

## RELOJ SOLAR ANALEMÁTICO

Esteban Esteban – Atrévete con el Universo

### Un reloj solar para el patio del instituto

Puede ser muy motivador para el alumnado colaborar en la elaboración de un reloj solar permanente situado en el exterior del edificio del centro educativo.

De todos los posibles modelos, el denominado analemático, que puede hacerse en el suelo del patio, es el más adecuado por diversas razones.

Por un lado la facilidad de su construcción que solamente requiere el pintado en el suelo de unas determinadas líneas, no siendo necesario ningún trabajo de albañilería ni la complicada y precisa colocación de un gnomon que además corra el riesgo de ser movido, doblado o arrancado (lo que por desgracia ocurre frecuentemente en otros modelos), y además el trazado se hace en una superficie horizontal que siempre es más fácil que en una pared.

Por si esto fuera poco, no requiere de ningún presupuesto económico que vaya más allá de un bote de pintura y una brocha.

Por otra parte una vez construido da mucho más juego que otros relojes porque su uso no se limitará a la simple observación de la hora, sino que requiere una cierta intervención por parte de la persona que lo quiera utilizar. Ese valor que le da la interactividad, y que la propia sombra de la persona sea la que indique la hora, será muy motivador para que nuestro alumnado no pase de él como si fuera un simple elemento decorativo, se interese en su funcionamiento y lo use.

Este reloj consta de una elipse dibujada en el suelo sobre la que se colocan los dígitos con las horas, y una zona central en que una persona debe colocarse en un punto concreto según la fecha, y su propia sombra determina la hora al proyectarse sobre la elipse.

A pesar de sus virtudes, hay que reconocer que en principio este reloj no tiene unos valores didácticos como recurso educativo para explicar de manera sencilla los movimientos y trayectorias del sol sobre nuestro horizonte, al menos tan evidentes como pueden tenerlo otros tipos de relojes solares, por el hecho de que aparentemente incumple la ley de oro de los relojes solares: Como el movimiento diario aparente del Sol se debe fundamentalmente a la rotación de la Tierra sobre su eje “El gnomon debe estar paralelo al eje de la Tierra; es decir orientado Norte-Sur, y con una inclinación igual a la latitud”. Sin embargo en este caso no ocurre así.



Figura 1: Utilización del reloj analemático

Cuando pretendemos introducir el tema de los relojes solares siempre empezamos explicando que un gnomon vertical no sirve para obtener la hora, y justamente aquí es vertical; ¡y encima no está fijo! Es cierto que hay algunas excepciones a la citada norma, como el denominado “gnomon ortogonal” o los relojes basados en la diferente altura del Sol; pero siempre se ve muy fácil que en realidad se trata de un recurso para simplificar la construcción pero que realmente no infringe la norma, o que se usan principios diferentes. En este caso no es fácil ver la justificación.

En realidad todo su trazado y funcionamiento se basa en el de un reloj ecuatorial cuyo gnomon se situaría en el plano vertical que pasa por el semieje menor de la elipse pero a nivel de secundaria obligatoria no es sencillo explicarlo, y las ventajas didácticas de este reloj quedan limitadas a la motivación por construirlo y usarlo.

Por las mismas razones el método de trazado es un tanto artificial.

A pesar de todo este tipo de reloj funciona perfectamente, y el hecho de que el gnomon sea vertical se compensa con que se coloque en diferente lugar según la fecha.

### Trazado del reloj

De manera esquemática, y sin utilizar necesariamente fórmulas trigonométricas, se puede apreciar el método de construcción en los siguientes gráficos:

Figura 2: Cálculo de la distancia **c**

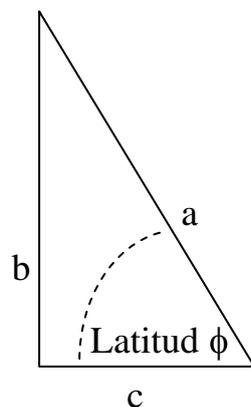
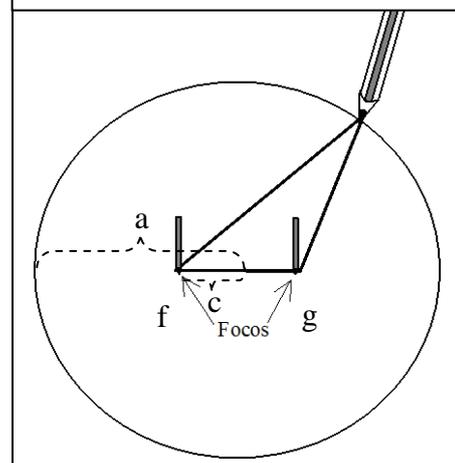


