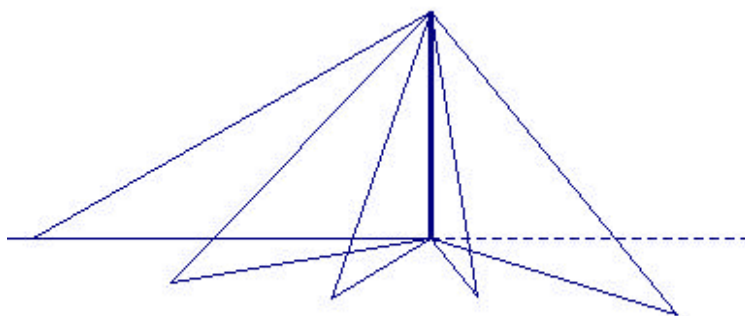


## LA MEDIDA DEL RADIO TERRESTRE

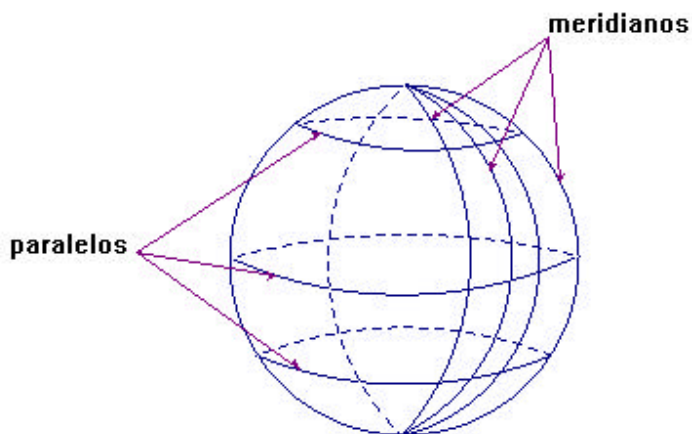
Seguro que habrás observado que a lo largo de un día soleado las sombras de los cuerpos varían de longitud y de dirección a medida que el Sol va cambiando de posición en el cielo.

Si pones un poste en posición vertical sobre una superficie horizontal, verás que por la mañana las sombras son alargadas y van acortándose a medida que el Sol sube en el cielo. Por la tarde vuelven a ser alargadas en una dirección distinta.



El momento en el que la sombra es más corta se conoce con el nombre de hora del mediodía solar. Esta hora como sabes no es la misma para todos los puntos del globo terráqueo, debido al movimiento de la Tierra. Pero sí es igual para todos los puntos que están en el mismo meridiano terrestre.

Consultando un atlas podemos observar distintas ciudades y pueblos que se encuentran aproximadamente en el mismo meridiano de Dos Hermanas. Por ejemplo Barbate en Cádiz, Avilés en Asturias y Belfast en Irlanda del Norte. Los tres tienen una misma longitud geográfica muy

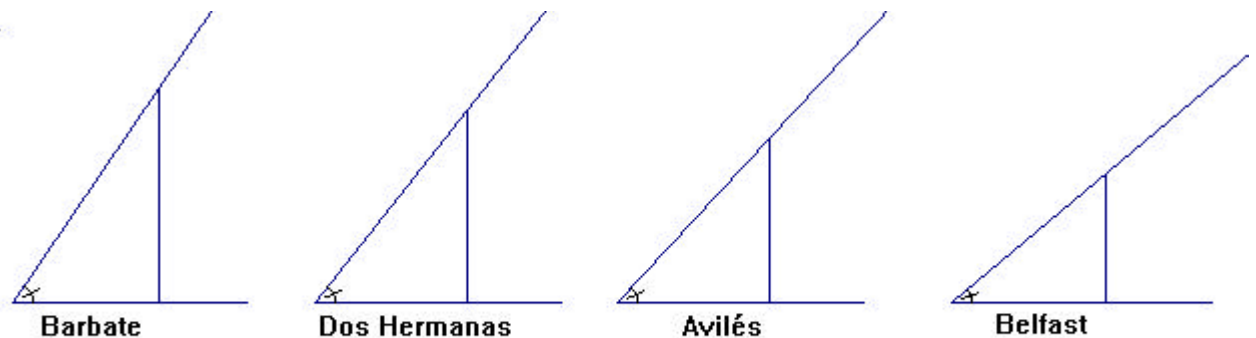


próxima a la de Dos Hermanas, que es  $5^{\circ} 55,3'$  aproximadamente de longitud Oeste.

