# PRIMEROS PASOS EN LA ELABORACIÓN DE RELOJES DE SOL

**Esteban Esteban – Atrévete con el Universo**

## Una propuesta diferente

Normalmente cuando se plantea al alumnado construir un reloj de sol suele hacerse dándole unas pautas o instrucciones que le ayudarán a obtener el objeto final y a utilizarlo posteriormente, pero no a entender por qué debe hacerlo de esa manera, con lo que se pierde gran parte del valor didáctico que este recurso puede conllevar.

A determinadas edades ese puede ser el camino, pero a nivel de secundaria pueden y deben comprender el proceso y se puede utilizar un enfoque didáctico de manera que los diferentes pasos no se les den ya hechos, ni tampoco se realicen a partir de unos desarrollos matemáticos complejos para este alumnado, sino siguiendo un razonamiento lógico a partir del movimiento aparente del sol, y las diferentes proyecciones que hay que hacer según la situación y colocación del reloj.
Se hace imprescindible entrar en los fundamentos de la construcción y funcionamiento. El por qué se hace así, y el por qué funciona.

Esta actividad supone un primer capítulo en la construcción de relojes solares de diverso tipo. Como resultado se obtendrá el reloj del tipo más sencillo, pero que posiblemente sea el más didáctico.

## Reloj solar para el polo

Aunque parezca un contrasentido porque nunca se utilizará para saber la hora, de cara a entender el proceso de elaboración es muy recomendable empezar construyendo un reloj solar para el polo.
Para comenzar, examinamos la situación en el polo en primavera o verano: El Sol está por encima del horizonte, el eje terrestre allí es vertical, y al girar la Tierra sobre ese eje durante las 24 horas, veremos desde allí al Sol moverse uniformemente paralelo al horizonte dando una vuelta completa.
Si no es conocida por el alumnado esta situación se puede visualizar con una lámpara o mejor con el Sol real, y un globo terráqueo colocado con el eje vertical al que haremos girar.

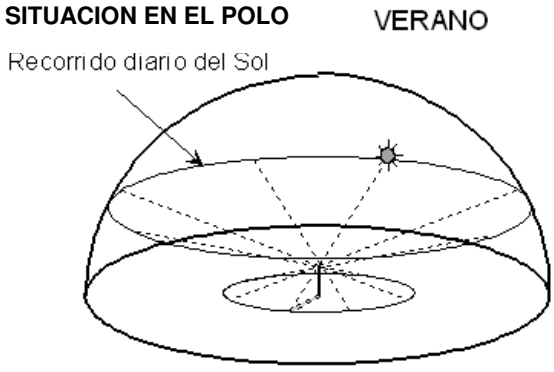



Figura 1: Recorrido del sol

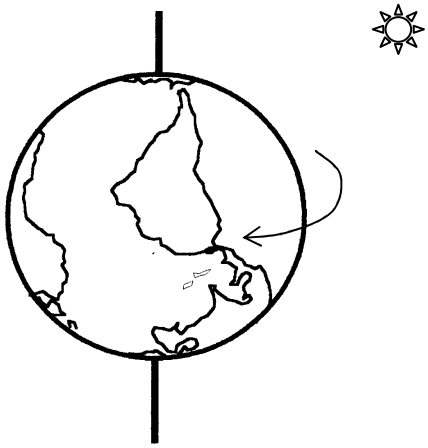


Figura 2a: Modelo para el hemisferio sur

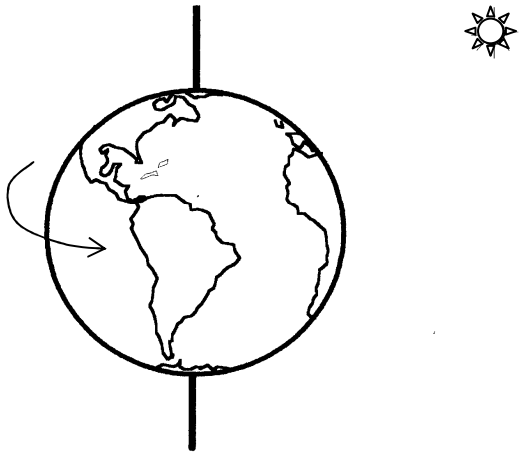


Figura 2b: Modelo para el hemisferio norte

Resulta fácil de entender que si colocamos un listón vertical (gnomon) en el polo, éste será la prolongación del eje terrestre, su sombra girará de manera uniforme y podremos marcar las líneas horarias sobre el suelo ¿cada cuántos grados? 360º/24=15º.
Así, comenzaremos construyendo un reloj solar para el polo, porque sabemos cómo debe estar colocado el gnomon allí, y este será nuestro primer modelo.

