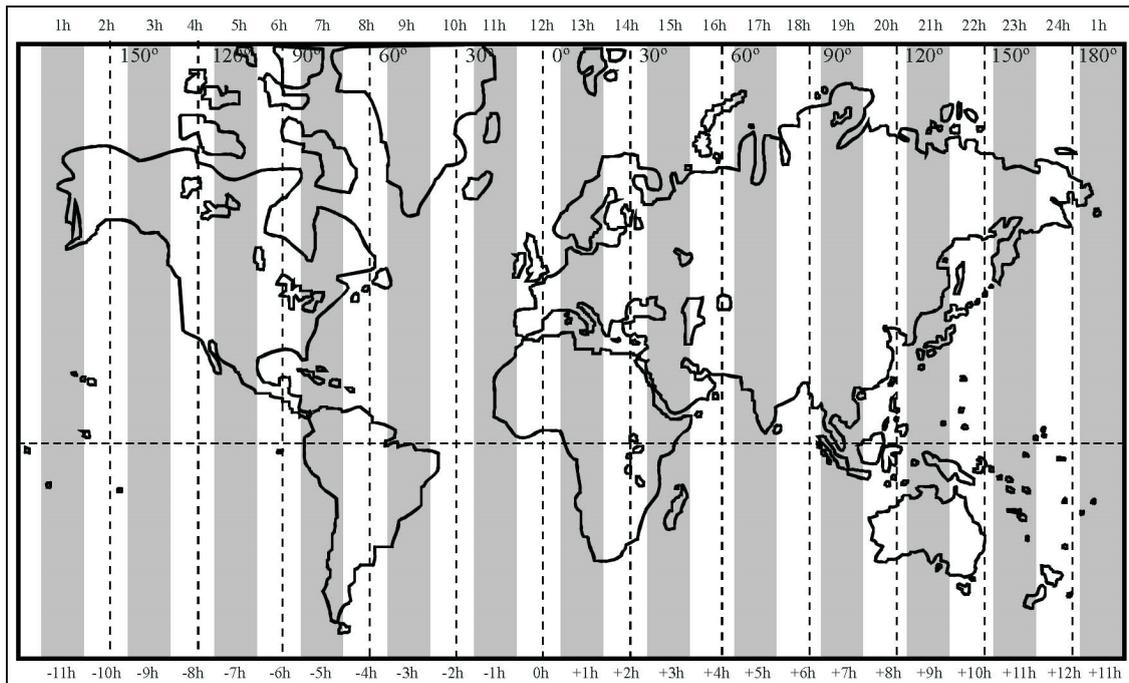
Recuerda que en nuestros relojes la hora suele ir acompañada de PM (Post meridiem=pasado el mediodía) y AM(ante meridiem=antes del mediodía).



Si miramos un mapa del mundo, observamos que New York está a 39° de latitud Norte, Madrid a 40° de latitud Norte y Tokio a 41° de latitud Norte, por lo que podemos decir que están los tres prácticamente a la misma altura. Sin embargo, hemos dicho que Madrid está a 3° Oeste de longitud, Nueva York a 73° Oeste y Tokio a 139° Este. Cuando es mediodía en Tokio, faltan aún 7 horas para que el Sol alcance su punto más alto en Madrid y 13 horas para que alcance su punto más alto en New York.

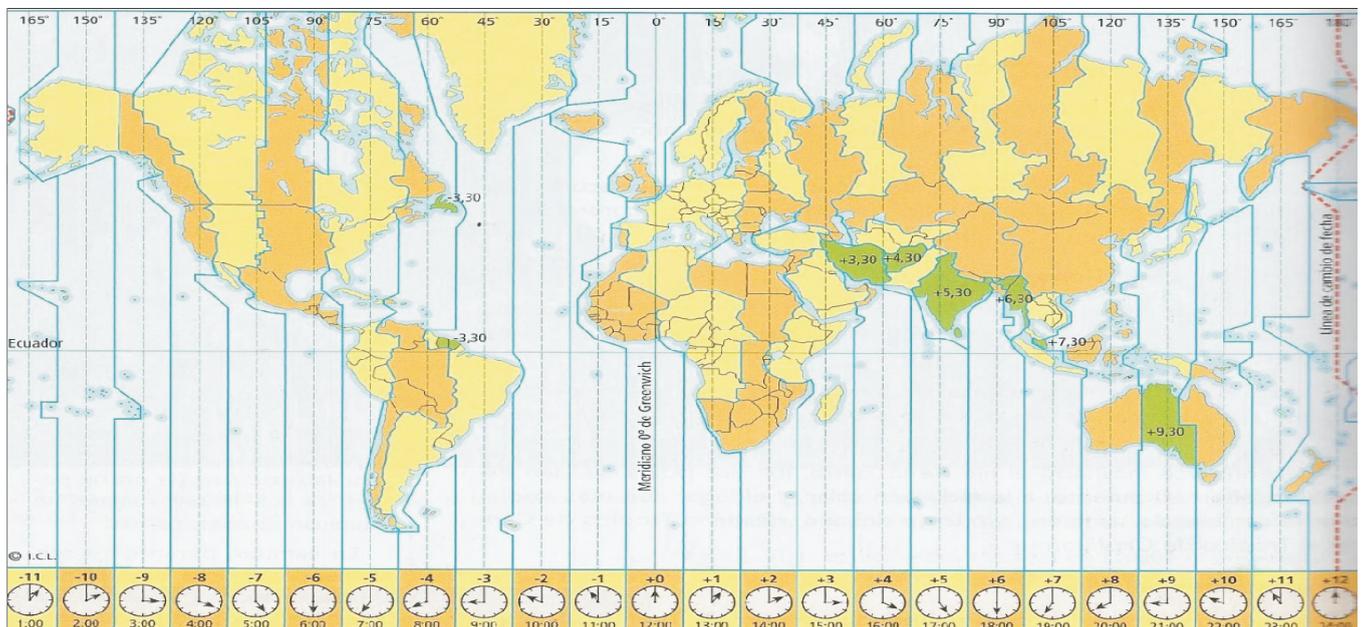
## HUSOS HORARIOS

Cada punto distinto en longitud tiene una hora solar distinta. Con el fin de unificar esta medida se establece, por convención, una medida horaria basada en los husos horarios. Estos son franjas de 15° de amplitud, con centro en un meridiano, que tienen la misma hora oficial.



Estos husos horarios localmente pueden ser alterados con el fin de mantener una misma región con el mismo horario oficial (en España, si se siguiera estrictamente esta división horaria, A Coruña tendría que tener una hora menos que Madrid como sucede con las Islas Canarias).

Fíjate que en Portugal y Galicia pasa un mismo meridiano, sin embargo, tienen diferente hora. Esto es debido a que dentro de un mismo país se intenta conservar la misma hora. Realmente el mapa de los husos horarios debería ser el siguiente:



IMPORTANTE: Cuando hablamos de hora solar no debéis confundirla con la hora oficial (la que marca el reloj), ya que ésta va adelantada una hora en invierno y dos en verano.

$$\text{HORA OFICIAL} = \text{HORA SOLAR} + \text{HORAS DE ADELANTO}$$

## EJERCICIOS

1. Localiza en el mapa de Europa el meridiano 0 y gradúa los meridianos y paralelos de 10 en 10. Sigue la serie

Recuerda: 1 hora son 60 minutos y 1 minuto son 60 segundos.

1 grado son 60 minutos de arco y 1 minuto de arco son 60 segundos de arco.

Recuerda las operaciones en el sistema sexagesimal.



60°

0°

2. Calcula las coordenadas de las ciudades:

	Oslo	Atenas	Lisboa	Moscú	Dublín
Latitud					
Longitud					

3. Suponemos que en Fuenlabrada son las 12 horas en tiempo solar. Escribe la hora que será en las siguientes ciudades.

Nueva York	Moscú	París

Recuerda que para transformar los minutos en horas hay que dividir entre 60. Así 12 horas y 30 minutos son 12,5 horas pues  $30/60=0,5$  que sumadas a las 12 horas nos da el resultado.  
Recuerda que para transformar horas a minutos hay que multiplicar por 60.  
Para operar es conveniente pasar todo a horas o todo a minutos.

4. Cuando en Berlín (longitud  $13,4^\circ$  este) son las 12 horas en Ankara (Turquía) son las 13.20 horas en tiempo solar. ¿Qué longitud tiene dicha ciudad?

Recuerda: Una diferencia de longitud implica siempre una diferencia horaria solar. También hemos visto que no siempre una diferencia horaria solar implica una diferencia una diferencia horaria oficial ya que en puntos de distinta longitud situados dentro del mismo huso horario se mantiene la misma hora de reloj.

