

O USO DO ASTROLÁBIO NO ENSINO DA TRIGONOMETRIA: UMA EXPERIÊNCIA NO ENSINO FUNDAMENTAL

Mariana da Silva Soriano¹
Patricya Bendia Inácio da Silva²
Fernanda Barbosa Damasceno³

RESUMO

O presente artigo trata do uso da História da Matemática no processo de ensino-aprendizagem de trigonometria por meio de atividades com instrumentos astronômicos: astrolábio e trigonômetro, na perspectiva da História da matemática. Por meio de um estudo bibliográfico e a apresentação de referenciais teóricos, são mostradas as potencialidades pedagógicas do uso da história devido ao seu caráter social e filosófico, características estas que muitas vezes são deixadas de lado nas aulas de Matemática. Nesse cenário, os instrumentos são uma ferramenta para a construção dos conhecimentos trigonométricos e justificativa para o desenvolvimento de estudos desse tema e como esses conhecimentos eram usados na prática. Dessa forma, a História da Matemática permite a ressignificação de conteúdos obsoletos, uma vez que mostra o contexto em que estes conhecimentos e procedimentos foram desenvolvidos e a aplicação destes atualmente. Será apresentada uma proposta pedagógica do uso da História da Matemática para o ensino de trigonometria. Nesse contexto, o trabalho discorre sobre um relato de experiência em uma escola municipal, localizada em Seropédica/RJ, em uma turma de nono ano do Ensino Fundamental. Conclui-se que utilização da história é mais do que um recurso informativo, a qual possibilita instigar a curiosidade dos alunos e mostrar o contexto de criação destes conceitos, bem como sua aplicabilidade.

Palavras-chave: Instrumentos astronômicos; Trigonometria; História da matemática; Ensino Fundamental.

INTRODUÇÃO

O processo de ensino-aprendizagem de Matemática é comprometido por diversos fatores, dentre eles o ensino tradicional, que, na maioria das vezes, não desenvolve o aluno socialmente. Acredita-se que o desinteresse dos alunos em relação à Matemática, bem como o baixo desempenho dos mesmos nessa disciplina se dê pela forma como a Matemática vem sendo ensinada. Sendo assim, neste trabalho iremos propor a utilização da História da Matemática como recurso metodológico para o ensino desta disciplina cujo intuito é despertar o interesse dos alunos pela matéria e facilitar a aprendizagem de conteúdos de Matemática a partir do uso de sua história.

De acordo Schmidt, Pretto e Lievas (2016), ao fazer com que os alunos percebam que a Matemática é uma criação humana, desenvolvida por necessidades do cotidiano, por pessoas que se depararam com dificuldades e adversidades no decorrer da sua construção, é desmistificado que a Matemática é difícil e apenas poucos são capazes de compreendê-la.

¹ Licenciada em Matemática pela UFRRJ. E-mail: mariana_soriano7@hotmail.com

² Licenciada em Matemática pela UFRRJ. E-mail: patricyabendia@gmail.com

³ Licenciada em Matemática pela UFRRJ. E-mail: fbdamaasceno19@gmail.com

Nesse texto iremos expor algumas potencialidades do uso da História da Matemática para o ensino dessa disciplina. Além disso, iremos discorrer sobre o ensino de Trigonometria no Ensino Fundamental, propondo uma atividade e apresentando um relato de experiência em uma escola municipal, localizada em Seropédica/RJ, tendo a História da Matemática como recurso metodológico para o ensino de Trigonometria envolvendo conceitos de razões trigonométricas.

1. AS POTENCIALIDADES DO USO DA HISTÓRIA DA MATEMÁTICA NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM

As potencialidades da História da Matemática como recurso pedagógico vêm sendo discutido por diversos autores, que reforçam ou colocam em dúvida sua eficácia metodológica. Ambos os argumentos são importantes para que possamos reconhecer o potencial da História da Matemática, porém sem atribuímos a ela a ideia fantasiosa de que a mesma é suficiente para resolver os problemas de ensino-aprendizagem de matemática.

A importância da História da Matemática como ferramenta para a exploração de problemas é destacada nos Parâmetros Curriculares Nacionais:

A própria História da Matemática mostra que ela foi construída como resposta a perguntas provenientes de diferentes origens e contextos, motivadas por problemas de ordem prática (divisão de terras, cálculo de créditos), por problemas vinculados a outras ciências (Física, Astronomia), bem como por problemas relacionados a investigações internas à própria Matemática. (BRASIL, 1998, p. 40).

