

### Construye tu propia maqueta

**Paso 1:** Cortar un trozo de policarbonato de 100 cm x 50 cm. El policarbonato es un material flexible que nos servirá para curvar la superficie de Egipto.

**Paso 2:** Dibujar, a escala, el mapa de Egipto donde aparezcan las dos ciudades de Alejandría y Asuán.

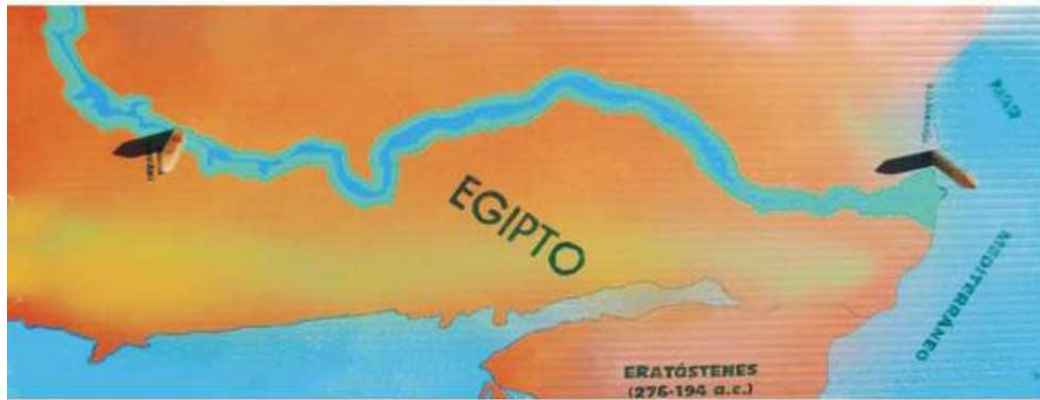
**Paso 3:** Fabricar dos obeliscos de madera de 12x2x2 cm. y situarlos sobre ambas ciudades.

**Paso 4:** Colocar dos cáncamos sobre los extremos del policarbonato.

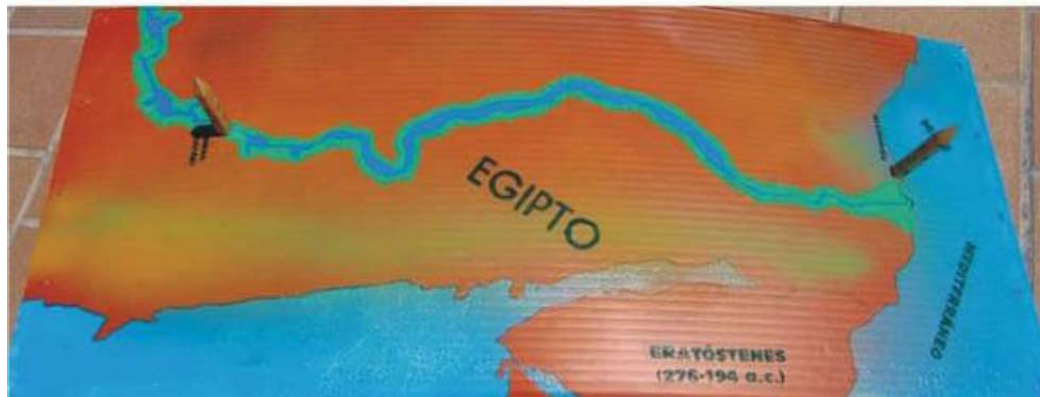
**Paso 5:** Colocar un alambre de cáncamo a cáncamo para poder curvar el policarbonato.

