

**MODELAGEM MATEMÁTICA E MEDAÇÃO DE ALTURAS: UMA EXPERIÊNCIA
COM TEODOLITO NO ENSINO MÉDIO**

**MATHEMATICAL MODELING AND HEIGHT MEASUREMENT: AN
EXPERIENCE WITH A THEODOLITE IN HIGH SCHOOL**

**MODELADO MATEMÁTICO Y MEDICIÓN DE ALTURA: UN EXPERIMENTO
CON UN TEODOLITO EN LA ESCUELA SECUNDARIA**

 <https://doi.org/10.56238/arev7n12-004>

Data de submissão: 01/11/2025

Data de publicação: 01/12/2025

Davi Willams de Paiva Alcântara

Mestrando em Matemática no PROFMAT

Instituição: Instituto Federal do Piauí – IFPI

E-mail: davialcantara18@gmail.com

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3031266146682178>

Genilson Soares da Silva

Mestrando em Matemática no PROFMAT

Instituição: Instituto Federal do Piauí – IFPI

E-mail: genilsondida@gmail.com

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1074607678593074>

Guilherme Gonçalves Holanda

Especialista e Mestrando em Matemática no PROFMAT

Instituição: Instituto Federal do Piauí – IFPI

E-mail: guylhermeholanda96@gmail.com

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/9701123308216685>

Janiel Aureliano de Lima

Mestrando em Matemática no PROFMAT

Instituição: Instituto Federal do Piauí – IFPI

E-mail: janielmatematica7@gmail.com

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5159650551446682>

Laés de Castro Cavalcante

Mestrando em Matemática no PROFMAT

Instituição: Instituto Federal do Piauí – IFPI

E-mail: laescastrocavalcante@gmail.com

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/0684444586153280>

Marcos Vivian da Rocha Tolentino

Mestrando em Matemática no PROFMAT

Instituição: Instituto Federal do Piauí - IFPI

E-mail: marcosvivianrt@gmail.com

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9811862038180397>

Roberto Arruda Lima Soares

Doutor

Instituição: Instituto Federal do Piauí – IFPI

E-mail: robertoarruda@ifpi.edu.br

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7144215949034937>

Ronaldo Campelo da Costa

Doutor

Instituição: Instituto Federal do Piauí – IFPI

E-mail: ronaldocampelo@ifpi.edu.br

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1879372586397379>

RESUMO

Este artigo tem como objetivo demonstrar de forma concreta, através de uma abordagem experimental, como a trigonometria e a modelagem matemática podem ser aplicadas na medição da altura de um objeto real, utilizando o teodolito como instrumento de apoio, em turma de 3º Ano do Ensino Médio na cidade de São Gonçalo do Piauí. A atividade foi estruturada em três etapas pedagógicas: fundamentação teórica, experiência prática, como a coleta e registro dos dados, medição dos ângulos de elevação e as distâncias horizontais e, por fim, a análise dos dados obtidos. O experimento permitiu aos estudantes observar empiricamente como calcular altura de objetos inacessíveis através de informações coletadas no ambiente, além de compreenderem os conceitos fundamentais de trigonometria, com foco principal no conceito de tangente. Os resultados evidenciam o potencial da prática investigativa no ensino da Matemática, promovendo as habilidades de análise crítica, interpretação de dados, resolução de problemas e o protagonismo estudantil, conforme proposto na Base Nacional Comum Curricular. A proposta reforça a importância de metodologias ativas e estratégias pedagógicas contextualizadas no processo de ensino-aprendizagem para o ensino de conceitos fundamentais da ciência, favorecendo a articulação entre teoria e prática no ambiente escolar.

Palavras-chave: Modelagem Matemática. Trigonometria. Teodolito. Tangente.

