

# ¿Qué hay que hacer?

## Introducción

Este documento pretende orientar a Profesores y Estudiantes participantes en el Proyecto Eratóstenes respecto a lo que se tiene que realizar para lograr determinar el radio de la Tierra.

Las orientaciones están en orden cronológico. Los temas abordados son:

- Instalación de una varilla (o gnomon) en forma perpendicular al suelo horizontal, plano y nivelado.
- Ensayo General de todo el procedimiento.
- Medición oficial.
- Fichas para acumular datos.

## 8 de octubre

El profesor o profesora solicitará a sus alumnos que ideen un proyecto para solucionar el siguiente problema.

“Se desea instalar una varilla, de no más de una pulgada de diámetro y de aproximadamente un metro de longitud, en una superficie plana y horizontal. Esa varilla debe quedar perpendicular a la superficie, expuesta a la luz solar en el periodo comprendido entre las 12:00 y 14:00 horas.”

La propuesta debe considerar el uso de materiales del menor costo posible y de acceso expedito a cualquier persona, en cualquier lugar del país.

Se considerará un premio especial a la mejor propuesta que se envíe a más tardar el día 11 de octubre. Debe enviarse a la dirección electrónica [radiodelatierra@gmail.com](mailto:radiodelatierra@gmail.com).

Las mejores propuestas serán publicadas en la web del proyecto.

**Nota:** La varilla puede tener cualquier longitud, la mencionada en el problema es solo una sugerencia.

## 22 de octubre

Este día se realizará un Ensayo General. Pasando por todas las fases del proyecto.

El ensayo debe hacerse entre las 12:00 hrs y 14:00 hrs del día 22 de octubre, en ese intervalo es probable que ocurra el mediodía solar.

Los pasos que se seguirán son los mismos que se seguirán durante la toma de datos en la semana del 3 al 7 de noviembre, como se detallan más adelante.

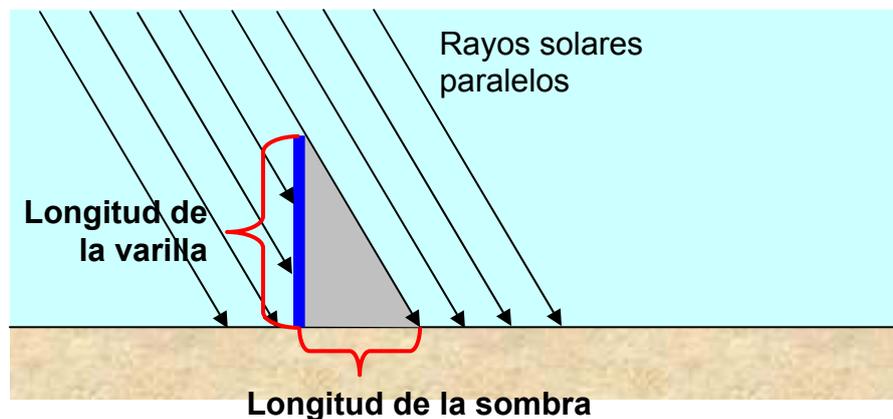
Nota: Se sugiere que los participantes estén atentos a las condiciones climáticas. Si se presume que pueda estar nublado el día 22 de octubre, es

conveniente que hagan el proceso de medición de sombras, en el periodo de tiempo señalado, durante días previos. De tal forma que si el 22 de octubre efectivamente no pueden medir sombras, envíen los datos obtenidos algún día anterior. En el ensayo lo más importante es comprender a la cabalidad el proceso que se realizará.

### 3 al 7 de noviembre

Para el experimento basta la medición de la sombra, que proyecta la varilla, en un solo día, pero es probable que si se fija un único día, ese día en algún lugar no ofrezca las condiciones necesarias de luz solar directa. Entonces, para prevenir se pide medir la sombra durante varios días.

En el mes de noviembre, al medio día solar de cada día del 3 al 7 de noviembre, los grupos participantes medirán la sombra proyectada en el suelo por una varilla de cierta longitud puesta en posición vertical en un lugar plano y horizontal.