Para ello se proporciona a cada alumno-a un cuadrado de madera o cartón pluma de unos 15 o 20 cm de lado, y una varilla redonda de madera.
El cuadrado debería ir colocado en el suelo del polo, y por tanto la varilla se introducirá en el centro una vez taladrado el cuadrado para que quede vertical. Antes de taladrarlo conviene trazar las líneas horarias, que tal como hemos razonado irán separadas por 15º. ¿Cuántas líneas habrá que marcar? Efectivamente las 24, pues en primavera y verano el Sol siempre está por encima del horizonte.

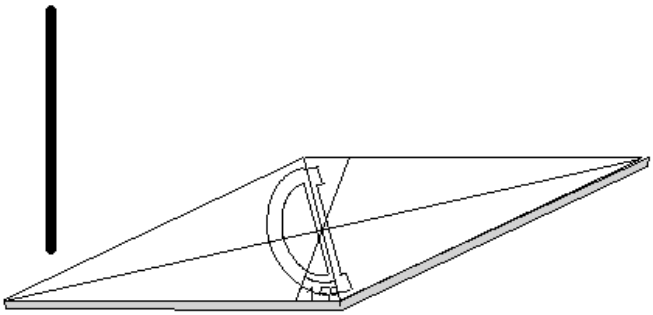


Figura 3: Determinación del punto de inserción del gnomon

Si la pieza de madera está bien escuadrada se sugiere comenzar trazando las dos diagonales, que se tomarán como referencia para colocar el transportador y trazar las demás, y para determinar el centro donde se insertará el gnomon.
Además, aunque para este primer modelo no es necesario, de cara a su modificación posterior hay que comprobar que dos de las líneas quedan perpendiculares a los lados del cuadrado.

En el polo geográfico no deberíamos numerar las horas porque aunque oficialmente la haya, en el mismo polo no hay hora (o son todas las horas a la vez), y si nos movemos un poco la hora dependerá de la dirección en la que lo hayamos hecho. Es interesante que el alumnado reflexione sobre esta circunstancia.

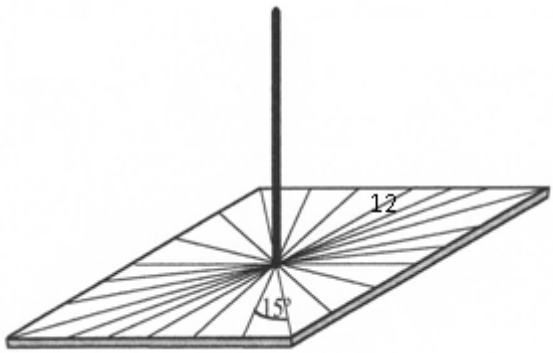


Figura 4: Reloj solar para el polo

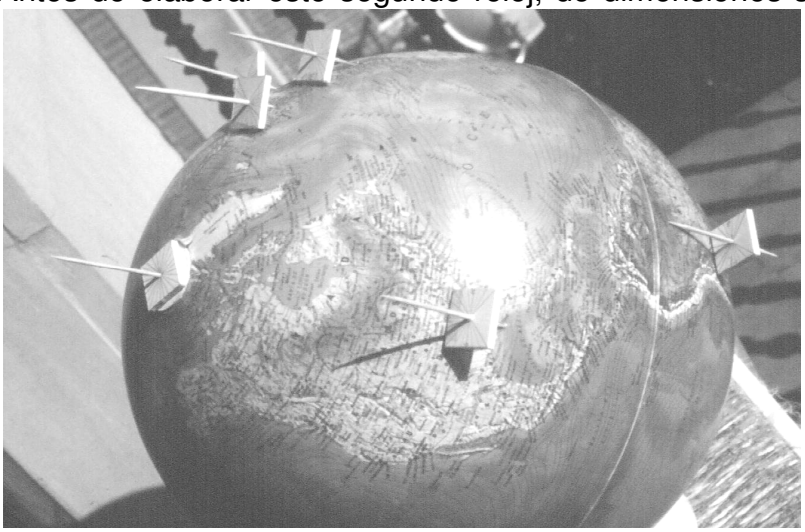
De todas formas como referencia numeraremos las líneas trazadas, marcando las 12 del mediodía (hora solar) en una de las líneas perpendiculares a un lado, para más facilidad en los pasos sucesivos.