Figura 3: Trazado de la elipse



Se empieza dibujando una elipse en el suelo cuyo semieje mayor **a** tenga unos 2 metros, esté orientado en sentido Este-Oeste y la distancia **c** del centro al foco, y por lo tanto la longitud del semieje menor **b** depende de la latitud geográfica del lugar  $\phi$  y se pueden obtener gráficamente, trazando el triángulo rectángulo de lados **a**, **b** y **c** de la figura 2 del que se conocen la hipotenusa **a** y el ángulo  $\phi$  y midiendo los catetos, o bien por trigonometría porque  $c = a \cdot \cos \phi$

Si se quiere trazar la elipse por el método del jardinero, se colocan los focos **f** y **g** sobre el eje mayor a una distancia **c** del centro y se utiliza una cuerda de

longitud  $2a$  de manera que sus extremos estén fijos en los dos focos y el elemento que dibuje la elipse (una tiza) mantenga tensa la cuerda mientras se va deslizando sobre el suelo.

Más cómodamente se puede hacer con una cuerda anudada de longitud  $2a + 2c$  que rodee dos listones que se mantienen sujetos en los focos, como en la figura 3.

En realidad el valor del semieje menor  $b$  no es necesario calcularlo, y únicamente puede servir para comprobar que el trazado de la elipse es correcto.

Para colocar los puntos que determinan las horas se dibuja una circunferencia auxiliar concéntrica con la elipse y cuyo radio sea igual al semieje mayor  $a$  (figura 4). Esta circunferencia se divide en 24 partes iguales, coincidiendo dos de ellas en los vértices de la elipse, y que indicarán las 6 y las 18 horas, y para el resto de las horas se trazan paralelas al semieje menor por cada uno de esos 24 puntos (aunque lógicamente no marcaremos las correspondientes a las horas nocturnas)

