

O USO DO TEODOLITO NO ENSINO DE TRIGONOMETRIA: UMA PROPOSTA UTILIZANDO ABORDAGEM HISTÓRICA

Sara Carolayne Mendonça Salgado¹
Marcos Andrey Rosa²

RESUMO

Este artigo apresenta uma proposta de atividade didática para o ensino de Trigonometria apoiada na construção e utilização de um teodolito caseiro, incorporando elementos da História da Matemática e conteúdos trigonométricos. A proposta fundamenta-se em referenciais teóricos que defendem a integração entre saberes históricos e ensino, evidenciando que instrumentos históricos podem enriquecer a aprendizagem ao contextualizar conceitos matemáticos. O trabalho descreve a trajetória histórica do teodolito, orienta sua construção com materiais acessíveis e detalha uma atividade prática de medição de alturas, na qual os(as) alunos(as) aplicam razões trigonométricas em situações reais. Os resultados da aplicação indicam que a atividade pode contribuir para uma compreensão mais concreta da Trigonometria, promove o raciocínio matemático e possibilita uma ressignificação da Matemática como prática cultural e histórica.

Palavras-chave: Teodolito. Instrumentos históricos. Ensino de trigonometria.

INTRODUÇÃO

Desde o final do século XIX, a Matemática consolidou-se como uma disciplina autônoma, com objeto de estudo e métodos próprios. No contexto contemporâneo brasileiro, com a implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), embora a disciplina esteja organizada em unidades temáticas, suas competências e habilidades promovem a articulação de saberes matemáticos com outras áreas do conhecimento e com demandas sociais. Isso evidencia que a Matemática não se desenvolve de forma isolada, mas em diálogo constante com múltiplos contextos e aplicações (Batista; Pereira, 2023).

Para ilustrar essa articulação entre a Matemática e diferentes contextos de aplicação, observa-se que a BNCC propõe o ensino de Trigonometria com base na resolução de problemas. Um exemplo disso é a habilidade EM13MAT308, inserida no eixo de “Geometria e Medidas”, que orienta: “Aplicar as relações métricas, incluindo as leis do seno e do cosseno ou as noções de congruência e semelhança, para resolver e elaborar problemas que envolvem triângulos em variados contextos” (Brasil, 2018, p. 545). Tal abordagem evidencia a estreita relação entre conceitos trigonométricos, nos quais os aspectos numéricos e formais orientam a resolução de problemas significativos, envolvendo múltiplos contextos.

¹ Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Educação na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
E-mail: s196947@dac.unicamp.br.

² Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciência na Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI).
E-mail: marcosandrey.r@gmail.com.

Alinhada à proposta da BNCC, a História da Matemática (HM) configura-se como uma abordagem que possibilita contextualizar tais conceitos, promover conexões entre diferentes áreas da Matemática e evidenciar o desenvolvimento histórico de ideias e métodos matemáticos. A BNCC destaca que a HM possibilita “reconhecer que a Matemática é uma ciência humana, fruto das necessidades e preocupações de diferentes culturas, em diferentes momentos históricos” (Brasil, 2018, p. 267). Sob essa perspectiva, evidencia-se como a Matemática atravessa diversas culturas e contribui para a solução de problemas práticos por meio de variadas ferramentas e estratégias (Batista; Pereira, 2023).

Ampliando essa perspectiva de articulação entre saberes, Fried (2001) afirma que a inserção da HM no ensino pode enriquecer a aprendizagem e atribuir maior significado aos conceitos matemáticos. Essa presença, no entanto, não deve ser encarada como um acréscimo superficial, mas como parte essencial para aprofundar a compreensão da disciplina. Ao investigar os contextos históricos e as motivações que deram origem às ideias matemáticas, os(as) alunos(as) podem reconhecer a Matemática como uma construção humana e em constante desenvolvimento.