ABSTRACT

This article aims to demonstrate concretely, through an experimental approach, how trigonometry and mathematical modeling can be applied to measuring the height of a real object, using a theodolite as a support instrument, in a 3rd-year high school class in the city of São Gonçalo do Piauí. The activity was structured in three pedagogical stages: theoretical foundation, practical experience, such as data collection and recording, measurement of elevation angles and horizontal distances, and finally, analysis of the data obtained. The experiment allowed students to empirically observe how to calculate the height of inaccessible objects using information collected in the environment, in addition to understanding the fundamental concepts of trigonometry, with a main focus on the concept of tangent. The results highlight the potential of investigative practice in mathematics teaching, promoting critical analysis skills, data interpretation, problem-solving, and student protagonism, as proposed in the Brazilian National Curriculum Base (BNCC). The proposal reinforces the importance of active methodologies and contextualized pedagogical strategies in the teaching-learning process for teaching fundamental science concepts, favoring the articulation between theory and practice in the school environment.

Keywords: Mathematical Modeling. Trigonometry. Theodolite. Tangent.

RESUMEN

Este artículo busca demostrar concretamente, mediante un enfoque experimental, cómo la trigonometría y el modelado matemático pueden aplicarse a la medición de la altura de un objeto real, utilizando un teodolito como instrumento de apoyo, en una clase de 3.er año de secundaria en la ciudad de São Gonçalo do Piauí. La actividad se estructuró en tres etapas pedagógicas: fundamento teórico, experiencia práctica, como la recopilación y registro de datos, la medición de ángulos de elevación y distancias horizontales, y, finalmente, el análisis de los datos obtenidos. El experimento permitió a los estudiantes observar empíricamente cómo calcular la altura de objetos inaccesibles utilizando información recopilada en el entorno, además de comprender los conceptos fundamentales de la trigonometría, con especial atención al concepto de tangente. Los resultados resaltan el potencial de la práctica investigativa en la enseñanza de las matemáticas, promoviendo habilidades de análisis crítico, interpretación de datos, resolución de problemas y protagonismo estudiantil, tal como se propone en la Base Curricular Común Nacional. Esta propuesta refuerza la importancia de las metodologías activas y las estrategias pedagógicas contextualizadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje para la enseñanza de conceptos científicos fundamentales, favoreciendo la articulación entre la teoría y la práctica en el entorno escolar.

Palabras clave: Modelación Matemática. Trigonometría. Teodolito. Tangente.

1 INTRODUÇÃO

O ensino da trigonometria no Ensino Médio frequentemente apresenta desafios relacionados à compreensão de conceitos abstratos, como tangentes e ângulos de elevação. Nesse sentido, atividades experimentais têm se mostrado eficazes para tornar o aprendizado mais atraente, promovendo o engajamento dos estudantes e a aplicação prática dos conteúdos matemáticos. Nesse contexto, o teodolito artesanal surge como uma ferramenta pedagógica que permite aos alunos medir alturas de objetos reais, conectando teoria e prática de maneira concreta.

A análise experimental desempenha papel central nesse tipo de atividade, pois permite aos estudantes coletar dados, realizar medições, interpretar resultados e refletir sobre fontes de erro. Esse processo aproxima o aluno do método científico, promovendo compreensão profunda dos conceitos e estimulando a aprendizagem ativa. Ao explorar situações reais e aplicar fórmulas matemáticas para calcular alturas de objetos, os estudantes desenvolvem senso crítico e capacidade de generalização dos conhecimentos adquiridos.

Para investigar essa abordagem, foi aplicada uma sequência didática a uma turma da 3^a série do Ensino Médio na cidade de São Gonçalo do Piauí, na qual os alunos utilizaram o teodolito caseiro para calcular a altura de três refletores de um campo de *society*. O objetivo geral foi demonstrar, por meio de um experimento prático, como a trigonometria e a modelagem matemática podem ser usadas para medir a altura de um objeto real (um refletor) utilizando um teodolito.

Para alcançar esse objetivo, desenvolveu-se um experimento prático que permitiu demonstrar de forma concreta como a trigonometria e a modelagem matemática podem ser aplicadas na medição da altura de um objeto real, utilizando o teodolito como instrumento de apoio. A atividade foi orientada por objetivos específicos que nortearam cada etapa do processo, desde a coleta de dados até a análise dos resultados obtidos.