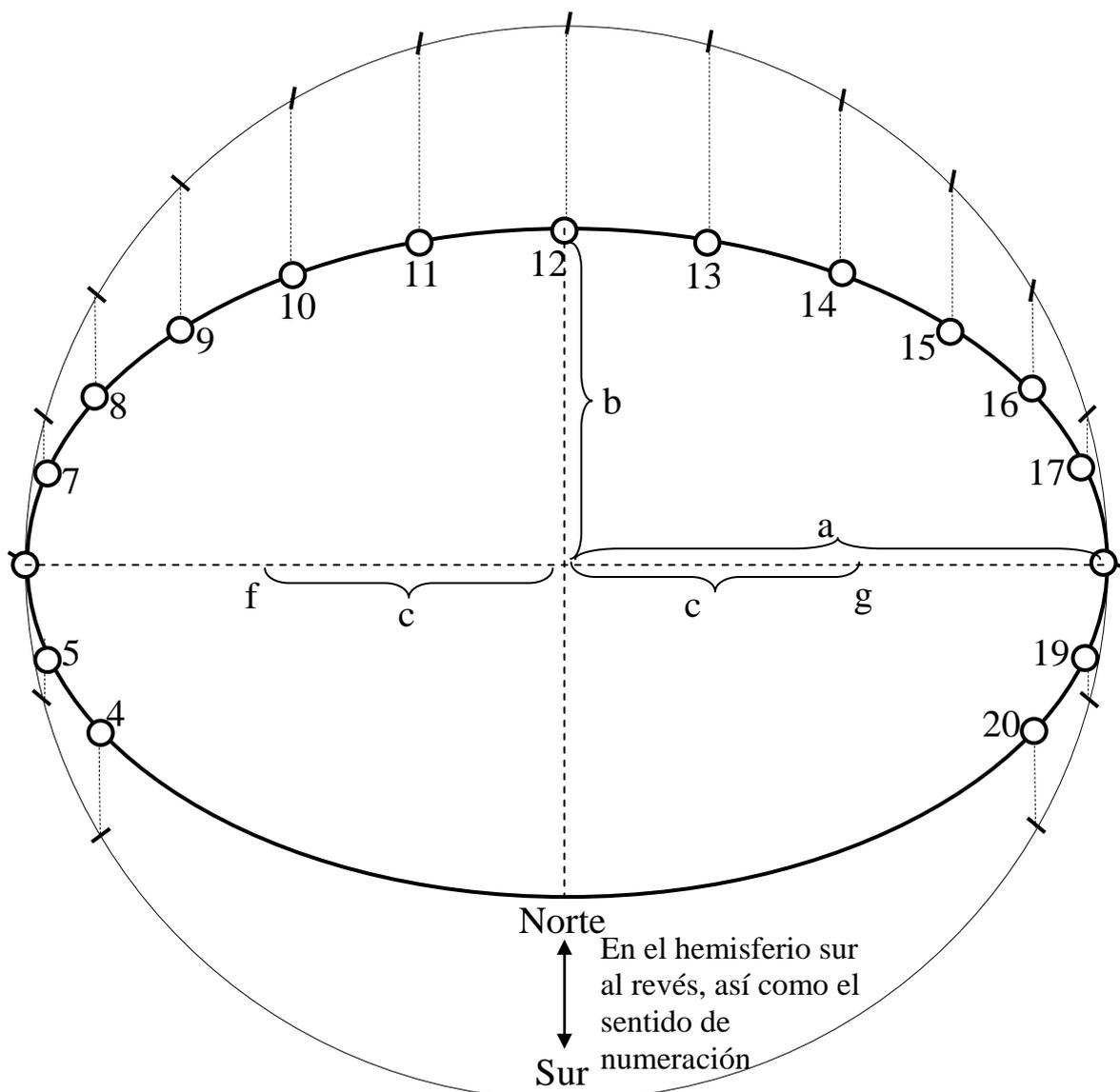


Fig. 4: Esquema para el trazado de los puntos horarios reloj

### Colocación del gnomon

Una vez marcadas las horas solo falta calcular los puntos en que debe colocarse el gnomon (la persona) según la fecha. Esto puede hacerse tomando con vértice en uno de los focos  $f$  de la elipse los ángulos de declinación solar  $\delta$  en cada fecha, si es positiva hacia el Norte, y si es negativa hacia el Sur, tal como aparece en la figura 5.

Suelen colocarse las fechas de cambio de signo zodiacal porque coinciden las ascendentes con las descendentes, aparecen menos marcas y es más fácil de realizar. Por ejemplo coincide el 20-4 con el 23-8.

Los ángulos y las marcas para las fechas de otoño e invierno (en el h. norte) son simétricos de los que aparecen indicados en el gráfico para primavera y verano.

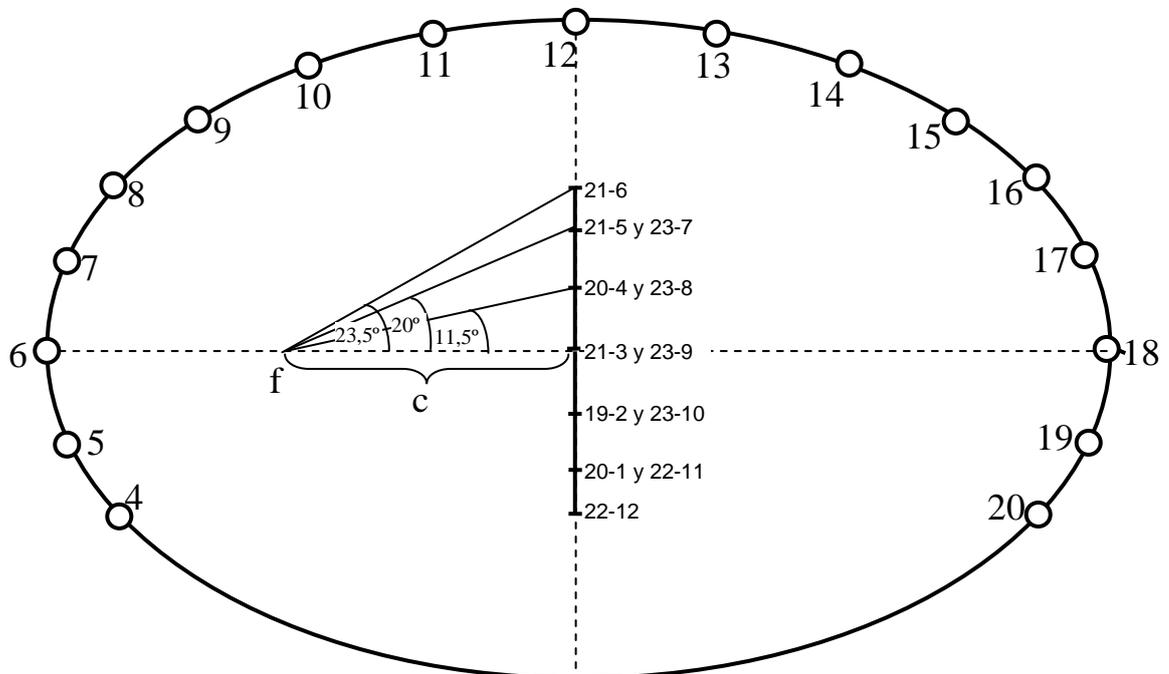


Figura 5: Colocación de la base del gnomon en cada fecha

Habitualmente suelen ponerse los meses naturales, por ser más lógico para el usuario. El trazado se hará de la misma manera, con los ángulos de declinación solar el primer día de cada mes, y el resultado hay que indicarlo a ambos lados del semieje menor porque se solapan (figura 6)



Fig 6 Meses naturales

## BIBLIOGRAFÍA

- Iriarte, J.C. *Lámina para el trazado de un reloj analemático*
- Para profundizar en el tema:
- Soler, R., *Diseño y construcción de relojes de sol*. Colegio de Ingenieros de Caminos. Madrid 1997
- Pavanello G.C. y Trincherro A., *Relojes de sol*. Edit. De Vecchi. Barcelona 1998