Acreditamos que a História da Matemática pode oferecer um importante papel na Educação Matemática, pois permite a ressignificação de conteúdos considerados obsoletos. Saito (2016), ressalta que a História da Matemática, ao reintegrar os conteúdos matemáticos ao processo histórico, permite ao educador “(re)significar as amarras conceituais e propor novas estratégias de ensino”.

É importante ressaltar que, ao tratarmos do uso da História da Matemática como recurso para o ensino, não nos referimos à transmissão de fatos históricos, que virão a ser cobrados em provas, mas sim evidenciar como a ideia fundamental que cerca o conteúdo foi construída e mostrar as relações com o que é estudado em sala de aula. Dessa forma, a matemática pode ser vista em seu contexto histórico, social, filosófico e científico.

Entretanto, alguns fatores mostram-se grandes empecilhos na implementação da História da Matemática no processo de ensino. Dentre eles, podemos citar a pouca referência ao uso da história nos currículos escolares, o despreparo dos professores e a quase inexistência

de materiais bibliográficos que forneçam dados históricos e que contenham sugestões de como a história pode ser utilizada no ensino.

2. O ASTROLÁBIO, O TRIGONÔMERO E O ENSINO DE TRIGONOMETRIA

O astrolábio é um dos primeiros e mais conhecidos instrumentos astronômicos-matemáticos. Embora o termo possua origem grega — *astron lambanein*, que significa “domar os astros” ou “apoderar-se dos astros” —, não se sabe ao certo seu local e data de origem, nem sua primeira forma ou como era utilizado (RODRIGUES, 2017). De acordo com King (1999), o astrolábio é uma representação bidimensional da esfera armilar.

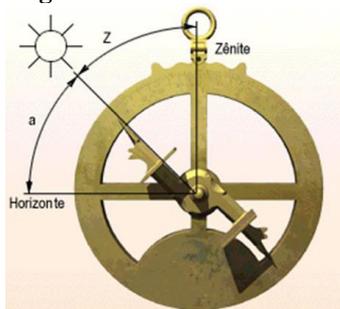
Apesar de sua origem incerta, diversos foram os matemáticos e astrônomos responsáveis pelo desenvolvimento desse instrumento, dentre eles Ptolomeu, Hiparco, Teão, entre outros.

Na Idade Média, o astrolábio era um dos instrumentos favoritos entre os astrônomos, sendo usado na astronomia e astrologia — áreas que, naquela época, estavam relacionadas —, na determinação das horas, cronometragem do tempo, cálculo de alturas, entre outros.

No século XV, o astrolábio foi aperfeiçoado pelo astrônomo, matemático e historiador judeu Abraão Zacuto, e é atribuída a ele a construção do primeiro astrolábio metálico. O instrumento, juntamente com as tabelas que mostram o movimento dos astros e as tábuas astronômicas, presentes na obra de Zacuto — traduzida para o latim com o título *Tabulae tabularum coelestium motuum Astronomi Zacuti* —, foram usadas por Vasco da Gama e Pedro Álvares Cabral em suas viagens marítimas (FIOLHAIS e MARTINS, 2010).

O astrolábio náutico era formado por um círculo, suspenso por uma argola, com quadrantes graduados de 0 a 90 graus, a partir da argola. Em torno do centro rodada uma alidade — régua móvel que determina o ângulo —, com duas pínulas — lâminas colocadas nas extremidades da alidade — furadas. Seu uso consistia em suspender o instrumento pela argola, orientar na direção do sol e rodar a alidade de forma que a luz passasse pelos dois orifícios ao mesmo tempo. Em seguida, tomava-se nota das leituras dos quadrantes indicados pela alidade (ALMEIDA, 2013).

Figura 1 – Astrolábio náutico



Fonte: <https://i.pinimg.com/originals/29/f3/80/29f380676fd49efd86080e94e3ea1099.jpg>

Os astrolábios náuticos foram essenciais para os navegadores, pois permitiam medir a altura do Sol e outros astros, fornecendo, assim, informações para a navegação. Assim, a importância do astrolábio nas navegações equipara-se a de outros instrumentos, como a bússola.