5. Un reloj de sol marca la hora solar no la hora oficial. Calcula la diferencia horaria que marcaría un reloj de sol entre un lugar situado en el meridiano de Greenwich (por ejemplo, Castellón) y Fuenlabrada (longitud  $3,8^\circ$  E aproximadamente).

Recuerda que el Sol recorre  $15^\circ$  cada hora.

6. Calcula la hora de reloj a la que se producirá el medio día solar en las siguientes ciudades:

Recuerda pasar todo a grados para que las cuentas sean más fáciles. El medio día solar es a las 12 h cuando pasa por el meridiano de Greenwich.

A coruña (longitud 08° 23' O)	Girona (longitud 02° 49' E)
Huelva (longitud 6° 57' O)	Palma de Mallorca (longitud 02° 39' E)

### SOLUCIONES

1.- No tiene más que seguir con la numeración indicada.

2.- Los datos están redondeados a números enteros

	Oslo	Atenas	Lisboa	Moscú	Dublín
Latitud	60°N	38°N	39°N	56°N	53°N
Longitud	10°E	24°E	10°O	37°E	06°O

3.-

Nueva York	Moscú	París
6:00	15.00	12.00

4.- La diferencia de horas entre Berlín y Ankara es de 1 hora y 20 minutos que son 80 minutos. Además de Berlín a Ankara se suman horas pues vamos contando meridianos hacia el Este, por tanto habrá que sumar a la longitud de Berlín 20°, (pues es el resultado de hacer ):

$$\begin{array}{l} 15^\circ \longrightarrow 60\text{min} \\ X \longrightarrow 80\text{min} \end{array}$$

Así, Ankara tiene longitud Este  $13,4 + 20 = 33,4^\circ$ .

5.- Como Castellón tiene longitud  $0^\circ$ , es fácil:

$$\begin{array}{l} 15^\circ \longrightarrow 60\text{min} \\ 3,8^\circ \longrightarrow x \end{array}$$

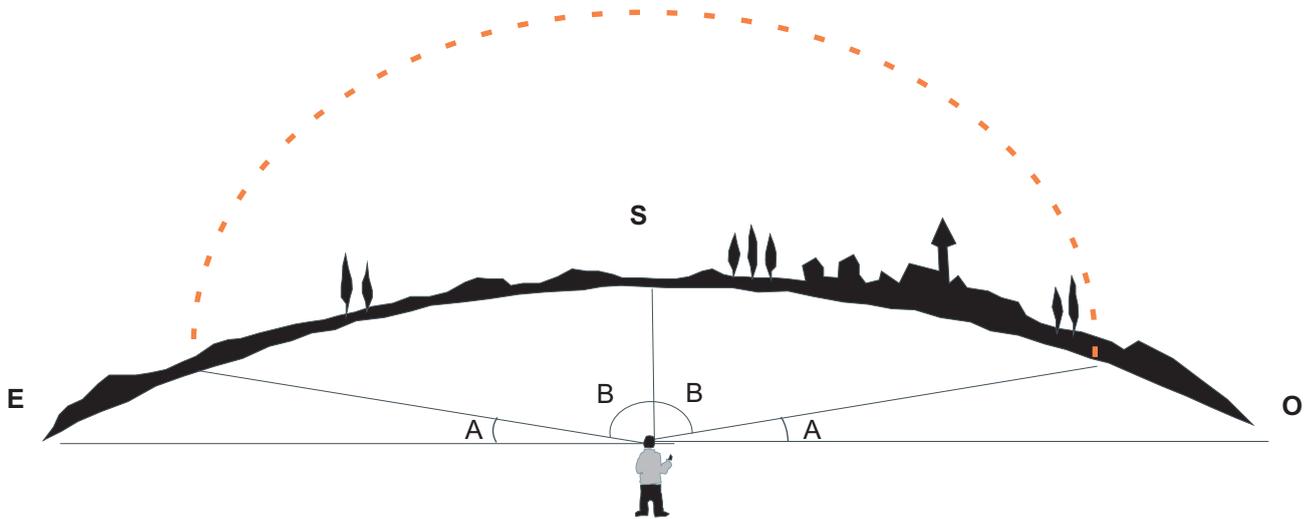
Hay 15 minutos de diferencia.

6.-

<p>A coruña (longitud <math>08^\circ 23' O</math>)</p> $\begin{array}{l} 15^\circ \longrightarrow 60\text{min} \\ 8,38^\circ \longrightarrow x \end{array}$ <p>33,52 minutos menos</p>	<p>Girona (longitud <math>02^\circ 49' E</math>)</p> $\begin{array}{l} 15^\circ \longrightarrow 60\text{min} \\ 2,48^\circ \longrightarrow x \end{array}$ <p>9,92 minutos más</p>
<p>Huelva (longitud <math>6^\circ 57' O</math>)</p> $\begin{array}{l} 15^\circ \longrightarrow 60\text{min} \\ 6,95^\circ \longrightarrow x \end{array}$ <p>27,8 minutos menos</p>	<p>Palma de Mallorca (longitud <math>02^\circ 39' E</math>)</p> $\begin{array}{l} 15^\circ \longrightarrow 60\text{min} \\ 1,65^\circ \longrightarrow x \end{array}$ <p>10,6 minutos más</p>

## LA ALTURA DEL SOL EN EL CIELO

Todos tenéis la experiencia de percibir el Sol a distintas alturas en distintas épocas del año. ¿A qué se debe este fenómeno?. ¿siempre sale y se pone el Sol por el mismo punto del horizonte?



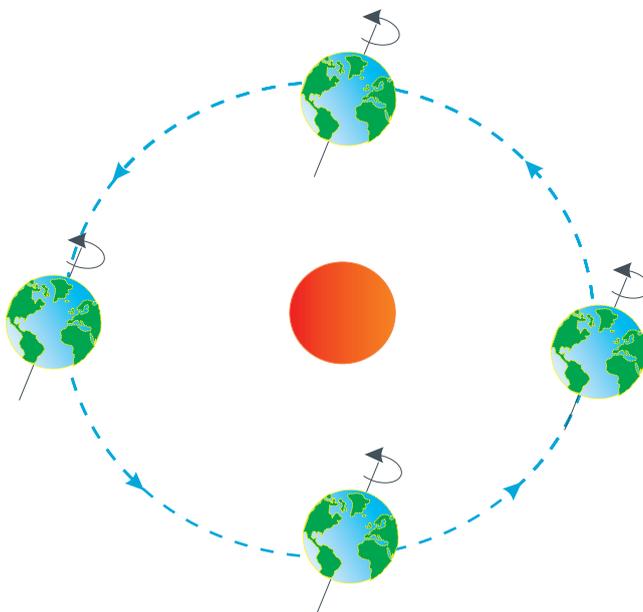
La distancia angular del punto del horizonte por el que ha salido el Sol al Este es la misma que la que hay entre el punto por el que se ha puesto y el Oeste de forma que los puntos de salida y puesta del Sol se mantienen simétricos respecto al Sur.

Estas preguntas se contestan si entendemos la posición que en distintas épocas del año mantiene la Tierra respecto al Sol:

## LA TIERRA Y EL SOL

La Tierra gira alrededor del Sol describiendo un recorrido elíptico, casi circular. Al mismo tiempo gira sobre sí misma produciendo la sucesión de los días y las noches.

Ahora bien, el eje de rotación de la Tierra no es perpendicular a la órbita descrita sino que forma un ángulo de  $66,5^\circ$ . Esta inclinación, y el hecho de que el eje se mantenga paralelo durante la traslación explica las distintas posiciones del Sol en el cielo y como consecuencia las distintas estaciones..



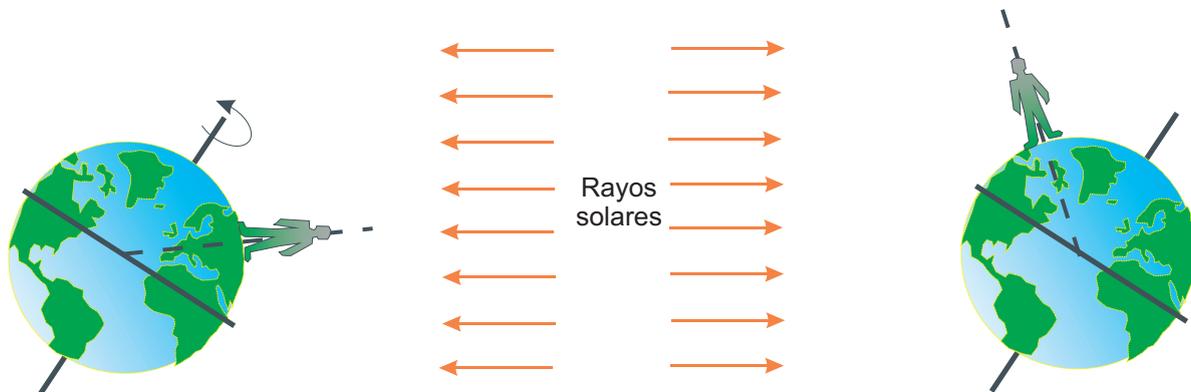
En las posiciones inferior y superior, el hemisferio Norte recibe los rayos del Sol con una inclinación intermedia: son los **equinoccios**.