Entre eles, destacam-se: planejar e organizar a experiência experimental de forma que os alunos pudessem medir alturas de objetos reais; coletar e registrar dados de ângulos de elevação e distâncias horizontais de maneira precisa e organizada; aplicar fórmulas trigonométricas e procedimentos de modelagem matemática para calcular as alturas dos refletores a partir das medições; e, por fim, analisar e discutir os resultados obtidos, identificando fontes de erro e incertezas, além de relacionar os achados a situações cotidianas e aplicações práticas da trigonometria.

Além do contexto escolar, as técnicas utilizadas na atividade com o teodolito possuem ampla aplicabilidade em diversas áreas profissionais e científicas. Medições precisas de altura e distância são fundamentais em engenharia civil, arquitetura, topografia, planejamento urbano e até em estudos ambientais, como a estimativa da altura de árvores ou torres de transmissão.

A experiência de realizar medições, calcular resultados e discutir incertezas aproxima os alunos de práticas do mundo real, mostrando que a matemática não se limita ao ambiente da sala de aula, mas é uma ferramenta essencial para resolver problemas concretos, analisar dados e tomar decisões fundamentadas em diferentes contextos profissionais.

A escolha do campo de *society* em São Gonçalo do Piauí como cenário da atividade experimental foi motivada por diversos fatores pedagógicos e práticos. A proximidade com os alunos garantiu facilidade de acesso e segurança durante as medições, enquanto a visibilidade clara dos refletores permitiu a coleta de dados precisa e confiável. Além disso, o contexto selecionado proporcionou uma experiência concreta e contextualizada, fortalecendo a compreensão dos conceitos de trigonometria e modelagem matemática, e tornando a atividade mais envolvente.

Espera-se que, por meio do desenvolvimento dos objetivos específicos, os alunos não apenas compreendam de forma prática os conceitos de trigonometria, mas também aprimorem habilidades de análise crítica, interpretação de dados e resolução de problemas. Além disso, pretende-se que a atividade possibilite a percepção da aplicação da matemática em situações reais, fortalecendo a conexão entre teoria e prática, ao mesmo tempo em que estimula o interesse, o engajamento e a autonomia dos estudantes no processo de aprendizagem.

De acordo com Luckesi (2005, apud Almeida; Vieira, 2011), o aprendizado dos alunos só se torna relevante quando os conceitos estudados possuem relação com a vida cotidiana, de modo que a conexão dos conteúdos com situações do dia a dia confere verdadeiro sentido ao processo de ensino-aprendizagem. Nesse sentido, atividades que permitem aos estudantes aplicar a teoria em contextos reais, como a medição de alturas utilizando o teodolito, favorecem a compreensão e retenção dos conceitos matemáticos, tornando o estudo mais concreto e motivador. Essa abordagem aproxima os alunos do conhecimento de forma prática, estimulando o raciocínio crítico, a análise de resultados e o desenvolvimento de habilidades que vão além da simples memorização de fórmulas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 HISTÓRICO DO TEODOLITO E SUA APLICAÇÃO NA MEDIÇÃO DE ALTURAS

O teodolito é um instrumento essencial para a medição de ângulos horizontais e verticais, sendo amplamente utilizado em topografia, engenharia, construção civil e estudos geodésicos. Sua invenção é atribuída a Leonard Digges, no século XVI, que desenvolveu um dispositivo rudimentar capaz de medir ângulos com precisão limitada, servindo de base para os avanços posteriores na instrumentação geográfica e cartográfica. Ao longo dos séculos, o teodolito passou por significativas evoluções, incluindo o aprimoramento óptico e mecânico, a introdução de escalas graduadas mais

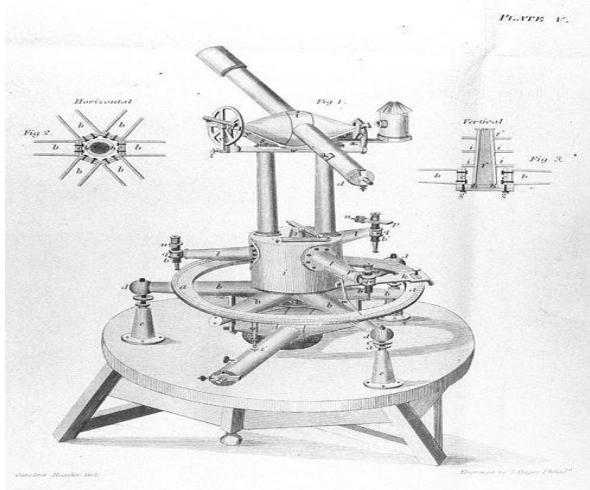
precisas e, posteriormente, o desenvolvimento de modelos eletrônicos e a laser, que aumentaram consideravelmente a precisão e a facilidade de uso.

