

Tercer Encuentro de Jóvenes Astrónomos

Actividad Grupal

Construcción de un Reloj Solar Analemático

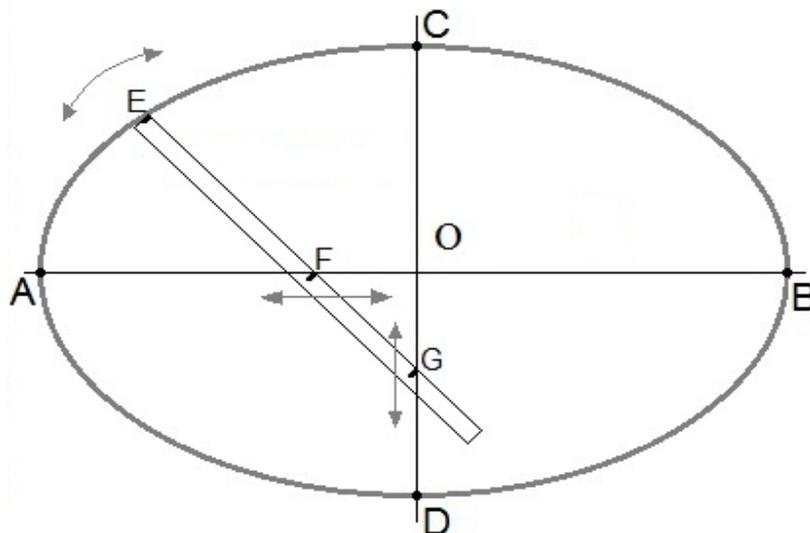
Pasos para construir un Reloj Solar Analemático:

- 1) Trazar una línea CD en dirección Norte-Sur, que coincida con la meridiana del lugar, **ubicando el punto C hacia el Sur**. Trazar otra línea AB, perpendicular a la primera, en dirección Este-Oeste, que cruce a la línea CD en un “punto central” O.
- 2) Sobre la línea AB se dispondrá el eje mayor de la elipse, tomando la distancia OB como semieje mayor **M**, al que asignaremos un valor de 1. Esto nos permitirá luego escalar el tamaño del reloj analemático a las dimensiones deseadas de manera simple.
- 3) El semieje menor **m** de la elipse será OC, y tendrá un valor definido por:

$$m = M \times \text{sen } \varphi$$

*Nota: el **Apéndice 1** de contiene las tablas con los valores para esta actividad.*

- 4) Se puede utilizar el siguiente método para dibujar el contorno de la elipse.
 1. Tomar una varilla recta de madera cuya longitud sea mayor que M
 2. Hacer una marca bien visible con fibra o lápiz en uno de los extremos de la varilla y rotular dicha marca con la letra E.
 3. Hacer una segunda marca en la varilla, a una distancia igual a m medida desde el extremo donde se encuentra el punto E, y rotular esta segunda marca con la letra F.
 4. Hacer una tercera marca en la varilla, a una distancia igual a M medida desde el extremo donde se encuentra el punto E, y rotular esta tercera marca con la letra G.
 5. Tomar la varilla y colocarla sobre el eje mayor AB, de modo que la marca G coincida con el centro O, y hacer una marca en la placa en donde se encuentra la marca E..
 6. Mover la varilla desplazando la marca G un poco hacia abajo de modo que coincida con el eje CD, y cuidando de que la marca F se desplace sobre el eje AB. Marcar la placa en donde se encuentra la marca E.
 7. Si repetimos el paso 7 cuidando que la marca G se desplace siempre por el eje CD hacia abajo y hacia arriba, y la marca F se desplace siempre por el eje AB hacia la derecha y hacia la izquierda, podremos dibujar una elipse si para cada movimiento de la varilla marcamos la placa donde se encuentra la marca E.



- 5) Marcar los puntos horarios. Cada punto horario está definido por un par de coordenadas; una según el eje AB (X) y otra sobre el eje CD (Y). Estas coordenadas se calculan usando el ángulo horario de la hora a representar. El ángulo horario, a su vez, es la cantidad de horas que faltan hasta, o que pasaron desde el mediodía, multiplicado por 15° . Por ejemplo el ángulo horario para las 10 de la mañana es 30° . La coordenada X del punto horario se calcula como

$$X = \text{sen}(t)$$

Donde:

t =ángulo horario respecto del medio día
(por ejemplo 15° para las 11 y la 1, 30° para las 10 y las 2, etc.)

