



COMO ERATÓSTENES MEDIU A CIRCUNFERÊNCIA DA TERRA HÁ 2.200 ANOS

Categoria: Ensino médio

Modalidade: Materiais instrucionais e/ou jogos didáticos

**RODRIGUES, Renan; REIPS, Caroline Ropke;
MAROSTEGA, João Sidinei;**

Instituição participante: Escola Estadual de Educação Básica Yeté - Tuparendi/RS

INTRODUÇÃO

O presente trabalho foi realizado por um grupo de três alunos Caroline Ropke Reips, Kettlin Rayssa Araujo dos Santos e Renan Rodrigues constante do 2º ano A1, foi elaborado entre os dias 14 e 27 de setembro de 2023 nas disciplinas de matemática e estatística básica.

O assunto do trabalho permeia uma das maiores e mais famosas contribuições do astrônomo, matemático e filósofo grego Eratóstenes, a maneira como ele calculou a circunferência da Terra através da relação congruência de ângulos, e suas aplicações. A história de Eratóstenes serve como um lembrete atemporal da busca incessante do ser humano pelo conhecimento e sua habilidade de desvendar os segredos da natureza através da observação, do raciocínio e da aplicação da matemática.

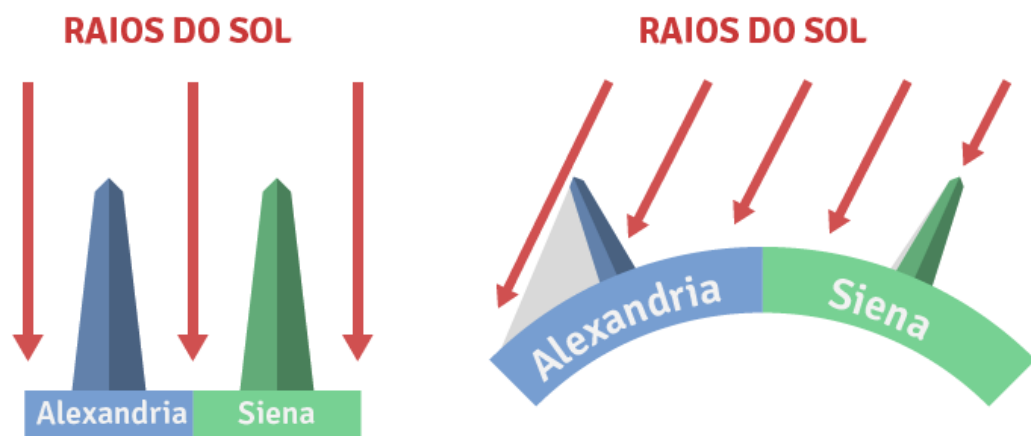
CAMINHOS METODOLÓGICOS, RESULTADOS E DISCUSSÃO

Eratóstenes viveu por volta de 200 a.C., e como diretor da Biblioteca de Alexandria, possuía conhecimento das datas dos solstícios e equinócios. Ele fez uma descoberta notável ao ter conhecimento, mediante manuscritos, de que no Solstício de verão, em Siena (atual

Assuão), ao meio-dia, o Sol ficava diretamente acima, de modo que sua luz podia ser vista no fundo, de um poço. No entanto, em Alexandria, na mesma data e hora, isso não acontecia (o que pode ser visto na imagem 1).

Imagem 1

Representação das estacas de Alexandria e Siena



Fonte: <https://edu.gcfglobal.org/>

Eratóstenes utilizou uma abordagem simples para demonstrar que a Terra não é plana. E foi, ainda, além disso: usou princípios geométricos básicos para calcular a circunferência da Terra. Seu método, até hoje, é referência para mostrar como podemos chegar à mesma conclusão com experimentos similares.