Historicamente, o teodolito desempenhou papel crucial em grandes obras de engenharia e projetos de topografia, permitindo medir alturas de prédios, postes, árvores e formações naturais. Seu funcionamento se baseia na aplicação direta da trigonometria, relacionando o ângulo de elevação ou depressão observado e a distância horizontal até o objeto medido para calcular alturas de forma precisa. Mesmo com o surgimento de tecnologias modernas, os princípios matemáticos que regem o teodolito permanecem relevantes, sendo frequentemente aplicados em atividades educacionais que buscam aproximar o aluno da realidade prática.

No contexto escolar, especialmente no Ensino Médio, o uso do teodolito em experimentos práticos permite que os alunos percebam a conexão entre a teoria matemática e problemas do cotidiano, consolidando conceitos de trigonometria, modelagem matemática e análise de resultados. Além disso, a exploração histórica do instrumento ajuda os estudantes a compreenderem a evolução da ciência e da tecnologia, demonstrando como conhecimentos acumulados ao longo do tempo continuam sendo aplicáveis na resolução de problemas contemporâneos.

O teodolito, desde sua invenção no século XVI, passou por diversas evoluções que aprimoraram sua precisão e funcionalidade. Instrumentos como o modelo de Troughton, ilustrado por Caroline Hassler na figura 1, representam a transição de dispositivos rudimentares para equipamentos mais sofisticados, essenciais para medições topográficas e cálculos de altura. Essa evolução evidencia a importância histórica e científica do teodolito, conectando tecnologia e aprendizado em contextos educacionais.

Figura 1: Teodolito de Troughton



Fonte: Wikimedia Commons, provável, c. 1788–1798.

De acordo com Ferreira (2000, p. 668), o teodolito é um instrumento óptico utilizado para medir com precisão ângulos horizontais e verticais. Este equipamento é amplamente empregado por engenheiros, agrimensores, topógrafos e antigos navegadores para realizar medições em redes de triangulação, possibilitando a determinação de distâncias inacessíveis. No contexto educacional, a trena e o teodolito podem ser comparados à régua graduada e ao transferidor, respectivamente, quando utilizados para trabalhar conceitos geométricos sobre o papel.

2.2 CONSTRUÇÃO ATIVA DO CONHECIMENTO E APRENDIZAGEM CONTEXTUALIZADA

A implementação de atividades práticas, como a medição de alturas utilizando o teodolito, representa uma estratégia pedagógica eficaz para promover a construção ativa do conhecimento no Ensino Médio. As metodologias ativas de aprendizagem colocam o aluno no centro do processo educativo, incentivando sua participação ativa, colaboração e desenvolvimento de habilidades críticas. Segundo Moran (2013), essas metodologias favorecem a autonomia do estudante e a aplicação prática dos conteúdos, tornando o aprendizado mais significativo e duradouro.

Além disso, a aprendizagem contextualizada, que conecta os conteúdos curriculares com situações reais do cotidiano dos estudantes, é essencial para tornar o aprendizado mais significativo e engajador. Ao relacionar conceitos abstratos à prática concreta, os alunos conseguem perceber a utilidade do conhecimento que estão adquirindo, aumentando sua motivação e interesse pelo estudo. Costa (2018) enfatiza que a contextualização permite aos estudantes compreender não apenas “o que” estão aprendendo, mas também “por que” estão aprendendo, promovendo uma aprendizagem mais consciente e reflexiva.