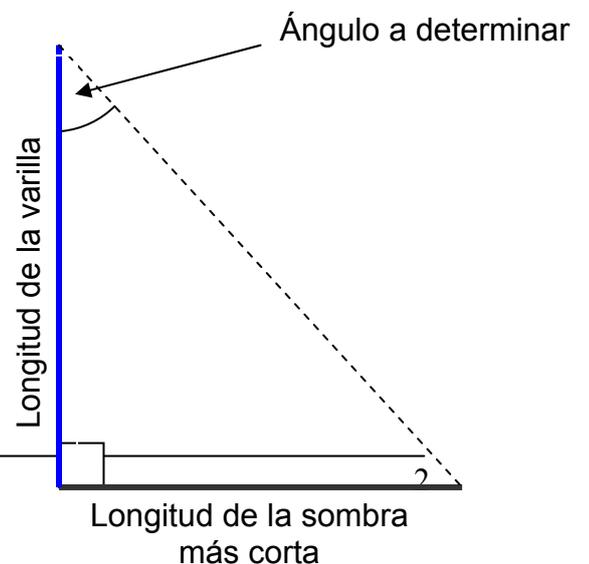


Los días en que se medirá la sombra que proyecta la varilla, o estaca, a las 11:30 horas de la mañana, los grupos colocarán el dispositivo con la varilla y cuidarán que quede vertical, para ello se plantearán algunas sugerencias.

Luego, aproximadamente entre las 12:00 y las 14:00, cada 5 minutos hay que medir la sombra ya señalada. Para ello puede imprimir la Tabla 1 que se encuentra al final de este documento y ocuparla para registrar las mediciones que hacen. Imprima una tabla por cada día en que se hará observaciones.

Se sugiere que en cada medición realizada se deje una marca en el suelo donde se está produciendo la sombra.

**Nota:** Las mediciones que se hará en relación a la varilla, tanto su longitud sobre la superficie plana y horizontal y la longitud de la sombra que proyecta, deben hacerse con la mayor precisión posible. **De estas mediciones depende el éxito del proyecto.**



De todas las mediciones de longitud de sombra que efectúen, escojan la de menor longitud y, con este dato (\*) además de la longitud de la varilla, procedan a determinar el ángulo que se indica en la figura siguiente. Para determinar el ángulo que se solicita, lean atentamente los documentos sobre el tema, en la sección “Documentos y Actividades”.

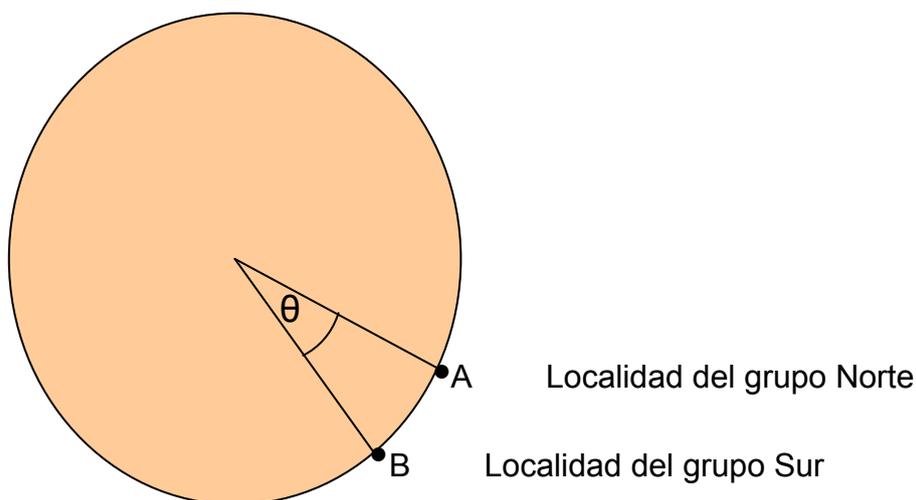
(\*) Como se medirá la sombra en varios días, las parejas de colegios al interior de cada equipo, escogerán la sombra más corta que han medido, pero **que sean del mismo día**. Para esto es indispensable la comunicación entre los colegios de cada equipo.

Para que la varilla y la sombra, en el suelo, sean perfectamente perpendiculares (es indispensable que esto ocurra así) hay que poner especial cuidado en las indicaciones dadas: el lugar donde se ubique la varilla debe ser plano y horizontal (bien nivelado).

Una vez que tienen el ángulo, hay que expresarlo en “radianes”. Procedan de acuerdo a lo indicado en el documento sobre ángulos, que estará disponible en la sección “Documentos y Actividades”.

**Nota:** Por razones de claridad de la información, el grupo que geográficamente está más al Norte, en cada pareja de cada equipo, llamará  $\alpha$  al ángulo, y el grupo que esté más al Sur, le llamará  $\beta$ .

Ahora que el ángulo está en radianes, se deben poner en contacto con la otra pareja con que forman equipo.



Al ponerse en contacto infórmenle de lo siguiente:

- medida más corta de la sombra y hora en que ocurrió, del día que acordaron
- ángulo calculado, en radianes

El grupo que recibe esa información, en primer término revisará el cálculo del ángulo realizado por el grupo con que hacen pareja.