Dedicando sua vida ao conhecimento, Eratóstenes, além de bibliotecário-chefe da grandiosa Biblioteca de Alexandria, no Egito, é reconhecido como o fundador da disciplina da Geografia. Ele também é creditado como a primeira pessoa a criar um mapa do mundo com os conhecimentos disponíveis na época. Seus trabalhos acadêmicos deixaram uma marca duradoura na Antiguidade e ainda servem como base para os métodos científicos modernos.

Eratóstenes partiu do pressuposto de que a Terra era uma esfera, o que já era um consenso entre os gregos em decorrência de observações de estrelas, eclipses, desaparecimento gradual de objetos ao fim do horizonte, entre outros. Em seguida, ele usou a ideia de Aristóteles de que, se a Terra fosse redonda, estrelas distantes no céu noturno apareceriam em diferentes posições para observadores em diferentes latitudes. Também assumiu que, devido ao fato do Sol estar muito distante de nós, os seus raios de luz estariam

atingindo duas regiões na superfície da Terra que não estivessem tão distantes de forma paralela..

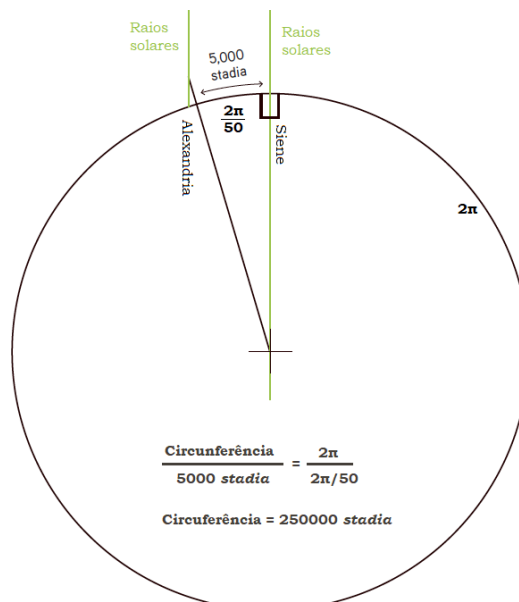
Eratóstenes fixou uma estaca perpendicular ao solo em Alexandria e mediu o comprimento da sombra em relação ao comprimento da estaca. Com esses dados, ele calculou um ângulo de 7,2 graus ou $1/50$ da circunferência da Terra. Embora não tenha expressado essa equação usando o termo "arco-tangente" (um conceito da trigonometria moderna), ele conseguiu determinar o ângulo aproximado.

$$\tan\theta = \frac{\text{comprimento da estaca}}{\text{sombra da estaca}} \Rightarrow \theta = \arctan\left(\frac{\text{comprimento da estaca}}{\text{sombra da estaca}}\right)$$

Ele concluiu que esse ângulo correspondia a $1/50$ do círculo completo ($2\pi/50$ ou $360^\circ/50$), o que implicava que a circunferência da Terra era 50 vezes a distância entre Siene e Alexandria, que ele estimou em 5000 stadias (imagem 2). Isso resultou em uma circunferência de aproximadamente 250.000 stadias, o que, se considerarmos o valor histórico de uma stadia de cerca de 157,2 metros, nos dá uma circunferência de aproximadamente 39.300 quilômetros e um raio de cerca de 6.366 quilômetros. Esses valores estão próximos dos valores modernos, embora Eratóstenes não soubesse que a Terra é levemente achatada nos polos.