Recuerda que esta longitud se mide respecto al meridiano 0, que es el que pasa por la ciudad inglesa de Greenwich.

En todas estas ciudades la hora del mediodía solar, el momento en que se produce la sombra más corta del día, es aproximadamente la misma. Pero la longitud de esta sombra más corta no será la misma en las cuatro ciudades, debido a que se encuentran

en diferentes latitudes. Cuánto más al Norte esté la ciudad, más larga será esa sombra, al caer los rayos solares con un ángulo menor. Ocurrirá así:



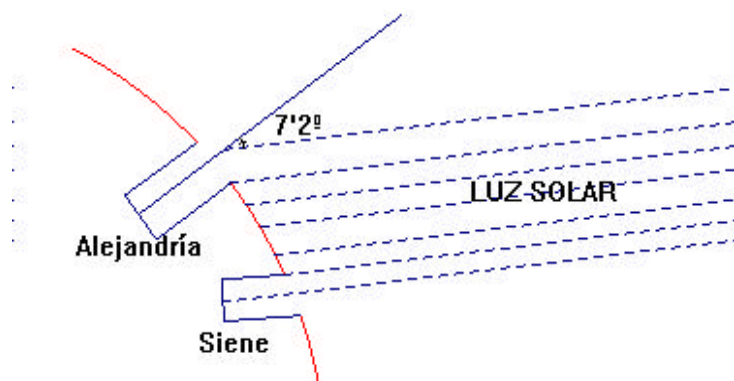
**Sombra al mediodía, cada ángulo mayor que el siguiente.**

### LA MEDIDA DE ERATÓSTENES DE CIRENE.

Eratóstenes, un sabio griego de la época helenística (276-194 a.C.) que fue director de la Biblioteca de Alejandría. Allí leyó en un pergamino, que en Siene (Assuán) que el día del solsticio de verano (21 de Junio) las sombras que proyectaban las columnas de un templo iban acortándose según se acercaba el mediodía, y que llegado éste un palo vertical no proyectaba sombra alguna. Incluso podía verse el Sol reflejado en el agua de un pozo muy profundo, es decir, en ese momento el Sol se hallaba justo encima y su luz caía según la vertical del lugar.

Comprobó que, ese mismo día en Alejandría el Sol si proyectaba sombra al mediodía. Calculó el ángulo  $\alpha$  de la figura y resultó aproximadamente  $7^{\circ} 12'$ . Como el Sol está muy lejos de la Tierra puede considerarse que los rayos que llegan son paralelos y el ángulo central  $\beta$  será igual a  $\alpha$ .

Eratóstenes calculó la distancia entre Siene y Alejandría tomando como base el tiempo que tardaban los camellos en ir de una ciudad a otra y resultó de unos 5000 estadios egipcios ( un estadio equivale a 157'5 m). Con estos datos y unos sencillos cálculos determinó el radio de la Tierra con bastante exactitud. ( $\text{long}_{\text{arco}} = \text{ángulo} \cdot \text{radio}$ )

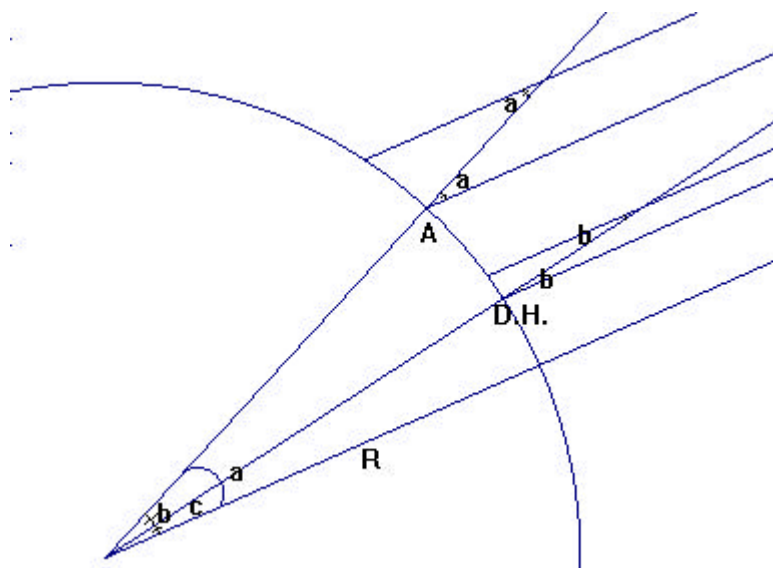


## VUESTRA MEDIDA

Cada grupo va a medir el radio de la Tierra de forma muy parecida a la Eratóstenes, pero en lugar de Siene y Alejandría trabajaremos en Avilés, **A**, y Dos Hermanas, **D.H.**