A integração entre teoria e prática, quando bem planejada, amplia o potencial formativo do ensino de Matemática. Ao relacionar conceitos abstratos, como os da trigonometria, com situações concretas de medição e observação, o aluno passa a compreender a utilidade do conhecimento matemático no mundo real. Essa abordagem está em sintonia com as ideias de Costa (2018), que destaca a contextualização como um caminho para tornar o aprendizado mais participativo e reflexivo, promovendo o desenvolvimento da autonomia intelectual e da capacidade crítica dos estudantes. Assim, atividades experimentais, como o uso do teodolito para medir alturas, configuram-se não apenas como exercícios de aplicação, mas como oportunidades de investigação, diálogo e construção coletiva do saber.

Essa abordagem favorece o desenvolvimento de habilidades críticas e de resolução de problemas, pois os alunos passam a aplicar teorias matemáticas em situações reais, como no caso da medição de alturas com o teodolito. Ao confrontar cálculos teóricos com dados coletados em campo,

os estudantes são incentivados a analisar discrepâncias, avaliar fontes de erro e buscar soluções práticas, consolidando o conhecimento de forma duradoura.

Além disso, experiências contextualizadas promovem a colaboração e o trabalho em equipe, pois a construção do conhecimento se dá de maneira compartilhada, fortalecendo a aprendizagem social e o engajamento ativo no processo educativo.

Paralelo a isso, é importante ressaltar que

Liberdade de aprender, ensinar, pesquisar e divulgar a cultura, o pensamento, a arte e o conhecimento científico, além do pluralismo de ideias e de concepções pedagógicas, assim como a valorização da experiência extraescolar, e a vinculação entre a educação escolar, o trabalho e as práticas sociais (Brasil, 2010a, p. 19).

2.3 A EXPERIMENTAÇÃO E O ENSINO INVESTIGATIVO EM MATEMÁTICA

A experimentação, quando incorporada ao ensino da Matemática, contribui para transformar a sala de aula em um espaço de investigação, diálogo e construção de significados. Essa abordagem permite que o aluno assuma uma postura ativa diante do conhecimento, questionando, testando hipóteses e analisando resultados obtidos em situações concretas. Segundo Carvalho (2013), o ensino investigativo se caracteriza pela criação de situações que estimulam o estudante a pensar e agir como um pesquisador, desenvolvendo autonomia intelectual e capacidade crítica.

No contexto da trigonometria, a experimentação com instrumentos como o teodolito caseiro possibilita uma aprendizagem baseada na resolução de problemas reais. Ao medir ângulos, registrar dados e comparar cálculos teóricos com resultados experimentais, o aluno vivencia o processo de produção do conhecimento científico, compreendendo a importância da precisão, da análise de erros e da validação dos resultados. Essa prática torna o aprendizado mais significativo e favorece a internalização dos conceitos matemáticos, pois o estudante percebe a utilidade dos procedimentos aprendidos.

Freire (1996) reforça que a aprendizagem significativa ocorre quando o estudante se reconhece como sujeito ativo na construção do saber, aprendendo pela ação e pela reflexão sobre o mundo. Como destaca o autor:

Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção. Quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender. O educador deve estar aberto à curiosidade dos educandos e à sua capacidade de criar e recriar o conhecimento, tornando a prática educativa um ato de liberdade e de diálogo.(FREIRE, 1996, p. 25).

Zabala (1998), complementa que atividades investigativas bem planejadas estimulam a autonomia intelectual, pois exigem que o aluno relate os conhecimentos prévios a novos desafios cognitivos. Segundo o autor “A aprendizagem significativa implica estabelecer relações entre o que se aprende e o que já se sabe, de modo que o novo conhecimento possa ser integrado e utilizado de forma funcional.” (ZABALA, 1998, p. 42). No caso do uso do teodolito artesanal, o aluno é instigado a relacionar conceitos geométricos e trigonométricos a situações concretas, o que amplia sua compreensão e o motiva a aprender.

Dessa forma, a experimentação e o ensino investigativo em Matemática configuram-se como práticas pedagógicas potentes para o desenvolvimento da autonomia, do pensamento crítico e da competência científica, alinhando-se às orientações das Diretrizes Curriculares Nacionais (Brasil, 2010a), que enfatizam a importância da contextualização e da integração entre teoria e prática no processo educativo.

