

A Terra é redonda?

Prof. Dr. Rafael da Silva

Já se perguntaram qual é o formato do nosso planeta?

Já vou adiantar que ele não é “redondo”, mas vou explicar por quê.



**A matemática deixa claro: a
Terra não é plana!**

Quem foi que determinou o formato da Terra?

Eratóstenes, 2100 anos atrás

Mesmo hoje não é fácil determinar uma maneira de calcular o raio da terra. Mas Eratóstenes fez isso usando só a boa vontade, um homem e uma estaca como ferramentas de trabalho.

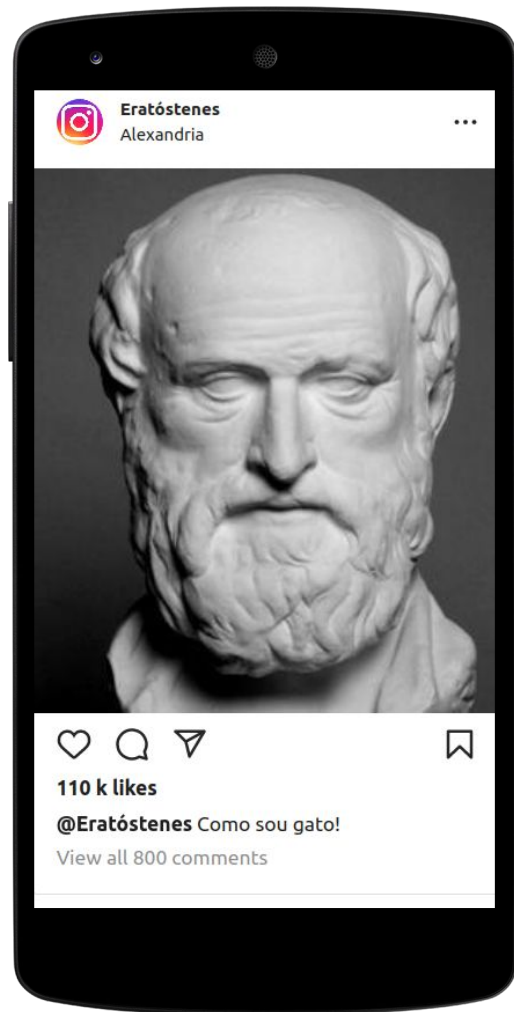
Ele calculou o raio da Terra com um erro bem pequeno. Como ele fez isto?

Mas quem foi Eratóstenes?

Eratóstenes

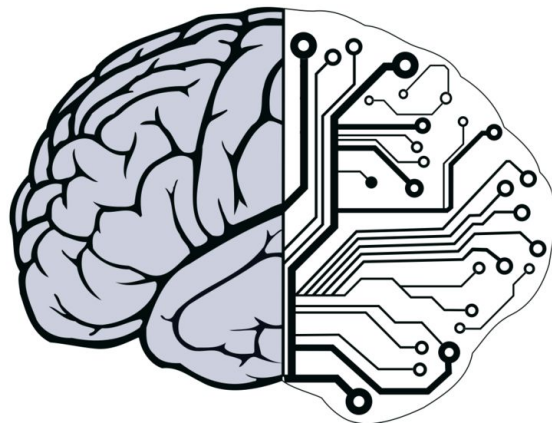
— — —

Nasceu em Cirene (276 a.C.), na África, e morreu em Alexandria (194 a.C.). Estudou em Cirene, em Atenas e em Alexandria. Foi além de um grande **matemático**, um gramático, poeta, geógrafo, bibliotecário e astrônomo da Grécia Antiga.



Como ele chegou
à conclusão que a
Terra tem o
formato
arredondado?

Com o computador mais
rápido do mundo!