Cuando la Tierra se encuentra a la izquierda, el hemisferio Norte recibe los rayos del Sol casi perpendicularmente: es el **solsticio de verano**.

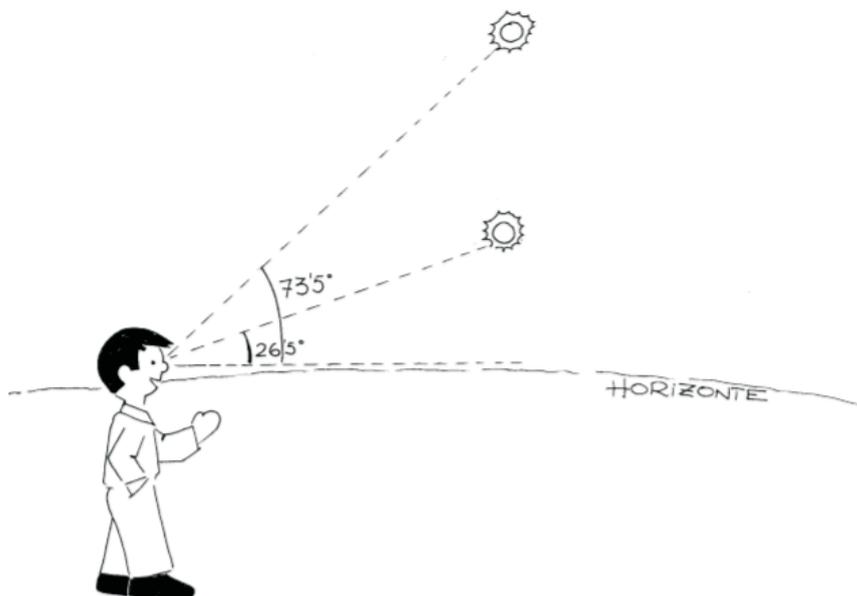
Cuando la Tierra se encuentra a la derecha, ocurre lo contrario, recibe los rayos del Sol casi horizontalmente: es su **solsticio de invierno**.

## ALTURA DEL SOL

Para ver esta diferencia, vamos a tomar dos momentos extremos para un observador situado en un punto de la superficie terrestre similar en latitud al nuestro: comienzo del verano, (solsticio de verano), representado a la izquierda del dibujo y solsticio de invierno, representado a la derecha.



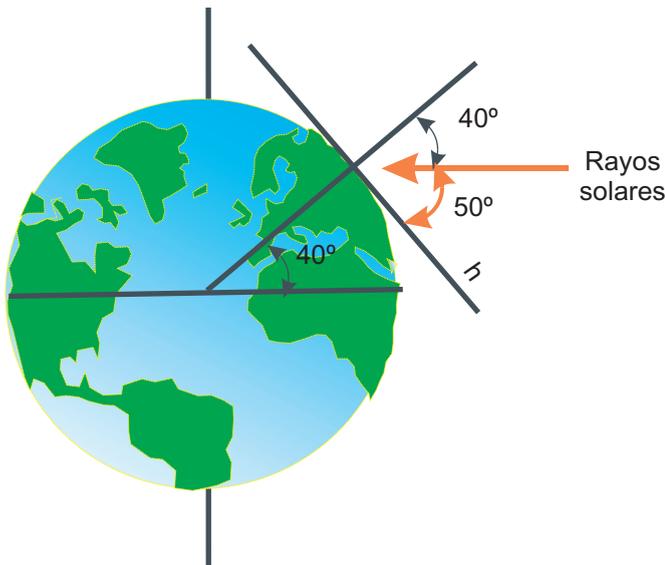
En el solsticio de verano los rayos solares inciden sobre la cabeza del observador y por tanto, se halla muy alto el Sol sobre el horizonte. En cambio, en el solsticio de invierno el Sol se encuentra a la altura de los ojos, muy bajo en el horizonte.



En el dibujo superior tenéis la diferencia de altura que este observador aprecia en el Sol en ambos solsticios.

En los equinoccios los rayos del Sol inciden con una inclinación intermedia.

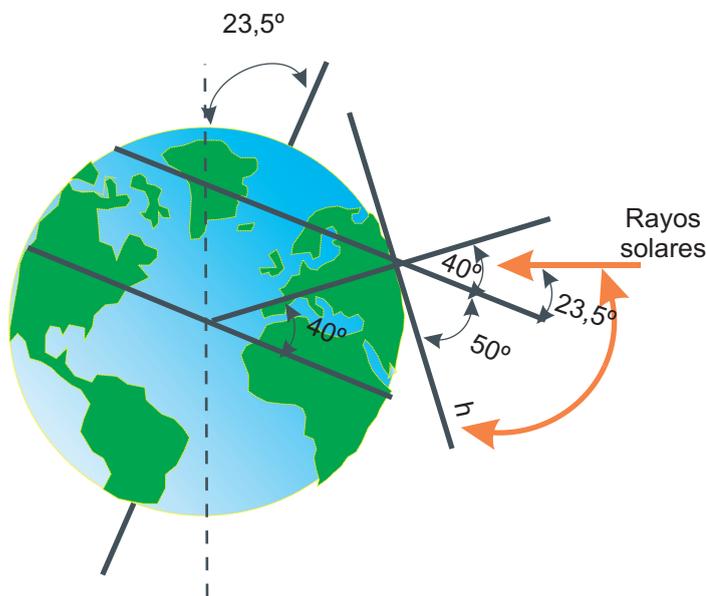
## EQUINOCCIOS



El sol incide perpendicular al eje de rotación terrestre. La altura que el Sol alcanza sobre el horizonte viene representado por el ángulo  $50^\circ$ .

Como los ángulos formados por mismos lados o lados paralelos son iguales, determinamos que el ángulo complementario al que deseamos calcular es igual a la latitud del lugar.

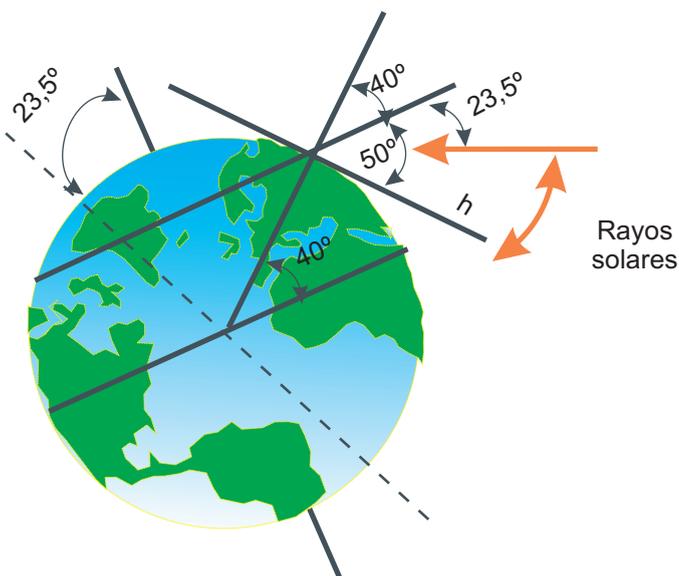
Por tanto el ángulo deseado será  $50^\circ$ .



## SOLSTICIO DE VERANO

En este momento el eje terrestre apunta hacia el Sol alejándose  $23,5^\circ$  de la perpendicularidad. Ahora el ángulo buscado, pintado de naranja, adquiere  $23,5$  grados más que en los equinoccios.

Esto es  $73,5^\circ$ , pues  $73,5^\circ = 50^\circ + 23,5^\circ$



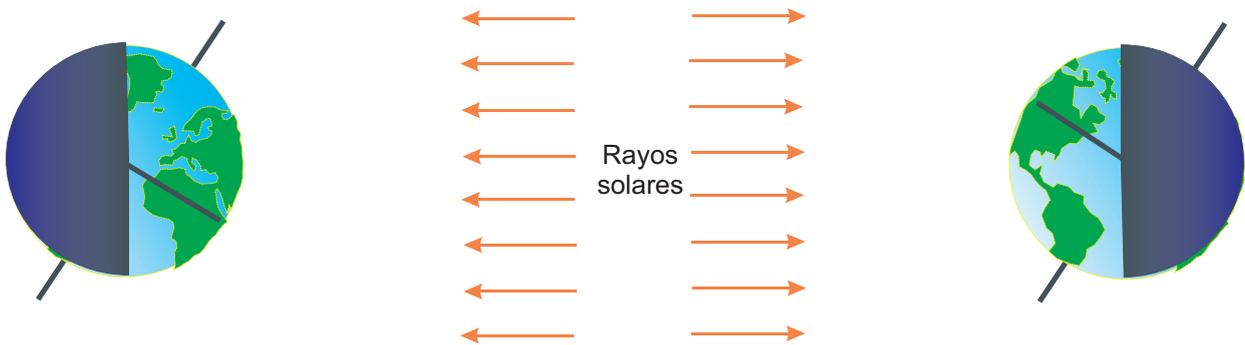
## SOLSTICIO DE INVIERNO

En este momento, el eje de rotación se aleja del Sol. Por tanto el ángulo buscado disminuirá  $23,5^\circ$ .