Para colocar essa abordagem no contexto escolar, Batista e Pereira (2023) propõem o uso de instrumentos históricos em sala de aula como estratégia para integrar diferentes saberes matemáticos por meio da resolução de problemas práticos. Nessas atividades, os(as) alunos(as) podem vivenciar contextos em que apenas certos aparatos possam estar disponíveis, o que favorece a compreensão do desenvolvimento histórico dos conceitos matemáticos. Assim, a aprendizagem torna-se mais contextualizada. Essa abordagem também é discutida por Soriano, Silva e Damasceno (2021), que destacam seu potencial para humanizar o ensino da Matemática.

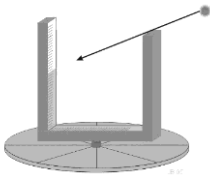
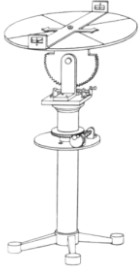
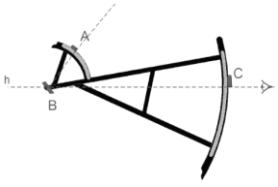
Nesse sentido, este trabalho apresenta uma proposta de atividade prática para o ensino de Trigonometria, utilizando um teodolito na medição de alturas. A atividade fundamenta-se nas competências da BNCC e evidencia a aplicabilidade concreta do instrumento em contextos reais. Serão descritas as características do teodolito, bem como orientações para sua construção e manuseio, seguidas da realização de uma atividade de cálculo trigonométrico baseada em medições de campo. Por fim, o estudo discute as potencialidades pedagógicas como a compreensão mais concreta da Trigonometria, o raciocínio matemático e a ressignificação da Matemática como prática cultural e histórica, propondo possibilidades para sua ampliação em diferentes contextos escolares.

UM BREVE HISTÓRICO DO TEODOLITO

Segundo Ramos (2018), os primeiros registros do uso de instrumentos de medição remontam ao antigo Egito, por volta de 1000 a.E.C. Nesse período, o faraó Sesóstris implementou um sistema para redistribuir terras às margens do rio Nilo. Como as cheias anuais do rio inundavam as áreas cultivadas e apagavam as demarcações anteriores, era necessário redefinir os terrenos após o recuo das águas. Essa tarefa cabia aos agrimensores, também conhecidos como “estiradores de corda”, que utilizavam cordas com marcações específicas para restabelecer as divisões das propriedades.

A sistematização das práticas de medição ocorreu na Grécia Antiga, por volta do século VI a.E.C., quando métodos antes empíricos passaram a ser fundamentados por princípios matemáticos. A aplicação do que chamamos de teorema de Pitágoras, que relaciona os lados de um triângulo retângulo, foi essencial para dar maior precisão às medições e ao mapeamento de terrenos. Esse avanço refletiu-se na evolução dos instrumentos de medição, que se tornaram mais sofisticados ao longo do tempo (Ramos, 2018). Alguns desses instrumentos estão ilustrados no Quadro 1.

Quadro 1 – Instrumentos históricos de medida

Gnômon Utilizado para indicar a hora, sendo a parte do relógio solar que possibilita a projeção da sombra. 	Bússola Magnética Utilizado para indicar a direção com base no campo magnético da Terra. 	Groma Um esquadro óptico que divide o espaço em quatro quadrantes e serve para traçar linhas e ângulos retos. 	Dioptra Instrumento de medida usado para determinar ângulos. 
Chorobate Régua utilizada para o nivelamento de estradas e construção de casas. 	Quadrante Instrumento capaz de determinar o ponto de partida e o lugar onde a embarcação se encontra. 	Astrolábio Instrumento naval utilizado para medir altura dos astros acima do horizonte. 	Balestilha Instrumento utilizado para medir a altura em graus que une o horizonte ao astro. 

Fonte: Elaborado com base em Ramos (2018).