2.4 MODELAGEM MATEMÁTICA COMO ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM ATIVA

A modelagem matemática é uma metodologia que permite aproximar o conhecimento escolar da realidade, ao propor a tradução de situações cotidianas para a linguagem matemática. Bassanezi (2002) destaca que a modelagem deve ser entendida como um processo dinâmico, no qual o aluno é convidado a observar fenômenos, formular hipóteses, construir modelos e validar os resultados obtidos:

A modelagem matemática é um processo que envolve a idealização e a representação de uma situação real através de um modelo matemático. Esse modelo é analisado, manipulado e interpretado, buscando compreender melhor o fenômeno em questão. O objetivo da modelagem não é apenas obter respostas numéricas, mas desenvolver uma compreensão qualitativa e quantitativa do problema estudado, estimulando o pensamento crítico e a criatividade. (Bassanezi, 2002, p. 21).

Esse enfoque favorece a aprendizagem ativa, pois desloca o foco do ensino centrado no professor para a construção coletiva do conhecimento. Nessa perspectiva, o estudante deixa de ser mero receptor de informações e torna-se protagonista do processo de investigação e análise de situações reais.

De acordo com Biembengut e Hein (2000), o uso da modelagem no ensino de Matemática favorece o desenvolvimento da autonomia, da criatividade e da capacidade de argumentação dos alunos. Ao lidar com problemas que envolvem contextos reais, o estudante se engaja de forma mais significativa e passa a compreender o papel da matemática como ferramenta de interpretação e intervenção no mundo.

Burak (2010) destaca que a modelagem matemática, quando utilizada como metodologia de ensino, promove a aprendizagem ativa e colaborativa, estimulando o diálogo entre teoria e prática. O autor ressalta que a modelagem não deve ser entendida apenas como aplicação de fórmulas, mas como um processo investigativo e reflexivo que amplia a compreensão dos conteúdos e desperta o interesse pela disciplina.

No caso da atividade com o teodolito, a modelagem matemática está presente quando os alunos relacionam as medidas de ângulos e distâncias com as expressões trigonométricas que permitem calcular alturas. Essa prática evidencia a aplicação direta da matemática em situações concretas, mostrando aos estudantes que o conhecimento escolar tem utilidade prática e relevância social.

Assim, a modelagem matemática, associada à experimentação, constitui uma metodologia coerente com os princípios das metodologias ativas, pois coloca o aluno como protagonista do processo de aprendizagem, estimula a reflexão crítica e favorece a integração entre o conhecimento teórico e a realidade vivenciada.

3 METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada em uma escola pública estadual localizada na zona urbana do município de São Gonçalo-PI, com o objetivo de analisar de forma prática como a trigonometria e a modelagem matemática podem ser aplicadas na medição da altura de um objeto real, utilizando o teodolito como instrumento de apoio. A escola possui 06 turmas, sendo 02 em tempo integral. A turma escolhida para realizar o experimento foi uma de 3^a série do Ensino Médio, tendo em vista um dos pesquisadores já lecionarem na mesma. Para a realização do experimento, o planejamento foi dividido em três aulas de 60 minutos, correspondente a 3 etapas.

Na primeira aula (figura 2) foi feita uma explanação do conteúdo de forma expositiva e dialogada, relatando a parte da histórica e conceitos fundamentais de trigonometria, com foco principal no conceito de tangente, bem como planejamento e organização da segunda etapa(experimental) de forma que os alunos pudessem medir alturas de objetos reais. Aproveitou-se também para realizar a divisão dos grupos, como a turma possuía 12 alunos, foram feitos 4 grupos com 3 alunos cada. Cada aluno recebeu um formulário contendo a tabela 1, para facilitar a organização dos dados e servir de base para as análises.

Tabela 1

Ponto de observação	Distância d(metro)	Altura teodolito h_0 (metro)	Ângulo θ (°)	Tangente do ângulo θ	Altura do objeto $h = h_0 + d \cdot \tan \theta$
1					
2					

Fonte: Elaboração dos autores, 2025.

