



Reloj analemático dibujado por el autor y sus alumnos en el patio del IES Aljada. MURCIA

Reloj de sol analemático

Para el proyecto: "¡Ni una escuela sin reloj de sol!"

Simón García

RELOJ DE SOL ANALEMÁTICO

¡Ni una escuela sin reloj de sol!

Simón García

*¿Ves Floro, que, prestando la Aritmética
números a la docta Geometría,
los pasos de la luz le cuenta al día?*

...

Francisco de Quevedo y Villegas

Justificación del proyecto

Un reloj de sol confiere al entorno en el que se ubica un carácter decorativo, cultural y didáctico.

Vestigio de una época en la que se sabía "tener tiempo" (que ahora no), los relojes solares son un eslabón que nos une al pasado, en la maravillosa aventura de la Humanidad. ¿No fueron los primeros hombres de las civilizaciones mediterráneas los que, observando la sombra proyectada en el suelo por un palo vertical (El gnomon), descubrieron que su longitud decrecía desde la salida del sol hasta el momento en que alcanzaba su máxima altura en el cielo de mediodía (meridia en latín, y de ahí meridiano) para crecer de nuevo hasta la puesta de sol?

Estas observaciones provocaron una larga reflexión y meditación en el pensamiento humano durante los dos milenios en que se trazaron y perfeccionaron los relojes de sol y la medida del tiempo.

Un reloj de sol, por simple que sea, constituye un instrumento didáctico que nos permite evocar los estrechos lazos que unen el ritmo de nuestra vida al movimiento de la gran maquinaria del Universo: la rotación de la Tierra sobre su eje y alrededor del Sol, el recorrido aparente del sol en el cielo, el ritmo de las estaciones.

Un reloj de sol nos hace reflexionar sobre datos científicos que parecían inútiles cuando los estudiábamos de forma abstracta en los libros; nos permite concretar el eje del mundo, el ecuador, el meridiano local, la latitud del lugar...

Los relojes de sol en definitiva, siempre tienen interés desde el punto de vista artístico y científico. Incluso hoy, en la época de los cronómetros de cuarzo y relojes atómicos, vuelven a estar de moda y hasta pueden dar la "hora exacta" aplicándoles las correcciones oportunas como las que nos indica la gráfica de la ecuación del tiempo

PRINCIPIO EN EL QUE SE BASAN LOS RELOJES DE SOL

A lo largo del día (24 horas) el Sol da una vuelta aparente a la Tierra (360°) muy próximo al Ecuador. Su desplazamiento angular es, por tanto de 15° por hora ($360^\circ/24 \text{ horas} = 15^\circ / \text{ hora}$). Ángulos de 15° dibujados sobre un plano paralelo al Ecuador nos proporcionarían el más sencillo de los relojes de sol.

Al proyectar el círculo sobre una superficie horizontal se genera una ELIPSE, cuya excentricidad dependerá de la LATITUD.

Una proyección bien calculada de estos ángulos de 15° sobre una pared o el suelo nos proporciona la mayoría de los relojes de sol conocidos. Pero eso requiere más estudio...

RELOJ DE SOL ANALEMÁTICO

MATERIALES

- Papel y material de dibujo.
- Periódico del día o efemérides astronómicas (www.oan.es)
- Algún tipo de trípode y plomada
- Cuerdas y tiza
- Pintura para exteriores y brochas

TEMPORALIZACIÓN

Unas dos sesiones. La primera para dibujar el reloj sobre papel y la segunda para hacerlo en el patio.

DESCRIPCIÓN

Este tipo de reloj es una de las realizaciones más espectaculares de la gnomónica. Consiste en la utilización de la sombra del propio observador para indicar la hora. Es el reloj idóneo para ocupar un espacio en el patio del centro escolar o en una plaza pública.

En el reloj analemático, las cifras horarias están dispuestas en forma de elipse. En el centro de la elipse y sobre el eje menor están indicados los puntos sobre los que se ha de colocar el observador, según la fecha, para producir la sombra que señalará la hora. Esta hora puede ser la Hora Local, la de Tiempo Universal (T.U.) o la Hora Civil. Puede leerse directamente sin necesidad de hacer correcciones. De ahí le viene el nombre de analemático a este tipo de relojes.

La ubicación de este reloj será por tanto una superficie horizontal que esté expuesta al sol el máximo número de horas al día.