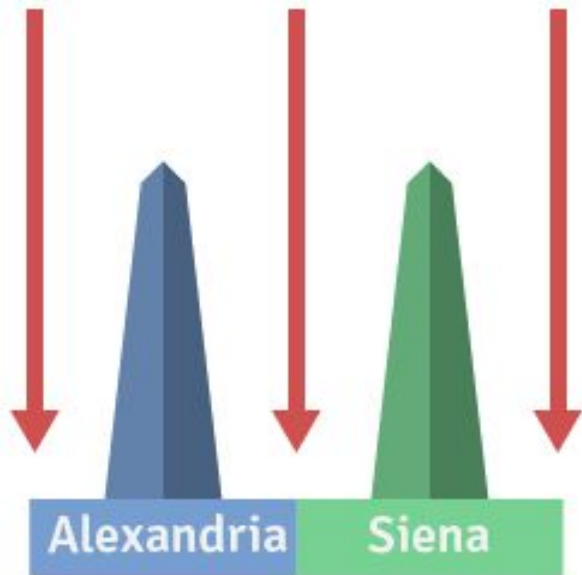


Utilizando o computador mais rápido do mundo!

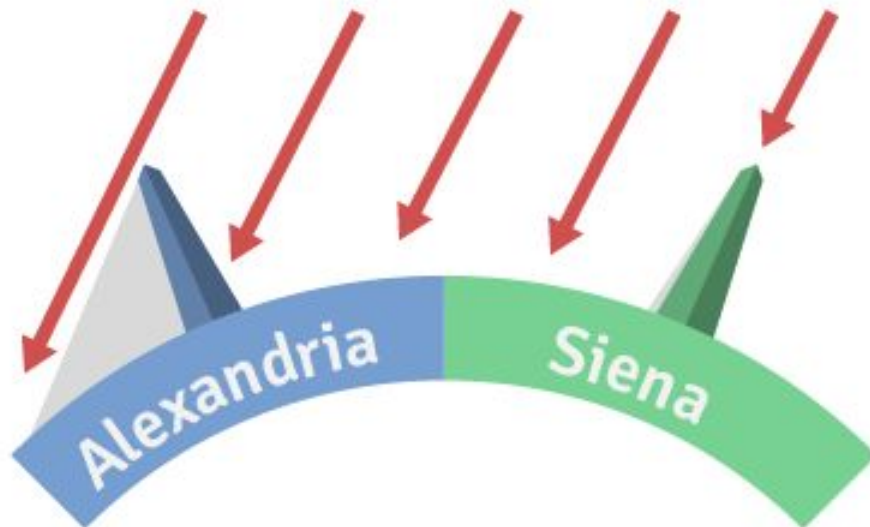
Eratóstenes notou por meio de um dos manuscritos da biblioteca que no **Solstício de Verão**, na cidade de Siena, ao meio dia, o Sol ficava quase exatamente no **zênite**. Porém, em Alexandria, na mesma data e mesma hora, isso não ocorria, pois o Sol não ficava suficientemente perto do zênite.