Su valor será  $26,5^\circ$  pues

$$26,5^\circ = 50^\circ - 23,5^\circ$$

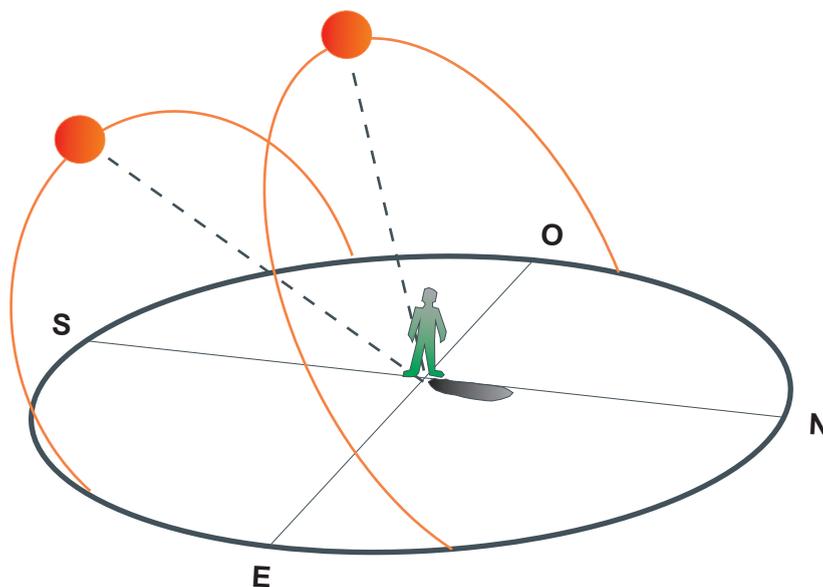
## DURACIÓN DEL DÍA Y DE LA NOCHE



Como puedes ver por el dibujo superior, el Sol ilumina media esfera terrestre. No obstante, la Tierra gira con una inclinación de  $66,5^\circ$  sobre su órbita, o  $23,5^\circ$  sobre su vertical. Esto origina que en el hemisferio norte de la Tierra, en el solsticio de invierno haya más porción en sombra que iluminada. Por tanto en este periodo la noche es más larga que el día. Lo contrario sucede en el hemisferio Sur. (Dibujo de la derecha).

En el solsticio de verano, como observamos en el dibujo de izquierda, ocurre lo contrario. En el Polo Norte es de día las 24 horas y en el Polo Sur es de noche durante el mismo periodo. Lo contrario sucede en el dibujo de la derecha.

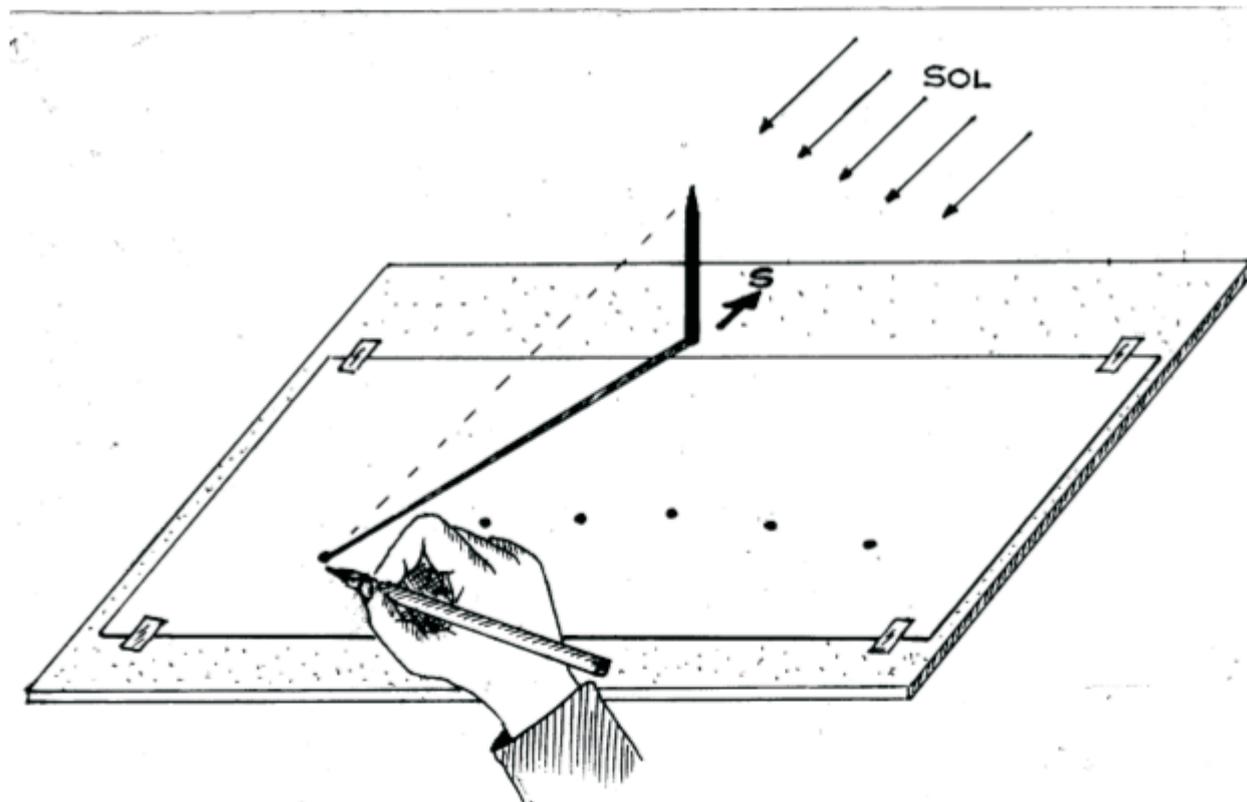
## LAS SOMBRAS PRODUCIDAS POR EL SOL



Los movimientos de nuestro planeta explican en su relación con el Sol los cambios más significativos de la Tierra (día / noche, y las estaciones). Estos movimientos producen la apariencia de que el Sol se mueve en el cielo, no sólo a lo largo de un día sino también a lo largo de un año con la consiguiente variación en las sombras que el Sol arroja sobre un objeto estático en un punto de la superficie en distintos momentos del día y del año.

## TOMA DE DATOS EN UN GNOMON

La mayor parte de los conceptos trabajados respecto al movimiento del Sol pueden ser comprobados a partir de las sombras que en una barra vertical arroja el Sol sobre un plano horizontal, (**gnomon**).



La construcción de un gnomon es un trabajo de taller. No obstante la importancia de los datos que podemos obtener a partir de este sencillo instrumento aconseja su fabricación como paso previo a la realización de otras actividades y ejercicios.

### FABRICACIÓN

El gnomon es un instrumento muy sencillo consistente en una barra vertical cuya sombra se anota periódicamente en un plano horizontal.

Necesitaremos una tabla con unas medidas aproximadas de 120 x 80 cm y una barra de 10 cm de longitud lo más puntiaguda posible. Cubrimos la tabla con papel continuo o cartulina.