Tendrán que calcularse los ángulos **a** y **b** que forman los rayos del Sol con la vertical el mismo día, al mediodía solar, en las dos ciudades A y D.H. Conocidos **a** y **b**, calculamos **c**. Midiendo en un mapa a escala la distancia entre Avilés y Dos Hermanas, conoceremos la longitud del arco A DH. Recordando que arco es igual al ángulo por el radio, calculamos R.

El ángulo **b** podremos hallarlo siguiendo las instrucciones de la ficha de medición (Anexo I). El ángulo **a** nos lo medirán en Avilés siguiendo las mismas instrucciones el mismo día.



### USANDO UN ATLAS

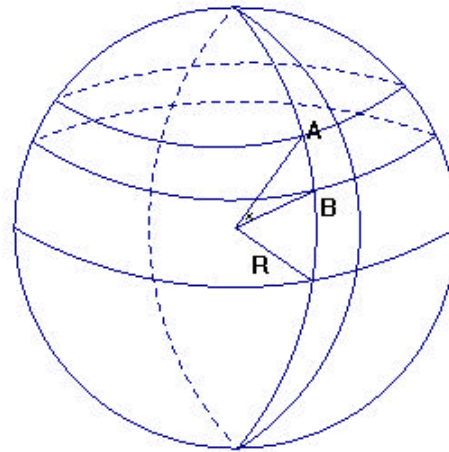
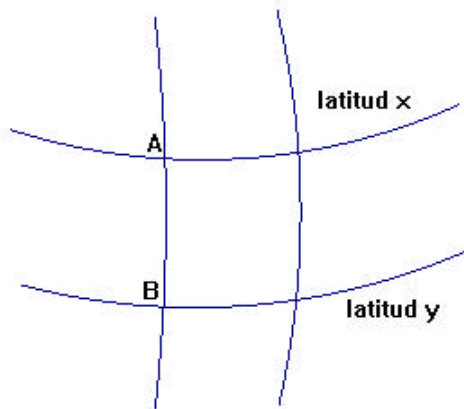
Te habrás fijado que en los mapas de un atlas vienen señalados los meridianos y los paralelos formando una red de finas líneas. Si el mapa está hecho a escala puedes calcular el radio de la tierra a partir de él.

### USANDO UN MERIDIANO.

Nos fijamos en los puntos A y B situados sobre un mismo meridiano.

- 1) Restando las latitudes  $x - y$  obtenemos la medida del arco **AB** en grados.
- 2) Midiendo con una regla sobre el mapa y teniendo en cuenta la escala, obtenemos la distancia entre A y B en km.

Con estos datos podemos hallar el radio terrestre, tanto más exactamente cuanto mejor sea el mapa.



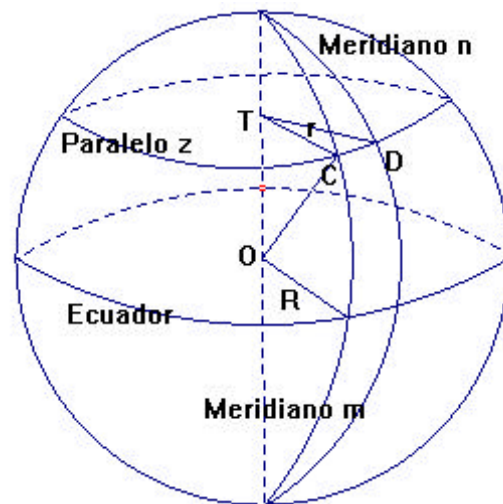
### **USANDO UN PARALELO.**

Nos fijamos en los puntos C y D situados sobre un mismo paralelo z.

- 1) Restando las longitudes geográficas **m-n** obtenemos la medida del arco **CD** en grados.
- 2) Midiendo con una regla sobre el mapa y teniendo en cuenta la escala, obtenemos la distancia entre C y D en km.