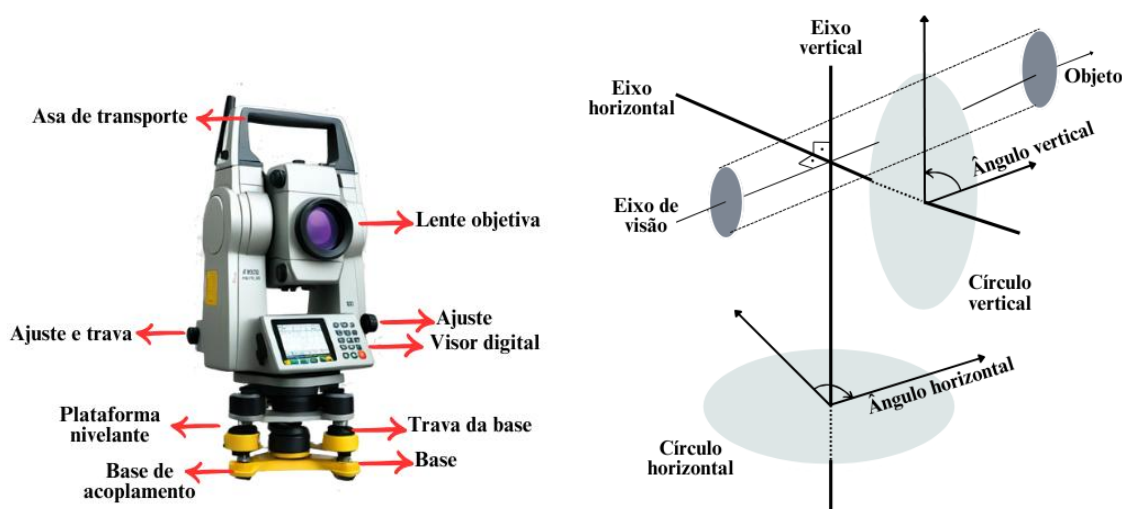
Com o aprimoramento desses instrumentos a partir do século XVI, outros foram criados com o objetivo de melhorar a precisão dos resultados, como o teodolito (Ramos, 2018). De acordo com Andrade, Oliveira e Pereira (2018), o teodolito é um instrumento matemático

antigo, modernizado ao longo do tempo, e utilizado em várias áreas do conhecimento. Trata-se de um instrumento óptico utilizado na topografia, engenharia, arquitetura e por outros profissionais e técnicos, com a finalidade de medir ângulos verticais e horizontais. Essas medições facilitam o cálculo de distâncias e alturas inacessíveis.

Para compreender a trajetória desse instrumento, é necessário observar seu desenvolvimento histórico e os aperfeiçoamentos que o tornaram cada vez mais preciso. Ramos (2018) descreve que o primeiro teodolito foi criado por Jonathan Sisson em 1720, sendo uma importante inovação na medição de ângulos horizontais e verticais. Em 1823, Ignácio Porro desenvolveu o taquímetro autorredutor, um aprimoramento do equipamento que, além de incorporar os elementos do teodolito, incluía um dispositivo óptico que facilitava as medições. Posteriormente, em 1838, o engenheiro inglês William John Macquorn Rankine promoveu novos avanços ao integrar mecanismos do instrumento e torná-lo mais eficiente para uso em obras de construção. A partir da década de 1950, com o avanço da automação eletrônica, foram incorporadas melhorias que aumentaram significativamente a precisão e a versatilidade do teodolito.

Podemos observar alguns dos principais elementos que compõem o que é chamado de teodolito eletrônico, à esquerda, um modelo de teodolito com a descrição de seus principais componentes, e, à direita, a representação de seus eixos e círculos, apresentados na Figura 1.

Figura 1 – Elementos do Teodolito



Fonte: Elaborado pelos autores

O teodolito eletrônico é composto por diversos elementos que contribuem para seu funcionamento preciso. Entre eles, destacam-se os ajustes e travas de movimentação, que permitem fixar o instrumento em ângulos específicos, e a plataforma de nivelamento, que garante sua estabilidade horizontal. O visor digital exibe dados como ângulos horizontais e

verticais e, em modelos mais avançados, também fornece informações sobre distância e coordenadas. A lente objetiva capta a imagem do alvo, ampliando sua visualização com nitidez para o operador. As funcionalidades do aparelho variam de acordo com o modelo e o nível tecnológico incorporado.