Hipótese

RAIOS DO SOL



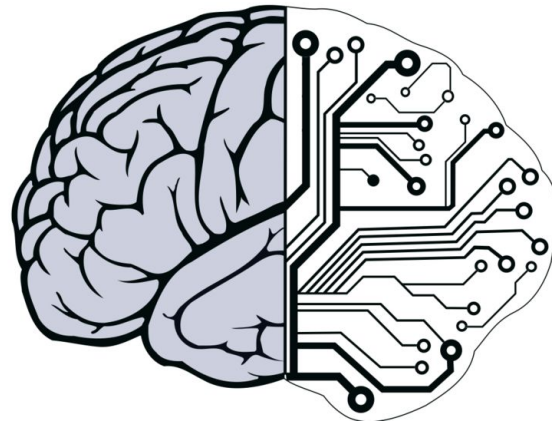
RAIOS DO SOL



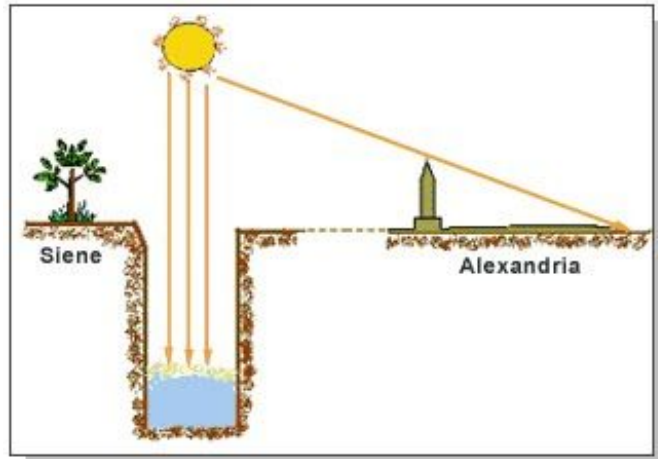
E como ele
estimou o raio da
Terra?

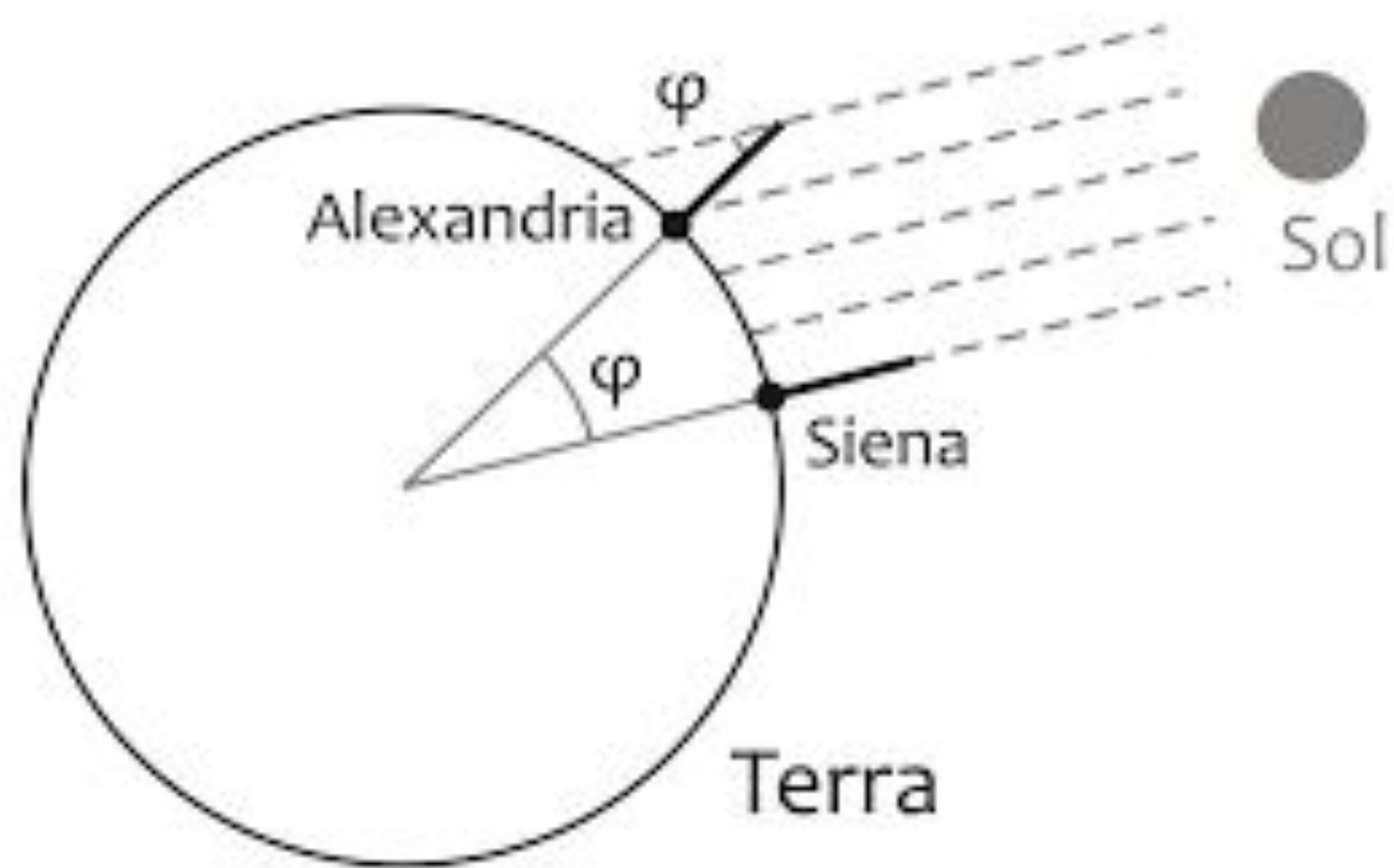
O que vocês acham que ele
utilizou?