ELABORACIÓN

Una vez decididas las dimensiones y el lugar conviene hacer un plano a escala del futuro reloj analemático.

El proceso para hacer el plano es el siguiente:

- Se dibuja (ver gráficos) un triángulo rectángulo de lados "a, b, c" en el que ha de haber un ángulo "LAT" igual a la latitud geográfica local (en el caso de Murcia, 38°)
- Se dibuja una circunferencia con centro en "d" y radio igual a la hipotenusa "a".
- Se prolonga "a" hasta completar un diámetro "OE" de esta circunferencia y se traza también el diámetro "NS" perpendicular al anterior.
- Se marcan los puntos "f" y "g" sobre el diámetro "OE" a una distancia igual a la medida del lado "c"; también desde "d" hay que señalar una distancia igual a "b" a ambos lados del diámetro "NS". Así pues, "f" y "g" son los focos de una elipse, en la que el semieje mayor es "a" y el menor "b".
- Se traza la elipse, por el procedimiento del "jardinero" que será la mejor que podremos utilizar después en el suelo.
- A continuación se divide la circunferencia en 24 arcos de 15° cada uno y por estos puntos trazamos líneas paralelas al diámetro "NS", con el objetivo de encontrar las intersecciones de estas con la elipse. Estos puntos de intersección serán los lugares que ocuparán las horas.

- La escala de las fechas ha de estar situada sobre el eje "NS". Por eso será necesario trazar desde "f" unos ángulos de 11°, 20° y 23, 5° a ambos lados del eje "OE" que cortarán el eje "NS" en seis puntos, correspondientes a las fechas anuales zodiacales.
- El punto más próximo a las 12 horas será el correspondiente a Cáncer, es decir al 21 de Junio: el punto siguiente corresponderá a los signos del Leo y Géminis (23 de julio y 21 de mayo)...

Una vez realizado el plano podemos pasarlo al lugar elegido aplicando la escala correspondiente.

Primero habrá que trazar en el suelo la línea "NS" o "meridiana" del lugar. Utilizaremos la plomada para dibujar la sombra de la cuerda en el momento del paso del sol por el mediodía.

Para saber la hora del paso del sol por el meridiano habrá que utilizar las efemérides astronómicas que realizan los observatorios (En España: el observatorio Astronómico Nacional-www.oan.es, y el Observatorio de la Armada- San Fernando, Cádiz) o las horas de salida y puesta del sol que proporcionan algunos periódicos (se calcula la media aritmética de ambas horas).

A continuación se pasará el plano del reloj al suelo teniendo cuidado de poner la línea "NS" del plano sobre la línea meridiana, es decir la línea de las doce horas y la escala de las fechas.

Conviene que la elipse no tenga menos de cuatro o cinco metros de eje mayor a fin de que la escala de las fechas no quede demasiado pequeña en proporción.