A compreensão desses aspectos é fundamental para reconhecer a complexidade e as múltiplas aplicações do teodolito, sobretudo no contexto educacional. Seu potencial didático torna viável a adaptação de versões simplificadas do instrumento para atividades pedagógicas. Na seção subsequente, será apresentada a construção de um teodolito caseiro e sua utilização em uma atividade prática voltada ao ensino de Trigonometria.

CONSTRUÇÃO E UTILIZAÇÃO DO TEODOLITO CASEIRO

Compreendido o funcionamento do teodolito e sua relevância histórica e técnica, é possível propor sua adaptação para fins didáticos por meio da construção de um modelo caseiro. Essa proposta visa não apenas aproximar os(as) alunos(as) do uso de instrumentos de medição, mas também tornar acessível a aprendizagem de conceitos trigonométricos. Para a construção do que chamamos de teodolito caseiro será necessário um pedaço de papelão, 01 transferidor de 180°, cola quente, 01 parafuso com porca, 01 tampa de garrafa PET e 01 palito de churrasco. Os procedimentos para a montagem do instrumento são apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Descrição dos passos para a construção do Teodolito

Instruções para a construção do Teodolito	
Passo 1	Cortar o papelão em formato de retângulo (por ex.: 20x15cm);
Passo 2	Cortar apoios de papelão triangulares para segurar as bases;
Passo 3	Colar o transferidor na parte superior do papelão com auxílio da cola quente;
Passo 4	Fazer um furo no meio da tampa de garrafa PET e no centro do papelão, próximo ao transferidor;
Passo 5	Colocar o parafuso na tampa e inserir no papelão, prendendo com a porca;
Passo 6	Colar o palito na tampinha, fazendo com que ela gire;
Passo 7	Colar as bases no papelão, para que o instrumento fique em pé.

Fonte: Elaborado pelos autores

Inicie cortando o papelão em formato retangular, com dimensões aproximadas de 20 x 15 cm. Em seguida, recorte dois pedaços adicionais de papelão em forma de triângulo com 5cm de altura, que servirão como base de sustentação do instrumento. Com o auxílio de cola quente, fixe o transferidor na parte superior do retângulo de papelão, esse componente será o principal elemento de medição de ângulos. Depois, faça um furo no centro de uma tampinha de garrafa PET e outro no centro do papelão, próximo ao transferidor. Esses furos permitirão a rotação do sistema de medição.

O parafuso será utilizado para fixar a tampa da garrafa PET à estrutura de papelão. No entanto, é essencial que a tampa possa se mover livremente, possibilitando a variação dos

ângulos, por isso, recomenda-se o uso de uma porca, que garante tanto a estabilidade quanto a rotação controlada do sistema. Em seguida, cole o palito de churrasquinho sobre a tampa, de modo que ele possa girar junto com ela e funcionar como indicador angular. Por fim, fixe os apoios triangulares na base do papelão, assegurando que o instrumento permaneça em posição vertical. É possível visualizar o teodolito finalizado na Figura 2.

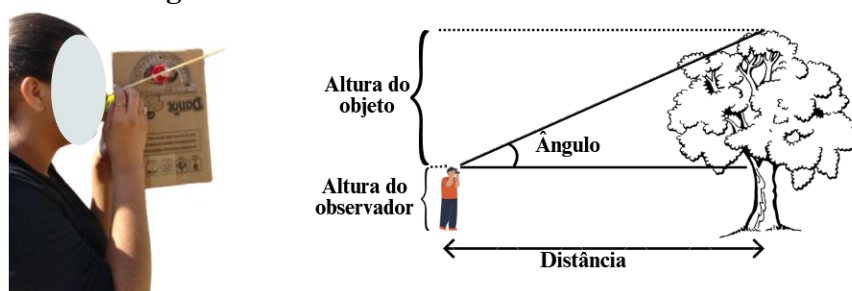
Figura 2 – A construção do teodolito caseiro