Figura 2: Aula expositiva



Fonte: Elaboração dos autores, 2025.

Na segunda etapa, foi feita a aplicação da experiência na prática, como a coleta e registro dos dados, medição dos ângulos de elevação e as distâncias horizontais. O objeto real a ser medido foi os refletores de um campo *society* localizado próximo à escola (figura 3).

Figura 3: Atividade no campo



Fonte: Elaboração dos autores, 2025.

O equipamento utilizado foi um teodolito caseiro, criado de forma artesanal, com materiais facilmente encontrados no dia a dia, em casa de construção e em papelarias. Um papelão é colocado

sobre uma base circular de MDF, e um transferidor é fixado a esse papelão. No centro do transferidor, parafusa-se uma tampa de refrigerante, de modo que ela fique móvel. Um canudo é fixado nessa tampa móvel para permitir a medição do ângulo após o direcionamento até o topo do objeto real a ser medido. Um nivelador é colocado na base circular de MDF para manter o equipamento em posição horizontal e evitar a obtenção de ângulos incorretos. Após construído, o teodolito (Figura 4) pode ser utilizado em uma base estável qualquer ou colocado sobre um tripé (Figura 5) para facilitar o deslocamento.

Figura 4 : Construção do teodolito



Fonte: Elaboração dos autores, 2025.

Figura 5 : Teodolito montado num tripé



Fonte: Elaboração dos autores, 2025.

Após a apresentação do objeto de estudo aos alunos, foram explicados os procedimentos para a operacionalização do instrumento. No campo society (Figuras 3 e 6), adotou-se o seguinte procedimento: escolhia-se o objeto a ser medido — no caso, um refletor do campo — e cada grupo selecionava um local para posicionar o teodolito. Em seguida, media-se a distância entre o objeto e o teodolito, registrando-a na tabela individual. Após isso, cada integrante do grupo realizava a medição do ângulo obtido. Na sequência, o grupo escolhia um novo local para posicionar o teodolito e repetia todos os procedimentos, sempre utilizando o mesmo objeto como referência.

Figura 6: Atividade no campo



Fonte: Elaboração dos autores, 2025.

Na terceira etapa, de volta à sala de aula, foram realizados os cálculos com base nas anotações registradas na Tabela 1. Para o cálculo da tangente do ângulo encontrado, utilizou-se a tabela de razões trigonométricas (Figura 7). Esses resultados, por sua vez, foram discutidos pelos estudantes.

Durante essa discussão, os alunos compararam as medidas obtidas em campo com os valores calculados por meio das relações trigonométricas, analisando possíveis discrepâncias entre os resultados. Essa etapa permitiu que identificassem fatores que poderiam interferir na precisão das medições, como pequenas variações no posicionamento do teodolito caseiro, diferenças na leitura do ângulo ou imprecisões na anotação das distâncias. Além disso, os estudantes refletiram sobre a importância da trigonometria para a determinação indireta de alturas e distâncias, reconhecendo como conceitos matemáticos abstratos se aplicam diretamente à resolução de problemas concretos.