Si hemos hecho un reloj para el polo Norte la numeración va aumentando en el sentido de movimiento de las agujas del reloj y si es para el polo Sur en sentido contrario.

**Reloj ecuatorial para cualquier latitud**

Una vez obtenido este primer modelo que sirve para el polo, el siguiente paso es cómo hay que modificarlo para que funcione en otras latitudes.

Antes de elaborar este segundo reloj, de dimensiones similares al primero, se propone utilizar el globo terráqueo y pequeños relojes de cartón para entender mejor el proceso que se seguirá luego.



De esta manera, se construyen varios relojes iguales al anterior pero de pequeño tamaño con cuadrados de cartón de unos 3 cm de lado

Figura 5: Diferentes vistas de los relojes sobre la superficie terrestre

y palillos de dientes. Debido al tamaño no se puede usar el transportador, y las líneas horarias se trazan de manera aproximada; pero si aún así al alumnado le resulta complicada su construcción, se les puede dar ya hechos.

Luego se coloca el globo terráqueo paralelo a la Tierra: Se desmonta el globo de su soporte, se coloca sobre un cilindro de manera que quede nuestra localidad arriba y nuestro meridiano en la dirección Norte-Sur y de esta manera si le da el sol, recibe la misma iluminación que la Tierra real permitiendo simular muchas circunstancias relacionadas con la iluminación solar y las sombras.

El colocar el globo terráqueo de esta manera no es imprescindible, si estuviera nublado no se aprecia la ventaja, pero es muy ilustrativo y motivador al visualizar situaciones reales en diferentes lugares del mundo.

En este globo terráqueo se coloca un pequeño reloj en el polo (si estamos en primavera o verano), y a ser posible con el sol real. Si este reloj lo movemos paralelamente, seguirá funcionando porque el Sol está muy lejos y los rayos de luz llegan paralelos a cualquier lugar de la Tierra. Para apoyarlo en otro lugar del globo terráqueo debemos mover (introducir) la varilla hasta que al colocarlo en el lugar deseado veamos que la varilla es paralela al eje terrestre.
Hacemos esto con varios de los relojes pequeñitos para diferentes latitudes (0, 30, -30, 45, 60,..) y les colocamos en nuestro meridiano, todos con los ejes paralelos entre sí y con el eje de la Tierra, apoyando el extremo de la línea de las 12 en su posición en la superficie del globo terráqueo.