Fonte: Elaborado pelos autores

Para realizar a medição, posicione o teodolito sobre uma superfície estável e nivelada ou, alternativamente, segure o instrumento voltado na direção do ponto a ser observado. É fundamental verificar se o dispositivo está corretamente alinhado na vertical, a fim de evitar distorções nos resultados. Em seguida, observe ao longo do palito e direcione-o ao ponto inicial de medição, como uma árvore, um poste ou qualquer outro elemento fixo no horizonte. Registre o valor do ângulo indicado pelo palito no transferidor. Um exemplo de uso do teodolito é apresentado na Figura 3.

Figura 3 – O uso³ do teodolito caseiro



Fonte: Elaborado pelos autores

Com o teodolito caseiro construído, é possível desenvolver uma atividade prática que permita aos(as) alunos(as) aplicarem conceitos de Trigonometria por meio de medições reais, promovendo uma aprendizagem contextualizada, que será detalhada na seção subsequente.

UMA PROPOSTA DE ATIVIDADE COM O TEODOLITO CASEIRO

³ Cabe destacar que a posição do olho também exerce influência no processo de medição.

Considerando as potencialidades do uso de instrumentos históricos no ensino de Matemática, conforme descrevem Alencar e Pereira (2023) e Pereira e Saito (2018), desenvolveu-se uma proposta de atividade que integra a HM ao ensino de Trigonometria, por meio da utilização de um teodolito caseiro. A proposta tem como objetivo ampliar a compreensão dos conteúdos trigonométricos em um contexto prático e é estruturada em quatro etapas, que são apresentadas a seguir:

1ª Etapa: apresentação dos aspectos históricos em sala de aula

A primeira etapa tem como objetivo apresentar aspectos históricos relacionados à construção de instrumentos de medição utilizados para resolver problemas práticos, como a delimitação de terras e a definição de distâncias. De forma dialógica, o(a) professor(a) introduz brevemente a história do teodolito, destacando sua função como instrumento óptico capaz de medir ângulos verticais e horizontais. A parte central da aula deve enfatizar a utilização de dispositivos semelhantes por civilizações antigas, como os egípcios e babilônios, em atividades como a divisão de terras, a construção de estradas e a medição de distâncias, práticas que podem ser compreendidas como antecedentes históricos do teodolito. É recomendado a utilização de 02 aulas de 50 minutos para esta etapa.

2ª Etapa: construção do teodolito caseiro

Na segunda etapa, inicia-se o processo de construção do teodolito caseiro, que será utilizado na realização das medições. Para orientar essa atividade, recomenda-se a elaboração de uma folha com instruções objetivas, contendo o passo a passo da montagem (conforme descrito no Quadro 2), bem como a lista dos materiais necessários para a confecção do instrumento. É recomendado a utilização de 02 aulas para esta etapa.

3ª Etapa: momento da prática

A terceira etapa consiste na realização de uma atividade prática, em que os(as) alunos(as) devem utilizar o teodolito caseiro, juntamente com conhecimentos de Trigonometria, para determinar a altura aproximada de construções ou objetos inacessíveis à medição direta com trena. Cada grupo deve escolher um alvo fixo, como um prédio, árvore ou poste, e aplicar o instrumento para estimar sua altura. Para isso, será necessário o uso de trenas, calculadoras, papel, lápis, folhas de registro e uma tabela com os valores de seno, cosseno e tangente. As orientações para a coleta e o registro dos dados encontram-se no Quadro 4.