Colocamos el gnomon en el patio teniendo en cuenta dos cosas:

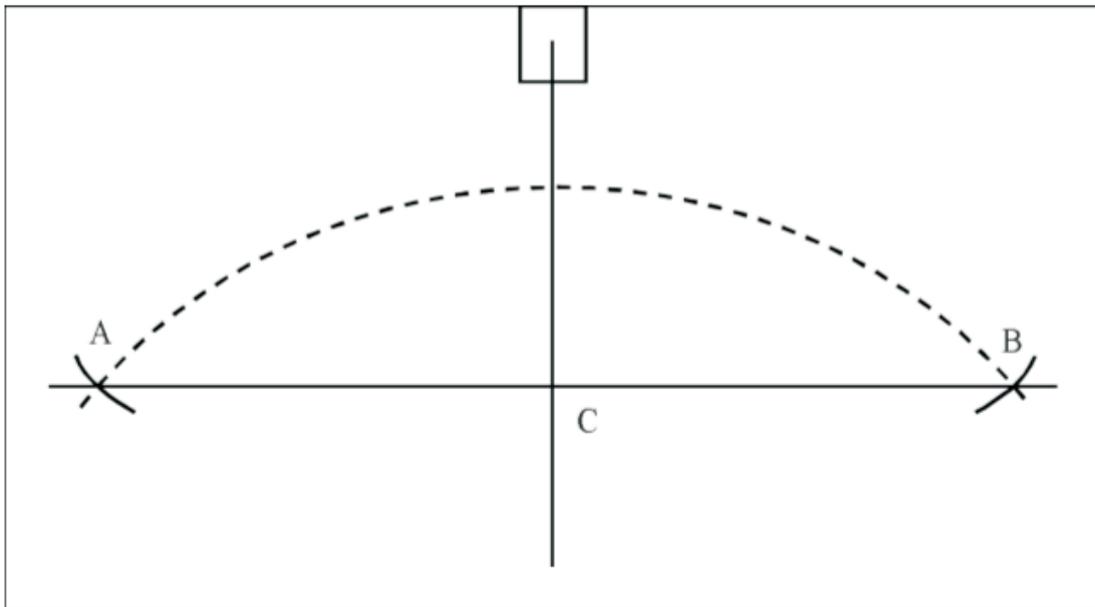
- Que el lugar elegido sea fijo durante todo el día. Procurad para ello que nadie pueda moverlo en ese intervalo.
- Que la barra vertical esté orientada al Sur.

Cada media hora registraremos la sombra arrojada por la barra punteando el extremo de la sombra como se indica en el dibujo de la página anterior. Junto al punto dibujado, anotaremos la hora en la que se ha hecho la observación.

Al finalizar la toma de datos, une los puntos con una línea, (camino que ha seguido el Sol en el cielo).

## EXPERIENCIA: CÁLCULO DEL NORTE Y DEL SUR

Con la curva obtenida en el gnomon y con éste en el lugar del patio donde hemos realizado las anotaciones, anuda una cuerda a la barra del gnomon y ayudado de una tiza o lápiz anota dos puntos simétricos en la curva A y B, según el dibujo.



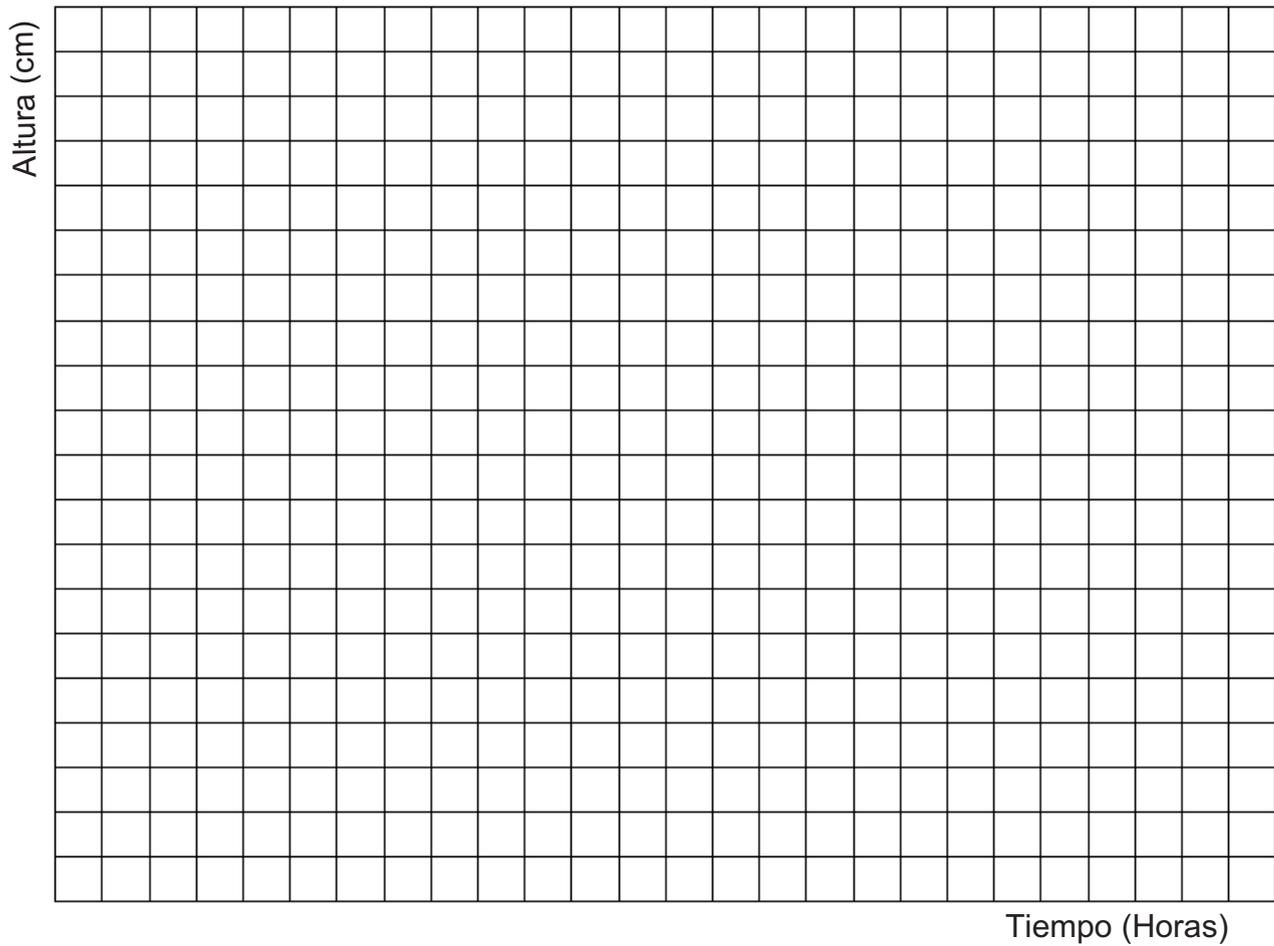
Halla con una regla el punto medio del segmento AB y une con una recta este punto con la base de la barra vertical. Esa línea, llamada línea meridiana es la que marca el Sur hacia la base del gnomon y el Norte en el sentido contrario.

## EJERCICIOS

1. Mide con una regla la longitud de la sombra en cada hora anotada (distancia entre la base de la barra vertical y el punto anotado) y rellena la tabla:

Horas												
Cm												

2. Representa en una gráfica las longitudes en función del tiempo en los siguiente ejes:



**3. Interpretación de la función resultante:**

- El mediodía solar corresponde al momento en el que el Sol está más alto y, por tanto, la sombra arrojada sobre el gnomon es más corta. ¿A qué hora oficial se produce el mediodía solar?

- Calcula las longitudes de la sombra que habríamos obtenido a las siguientes horas

9.15h

11.30h

17.00h

**4. Calcula con la sombra del gnomon la altura de tu colegio. Para ello tendrás que utilizar el teorema de Tales.**

Observa el dibujo.

“**H**” es la altura del edificio que quieres calcular.

“**h**” es la altura de la barra vertical del gnomon.

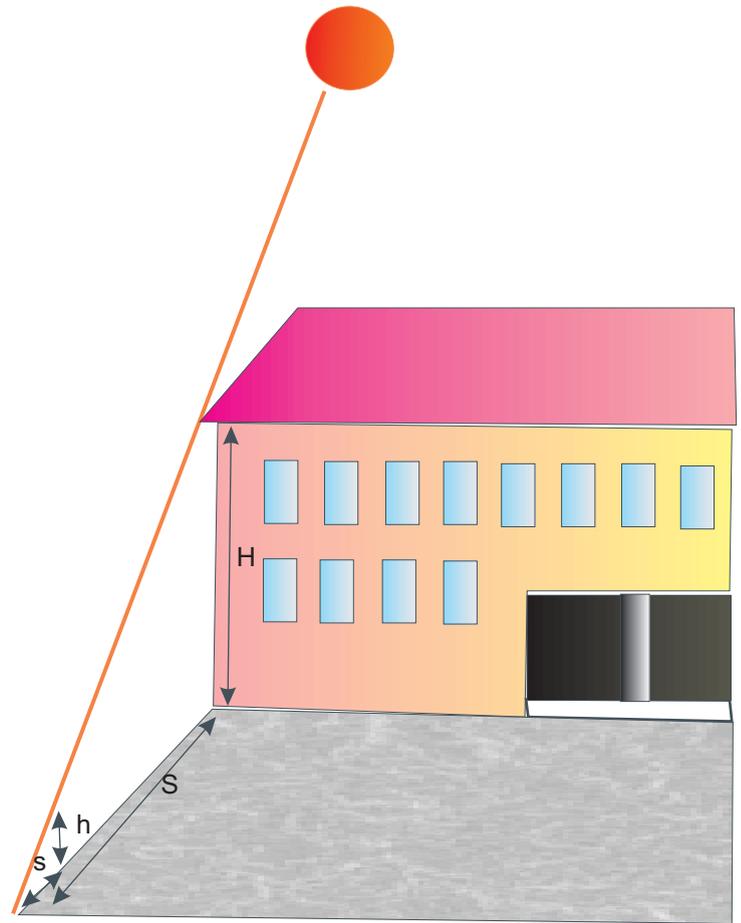
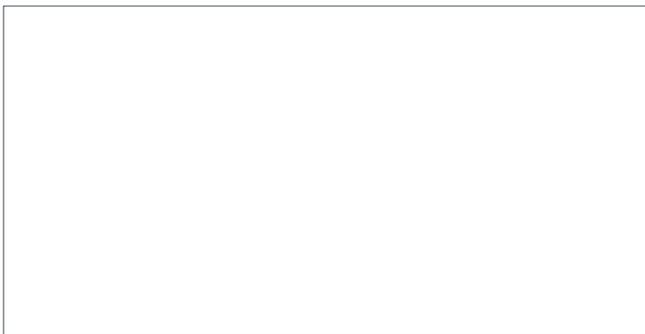
En tu caso mide: \_\_\_\_\_