Novamente o computador mais
rápido do mundo!



Ele percebeu que se pudesse determinar o ângulo da sombra de uma estaca em Alexandria e descobrisse a distância entre as cidades de Siena e Alexandria, poderia determinar o tamanho da **circunferência** da Terra. Assim, fixou uma estaca perpendicular ao solo, em Alexandria, e mediu o comprimento da sombra em proporção ao comprimento da estaca e, com isso, encontrou o ângulo de $7,2^\circ$ ou $1/50$ da circunferência.

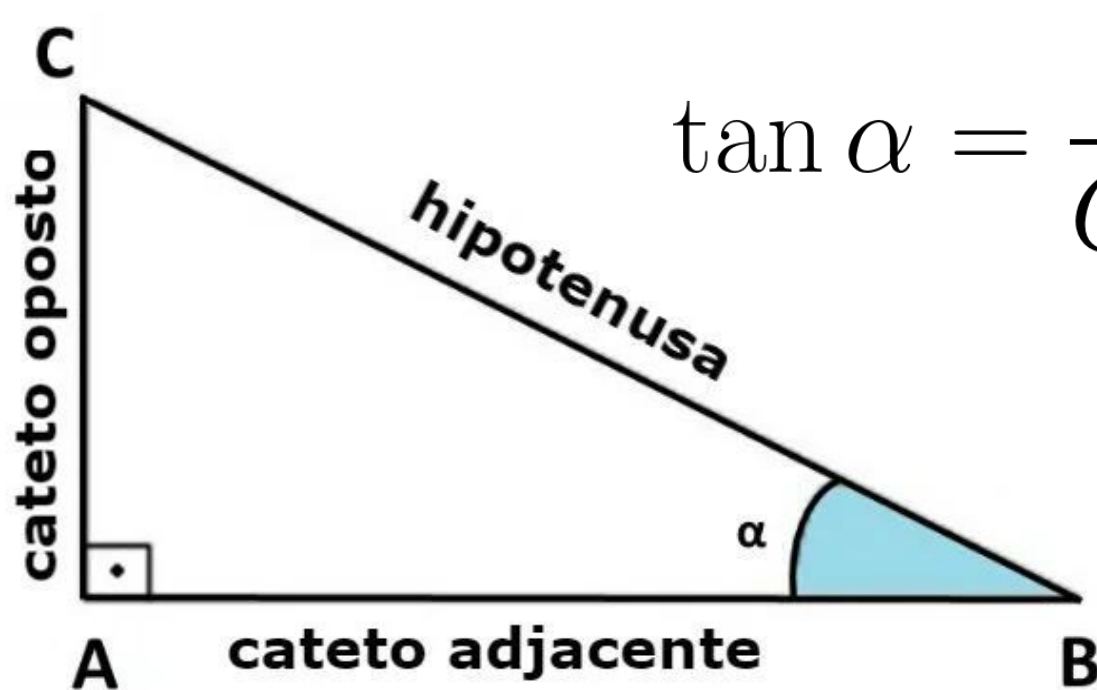




Como ele fez esses cálculos?