Quadro 4 - Orientações para os alunos

Orientações antes do cálculo	
Passo 1	Escolha quais serão as construções ou objetos que serão feitas as medições.
Passo 2	Verificar se o Teodolito está alinhado, caso não esteja é necessário fazer o alinhamento utilizando o parafuso com a porca.
Passo 3	Caso julgue necessário, utilize um banco alto para ser suporte e apoiar o Teodolito (se isso foi utilizado, ao final a altura do banco deverá ser somada).
Passo 4	Para realizar as medições, você deverá olhar através do palito para a direção escolhida, e anotar os ângulos apresentados. Realize as medições algumas vezes e verifique se o local está adequado e demonstrando a direção correta.
Passo 5	Para realizar a medição da distância do Teodolito até a base da construção, utilize uma trena e anote os resultados em metros (1 m equivale à 100 cm).
Passo 6	Realize o experimento com 3 distâncias diferentes , levando em consideração a margem de erro.

Fonte: Elaborado pelos autores

Para a realização da atividade, cada grupo deve iniciar escolhendo as construções ou objetos que servirão como alvos das medições. Em seguida, é necessário verificar se o teodolito caseiro está devidamente alinhado; caso contrário, deve-se ajustá-lo utilizando o parafuso e a porca. Se for necessário um suporte, o instrumento pode ser posicionado sobre um banco alto, sendo importante registrar previamente a altura do banco para que ela seja considerada nos cálculos. Para medir os ângulos, os(as) alunos(as) devem observar através do palito e direcionar o teodolito ao ponto escolhido, anotando o valor indicado no transferidor. Recomenda-se repetir o procedimento algumas vezes para garantir maior precisão, realizando os ajustes necessários até obter leituras consistentes.

Em seguida, utilize uma trena para medir a distância entre o teodolito e a base da construção, registrando o valor em metros. Recomenda-se realizar o experimento em três distâncias diferentes, considerando uma margem de erro adequada para garantir a confiabilidade dos resultados. Todos os dados obtidos devem ser registrados na folha de anotações disponibilizada pelo(a) professor(a), conforme o modelo apresentado no Quadro 5.

Quadro 5 - Modelo de folha de anotações para o aluno

Objeto	Ângulo	Distância em metros	Desenhe e calcule a altura final
Nome	Ângulo 1	Distância 1	Desenho 1
	Ângulo 2	Distância 2	Desenho 2
	Ângulo 3	Distância 3	Desenho 3

Fonte: Elaborado pelos autores

Essa atividade proporciona aos(as) alunos(as) uma aplicação prática dos conceitos de Trigonometria, ao relacionar medições angulares com distâncias horizontais. É recomendado a utilização de 02 aulas para esta etapa.

4ª Etapa: socialização e apresentação final

Após a realização da prática e a medição das alturas, é importante reservar um momento em sala de aula para a socialização da atividade, no qual os(as) alunos(as) possam compartilhar suas experiências, desafios enfrentados e descobertas feitas durante o processo de medição com o teodolito caseiro. Recomenda-se organizar um seminário de apresentação, em que cada grupo exponha os resultados obtidos, incluindo as distâncias e os ângulos registrados. Para enriquecer a discussão, o(a) professor(a) pode conduzir uma análise coletiva sobre a precisão das medições, destacando eventuais margens de erro observadas entre diferentes distâncias e possíveis dificuldades encontradas, como o alinhamento do instrumento ou a obtenção de medidas consistentes. Por fim, é interessante promover um debate sobre a aplicação prática da Trigonometria, incentivando os(as) alunos(as) a refletirem sobre em quais contextos reais o uso de um teodolito poderia ser relevante. Na seção subsequente, apresentam-se as considerações finais deste estudo, destacando as contribuições e possibilidades do uso de instrumentos históricos no ensino de Matemática.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso do teodolito caseiro, aliado à exploração de contextos históricos, revela-se uma estratégia eficaz para favorecer a compreensão dos conceitos de Trigonometria, bem como para indicar a aplicabilidade da Matemática em situações concretas. Ao trazer para a sala de aula um instrumento com raízes históricas, o(a) professor(a) encontra na HM o potencial para enriquecer sua prática docente, favorecendo uma abordagem mais contextualizada e, possivelmente, despertando o interesse dos(as) alunos(as) pela disciplina.