**Paso 6:** Explicación de la maqueta.

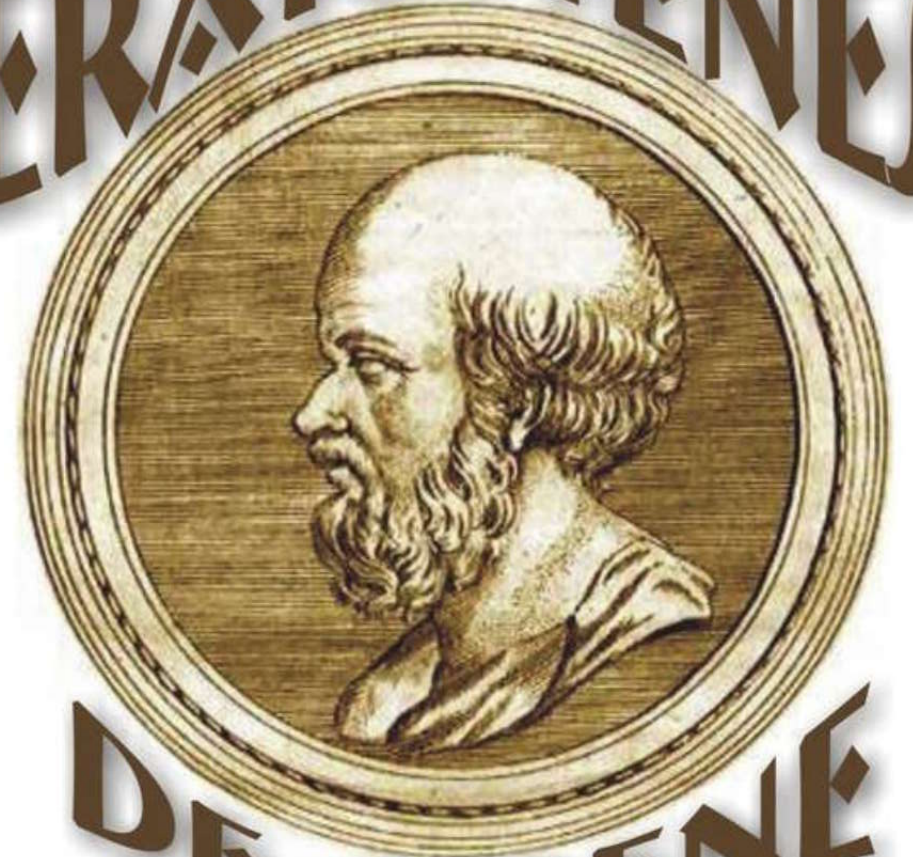
- Con el policarbonato horizontal los obeliscos muestran la misma sombra.



- Con el policarbonato curvado uno de los obeliscos no proyecta ninguna sombra.

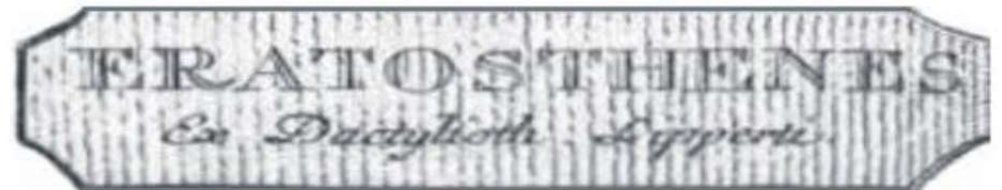


# ERATÓSTENES



# DE CIRENÉ

Taller de Astronomía  
I.E.S. FEDERICO GARCÍA LORCA



11 Feria "Vive la Ciencia"

# Medición de la circunferencia de La Tierra

## Eratóstenes de Cirene (273-194 a.C.)

La longitud del meridiano que pasa por los polos terrestres es de 39.942 km. La mejor medida del meridiano en la antigüedad data del año 235 a.C. y la llevó a cabo Eratóstenes, uno de los directores más ilustres de la Biblioteca de Alejandría. Eratóstenes era de Cirene (Shahhat en la actualidad, en Libia). Nació en el año 273 a.C. en una rica familia, gracias a lo cual pudo tener una educación exquisita en Atenas. Amigo y admirador de Arquímedes fue el tercer director de la Biblioteca de Alejandría, cargo que ocupó más de 40 años. Esta Biblioteca era el mayor centro científico y cultural del mundo con casi 800.000 pergaminos (equivalentes a unos 100.000 libros).

## Medición de la circunferencia terrestre

Eratóstenes tenía noticia de un hecho que cada año se producía en una ciudad de Egipto llamada Siena (hoy Asuán). Sucedió que cierto día del año, al mediodía, los obeliscos no producían ninguna sombra. El agua de los pozos reflejaba como un espejo la luz del Sol. Hoy sabemos que esto es debido a que Asuán se encuentra en el Trópico de Cáncer y ese día marca el solsticio de verano (este hecho era festivo y muy celebrado por los lugareños).