A figura 2 a seguir é um objeto conhecido por Trigonômetro. Segundo Gil & Mendes (2010), esse instrumento de medição das razões trigonométricas tem uma relação íntima com o astrolábio. Através da prática com esse instrumento os estudantes podem repetir prováveis experiências vivenciadas pelos matemáticos antigos e como eles, construir seu próprio conhecimento.

Figura 2 – Trigonômetro.



Fonte: Acervo das autoras.

2.1. Proposta de Atividade para o ensino de trigonometria tendo a História da Matemática como recurso metodológico

Durante a Educação Básica, o primeiro contato dos alunos com o conteúdo de Trigonometria ocorre no 9º ano do Ensino Fundamental. Nessa série escolar, eles aprendem os nomes dados aos lados do triângulo retângulo, as razões trigonométricas e como as mesmas são definidas a partir desses lados. Além disso, é apresentada aos alunos a tabela dos ângulos notáveis, na qual definem-se os valores do seno, cosseno e tangente.

Figura 3 – Tabela de Razões Trigonômétricas

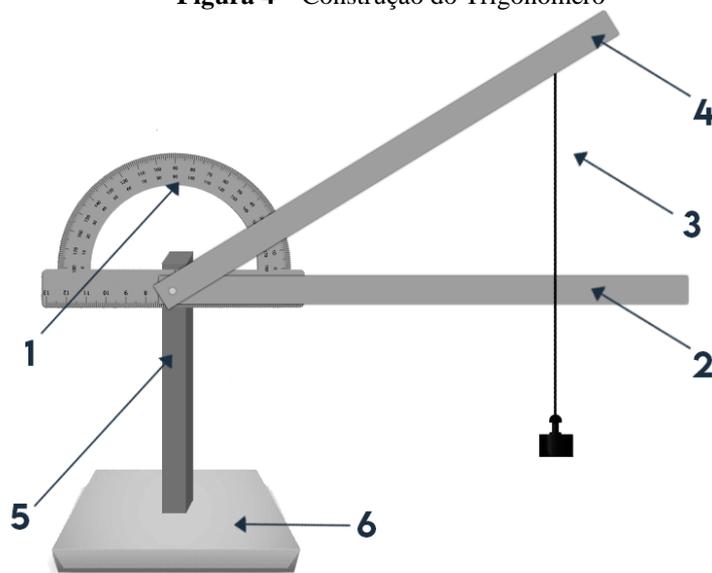
Ângulo	Razões Trigonômétricas		
	Seno	Cosseno	Tangente
30°	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{3}$
45°	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	1
60°	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\sqrt{3}$

Fonte: Elaborado pelas autoras.

No Ensino Médio, a situação se repete. Na maioria das vezes, ao relembrem esse conteúdo, os professores se limitam a reproduzir a tabela e incentivar a memorização dos valores. Tal método acaba por gerar desinteresse por parte dos alunos, uma vez que eles não compreendem o porquê dos valores apresentados na tabela. Segundo Brasil (2001, p. 11 apud SCHMIDT et al, 2016, p. 54), ao fazer uso da História da Matemática como recurso para o ensino de matemática, o aluno poderá refletir sobre o processo de construção dos conteúdos matemáticos de forma significativa.

Com a finalidade de propor uma atividade em que se utilize a História da Matemática como motivação no ensino de trigonometria, faremos uso do instrumento intitulado *Trigonômero*. Em um primeiro momento será apresentado o passo a passo para a sua construção, conforme mostra a figura 4.

Figura 4 – Construção do Trigonômero



Fonte: Adaptado de Gil & Mendes (2010, p. 4).

Onde os elementos numerados são:

1. Transferidor;
2. Régua milimetrada, com borda superior nivelada com o centro do transferidor, ou seja, com 00 e 1800;
3. Fio com um peso preso à ponta (tipo de prumo);
4. Régua móvel de madeira, com furos equidistantes das bordas, um em cada número, para fixá-la (furo do 0) no centro da haste e prender o fio nos demais números;
5. Haste de madeira para sustentação;
6. Base de madeira para apoio. (GIL & MENDES, 2010, p. 4)

Gil e Mendes (2010) salientam que o triângulo retângulo é formado pelo segmento que contém os furos da régua móvel (4), o fio (3) e a borda superior da régua milimetrada (2). Dessa forma, ao movimentar a peça 4 e fazer a medição dos lados desse triângulo, tem-se as informações necessárias para o cálculo das razões trigonométricas.