“**S**” es la sombra del edificio.

“**s**” es la sombra arrojada por la varilla en el gnomon.

En tu caso mide: \_\_\_\_\_

Establece la proporción y calcula la altura del edificio.



5. La sombra anotada en el gnomon también nos servirá para calcular la altura del Sol en un momento dado.

Vas a calcular su máxima altura, (que, como ya sabes, se produce al mediodía), en el día en el que has registrado sus sombras. Para ello sigue los pasos siguientes:

- Dibuja una línea vertical de la misma longitud que la varilla del gnomon.
- Dibuja en la base de la anterior línea otra de la misma longitud que la sombra arrojada por esta varilla a la hora del mediodía.
- Une los extremos de ambas líneas y mide el ángulo formado sobre el horizonte con un transportador.

Esa es la **altura del Sol al mediodía** en la fecha de la medición.

6. En la página siguiente tienes una tabla con datos referidos al Sol-

Representa en los ejes coordenados las funciones: "Salida del Sol" en rojo, "puesta de Sol" en azul y "duración del día en verde.

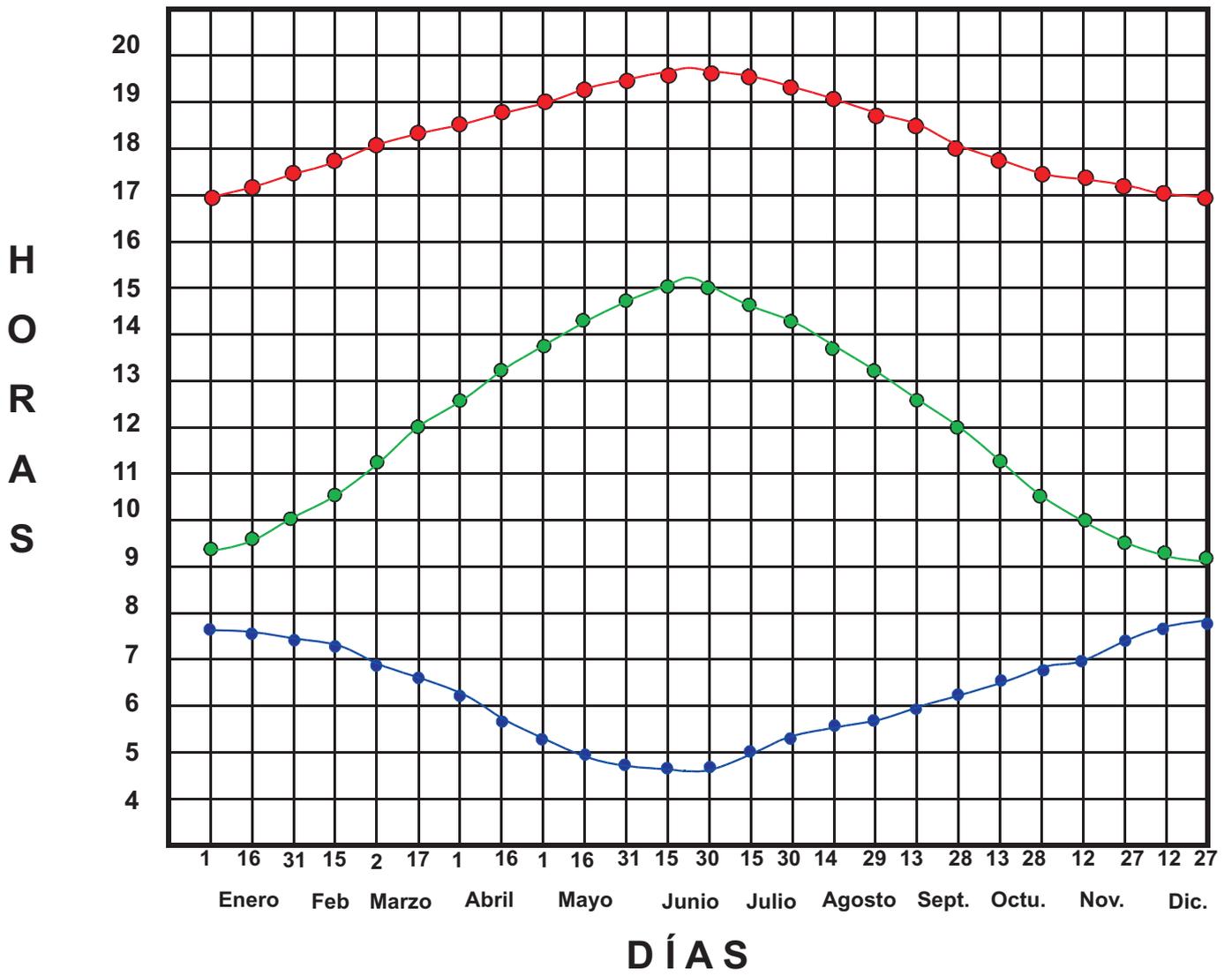
Tus ejes coordenados tendrán las variables de tiempo en días y tiempo en horas. Gradúa el eje de horas de una en una pero empezando por la 4 h.

DÍA	ALTURA DEL SOL AL MEDIODÍA	SALIDA DEL SOL		PUESTA DE SOL		DURACIÓN DÍA	
		H	min	H	min	H	min
1 enero	27°	7	28	16	58		
16 enero	29°	7	35	17	13		
31 enero	32°	7	25	17	30		
15 febrero	37°	7	9	17	48		
2 marzo	42°	6	46	18	7		
17 marzo	48°	6	22	18	23		
1 abril	54°	5	58	18	39		
16 abril	60°	5	34	18	54		
1 mayo	65°	5	13	19	10		
16 mayo	69°	4	57	19	25		
31 mayo	71°	4	47	19	37		
15 junio	73°	4	44	19	46		
30 junio	73°	4	48	19	49		
15 julio	71°	4	57	19	43		
30 julio	68°	5	10	19	31		
14 agosto	64°	5	25	19	13		
29 agosto	59°	5	29	18	51		
13 septiembre	54°	5	54	18	27		
28 septiembre	48°	6	8	18	2		
13 octubre	42°	6	24	17	38		
28 octubre	37°	6	40	17	16		
12 noviembre	32°	6	57	17	0		
27 noviembre	29°	7	14	16	50		
12 diciembre	27°	7	28	16	48		
27 diciembre	26°	7	37	16	55		

SOLUCIÓN

DÍA	ALTURA DEL SOL AL MEDIODÍA	SALIDA DEL SOL		PUESTA DE SOL		DURACIÓN DÍA	
		H	min	H	min	H	min
1 enero	27°	7	28	16	58	9	30
16 enero	29°	7	35	17	13	9	38
31 enero	32°	7	25	17	30	10	5
15 febrero	37°	7	9	17	48	10	39
2 marzo	42°	6	46	18	7	11	21
17 marzo	48°	6	22	18	23	12	1
1 abril	54°	5	58	18	39	12	41
16 abril	60°	5	34	18	54	13	20
1 mayo	65°	5	13	19	10	13	57
16 mayo	69°	4	57	19	25	14	28
31 mayo	71°	4	47	19	37	14	50
15 junio	73°	4	44	19	46	15	2
30 junio	73°	4	48	19	49	15	1
15 julio	71°	4	57	19	43	14	56
30 julio	68°	5	10	19	31	14	21
14 agosto	64°	5	25	19	13	13	48
29 agosto	59°	5	29	18	51	13	12
13 septiembre	54°	5	54	18	27	12	33
28 septiembre	48°	6	8	18	2	11	54
13 octubre	42°	6	24	17	38	11	14
28 octubre	37°	6	40	17	16	10	36
12 noviembre	32°	6	57	17	0	10	3
27 noviembre	29°	7	14	16	50	9	36
12 diciembre	27°	7	28	16	48	9	20
27 diciembre	26°	7	37	16	55	9	18