Imagem 02

Representação da relação entre a distância entre as cidades e a circunferência da Terra

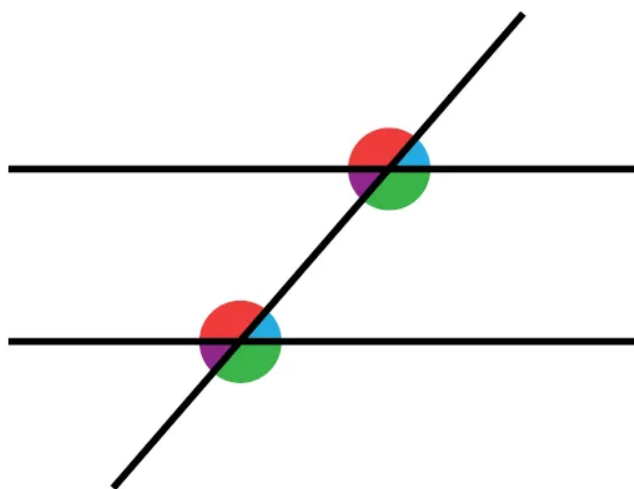


Fonte: <https://www.saberatualizado.com.br>

Para chegar ao ângulo formado no centro da Terra entre as estacas, Eratóstenes se utilizou da relação entre duas retas interceptadas por uma transversal; retas paralelas são aquelas que possuem a mesma inclinação e nenhum ponto em comum, portanto quando uma reta corta as duas os ângulos formados nas duas interseções serão idênticos (imagem 3). Levando em conta que ângulos opostos pelo vértice são sempre congruentes (de igual módulo), ângulos alternos internos ou alternos externos também são congruentes. A partir dessas considerações, Eratóstenes realizou seu notável cálculo da circunferência da Terra.

Imagem 3

Retas paralelas cortadas por uma transversal

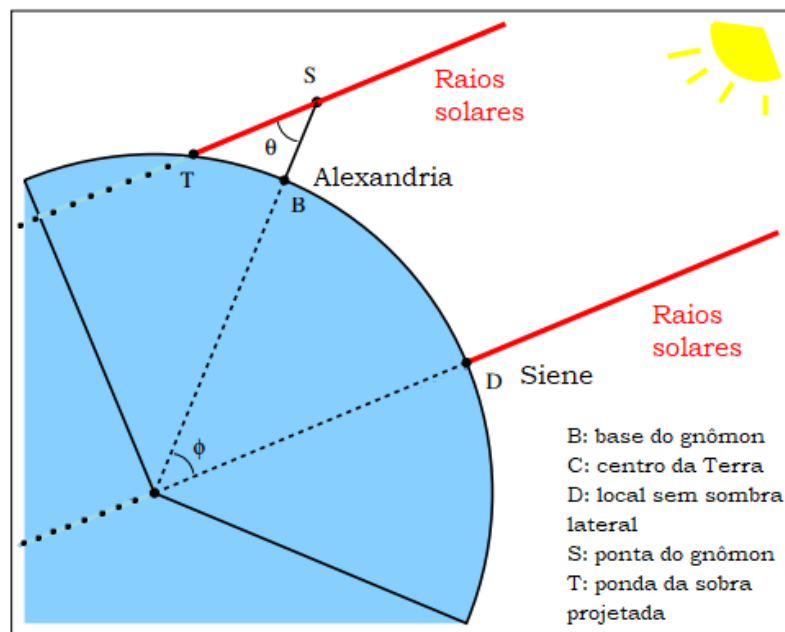


Fonte: <https://www.saberatualizado.com.br/>

Eratóstenes percebeu que, considerando as estacas e os raios de sol que entravam em contato com as pontas das estacas como segmentos de reta, e prolongando os segmentos para formar retas, a figura formada era a de duas retas paralelas e uma transversal (os segmentos da estaca de Siene e os raios de sol que chegavam a sua ponta pertencem à mesma reta) - como pode ser verificado na imagem 4. A partir dessa informação, Eratóstenes pode estimar montar a relação de proporção citada na Imagem 2 e no parágrafo que a precede, que lhe deu o resultado da medida da circunferência da Terra.