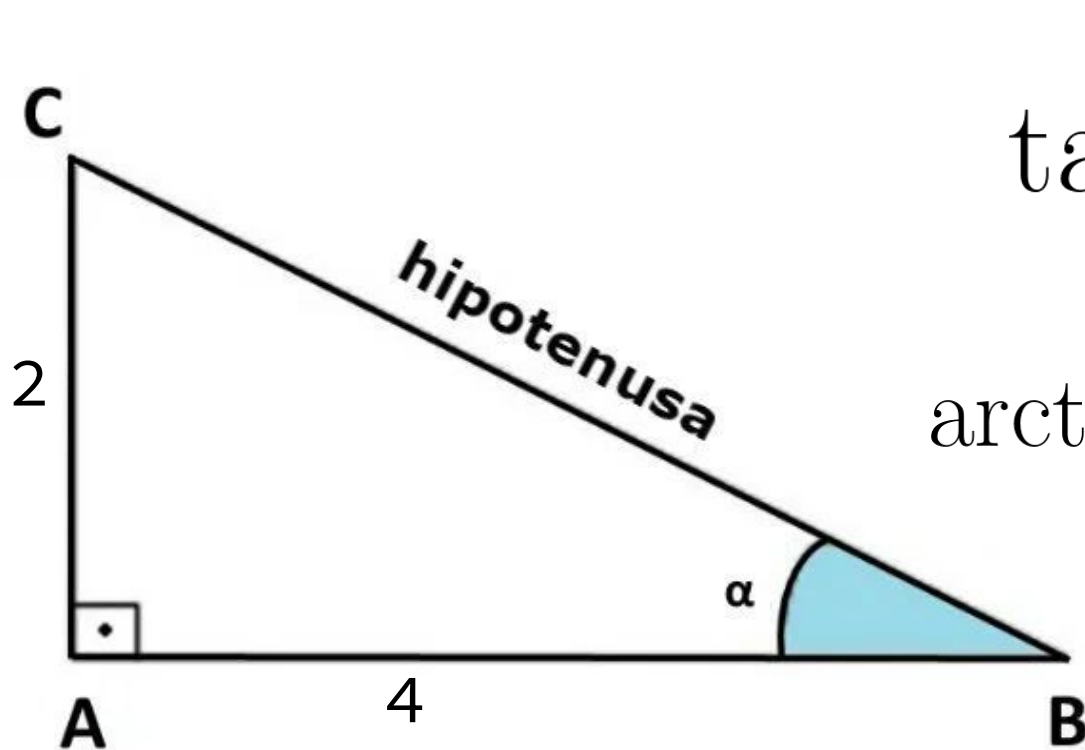
Se preparem para ver uma matemática avançada!

Explicando a matemática, um pouco de trigonometria



$$\tan \alpha = \frac{C. \text{ Oposto}}{C. \text{ Adjacente}}$$

Explicando a matemática, um pouco de trigonometria



$$\tan \alpha = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$$

$$\arctan \left(\frac{1}{2} \right) = 26,57^\circ$$

$$\alpha = 26,57^\circ$$

Vamos aos cálculos de Eratóstenes

Veja que para calcular o ângulo teta ele precisava saber o comprimento da estaca e de sua sombra, e com isso fazer:

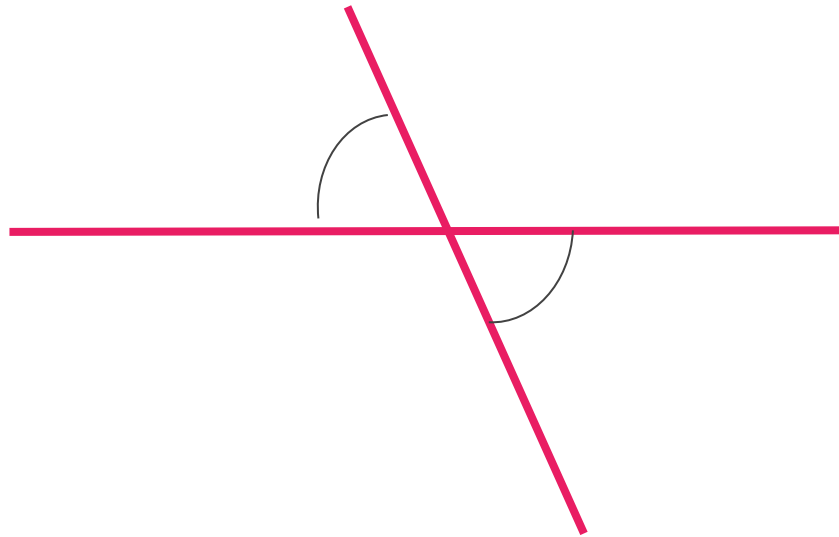
$$\tan \theta \frac{comp.estaca}{sombra.estaca} \Rightarrow \theta = \arctan \frac{comp.estaca}{sombra.estaca} \Rightarrow \theta \approx 7,2^\circ$$

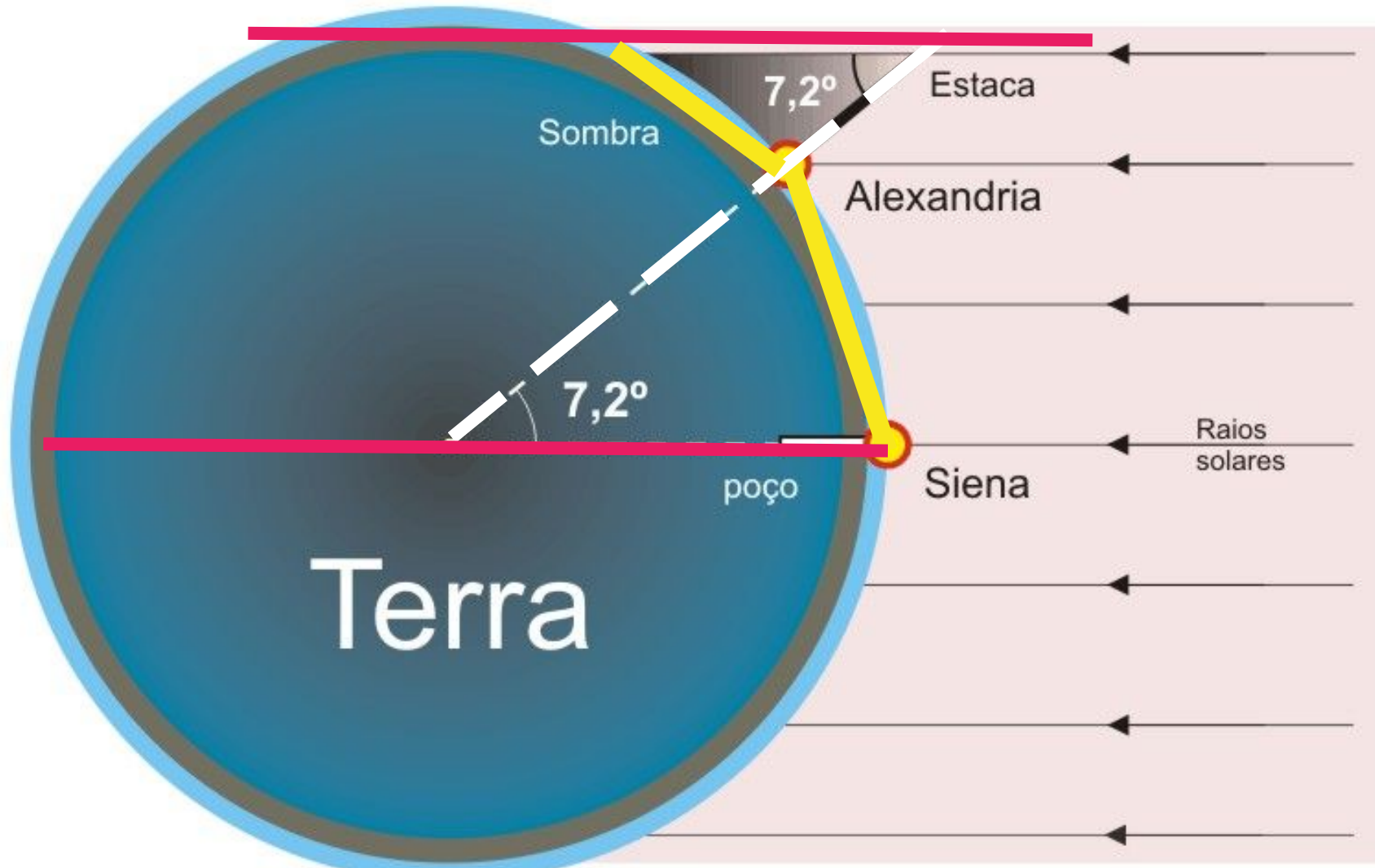
Estendendo os raios do sol (imaginariamente) até o centro da Terra, obteve os ângulos correspondentes.