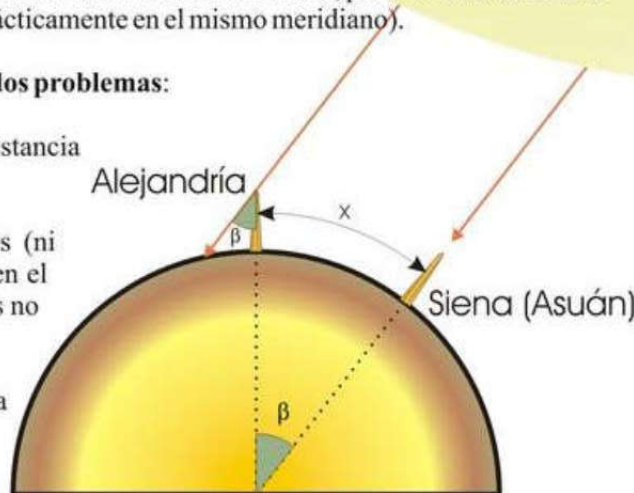
Sin embargo, Eratóstenes observó que en Alejandría ese mismo día los obeliscos sí producían sombra. Eso sólo es posible si La Tierra era redonda, pues el Sol está tan lejos como para considerar que sus rayos inciden paralelamente sobre La Tierra.

Eratóstenes pensó que midiendo la sombra de un obelisco en Alejandría, el mismo día y a la misma hora en que en Siena no proyectaba ninguna sombra, y sabiendo la distancia entre Alejandría y Siena, podría calcularse la circunferencia terrestre, pues da la casualidad de que Siena está al Sur de Alejandría (prácticamente en el mismo meridiano).

Sin embargo, se enfrentaba a dos problemas:

- 1.- ¿Cómo diablos iba a averiguar la distancia exacta entre Siena y Alejandría?
- 2.- Si en esa época no había relojes (ni teléfono), ¿cómo mediría la sombra en el preciso momento en que los obeliscos no producían ninguna sombra en Siena?

¿Se te ocurre alguna idea para ayudar a nuestro pobre Eratóstenes?



## Paso 1: Distancia entre Siena y Alejandría

Eratóstenes ordenó (y pagó de su propio bolsillo) a los jefes de caravanas que midieran la distancia entre las dos ciudades. Para ello debían poner esclavos a contar las vueltas de rueda que daban los carros, a extender largas cuerdas a lo largo del camino, a contar pasos, etc. La dificultad radica en que estamos hablando de dos localidades separadas por más de 700 km.

Le salió una media de 5.000 estadios. Cada estadio equivalía a 157'5 metros, por lo que la distancia entre las ciudades la estimó en 787'5 km.

## Paso 2: Medición de la sombra

Llegado el día, midió la sombra de un palo que de forma perfectamente vertical había colocado en los jardines de la biblioteca. ¿Cómo saber en qué momento medir la sombra? La respuesta es fácil, sobre el mediodía (cuando el sol está en su punto más alto) se mide la sombra varias veces. La menor sombra corresponderá al momento en que el Sol está en el punto más alto.

## Cálculo matemático

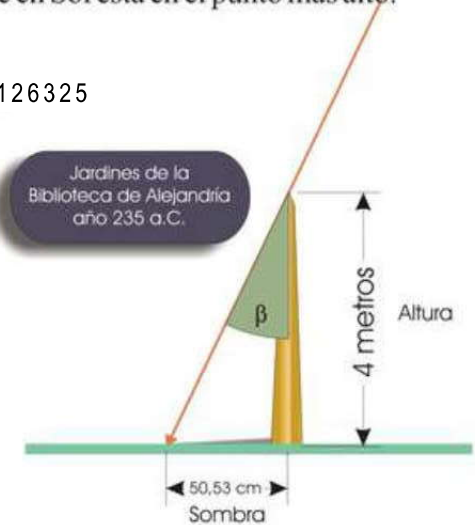
$$\text{tg } \beta = \text{sombra/altura} = 0,5053 / 4 = 0,126325$$

$$\beta = \text{arctg } 0,126325 = 7,2^\circ$$

Al dividir la sombra entre la altura del palo, obtuvo un ángulo de 7,2°. Después al multiplicar 787'5 km. x 360° y dividir el resultado entre 7,2°, calculó que la circunferencia terrestre medía 39.375 km.

¡Qué maravilla! Si la medida real es de 39.942 km, sólo se equivocó en 567 km.

¡Qué resultado tan increíble!, teniendo en cuenta la tecnología con la que trabajó para medir distancias y ángulos.



## Errores cometidos

Los errores de Eratóstenes fueron muy sutiles y casi inevitables:

**Error 1.-** La distancia entre Asuán y Alejandría es de 729 km. (4.628 estadios); no de 787'5 km.

**Error 2.-** Las dos ciudades no están en el mismo meridiano, sino que difieren en unos 3° de longitud.

**Error 3.-** La medida exacta del ángulo de la sombra en Alejandría es: 7,08° (no 7,20°).

Cometió estas inexactitudes que a lo mejor hasta se compensaron, pero sin duda la labor de medición y el resultado obtenido hace más de 2.240 años fue impresionante.

¿No te parece?