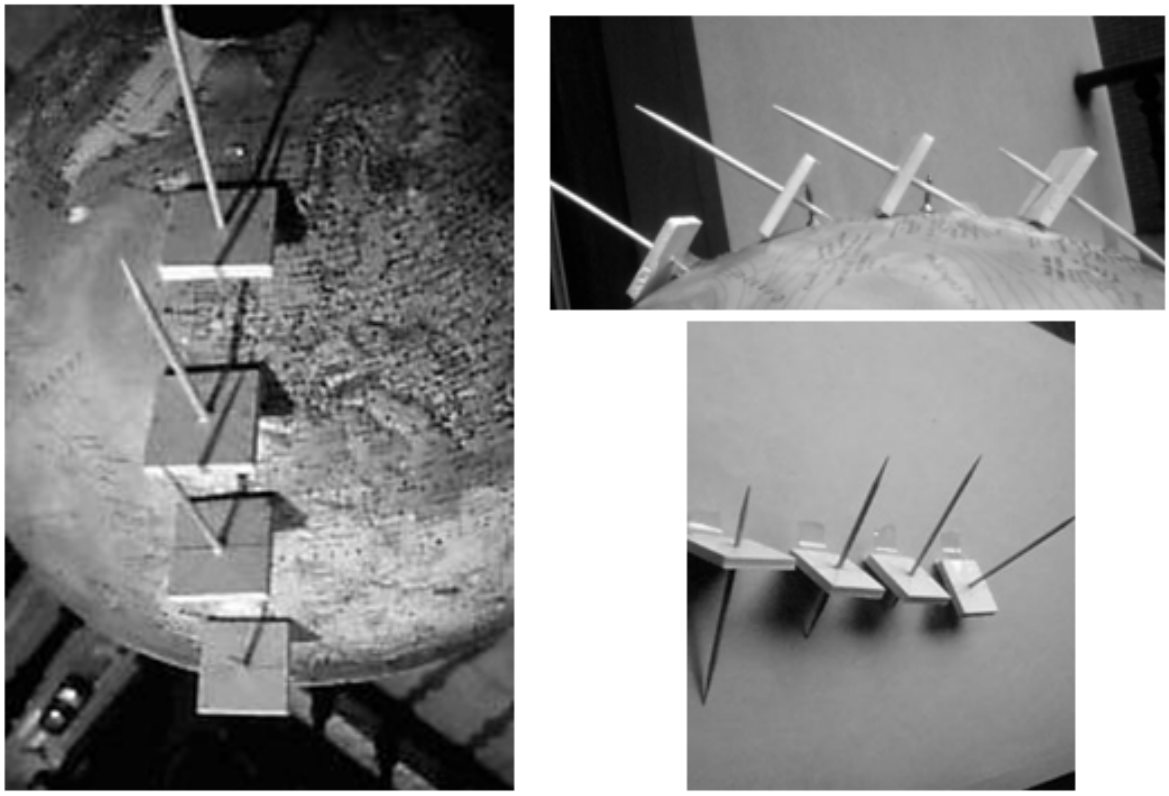


Figura 6: Modificación del reloj según la latitud

A estos relojes se les llama ecuatoriales porque el plano sobre el que se proyecta las sombras es siempre paralelo al ecuador.
Comprobaremos que, tal como es lógico, todos marcan la misma hora. Con ello se visualiza el motivo de que los relojes de sol deben tener el gnomon paralelo al eje de la Tierra, es decir en un plano Norte-Sur.
A continuación se verá que esto significa que su inclinación respecto al suelo horizontal del lugar en que se han colocado es la latitud:

Recogemos los pequeños relojes y les colocamos uno al lado del otro anotando dónde estaban, y comprobamos que la inclinación del gnomon es la latitud del lugar. Aunque esto se puede justificar con el gráfico adjunto, en un primer momento es interesante visualizarlo sin precisión de manera intuitiva.

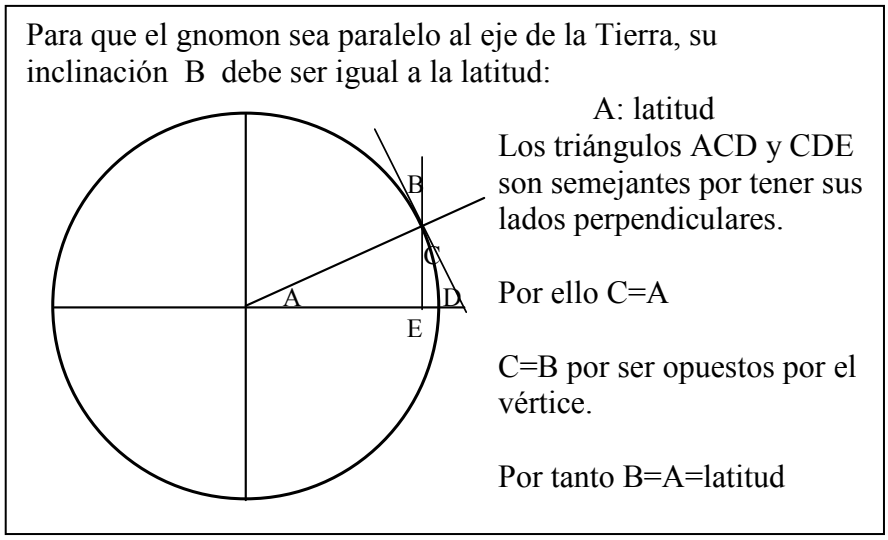



Figura 7: Esquema de la posición del gnomon

En este momento se propone al alumnado construir el segundo modelo. Será un reloj ecuatorial válido para cualquier latitud sin más que ajustar la varilla. Se puede utilizar el modelo anterior perforando totalmente el orificio si no lo está, o mejor (para conservarlo) construir otro igual en el cual la varilla se introducirá más o menos hasta conseguir el ángulo adecuado a la latitud correspondiente; e incluso podemos construir varios que se fijarán según diferentes latitudes.