SOLUCIONES:

A) 21 junio      B) Solsticio de verano

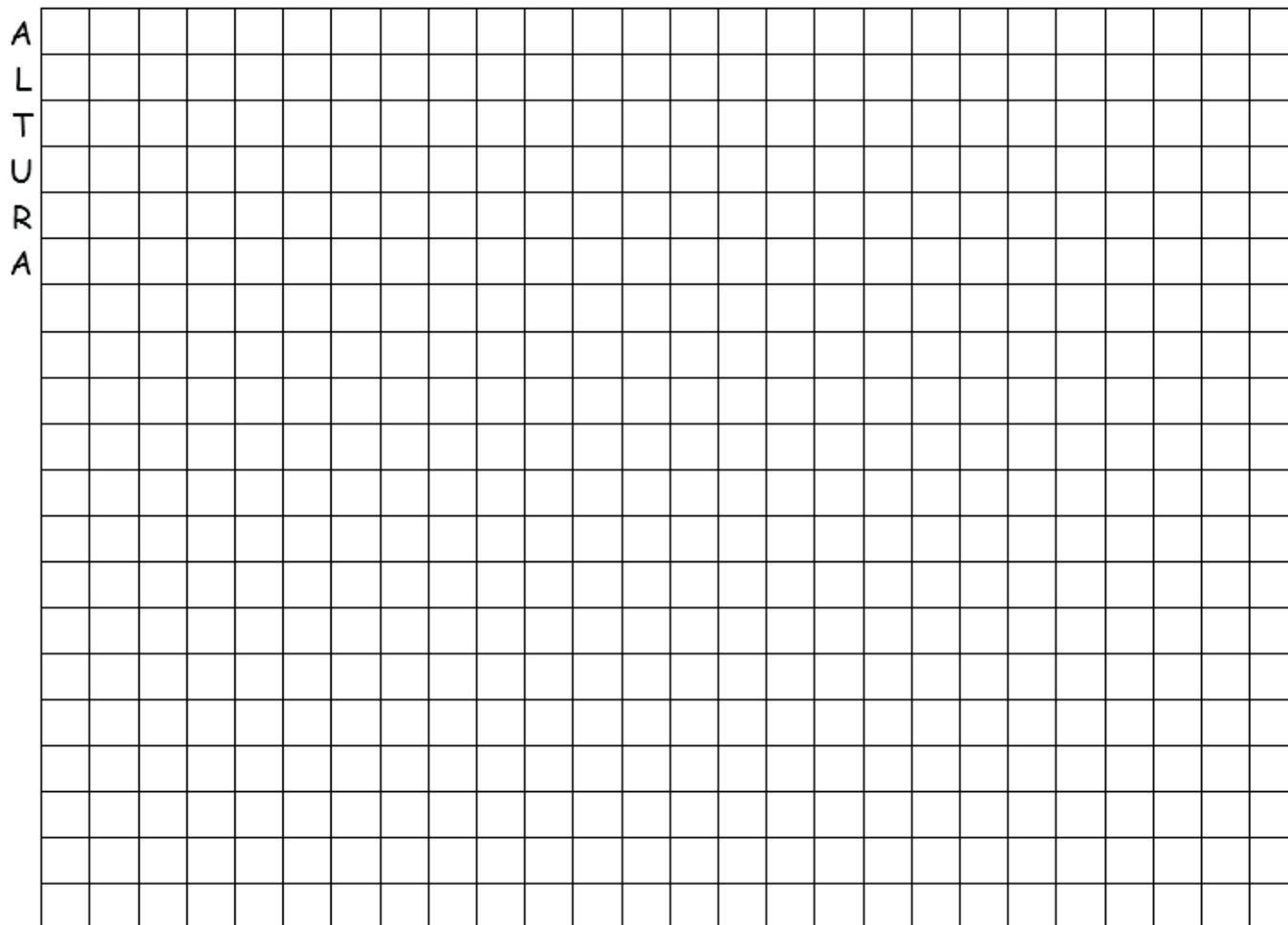
C) 21 diciembre

D) Solsticio de invierno

E) 21 marzo y 21 septiembre

F) Equinoccios de primavera y otoño respectivamente.

7. Representa la función "altura del Sol en el mediodía - meses del año". Representa para ello los días en el eje horizontal y las alturas en el vertical.



DÍAS

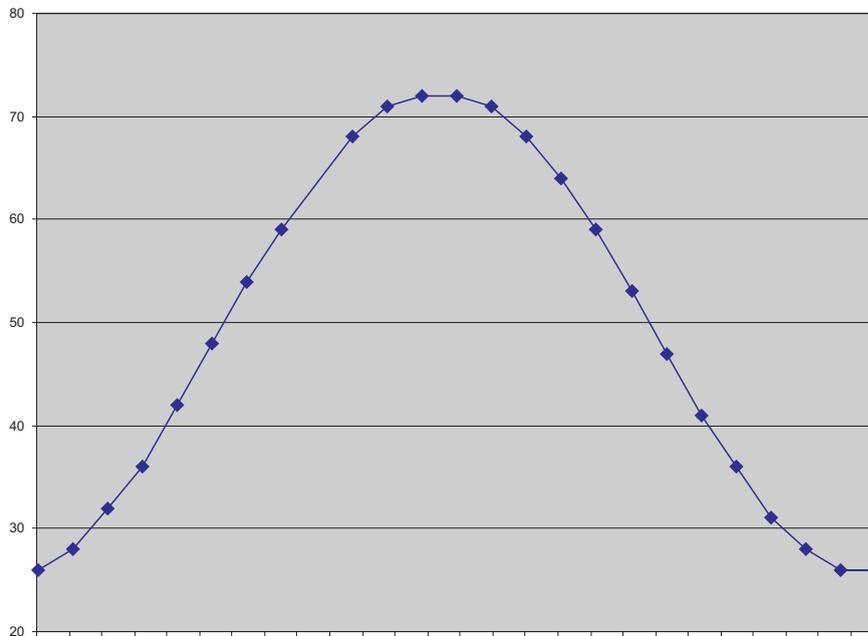
Contesta:

A) ¿Qué día alcanza el Sol su máxima altura?

B) ¿Cómo se llama ese día?

C) ¿Qué día alcanza el Sol su mínima altura?

D) ¿Cómo se llama ese día?

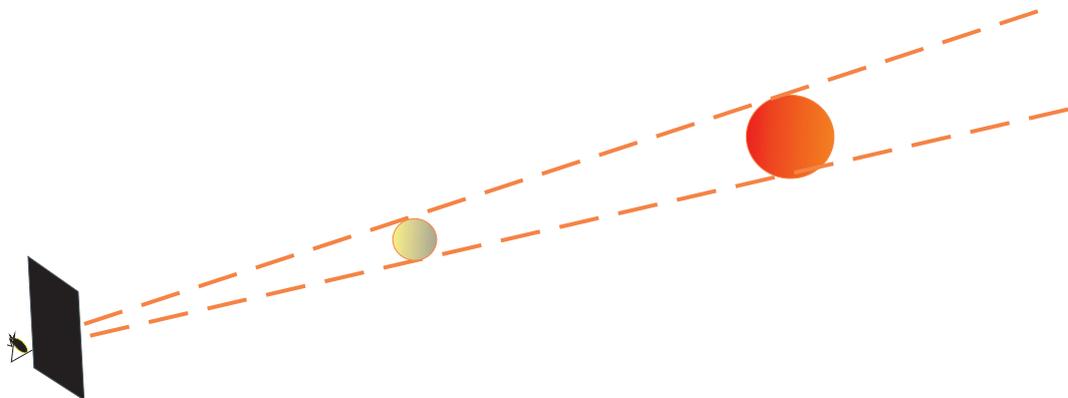


SOLUCIONES:

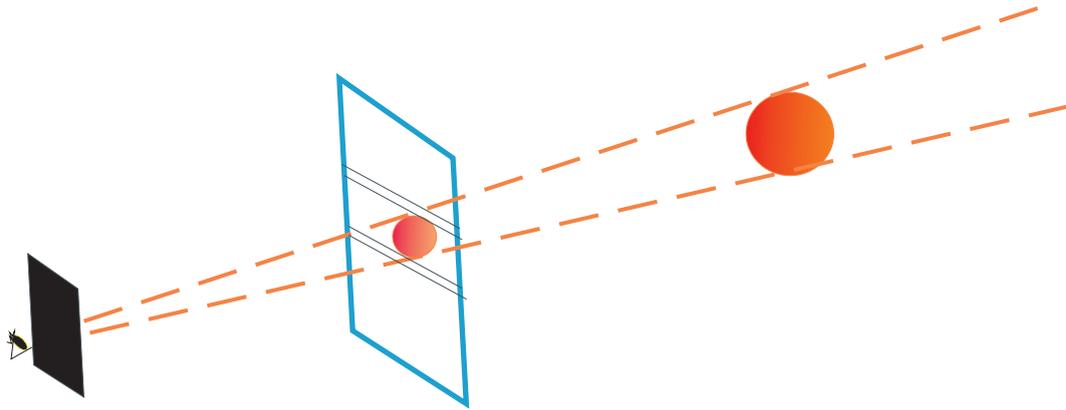
- A) 21 junio    B) Solsticio de verano    C) 21 diciembre    D) Solsticio de invierno

8. Cálculo del diámetro solar. Lo puedes realizar de tres formas similares ya que las tres se basan en un cálculo de semejanzas de triángulos:

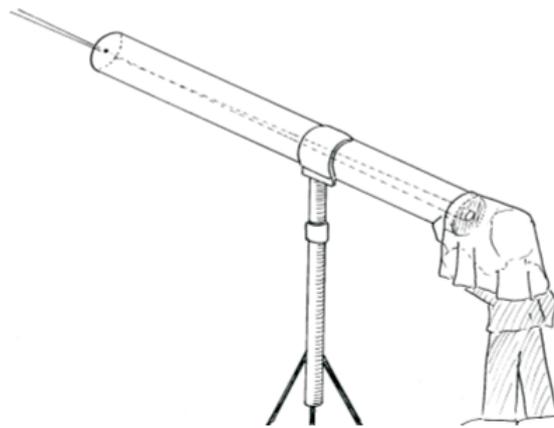
A) Interpón una moneda de 2 euros entre el disco solar y el ojo de forma que aquella coincida exactamente con el disco solar tal y como se representa en la figura. Protégete para esta experiencia con un trozo de película velada o cristal de soldadura.



B) Coloca en los cristales de clase dos tiras de celo paralelas y sitúate de forma que el disco solar sea tangente a ambas tiras:



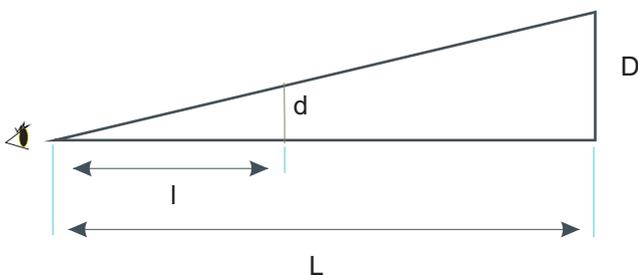
C) Confecciona un tubo solar. Necesitas un tubo cilíndrico lo más largo posible, (longitud mínima recomendada, 1.25 m), similar a los que se utilizan para confeccionar los rollos de papel continuo o telas. Cierra un extremo con cartulina negra. En el centro de esta cartulina practica un agujero con un alfiler. Cierra el otro extremo con papel cebolla y cúbrelo con una bolsa de basura negra, con objeto de poder ver la proyección del rayo de Sol sobre el papel cebolla sin deslumbramientos. Mide el diámetro de la proyección solar.



Podéis repartiros los métodos entre los miembros de un equipo y promediar los resultados.

En los tres casos nos encontramos ante un problema donde podemos aplicar el Teorema de Tales.

Fíjate en el dibujo y resuelve la proporción



**l** = distancia del ojo a la moneda, a las tiras o longitud del tubo solar.

**L** = distancia Tierra-Sol

**d** = diámetro de la moneda, de la proyección solar o distancia entre las tiras.

**D** = diámetro solar.

$$\frac{d}{l} = \frac{D}{L}$$

## TRABAJO DE TALLER

### CONSTRUCCIÓN DE UN RELOJ DE SOL ANULAR

#### Material:

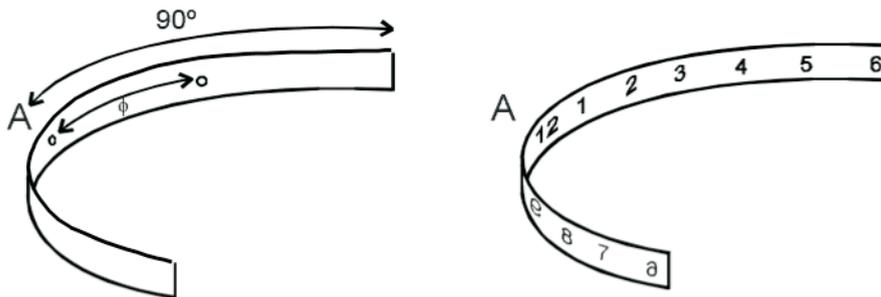
- Una pieza de madera de aglomerado de 15 x 15 cm y de 19 mm de espesor.
- Un anillo de pvc, (tubo de fontanero), de unos 11 cm de diámetro.
- Un tornillo para madera.
- Un tornillo con tuerca.
- Un tornillo con tuerca.
- 20 cm de hilo de cobre.
- Serrucho, taladradora, regla, lápiz, trasportador, etc.

#### Construcción:

1º) De la pieza de pvc cortamos un anillo de unos 2 cm de ancho. Puedes valerte para dibujar el anillo en la pieza del extremo ensanchado que el varal de pvc trae.

2º) Corta en dos mitades el anillo obtenido.

3º) En uno de los semi-anillos marca un punto en el centro a 90° y otro a 40° del anterior. Haz un agujero pequeño en cada uno de ellos con el fin de que los tornillos entren en ellos.

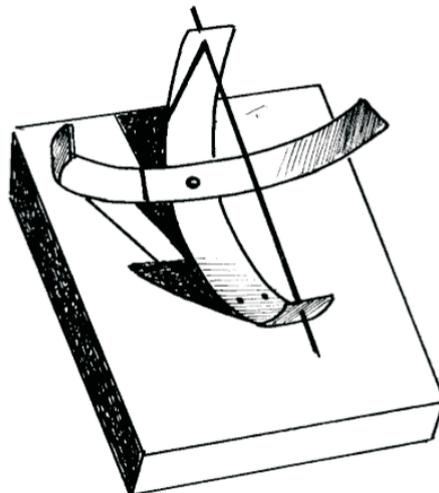


4º) En el otro semi-anillo señala un punto justo en el centro a 90°. Coloca una tira de papel sobre el semi-anillo y corta la longitud del mismo. Divide en doce partes dicha tira de papel y señala las líneas horarias como se indica en las figuras.

5º) Une por el centro con el tornillo con tuerca ambos semi-anillos de forma que queden perpendiculares.

6º) En la pieza de madera, la base, traza una línea recta en mitad. Señala el punto central. Une los dos semi-anillos al punto central de la base por el punto colocado a 40° del punto central.

7º) Coloca con pegamento o tornillos el hilo de cobre entre los dos extremos del semi-anillo soporte.



### Utilización:

Para utilizar el reloj es preciso orientarlo de manera que la parte alta del hilo de cobre apunte hacia el Norte.

Una vez orientado, la posición de la sombra del hilo sobre el semi-anillo en el que están marcadas las líneas horarias, (limbo), indicará la hora solar verdadera. Esta hora difiere de la oficial debido a la longitud geográfica, (como ya has podido comprobar por la anotación del mediodía solar en el gnomon), al adelanto legal de una o dos horas y a la llamada "ecuación de tiempo" consecuencia de la inclinación del eje de la Tierra con respecto a su órbita y de la forma elíptica de ésta.

Para conocer la hora oficial a partir de la que marca el reloj de Sol es preciso entonces hacer las siguientes correcciones:

(A) Longitud geográfica: añadir los minutos obtenidos en las medidas del gnomon.

(B) Añadir una hora en el horario de invierno y dos horas en el de verano.

(c) Ecuación del tiempo: añadir o restar los minutos que marca la tabla de la página siguiente, con el signo correspondiente, (sumando o restando).

MES	1 al 10	11 al 20	21 al 30
Enero	6	10	12
Febrero	14	14	13
Marzo	11	9	6
Abril	3	0	-2
Mayo	-3	-3	-3
Junio	-1	0	2
Julio	4	6	6
Agosto	6	4	2
Setiembre	-1	-4	-8
Octubre	-11	-14	-16
Noviembre	-16	-15	-13
Diciembre	-9	-5	0