

ESTIMANDO O TAMANHO DA TERRA ATRAVÉS DE MATEMÁTICA BÁSICA

Laryssa Kely Alves Rodrigues ¹
Romildo Nascimento de Lima ²

INTRODUÇÃO

O professor de Matemática sempre é questionado por seus alunos acerca da utilidade dessa disciplina que é tão temida, surgindo indagações como: onde irei utilizar isso no meu cotidiano? Qual a finalidade disso? Para que isso serve? Matemática não é só usar fórmulas? Sendo assim, o professor de matemática deve se esforçar ao máximo, para mostrar o quão importante é a matemática para a sociedade.

Diante disso, objetivamos, neste trabalho, contribuir nessa tarefa de mostrar a beleza e riqueza da Matemática inserindo em sala de aula um assunto que pode despertar o interesse da turma e incentivá-los: como estimar o tamanho da Terra dispondo apenas de Matemática Básica, precisamente com conceitos advindos da Geometria. Esse fato pode responder os questionamentos mencionados acima no momento em que o professor estiver abordando conceitos básicos da geometria euclidiana, como triângulos, paralelismo, semelhanças, congruências, entre outros.

Nessa perspectiva, inicialmente, abordaremos neste trabalho breves comentários sobre a parte histórica dessa descoberta que aconteceu há muitos anos pelos estudos de Eratóstenes (276-196? a.C.), matemático, cientista e geógrafo. Por conseguinte, descreveremos que Matemática foi utilizada, apresentando sua importância e como ela é aplicável.

METODOLOGIA

Este trabalho é fruto de estudos realizados através de uma Iniciação Científica vinculada ao PET Matemática e Estatística (Conexão de Saberes) da Universidade Federal de Campina Grande. Para o desenvolvimento desse resumo, foram executadas pesquisas bibliográficas em livros e artigos que melhor abordavam o tema. Dessa maneira, por intermédio desses materiais, realizou-se a concretização do resumo.

¹ Graduanda do Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, lkellyalves@hotmail.com;

² Professor orientador: doutor, Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, romildo@mat.ufcg.edu.br.

REFERENCIAL TEÓRICO

Os documentos oficiais que trazem direções para a Educação brasileira manifesta a importância do estudo de questões sobre a Terra. De acordo com Ferreira e Bisch (2019, p. 28),

Segundo essas diretrizes, o tema “Terra e Universo” deve ser um dos quatro eixos temáticos (PCN) ou uma das três unidades temáticas (BNCC) a partir dos quais se deve desenvolver o ensino das Ciências no Ensino Fundamental, e também no Ensino Médio.

Outro fator importante destrinchado durante essa abordagem em sala de aula é a interdisciplinaridade, elemento fundamental para a melhor aprendizagem.

Foi possível constatar que a Física, a Astronomia, a Geografia, a Matemática, a História e outras ciências possuem interfaces que podem ser exploradas[...]. Por exemplo, vários temas relacionados à Geografia [...], como a definição dos trópicos de Capricórnio, Câncer, conceitos de latitude, longitude [...]. Na História, foi preciso falar sobre Eratóstenes, a biblioteca de Alexandria [...], enquanto na área de Matemática, foram utilizados tópicos de Geometria para que fosse calculado o raio da Terra e a latitude [...]

O desenvolvimento das atividades permitiu constatar que a abordagem interdisciplinar empregada motivou os discentes nas suas atividades relacionadas às várias disciplinas escolares.

(SANTOS, VOELZKE, ARAÚJO, 2012, p. 1163-1164)

Além disso, o estudo desse tipo de curiosidade desperta no aluno o interesse pela disciplina de Matemática, que muitas vezes é abordada de maneira metódica e com isso, alimentando nos alunos um sentimento de medo em relação aos conteúdos ministrados, em que frequentemente se questionam em que usariam tais assuntos no cotidiano.

O ensino da Matemática é justificado, em larga medida, pela riqueza dos diferentes processos de criatividade que ele exhibe, proporcionando ao educando excelentes oportunidades de exercitar e desenvolver suas faculdades intelectuais. Mas a razão mais importante para justificar o ensino da Matemática é o relevante papel que esta disciplina desempenha na construção de todo o edifício do conhecimento humano. Desde os primórdios da civilização, o homem, como "ser pensante", sempre quis entender o mundo em que vive. (ÁVILA, 2010, p. 6).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, devemos destacar que a esfericidade da Terra foi um assunto bastante discutido durante vários séculos a.C., sendo estudado por Aristóteles (384-322 a.C.), Tales de Mileto (640-546 a.C.), Pitágoras (585-500 a.C.) e entre outros. Dessa forma, após a conclusão da esfericidade, começaram a surgir questionamentos acerca do seu tamanho. Daí, revelam-se nomes como Arquimedes (287-212 a.C.) que realizou algumas tentativas, mas incertas, e Eratóstenes (284-192 a.C.) que ficou conhecido como o primeiro a calcular o tamanho da Terra de maneira mais precisa para a época.