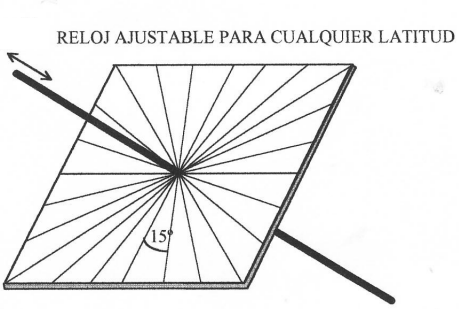
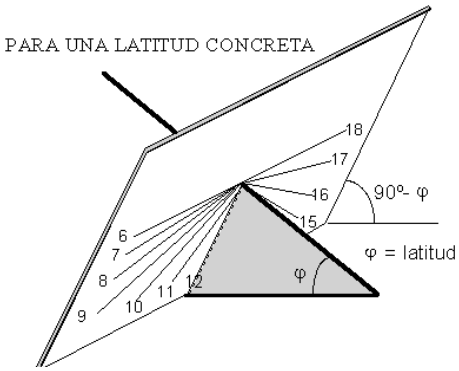



Figura 8: Reloj ecuatorial

## Reloj ecuatorial para nuestra latitud




En el hemisferio Sur la numeración de las líneas horarias es en sentido contrario

Figura 9: Reloj ecuatorial

A partir del reloj anterior fijaremos uno para nuestra latitud. Para ello se recorta un pequeño triángulo rectángulo de cartón (como el triángulo gris de la figura) con un ángulo igual a la latitud y su cateto opuesto igual a la mitad del lado del cuadrado, donde marcamos las horas.
Lo pegaremos a la cara inferior y al gnomon, que se ajustará a la medida del otro cateto.
Si la varilla permanece bien perpendicular al plano (por ejemplo si se hace con madera) no es necesario pegar el triángulo; se dibuja, se mide el cateto, y se ajusta el gnomon.

La línea de las 12 estará siempre apoyada en el suelo, y en dirección Norte respecto a la base del gnomon si estamos en el hemisferio Norte, o en la dirección Sur en caso contrario.
Puede ser ahora el momento de preguntarse si nosotros necesitamos las 24 líneas horarias como en el polo, y qué pasa en otoño e invierno, en que allí no había sol y por tanto funcionaba.
Está claro que no necesitamos las 24 líneas, aunque tampoco molestan, y depende de la latitud el número máximo de horas en que el Sol está por encima del horizonte (en latitudes menores de 45º son suficientes desde las 4h. hasta las 20h.)
En otoño e invierno en el polo el sol estaba por debajo del horizonte, es decir, del plano del reloj. Por ello habrá que marcar líneas horarias también en la cara inferior porque en nuestra latitud sí hay sol en invierno. Estas líneas lógicamente se tienen que corresponder con las que tienen encima; en la cara superior en el sentido de avance de las agujas del reloj y en la inferior en sentido contrario si estamos en el hemisferio Norte, o al revés en el hemisferio Sur.
En la cara superior serán necesarias más de 12 horas, pero en la inferior no.

A modo de prueba del funcionamiento es interesante el colocar varios relojes ecuatoriales de los pequeñitos en distintos lugares del globo terráqueo paralelo (en nuestra misma latitud o en otra distinta, pero cambiando la longitud geográfica), y observar con el Sol real la hora actual en

Figura 10: Detalle de los relojes

cada lugar, comprobando la diferencia horaria, teniendo en cuenta que lo que estamos viendo es la hora solar, a la que se refiere en toda esta actividad, y nunca a la hora oficial.

## BIBLIOGRAFÍA


- Soler, R., *Diseño y construcción de relojes de sol*. Colegio de Ingenieros de Caminos. Madrid 1997

- Pavanello G.C. y Trinchero A., *Relojes de sol*. Edit. De Vecchi. Barcelona 1998