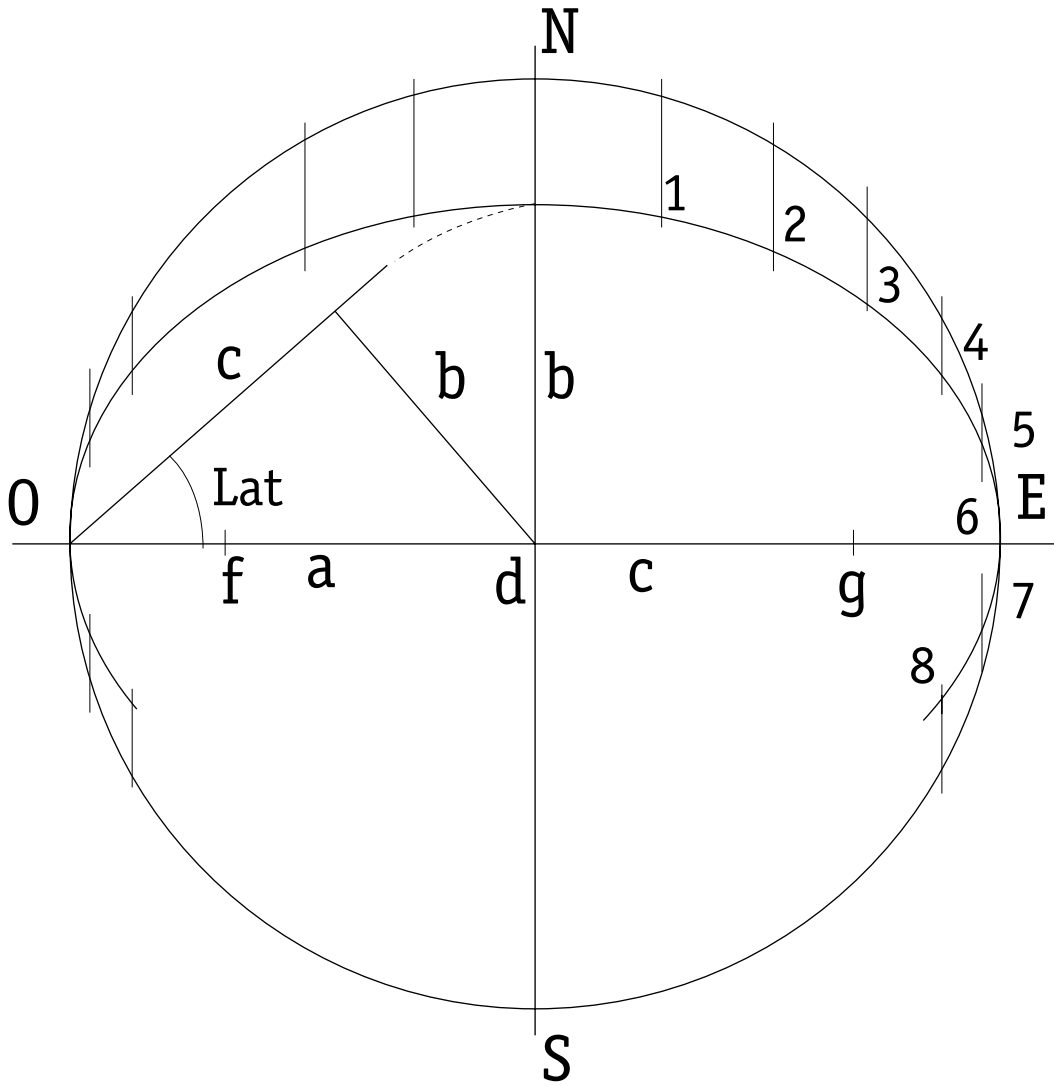
UTILIZACIÓN

Para utilizar el reloj analemático, el observador se colocará sobre la escala de la fecha correspondiente al día de la observación. De esta manera, si hace sol, su sombra estará apuntando a la hora local. Es posible que la sombra normal de una persona no llegue a tocar, en algunos momentos, las cifras horarias; pero eso no tiene importancia; se puede prolongar visualmente la línea de sombra o levantar un brazo o un palo, verticalmente por encima de la cabeza.

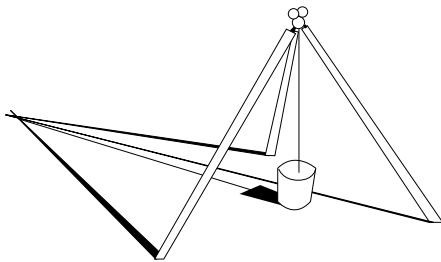
VARIACIONES

La escala de las fechas puede estar formada por los días del mes en lugar de las fechas zodiacales. También se puede modificar la línea de las fechas dibujando el analema completo. Si a ello le unimos como opción para las horas la hora de tiempo civil tendremos un reloj que nos dará una hora coincidente en todo con la de nuestros relojes de pulsera. Al menos en las proximidades del meridiano cero (¡Excepto en verano!)