A utilização do teodolito emergiu como uma possibilidade concreta de aplicar a Trigonometria em atividades práticas, contribuindo para a compreensão das justificativas matemáticas envolvidas em seu funcionamento. Para além das razões trigonométricas (seno, cosseno e tangente), os(as) alunos(as) foram levados(as) a mobilizar conhecimentos de geometria, como as propriedades de triângulos e de ângulos, bem como procedimentos de conversão de unidades, a exemplo da transformação de medidas de centímetros para metros, o que ampliou o escopo dos conteúdos trabalhados.

Essa proposta considera vivenciar o uso de um único instrumento disponível em determinados períodos históricos para auxiliar os(as) alunos(as) a compreenderem a Matemática como uma construção humana, situada e contextualizada.

Durante a implementação da proposta, não foram observados equívocos conceituais relacionados à Trigonometria, apenas pequenas variações nas medições, as quais serviram como ponto de discussão sobre os limites da precisão e a relevância da repetição dos

procedimentos. Ao articular elementos históricos, atividades práticas e conteúdos matemáticos, a proposta com o teodolito caseiro mostrou potencial para contribuir com o engajamento dos(as) alunos(as) e para promover uma visão da Matemática mais próxima da realidade, mais humana e, portanto, mais significativa.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, Lívia Bezerra De; PEREIRA, Ana Carolina Costa. Conceitos matemáticos na escala de cordas do Sector de Thomas Hood: possibilidades para Educação Matemática. **REVEMOP**, v. 5, p. e202310, 2023. <https://doi.org/10.33532/revemop.e202310>

ANDRADE, Maria Helena de; OLIVEIRA, Rannyelly Rodrigues de; PEREIRA, Ana Carolina Costa. Um Recurso Histórico para Estudos Iniciais de Trigonometria: Apresentando o Teodolito. **Boletim Cearense de Educação e História da Matemática - BOCEHM**, v. 5, n. 13, p. 66–76, 2018. <https://doi.org/10.30938/bocehm.v5i13.69>

BATISTA, Antonia Naiara de Sousa; PEREIRA, Ana Carolina Costa. Um levantamento nacional e internacional de pesquisas que mobilizaram ou articularam saberes geométricos e trigonométricos por meio de instrumentos ou tratados antigos. **Revista História da Matemática para Professores – RHMP**, v. 9, n. 1, p. 1–10, 2023.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

FRIED, Michael N. Can Mathematics Education and History of Mathematics Coexist? **Science & Education**, v. 10, n. 4, p. 391–408, 2001. <https://doi.org/10.1023/A:1011205014608>

PEREIRA, Ana Carolina Costa. Pesquisas envolvendo instrumentos matemáticos: um estudo a partir de trabalhos publicados no SNHM. *In*: Seminário Nacional de História da Matemática - SNHM, 15., 2023, Maceió. **Anais eletrônicos [...]**. Maceió: SBHMat, 2023, p. 10-19. Disponível em: <https://snhm.com.br/anais/article/view/24>. Acesso em: 27 out. 2024.

PEREIRA, Ana Carolina Costa; SAITO, Fumikazu. Os instrumentos matemáticos na interface entre história e ensino de Matemática: compreendendo o cenário nacional nos últimos 10 anos. **Boletim Cearense de Educação e História da Matemática – BOCEHM**, v. 5, n. 14, p. 109–122, 2018. <https://doi.org/10.30938/bocehm.v5i14.225>

RAMOS, Cassiano Henrique Monteiro Corrêa. **Geometria e trigonometria aplicadas na topografia**. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

SORIANO, Mariana; SILVA, Patricya Bendia Inácio da; DAMASCENO, Fernanda. O Uso do Astrolábio no Ensino da Trigonometria uma Experiência no Ensino Fundamental. **Revista História da Matemática para Professores – RHMP**, v. 7, n. 2, p. 1–9, 2021.

Submetido em: 03 de maio de 2025.
Aprovado em: 21 de agosto de 2025.