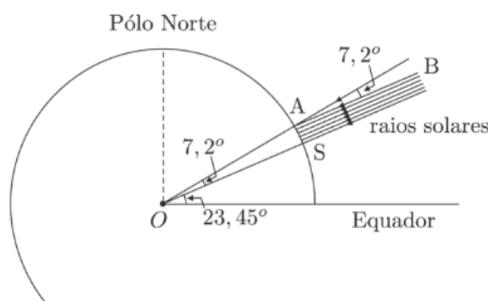
De acordo com Eves (2004), Eratóstenes (284-192 a.C.) era natural de Cirene, na costa sul do mar Mediterrâneo. Como ele era influente para a época, foi convidado pelo rei Ptolomeu III para morar em Alexandria e ser tutor de seu filho, ganhando um emprego de bibliotecário-chefe. Ficou conhecido também pelo dispositivo conhecido como crivo, que é utilizado para encontrar os números primos menores que um número n dado. Para o leitor interessado em conhecer melhor o crivo de Eratóstenes, ver ÁVILA (2010).

É primordial ressaltar que, o resultado matemático mais importante de sua vida foi estimar a medida da circunferência da Terra, assunto que iremos discorrer nesse trabalho. No limiar do contexto histórico, precisamos entender que os viajantes mais experientes já haviam estimado a distância entre Alexandria e Siena, que era de aproximadamente 5000 estádios (800 km, sendo cada estádio de 160 metros), fato imprescindível para o desenvolvimento de seu trabalho.

Sendo assim, “De forma resumida, o experimento de Eratóstenes consistia em obter uma relação de proporção entre a circunferência da Terra e a distância entre as duas cidades” (AZEVEDO et. al., 2021). Segundo Ávila (2010), uma outra coisa que se sabia era que as duas cidades estavam aproximadamente no mesmo meridiano, isto é, tinham a mesma longitude³.

Outros fatores importantes para o descobrimento do matemático foram os seguintes, de acordo com Ávila (2010): pelo fato de que a distância do Sol e da Terra é grande, os raios solares que chegam ao nosso planeta são praticamente paralelos; e quando o Sol mais se desviava para o norte⁴, ao meio-dia em Siena os raios solares caíam verticalmente, em Alexandria eles formavam, com a vertical do lugar, um ângulo igual a $\frac{1}{50}$ da circunferência completa. Com isso, conforme Ávila (2010), se a $\frac{1}{50} = \frac{7,2}{360}$ de ângulo correspondem 800 km de arco, ao ângulo 360° corresponderão $50 \cdot 800 = 40.000$ km.

Figura 1 – Identificação dos ângulos por Eratóstenes



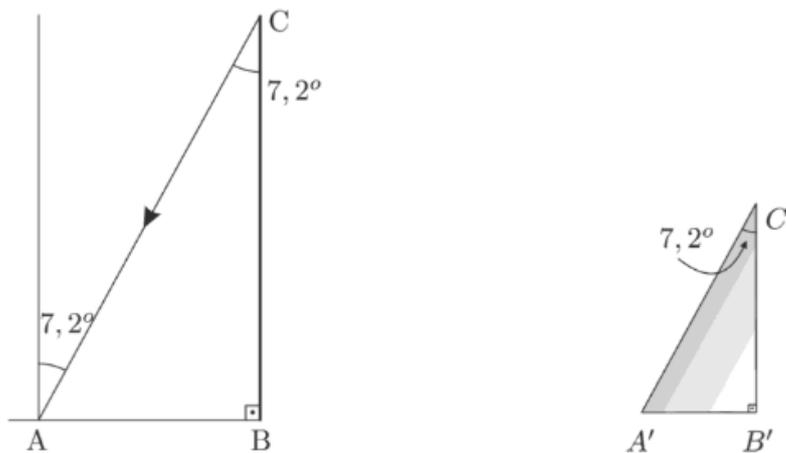
Fonte: ÁVILA (2010, p. 22)

³ Distância ao meridiano de Greenwich medida ao longo do Equador.

⁴ Chamado solstício de verão

Mas, como Eratóstenes encontrou o ângulo de $7,2^\circ$? Tendo uma estaca ou coluna perpendicular ao solo em Alexandria, ele mediu o comprimento da sombra em proporção ao comprimento da coluna e encontrou o ângulo. Segundo Ávila (2010), Eratóstenes esperou o dia do ano em que se sabia que os raios solares incidiam verticalmente em Siena ao meio dia e então mediu o comprimento da sombra projetada pela coluna (AB na figura) em Alexandria. Dessa forma, sabendo o comprimento dessa sombra e da altura da coluna (BC na figura), seria possível desenhar um triângulo retângulo $A'B'C'$ com lados $A'B'$ e $B'C'$ proporcionais aos lados AB e BC, respectivamente, do triângulo maior ABC, que também é retângulo em B. Sendo assim, mediu o ângulo $A'C'B'$, verificando que era $\frac{1}{50}$ da circunferência completa, isto é, $7,2^\circ$.