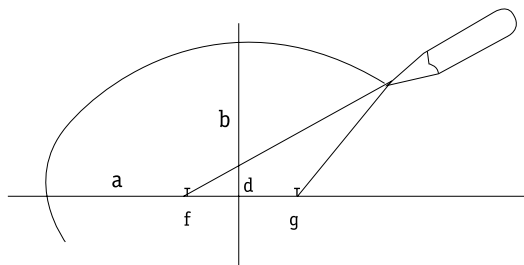
GRÁFICOS



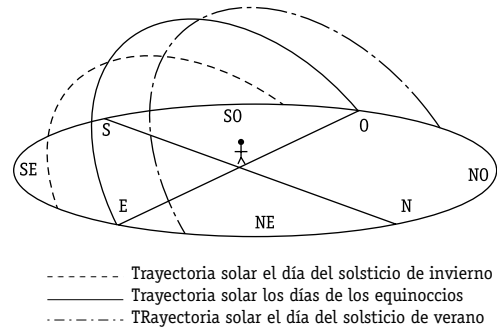
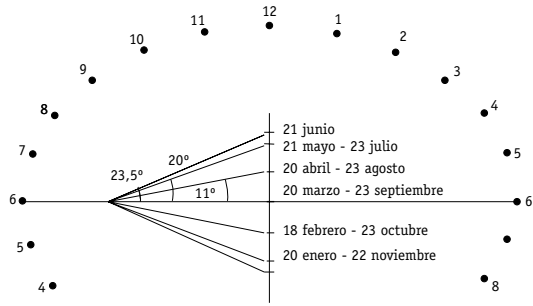
Construcción de la elipse y situación de las horas



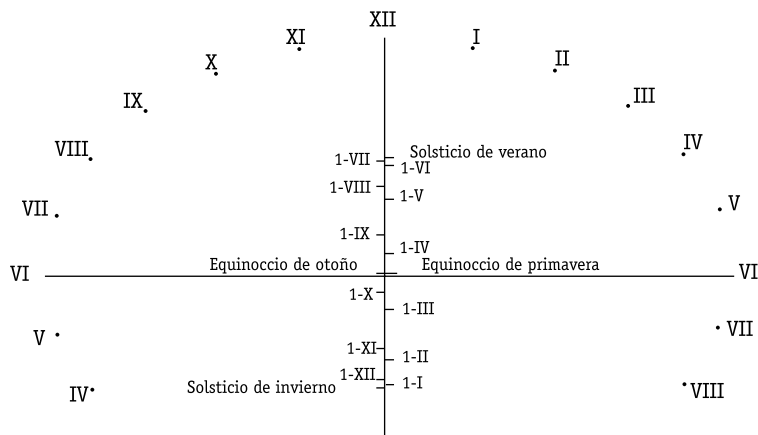
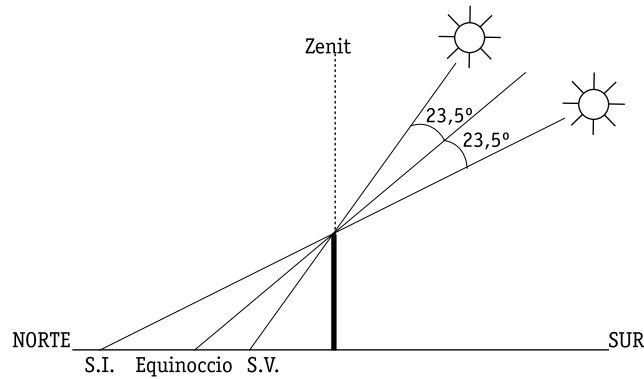
Procedimiento para trazar la meridiana



Trazado de la elipse a partir de los focos y de los semiejes por el sistema del cordel o de "jardinero"



Construcción de la escala de las fechas



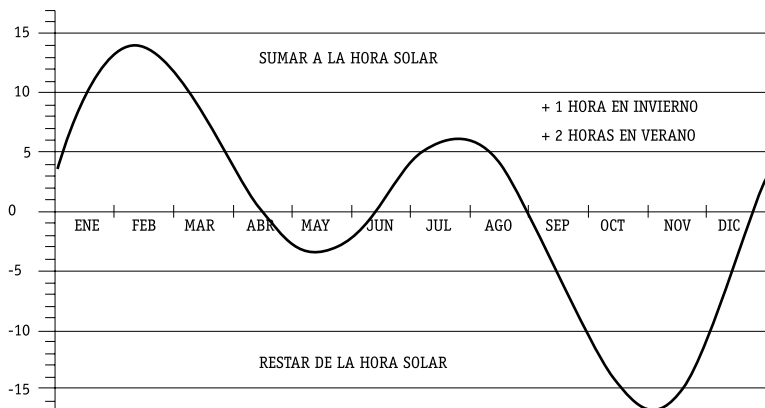
El desplazamiento del gnomon en el reloj de sol analemático compensa los cambios de dirección de la sombra producidos por las variaciones anuales de la altura solar