$$\theta = \arctan \frac{comp.estaca}{sombra.estaca}$$

Além disso, ele sabia que se duas retas paralelas interceptam uma reta transversal o ângulo entre as cidades era o mesmo que a estaca fazia com a luz do sol, então os ângulos correspondentes são iguais. Estendendo os raios do sol (imaginariamente) até o centro da Terra, obteve os ângulos correspondentes.





Como mais um pouco de trigonometria

$$\frac{dist.cidade}{circf.Terra} = \frac{\theta}{2\pi}$$

$$circf.Terra = \frac{2\pi \cdot dist.cidade}{\theta}$$

$$circf.Terra = \frac{360}{7,2} \cdot dist.cidade$$

$$circf.Terra = 50 \cdot dist.cidade$$

Como ele mediu a distância entre as cidades?

— — —



Substituindo o valor da distância entre as cidades

$$\text{circf.Terra} = 50 \cdot 785 = 39.250 \text{ km}$$

Atualmente, sabe-se que a circunferência da Terra possui **40.075 km** de extensão, enquanto que Eratóstenes encontrou um valor de **39.250 km**. Fala sério se ele não era bom?

$$C = 2\pi R \Rightarrow R = \frac{C}{2\pi} = \frac{39250}{6,283} \approx 6.247 \text{ km}$$

Hoje, sabe-se que o raio da Terra é de **6.370 km**, o que dá uma diferença de 123 km da medida de Eratóstenes.

Contato

— — —

Prof. Dr. Rafael da Silva

rafaelsilva@escola.pr.gov.br

www.github.com/rafaeldexter

[@rafaeldxtr](#)



Referências

— — —

<http://www.ime.unicamp.br/~apmat/a-primeira-medicao-do-raio-da-terra/>

Glossário

Não entendeu alguma das palavras utilizadas na apresentação? Então vamos explicá-las!



Solstício

cada uma das duas datas do ano em que o Sol atinge o maior grau de afastamento angular do equador, no seu aparente movimento no céu, e que são 21 ou 23 de junho (solstício de inverno no hemisfério sul e de verão, no hemisfério norte) e 21 ou 23 de dezembro (solstício de verão no hemisfério sul e de inverno, no hemisfério norte).

EQUINÓCIO DE PRIMAVERA

Sol sobre a linha do Equador



SOLSTÍCIO DE INVERNO

Sol sobre o Trópico de Câncer



SOLSTÍCIO DE VERÃO

Sol sobre o Trópico de Capricórnio



EQUINÓCIO DE OUTONO

Sol sobre a linha do Equador



Zênite

ponto da esfera celeste diretamente oposto ao *nadir*, que se situa na vertical do observador, sobre a sua cabeça.