Figura 2 – Ideia de Eratóstenes



Fonte: ÁVILA (2010, p. 23).

Vale destacar que, os alunos podem se perguntar quais propriedades da Matemática foram utilizadas, e com isso o professor deve chamar a atenção de que empregou o estudo de igualdade de ângulos, pois a igualdade do ângulo A com o ângulo ACB vem do fato de que esses ângulos são alternos internos e a igualdade dos ângulos ACB e $A'C'B'$ decorre da semelhança dos triângulos acima.

Podemos agora calcular o raio da Terra.

$$C = 2\pi R \Rightarrow R = \frac{40.000}{2\pi} \approx 6369 \text{ km}$$

Note que, o valor exato é bem próximo, em que o raio da Terra varia de 6378 km no Equador a 6356 km nos polos.

Consoante a Ferreira e Bisch (2019, p. 37),

[...] cabe ao professor conduzir um debate que busque esclarecer eventuais dúvidas dos estudantes, quanto a conceitos ou cálculos abordados no texto, destacar que, a partir da medida da circunferência da Terra, também se pode determinar o valor do seu raio ($C = 2\pi R$), e concluir o trabalho efetuando uma síntese que ressalte como a observação atenta da natureza, de algo tão corriqueiro como as sombras dos



objetos, aliada à aplicação de um raciocínio geométrico, numa atitude tipicamente científica, permitiram que Eratóstenes chegasse a um resultado extraordinário: a determinação do tamanho da Terra.

Sendo assim, evidenciamos que os tópicos em que o professor pode abordar esse assunto em sala são os seguintes: relembrar que a razão da circunferência para o diâmetro é uma constante em todas as circunferências; estudo de ângulos; ângulos correspondentes; propriedades das retas paralelas cortadas por uma transversal; proporcionalidade entre arcos e ângulos; semelhança de triângulos e entre outros. Além disso, alguns conceitos de outras disciplinas podem fazer a interdisciplinaridade nesse estudo.

Dessa forma, utilizando apenas conceitos do ensino básico de Matemática os alunos conseguem respostas para muitas dúvidas que surgem cotidianamente, além de desvendar alguns “mistérios” utilizando apenas conceitos do ensino básico de Matemática. Mediante o elencado, o professor tem apenas a ganhar inserindo em sala de aula assuntos como esse, que instigam a curiosidade do aluno.

[...] cabe ao professor conduzir um debate que busque esclarecer eventuais dúvidas dos estudantes, quanto a conceitos ou cálculos abordados [...] e concluir o trabalho efetuando uma síntese que ressalte como a observação atenta da natureza, de algo tão corriqueiro como as sombras dos objetos, aliada à aplicação de um raciocínio geométrico, numa atitude tipicamente científica, permitiram que Eratóstenes chegasse a um resultado extraordinário: a determinação do tamanho da Terra. (FERREIRA, BISCH, 2019, p. 37).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Torna-se evidente, portanto, que inserir reflexões como a que acabamos de abordar tornam-se uma via para a melhoria no ensino e aprendizagem da Matemática. Consoante a isso, o professor, ao ser questionado acerca da utilidade da Matemática, pode exibir que grandes questionamentos como “Qual o tamanho da Terra?” podem ser resolvidos aplicando apenas conceitos aprendidos no Ensino Fundamental e Médio.

Tendo o exposto em vista, o docente, poderá responder que com apenas tais conteúdos é possível descobrir o tamanho da Terra, a distância até o Sol e vários outros fenômenos que poderão ser discutidos em trabalhos posteriores. Sendo assim, ficando claro que a Matemática é imprescindível para a vida de qualquer ser humano e que basta apenas alguns cálculos para desvendar muitos “mistérios”.

Por fim, a inserção de história, interdisciplinaridade, questões e problemas interessantes estimula um interesse no aluno pela disciplina e com pouco tempo ficará claro o quanto a Matemática é importante no cotidiano. Através disso, transformando alunos desmotivados para alunos cada vez mais em busca de conhecimento.

Palavras-chave: Geometria, Matemática Básica, Ensino de Matemática.

REFERÊNCIAS

ÁVILA, G. Várias faces da matemática: tópicos para licenciatura e leitura geral. 2 ed. São Paulo: **Blucher**, 2010.

FERREIRA, C.A.; BISCH, S.M. Qual é o tamanho do Universo? Uma proposta de sequência de ensino investigativo sobre os métodos de Eratóstenes e Aristarco para medir os tamanhos da Terra e da Lua. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA**, p. 27-46, 2019.

AZEVEDO, L. O. A. *et al.* Revisitando o Experimento de Eratóstenes: medida do raio de Terra. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 44, 2022.

SANTOS, A. J. De J.; VOELZKE, M.R.; ARAÚJO, M. S. T. de. O Projeto de Eratóstenes: a reprodução de um experimento histórico como recurso para a inserção de conceitos da Astronomia no Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, p. 1137-1174, 2012.

EVES, H. Introdução à história da matemática. São Paulo: **Editora da Unicamp**, 2004.