A proposta de atividade tem como objetivo promover a aprendizagem do conteúdo de Trigonometria a partir do uso da História da Matemática e de um material concreto. O percurso a ser percorrido para se alcançar esse objetivo se dará a partir da utilização da História da Matemática, mais especificamente a história do Astrolábio, como recurso e incentivo para introduzir o conceito de Razões Trigonométricas, através de um material concreto oriundo do Astrolábio, chamado Trigonômero. Os conteúdos que podem ser trabalhados com a atividade proposta é a Trigonometria, concentrando-se nas razões trigonométricas e valores de seno, cosseno e tangente dos ângulos notáveis. Já os recursos necessários durante a aula ministrada são: data show; Trigonômero (material concreto); calculadora; quadro branco; canetas para quadro branco; cartelas para anotar os valores das razões trigonométricas de ângulos notáveis e uma régua de 60 cm. A seguir apresentamos um passo a passo para a condução da atividade:

1º passo: Relatar a história do Astrolábio para motivar os alunos a sentirem interesse e, conseqüentemente, participar da atividade proposta;

2º passo: Dividir a turma em pequenos grupos;

3º passo: Utilizando o Trigonômero, ao movimentar a peça 4 (de modo que a linha central da régua móvel coincida com o valor dos ângulos de 30° , 45° e 60°), cada grupo fará as medidas dos catetos adjacente e oposto e da hipotenusa, anotando os valores obtidos. É importante ressaltar que para medir o comprimento do barbante até a borda superior da régua é necessário utilizar a régua de 60 cm;

4º passo: Com o auxílio de uma calculadora serão feitos os cálculos para descobrir os valores de seno, cosseno e tangente dos ângulos de 30° , 45° e 60° ;

5º passo: Os grupos irão comparar seus resultados;

6º passo: Os valores da tabela de ângulos notáveis (figura 5) serão escritos no quadro branco e a partir daí iremos estimular os alunos a refletirem sobre os valores tabelados no livro

didático e os valores encontrados por eles. Nesse momento, é importante ressaltar que o Trigonômetro é um material confeccionado a mão, logo, há uma margem de erro.

Figura 5 – Comparação entre a tabela de ângulos notáveis do livro didático e a tabela construída a partir do Trigonômetro.

Ângulo	Razões Trigonométricas		
	Seno	Cosseno	Tangente
30°	$\frac{1}{2} \cong 0,5 \cong 0,46$	$\frac{\sqrt{3}}{2} \cong 0,87 \cong 0,91$	$\frac{\sqrt{3}}{3} \cong 0,58 \cong 0,51$
45°	$\frac{\sqrt{2}}{2} \cong 0,71 \cong 0,53$	$\frac{\sqrt{2}}{2} \cong 0,71 \cong 0,53$	1
60°	$\frac{\sqrt{3}}{2} \cong 0,87 \cong 0,82$	$\frac{1}{2} \cong 0,5 \cong 0,52$	$\sqrt{3} \cong 1,73 \cong 1,58$

Fonte: Elaborado pelas autoras.

2.1.1 Relato de experiência acerca do ensino de trigonometria no nono ano do ensino fundamental tendo a História da Matemática como recurso metodológico

O seguinte relato trata-se de uma experiência na disciplina de estágio de um curso de graduação de Licenciatura em Matemática. A experiência se passou em uma escola municipal, localizada em Seropédica, no estado do Rio de Janeiro. O público alvo dessa atividade foi uma turma de 9º ano do Ensino Fundamental.

Iniciamos a vigência distribuindo um pequeno resumo impresso sobre o Astrolábio. Em seguida, pedimos para que os alunos se dividissem em grupos e lessem resumo. Explicamos que daríamos um tempo para leitura e que, posteriormente, os alunos precisariam explicar o que entenderam sobre as funções do Astrolábio. A turma se mostrou bem disposta a aprender e os grupos explicaram de forma resumida, mas objetiva, o que entenderam do assunto.