Si ambos grupos están de acuerdo con los respectivos cálculos, completarán la Tabla 2 que está al final de este documento.

**Nota:** los grupos que forman parte de más de un equipo deben poner especial cuidado de enviar la información a todos los grupos con que hacen pareja.

Cuando en cada equipo ya se ha compartido la información, lo que sigue es determinar el ángulo,  $\theta$ , que está formado en la intersección de las líneas que unen a cada localidad, donde se hicieron las mediciones, en el centro de la Tierra. Esto está propuesto en el documento “Fundamento Conceptual”, que está en la web del proyecto.

Ahora que tienen el ángulo necesario, se puede proceder a calcular el **Radio de la Tierra**. Para ello proceda de acuerdo a lo propuesto en el documento “Fundamento Conceptual”.

**Nota:** La información de la distancia del arco que une a las localidades A y B, son informadas al momento que la Comisión Organizadora determinó las parejas que forman los equipos. Los equipos deben estar atentos a las informaciones por si hay que realizar algún ajuste.

Cada grupo, en cada equipo, debe determinar el radio de la Tierra con la información de ambas localidades.

Nuevamente compartan la información y luego que estén de acuerdo envíen a la Comisión Organizadora los datos que se solicitan en el formulario que se encontrará en la sección “Ingreso de Datos”.

Una vez que se ha reunido toda la información se publicará, en la web del proyecto, los resultados finales de todos los equipos participantes.

## Tabla 1

**Tabla de registro de mediciones de la longitud de la sombra**

|                        |              |
|------------------------|--------------|
| Día                    | de Noviembre |
| Establecimiento        |              |
| Profesor Asesor        |              |
| Equipo Número          |              |
| Longitud de la varilla |              |

| Número de la medición | Hora  | Longitud de la sombra en centímetros |
|-----------------------|-------|--------------------------------------|
| 1                     | 12:00 |                                      |
| 2                     | 12:05 |                                      |
| 3                     | 12:10 |                                      |
| 4                     | 12:15 |                                      |
| 5                     | 12:20 |                                      |
| 6                     | 12:25 |                                      |
| 7                     | 12:30 |                                      |
| 8                     | 12:35 |                                      |
| 9                     | 12:40 |                                      |
| 10                    | 12:45 |                                      |
| 11                    | 12:50 |                                      |
| 12                    | 12:55 |                                      |
| 13                    | 13:00 |                                      |
| 14                    | 13:05 |                                      |
| 15                    | 13:10 |                                      |
| 16                    | 13:15 |                                      |
| 17                    | 13:20 |                                      |
| 18                    | 13:25 |                                      |
| 19                    | 13:30 |                                      |
| 20                    | 13:35 |                                      |
| 21                    | 13:40 |                                      |
| 22                    | 13:45 |                                      |
| 23                    | 13:50 |                                      |
| 24                    | 13:55 |                                      |
| 25                    | 14:00 |                                      |

Nota: Si algún grupo desea extender el horario de mediciones, puede modificar esta tabla adaptándola a sus necesidades.

## Tabla 2

**Tabla de registro de mediciones de la longitud de la sombra**

|                 |              |  |         |  |          |  |
|-----------------|--------------|--|---------|--|----------|--|
| Día             | de Noviembre |  |         |  |          |  |
| Establecimiento |              |  |         |  |          |  |
| Profesor Asesor |              |  |         |  |          |  |
| Estudiantes     |              |  |         |  |          |  |
| 1               |              |  |         |  |          |  |
| 2               |              |  |         |  |          |  |
| 3               |              |  |         |  |          |  |
| 4               |              |  |         |  |          |  |
| 5               |              |  |         |  |          |  |
| 6               |              |  |         |  |          |  |
| 7               |              |  |         |  |          |  |
| 8               |              |  |         |  |          |  |
| 9               |              |  |         |  |          |  |
| 10              |              |  |         |  |          |  |
| Comuna          |              |  |         |  |          |  |
| Región          |              |  |         |  |          |  |
| Latitud         | Grados       |  | Minutos |  | Segundos |  |
| Meridiano       | Grados       |  | Minutos |  | Segundos |  |

|   |  |
|---|--|
| Nombre Colegio con que hacen pareja               |  |
| Distancia entre ambas localidades (en kilómetros) |  |

|  | Grupo Norte |  | Grupo Sur |  |
|--|-------------|--|-----------|--|
| Longitud sombra más corta (en centímetros) |             |  |           |  |
| Ángulo determinado (en radianes)           | $\alpha$    |  | $\beta$   |  |