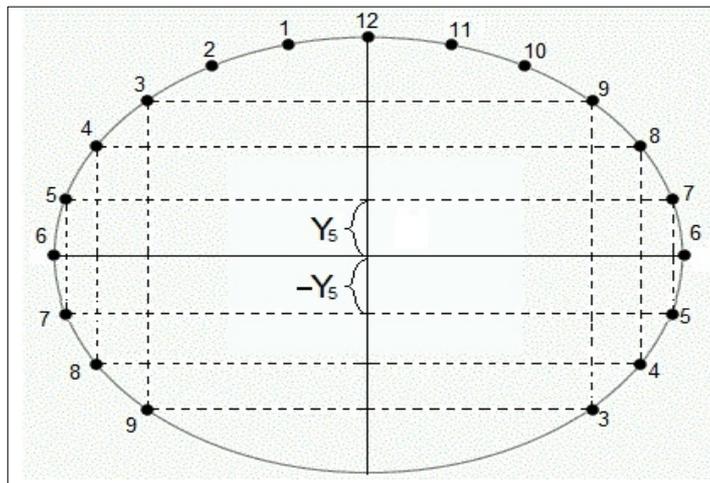
Los valores de X son **positivos** hacia el Este y **negativos** hacia el Oeste.

La coordenada Y del punto horario se calcula como:

$$Y = \text{sen}(\varphi) \times \cos(t)$$

Los valores de Y son **positivos** hacia el Norte y **negativos** hacia el Sur.

- 6) Utilizar las coordenadas (X,Y) para ubicar los puntos horarios sobre la elipse.
- 7) Teniendo en cuenta que la elipse es simétrica, podemos agregar puntos horarios anteriores a las 6AM y posteriores a las 6PM, simplemente asignándoles las mismas coordenadas (X,Y) que los puntos horarios inmediatamente anteriores a las 6PM (4PM, 5PM) e inmediatamente posteriores a las 6AM (7AM, 8AM), sólo que cambiando el signo de la coordenada Y, ya que estos puntos horarios estarán por debajo del eje mayor, que corresponde al 0 de coordenadas según Y.



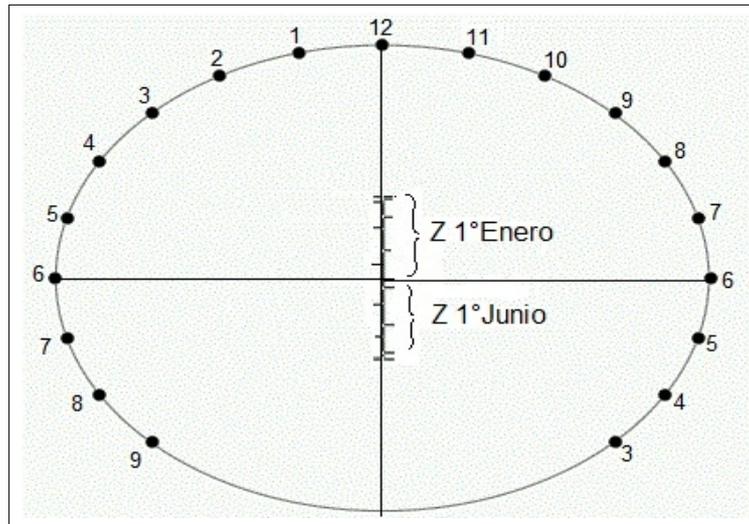
- 8) Una vez que se tienen ubicados los puntos horarios se necesita ubicar la grilla de fechas en el centro de la elipse. Para diseñar la grilla, se utiliza el valor Z que se calcula de la siguiente forma:

$$Z = (tg \delta \times \cos \varphi)$$

Donde:

δ es la declinación del Sol para la fecha en cuestión.

Los valores de Z son **positivos** hacia el Norte y **negativos** hacia el Sur.



La varilla vertical, en este caso la persona, estará ubicada sobre la línea Norte-Sur, a la distancia Z del centro O de la elipse, correspondiente a la fecha en curso. La sombra proyectada por la persona desde ese lugar indicará la hora sobre la línea de puntos horarios.

Medidas del Reloj Solar Analemático

En la página siguiente aparecen los valores de los semiejes, puntos horarios y grilla de meses para un reloj analemático diseñado para la latitud del Parque Alejandro Martija.