Figura 6 - Grupo realizando a leitura do resumo sobre o astrolábio



Fonte: Acervo das autoras.

Em seguida, relembramos os conceitos das razões trigonométricas. Após esse momento, iniciamos a parte prática. Como o tempo era reduzido, pedimos que os representantes de cada grupo medissem o seno, cosseno e tangente de um valor, sendo eles 30° , 45° e 60° . A primeira pergunta feita era se a régua estava no ângulo certo. Em seguida perguntávamos onde estava o cateto oposto, cateto adjacente e hipotenusa. Alguns alunos confundiram o cateto oposto com o cateto adjacente, assim foi de suma importância desenhar o triângulo retângulo no quadro e escrever a localização do ângulo alfa.

Ao finalizar essa etapa da atividade, fizemos a verificação, ou seja, a comparação com a tabela de razões trigonométricas conhecida pelos alunos. Nesse momento percebemos que os alunos não lembravam os valores de alguns ângulos, entretanto ao escrever os valores dos ângulos da tangente, nós utilizamos o fato da tangente ser seno/cosseno e então funcionou de uma forma melhor. Os alunos conseguiram fazer uma comparação e perceber a origem dos valores da tradicional tabela aprendida por eles.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a história da Matemática é possível encontrar formas de incentivar os alunos e fazê-los perceber a importância da mesma. Porém é preciso contextualizar e não simplesmente “jogar” a matéria no quadro negro fazendo-os praticarem a arte de copiar e não entender o conteúdo e nem a sua utilização. É preciso uma investigação por parte dos professores para entender a importância dos conteúdos matemáticos e sua aplicação, e a história da matemática torna-se uma fonte contextualização de grande riqueza.

Em um primeiro momento, quando o trigonômetro foi apresentado aos alunos, eles acharam que aquele instrumento se tratava do astrolábio — uma vez que já haviam lido sobre este segundo. Foram, então, explicadas diferenças e semelhanças entre os instrumentos e que um foi desenvolvido a partir do outro.

Durante a aplicação, foram observadas dificuldades dos alunos com o conteúdo, mesmo que o mesmo já tivesse sido lecionado em um momento anterior. Notou-se, também, que muitas dessas dificuldades advinham do fato de que eles não compreendiam a origem dos valores contidos na tabela trigonométrica. A partir das medições, eles não só compreenderam como os valores eram obtidos, como foram capazes de fazer generalizações.

Alguns alunos confundiam o cateto oposto com o cateto adjacente, então foi de suma importância desenhar o triângulo retângulo no quadro e escrever a localização do ângulo alfa. Assim, a atividade possibilitou a fixação desses conceitos.

De forma geral, a presença de um material concreto manipulável em sala de aula e a possibilidade de explorá-lo, despertou o interesse dos alunos. Conclui-se que utilização da história é mais do que um recurso informativo, a qual possibilita instigar a curiosidade dos alunos e mostrar o contexto de criação destes conceitos, bem como sua aplicabilidade.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, N. D. **Estudo de Coleções: As duas faces do Atrolábio. Medir os Astros.** Lisboa: [s.n.], 2013.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais.** Brasília: Ministério da Educação, 1998.

FIOLHAIS, C.; MARTINS, D. **Breve História da Ciência em Portugal.** Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2010.

GIL, R. S. A.; MENDES, I. A. Explorando o círculo trigonométrico. **X Encontro Nacional de Educação Matemática,** Salvador, 2010. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/112274942-Explorando-o-circulo-trigonometrico.html>>. Acesso em: 07 jan 2021.

KING, D. A. **World-maps for finding the direction and distance to Mecca: Innovation and tradition in Islamic Science.** Boston: Brill, 1999.

RODRIGUES, F. Astrolábio planisférico Árabe do Século XVII/XVIII do Museu de Angra do Heroísmo: Falso Abd al-A'imma, Volume LXXV, 2017. 179-188.

SAITO, F. Construindo interfaces entre história e ensino da matemática. **Ensino da Matemática em Debate,** 2016.

SCHMIDT, G. M.; PRETTO, V.; LEIVAS, J. C. P. História da Matemática como recurso didático-pedagógico para conceitos geométricos. **Revista Caderno Pedagógico,** Lajeado, v. 13, n.1, p. 41-57, 2016.