Con estos datos podemos hallar el radio  $r$  del paralelo z. Luego basta utilizar nuestros

conocimientos de trigonometría en el triángulo rectángulo OTC para obtener el valor del radio terrestre R.



## **TAREAS A REALIZAR Y PRESENTAR POR ESCRITO**

### **Apartado 1**

### **“LA MEDIDA DE ERATÓSTENES”**

- 1) ¿Entre qué años vivió Eratóstenes?
- 2) ¿Qué tiene de especial el día 21 de Junio?
- 3) ¿Qué templos antiguos hay en la ciudad de Assuán? ¿Qué obra contemporánea importante hay en Assuán?
- 4) ¿Realmente la distancia entre ambas ciudades es de 5000 estadios de 157,5 m? Mídela en un mapa a escala.

Nota: Los errores de Eratóstenes en las mediciones se compensan, de tal manera que el resultado final de sus cálculos fue una buena aproximación del radio terrestre.

- 5) Realiza los cálculos que Eratóstenes hizo con sus datos. ¿Qué radio terrestre resulta?
- 6) Busca en algún libro el número aceptado hoy como radio de la Tierra.
- 7) ¿Qué error tiene el resultado obtenido por Eratóstenes?
- 8) Comentario que os parezca oportuno hacer.

### **Apartado 2**

### **“VUESTRA MEDIDA”**

- 1) ¿Cuál es la longitud geográfica de Dos Hermanas y Avilés?
- 2) Explica que habéis utilizado como poste y el método de orientación.
- 3) Ficha de medición de Dos Hermanas.
- 4) Ficha de medición de Avilés.
- 5) Foto del día de la medición. Debe aparecer en la foto el aparato, las marcas correspondientes a las sombras y los componentes del grupo de trabajo.
- 6) Cálculos realizados para obtener el radio terrestre junto al dibujo correspondiente.
- 7) ¿Qué error tiene vuestro resultado?
- 8) Comentario que os parezca oportuno hacer.

### **Apartado 3**

### **“USANDO UN ATLAS”**

- 1) Fotocopia del trozo de mapa que hayáis utilizado, donde señalaréis los puntos A, B, C, D y sus meridianos y paralelos. Habréis de especificar en la fotocopia a qué atlas o libro pertenece el mapa y la escala a la que se encontraba.
- 2) Cálculos realizados para obtener el radio terrestre con los datos correspondientes a los puntos A y B, situados en el mismo meridiano. ( **IMPORTANTE**: La medida con la regla se ha de efectuar directamente sobre los mapas, no sobre la fotocopia, porque ésta suele cambiar de tamaño y variar la escala).
- 3) Cálculos realizados para obtener el radio terrestre con los datos correspondientes a los puntos C y D, situados en el mismo paralelo.
- 4) Errores de nuestros resultados en ambos casos anteriores.

**Tiempo de realización del trabajo:** dos meses.

**FICHA DE MEDICIÓN**

**(ANEXO I)**

**Fecha:**

**Lugar:**

**Grupo:**

**Longitud del poste:**

**Paso 1º:** *Colocación del poste:* comprobación del nivel horizontal y vertical con el instrumento adecuado.

**Paso 2°:** Toma de medidas: Con un lápiz señalamos en la superficie horizontal el extremo de la sombra del poste cada cierto intervalo fijo de tiempo ( 1, 2, ó 3 minutos), desde aproximadamente 15 minutos antes del mediodía solar, hasta 15 minutos después. Luego medimos la sombra y rellenamos el siguiente cuadro:

MEDICIÓN	LONGITUD DE LA SOMBRA	HORA	MEDICIÓN	LONGITUD DE LA SOMBRA	HORA
1ª			16ª		
2ª			17ª		
3ª			18ª		
4ª			19ª		
5ª			20ª		
6ª			21ª		
7ª			22ª		
8ª			23ª		
9ª			24ª		
10ª			25ª		
11ª			26ª		
12ª			27ª		
13ª			28ª		
14ª			29ª		
15ª			30ª		

**Paso 3°:** Estimación de la sombra mínima y de la hora en que se produjo:

LONGITUD MÍNIMA	HORA DEL MEDIODÍA SOLAR

**Paso 4°:** Cálculo del ángulo b:  $\text{tg } b = \frac{\text{sombra mínima}}{\text{longitud del poste}} \Rightarrow b = \dots$