Imagem 4

Representação das relações entre as retas formadas pelas estacas e raios de sol (proporções exageradas)



Fonte: <https://www.saberatualizado.com.br/>

Este trabalho apresenta um potencial incrível para introduzir o conceito de congruência de ângulos de uma forma cativante. Ao explorar como Eratóstenes calculou a circunferência da Terra usando observações simples, os alunos podem entender como a matemática se aplica no mundo real. Isso envolve geometria, trigonometria e o método científico. Além disso, a história de Eratóstenes como pioneiro da Geografia e seu mapa do mundo despertam interesse. É uma oportunidade única para mostrar como a matemática e a observação podem revelar segredos da natureza, inspirando a curiosidade e o pensamento crítico dos alunos.

CONCLUSÕES

Em conclusão, o trabalho apresentado destaca a grande contribuição de Eratóstenes, um astrônomo, matemático e filósofo nascido no continente africano, que viveu há mais de 2.200 anos, para a compreensão da circunferência da Terra. Destacando seu método simples e



brilhante para calcular o tamanho da Terra, com um uso impressionante da geometria e da trigonometria.

Tal uso dessas matérias pode ser utilizado em sala de aula como forma para introduzir e exemplificar conteúdos da matemática tais como a congruência de ângulos, cálculos do perímetro, raios e diâmetros de circunferências, relações entre retas, entre outros.

Em um mundo que se torna norteado pela ciência e pela tecnologia cada vez mais, a história deste matemático é lembrete da importância da curiosidade, do método científico e da capacidade dos humanos de descobrir os segredos da natureza. Seu feito continua como fonte motivadora de estudantes, professores e cientistas de quaisquer faixa etária para continuar explorando e desvendando o mundo em que vivemos, demonstrando que o saber é algo que transcende as barreiras temporais e culturais.

REFERÊNCIAS

OLIVEIRA, Raul Rodrigues de. **Retas paralelas cortadas por uma transversal**. UOL, Mundo Educação, 2021. Disponível em:<<https://mundoeducacao.uol.com.br/matematica/duas-retas-paralelas-cortadas-por-uma-transversal.htm>>. Acesso em 27 set. 2023.

CAVALCANTE, Daniele. **Eratóstenes | Como o gênio africano provou que Terra não é plana?**. Terra, 2023. Disponível em:<[https://www.terra.com.br/byte/ciencia/espaco/eratostenes-como-o-genio-africano-provou-que-terra-nao-e-plana_bfe57380e715fa862095cae201bc2681fd4gx7nz.html#:~:text=Com%20esses%20"novos"%20valores%2C,latitude%20entre%20as%20duas%20cidades](https://www.terra.com.br/byte/ciencia/espaco/eratostenes-como-o-genio-africano-provou-que-terra-nao-e-plana_bfe57380e715fa862095cae201bc2681fd4gx7nz.html#:~:text=Com%20esses%20)>. Acesso em 27 set. 2023.

A primeira medição do raio da terra. Derivando a Matemática, UNICAMP, 2020. Disponível em:<<https://www.ime.unicamp.br/~apmat/a-primeira-medicao-do-raio-da-terra/>>. Acesso em 27 set. 2023.



O Grego que calculou a circunferência da Terra com quase perfeição há mais de 2200 anos. Saber Atualizado, 2018. Disponível em:<[https://www.saberatualizado.com.br/2018/06/o-grego-que-calculou-circunferencia-da.html](https://www.saberatualizado.com.br/2018/06/o-grego-que-calculou-circunferencia-da-html)>. Acesso em 27 set. 2023.

COMO Eratóstenes mediu o tamanho da terra. GCFGGlobal, 2018. Disponível em:<<https://edu.gcfglobal.org/pt/usando-a-matematica/como-eratostenes-mediou-o-tamanho-da-terra/1/#>>. Acesso em 27 set. 2023.

Dados para contato:

Expositor: Caroline Ropke Reips; **e-mail:** carolinereips@gmail.com;

Expositor: Renan Rodrigues; **e-mail:** rodriguesrenan1000@gmail.com;

Professor Orientador: João Sidinei Marostega; **e-mail:** jsmarostega@yahoo.com.br