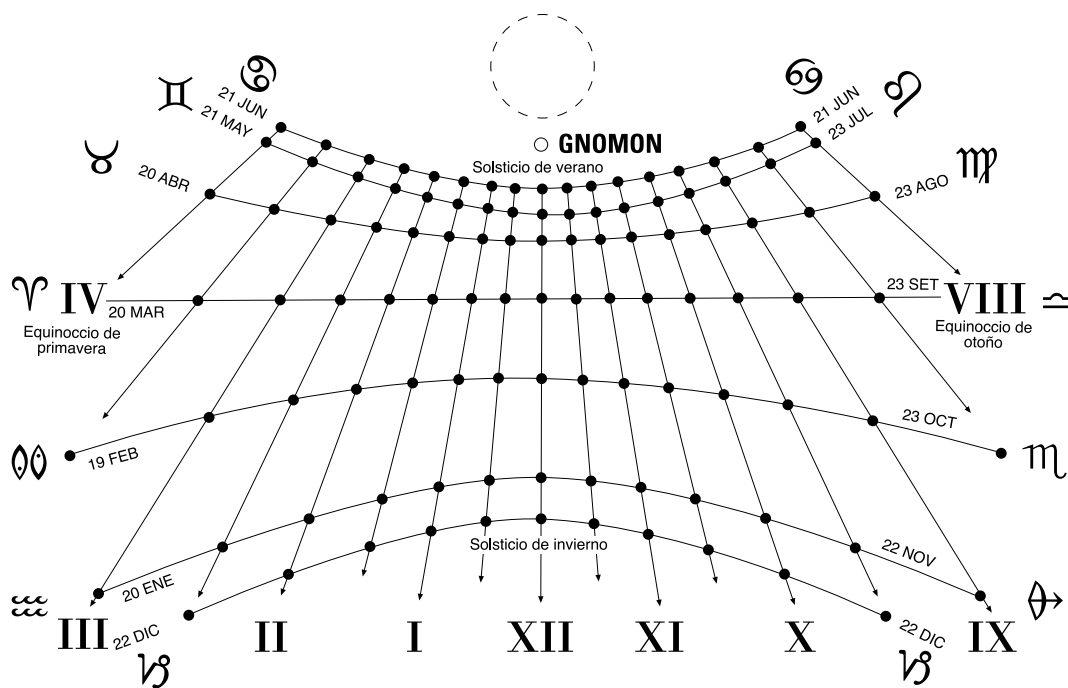
ECUACIÓN DEL TIEMPO

La hora solar no coincide con la de los relojes mecánicos.

La diferencia depende del lugar y de la época del año.

En Murcia, para obtener la hora oficial a partir de la hora solar, hay que sumar o restar los minutos que se indican en la gráfica siguiente y añadir una hora en invierno y dos en verano





Otro posible reloj horizontal y analemático realizado por el autor. Es un reloj "de altura", similar a los modelos de Alfonso X El Sabio y a los modelos Árabes de la época. (El Gnomon sería un clavo vertical de altura calculada según el tamaño de la superficie del reloj)

Bibliografía

BROMAN, L., ESTALELLA, R. ROS, R.M., *Experimentos de Astronomía*, Ed. Alhambra, Madrid, 1988.

FARRÉ, EDUARD Y SEGURA, CARMEN, *24 Rellotges*. Ed. GRAÓ

GARCÍA, S., *The Pyrenean Shepherds' Dials, Proceedings of 7th EAAE International Summer School*, 211, 225, Barcelona, 2003.

MILLS, H.R., *Practical Astronomy*. Albion Publishing, Chichester, 1994.

SAVOIE, D., *La gnomonique*. Les Belles Lettres, Paris, 2001.

WAUGH, A.E., *Sundials. Their theory and construction*. Dover Publications, Inc. New York, 1973

ARRIBAS y RIVIÈRE. *Taller de Astronomía*. Ed. Sirus. 1993

SOLER GAYÁ, R. *Diseño y construcción de relojes de Sol*. Ed. Cgio. Ingenieros Baleares. 1989.

Internet:

<http://www.sundials.org>

<http://www.observamurcia.com>

<http://www.oan.es>

<http://www.planetarioviajero.com>

<http://www.cadrans-solaires.org>

<http://axum.tripod.com/pdf.html#xl>