Este diseño está basado en un valor del semieje mayor $M=1$. Esto permite escalar el tamaño del reloj analemático a las dimensiones deseadas, simplemente asignando un nuevo valor al semieje mayor M y multiplicando luego todos los valores en las tablas, por el nuevo valor de M.

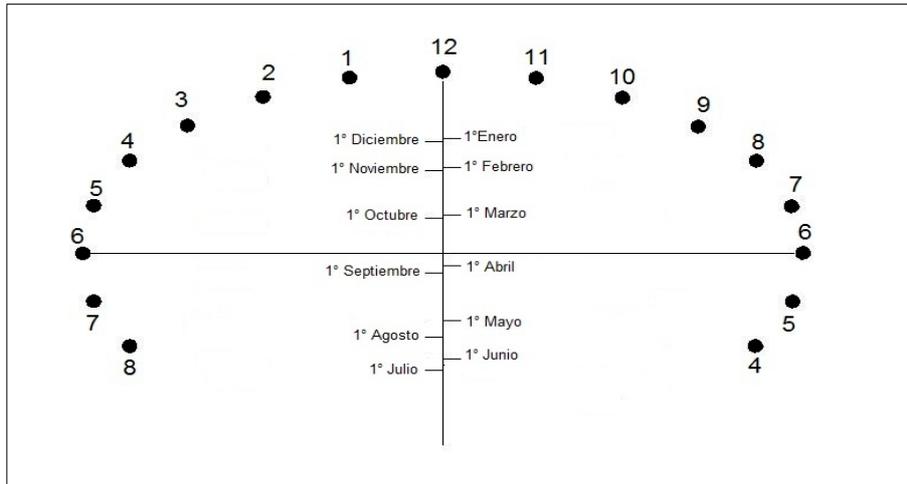
Por ejemplo, si quisiéramos construir un reloj solar analemático que tenga un semieje mayor de 30 cm, deberemos multiplicar cada uno de los valores en las tablas de la página siguiente por 30 cm. De esta forma obtendremos los nuevos valores que nos permitirán construir nuestro reloj analemático en el tamaño deseado.

Tarea a desarrollar

Diseñar y construir un reloj solar analemático del tamaño que se desee completando, en las tablas de la página siguiente, los valores de M' , m' , X' , Y' y Z' , y siguiendo los pasos 1 al 8 detallados más arriba. Una vez terminado, verificar su correcto funcionamiento a lo largo del día.

Apéndice 1: Valores para el Parque Alejandro Martija

Latitud=-34.836535°		Longitud=-60.101035°			
M	1	m	0,57		
M'		m'			
Puntos Horarios					
Hora	Angulo Horario	X	X' (calcular)	Y	Y' (calcular)
06:00 AM	-90°	-1		0	
07:00 AM	-75°	-0,97		-0,15	
08:00:00	-60°	-0,87		-0,29	
09:00 AM	-45°	-0,71		-0,4	
10:00 AM	-30°	-0,5		-0,49	
11:00 AM	-15°	-0,26		-0,55	
12:00 PM	0°	0		-0,57	
01:00 PM	15°	0,26		-0,55	
02:00 PM	30°	0,5		-0,49	
03:00 PM	45°	0,71		-0,4	
04:00 PM	60°	0,87		-0,29	
05:00 PM	75°	0,97		-0,15	
06:00 PM	90°	1		0	
Grilla de Meses					
Fecha	Z	Z' (calcular)			
1° Enero	-0,36				
1° Febrero	-0,26				
1° Marzo	-0,11				
1° Abril	0,06				
1° Mayo	0,22				
1° Junio	0,33				
21 Junio	0,36				
1° Julio	0,35				
1° Agosto	0,27				
1° Septiembre	0,12				
1° Octubre	-0,04				
1° Noviembre	-0,21				
1° Diciembre	-0,33				
21 Diciembre	-0,36				



Dependiendo del tamaño resultante, la construcción puede realizarse utilizando materiales como cartulina o cartón, con escarbadiques o lápices como varillas verticales, o bien es posible construirlo directamente sobre el suelo, haciendo que las personas que lo visitan hagan las veces de varillas verticales, proyectando directamente su sombra sobre los puntos horarios.

Para esta última opción podremos trazar los ejes de la elipse directamente en el suelo con una tiza si hubiese piso de cemento disponible, o con una azada directamente sobre la tierra o césped. Utilizar piedras para indicar los puntos horarios y la grilla de meses, o bien hojas de papel para impresora con fechas y números escritos a mano o impresos.