

## MEDICION DEL RADIO DE LA TIERRA

MARÍA AGRIPINA SANZ GARCÍA  
I. B. GINER DE LOS RÍOS  
SEGOVIA

A propuesta del Seminario de Matemáticas del I. B. "Francisco de los Ríos", de Fernán Núñez (Córdoba), nos animamos a colaborar en la determinación del radio de la Tierra.

Seguimos puntualmente el método descrito en el artículo "Determinación del radio de la Tierra por el método de Eratóstenes", de José M<sup>o</sup> Vaquero Guerri, publicado en el n<sup>o</sup> 6 de la Nueva Revista de Enseñanzas Medias (verano 84), y consultamos "El mundo de las Matemáticas", de James R. Newman y "Nuevos divertimentos matemáticos", de M. Mataix.

Explicamos a los alumnos de 2<sup>o</sup> B.U.P. el método, que es de una sencillez extraordinaria, y se basa en lo siguiente:

1<sup>o</sup>) En Asuán -que entonces se llamaba Syena-, situada en la orilla del río Nilo, a mediodía, en un día a mitad del verano, una varilla vertical no daba sombra alguna.

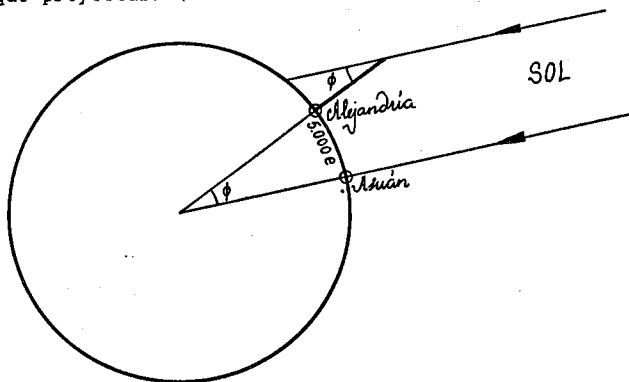
2<sup>o</sup>) Asuán está a unos 5.000 estadios de Alejandría. (Un estadio era aproximadamente, la octava parte de una milla marina, unos 160 m.).

3<sup>o</sup>) Asuán está justamente al sur de Alejandría. Como, debido a la enorme distancia, podemos considerar que los rayos solares inciden paralelamente sobre la Tierra, el ángulo  $\phi$  que forma el rayo del Sol con la varilla vertical en Alejandría, es igual al que forma la vertical de Alejandría con el radio de la Tierra que pasa por Asuán.

Se establece la siguiente proporción:

$$\frac{\phi}{4 \text{ ángulos rectos}} = \frac{5.000}{\text{circunferencia de la Tierra}}$$

Por lo tanto, solamente necesitaba hallar el ángulo, lo que era muy fácil conociendo la altura de la varilla de Alejandría y midiendo la sombra que proyectaba (cuando la sombra de la de Asuán era nula).



Los rayos del Sol caen perpendicularmente en Asuán, y en Alejandría forman un ángulo  $\phi = 7^\circ 30'$ .

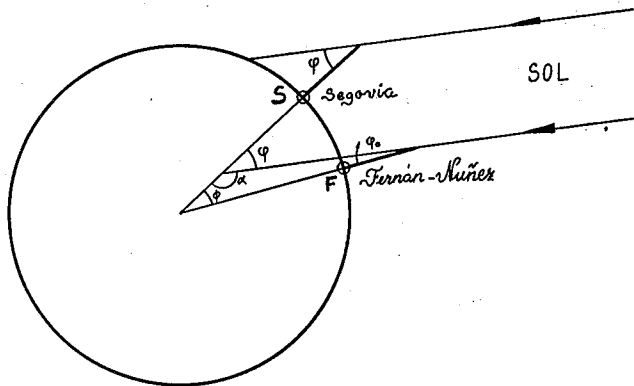
Así Eratóstenes pudo establecer la proporción:

$$\frac{7^\circ 30'}{360^\circ} = \frac{5.000 \text{ estadios}}{X \text{ longitud circunferencia de la Tierra}}$$

Obtuvo  $X = 250.000$  estadios = 38.400 Kms., siendo el valor admitido actualmente de 40.030 Kms.

Una vez conocido el método, lo adaptamos a nuestra situación concreta:

Si las dos poblaciones, Segovia y Fernán Núñez, estuvieran situadas en el mismo meridiano, el procedimiento sería el siguiente:



Como  $\alpha = 180^\circ - \varphi$ , entonces  $\phi = 180^\circ - (\alpha + \varphi_0) = \varphi - \varphi_0$ , o sea, el ángulo central,  $\phi$ , es la diferencia de los ángulos que forman los rayos solares con la vertical, en ambas poblaciones, a las 12 horas solares.

Como  $SF = \phi \cdot R$  (en radianes), el radio de la Tierra es  $R = \frac{SF}{\phi} = \frac{363}{\varphi - \varphi_0}$

Dado que Segovia y Fernán-Núñez, no están en el mismo meridiano (hay  $8^\circ$  de diferencia), tenemos que medir la longitud de la sombra en el mismo momento:

Cuando los rayos del Sol son paralelos al plano que determinan ambas poblaciones y el centro de la Tierra: 13 h. 35 m.

Llegado el día previsto, 6 de marzo de 1987, estando en contacto telefónico ambos centros, procedimos a medir las longitudes de las sombras respectivas.

Sacamos al patio varias mesas, que se nivelaron; adaptamos las varillas soportes, de las que colgaba una plomada, y en la parte superior del hilo, se hizo un nudo, cuya sombra se proyectaba en las cartulinas fijadas en la mesa. Los alumnos fueron marcando cada dos minutos las sucesivas sombras, anotando al lado la hora exacta de cada marca, desde las 13 h. hasta las 14 h.

En Segovia, las 12 h. solares, el 6 de marzo, eran las 13 h. 27 m. hora oficial. En ese momento, una varilla vertical sobre el punto que determina Segovia en un mapa de España, proyecta su sombra hacia el Norte. Observando cuándo la sombra coincidía con la línea Segovia-Fernán Núñez, trazada en el mapa, encontramos el momento preciso en que el Sol estaba en el plano que determinan ambas poblaciones y el centro de la Tierra: 13 h. 35 m.

Tomando en ese momento la longitud de la sombra sobre la cartulina,  $l$ , y la distancia del nudo de la cuerda a la mesa,  $h$ , tenemos:

$$\operatorname{tag} \varphi = \frac{l}{h}$$

El valor medio de  $\varphi$ , para los seis equipos participantes fue  $\varphi = 47'4251''$ .

El valor medio del ángulo  $\varphi_0$ , determinado de la misma manera en Fernán Núñez fue  $\varphi_0 = 44'1293''$ .

$$\text{Sustituyendo en } R = \frac{363 \cdot 360}{(\varphi - \varphi_0) 2\pi} \text{ resulta } R = 6.310'55 \text{ Kms.}$$

Si se tiene en cuenta el valor conocido del radio de la Tierra, 6.370 Kms., se observa que el error cometido es de 60 Kms.

El interés suscitado entre los alumnos y la colaboración entre distintos centros, justifican la realización de esta sencilla y bonita experiencia.