Figura 7 : Tabela de razões trigonométricas

Angulo	sen	cos	tg												
1°	0,017	1,000	0,017	19°	0,326	0,946	0,344	37°	0,602	0,799	0,754	55°	0,819	0,574	1,428
2°	0,035	0,999	0,035	20°	0,342	0,940	0,364	38°	0,616	0,788	0,781	56°	0,829	0,559	1,483
3°	0,052	0,999	0,052	21°	0,358	0,934	0,384	39°	0,629	0,777	0,810	57°	0,839	0,545	1,540
4°	0,070	0,998	0,070	22°	0,375	0,927	0,404	40°	0,643	0,766	0,839	58°	0,848	0,530	1,600
5°	0,087	0,996	0,087	23°	0,391	0,921	0,424	41°	0,656	0,755	0,869	59°	0,857	0,515	1,664
6°	0,105	0,995	0,105	24°	0,407	0,914	0,445	42°	0,669	0,743	0,900	60°	0,866	0,500	1,732
7°	0,122	0,993	0,123	25°	0,423	0,906	0,466	43°	0,682	0,731	0,933	61°	0,875	0,485	1,804
8°	0,139	0,990	0,141	26°	0,438	0,899	0,488	44°	0,695	0,719	0,966	62°	0,883	0,469	1,881
9°	0,156	0,988	0,158	27°	0,454	0,891	0,510	45°	0,707	0,707	1,000	63°	0,891	0,454	1,963
10°	0,174	0,985	0,176	28°	0,469	0,883	0,532	46°	0,719	0,695	1,036	64°	0,899	0,438	2,050
11°	0,191	0,982	0,194	29°	0,485	0,875	0,554	47°	0,731	0,682	1,072	65°	0,906	0,423	2,145
12°	0,208	0,978	0,213	30°	0,500	0,866	0,577	48°	0,743	0,669	1,111	66°	0,914	0,407	2,246
13°	0,225	0,974	0,231	31°	0,515	0,857	0,601	49°	0,755	0,656	1,150	67°	0,921	0,391	2,356
14°	0,242	0,970	0,249	32°	0,530	0,848	0,625	50°	0,766	0,643	1,192	68°	0,927	0,375	2,475
15°	0,259	0,966	0,268	33°	0,545	0,839	0,649	51°	0,777	0,629	1,235	69°	0,934	0,358	2,605
16°	0,276	0,961	0,287	34°	0,559	0,829	0,675	52°	0,788	0,616	1,280	70°	0,940	0,342	2,747
17°	0,292	0,956	0,306	35°	0,574	0,819	0,700	53°	0,799	0,602	1,327	71°	0,946	0,326	2,904
18°	0,309	0,951	0,325	36°	0,588	0,809	0,727	54°	0,809	0,588	1,376	72°	0,951	0,309	3,078

Fonte: Elaboração dos autores, 2025.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise da experimental foram feitos exclusivamente pelos estudantes, assegurando a fidedignidade da experiência e o protagonismo juvenil no processo de investigação, obedecendo a BNCC que destaca esta habilidade para o Ensino Médio.

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (Brasil, 2018, p.09).

Cada grupo preencheu a Tabela 1 com as medidas obtidas em campo. Já na sala de aula, foram realizados os cálculos por meio da modelagem matemática, e confirmou-se que o cálculo da altura se dava pela equação:

$$h = h_0 + d \cdot \tan \theta \quad (1)$$

Sendo:

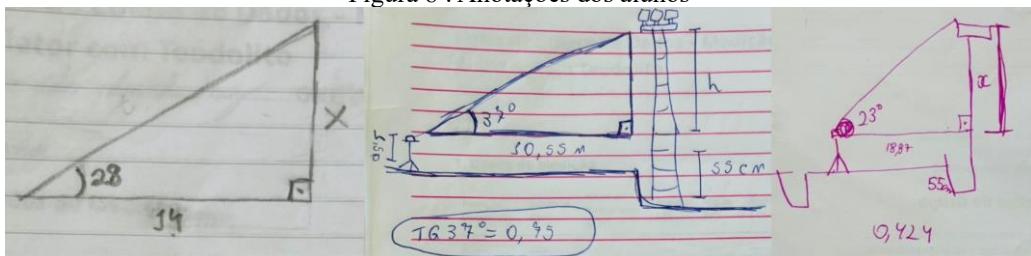
θ o ângulo obtido com o teodolito, d a distância do teodolito ao objeto real, h_0 a altura do teodolito e h a altura do objeto real.

Para melhor entendimento, alguns estudantes desenharam o que viram durante a realização da coleta dos dados, conforme figuras 8 e 9, mostrando que os conceitos trigonométricos aplicados em sala de aula os ajudaram no entendimento do que era vivenciado no ambiente externo.

Como foi dada a liberdade para que cada grupo posicionasse o teodolito durante as anotações,

é possível observar, pela Figura 8, as diferentes distâncias escolhidas entre o instrumento e o objeto a ser medido. Essa variação ajudou os estudantes a perceber que a distância selecionada não impediria nem invalidaria os cálculos realizados no experimento. Ao final, como o objeto medido era o mesmo para todos os grupos, esperava-se que os resultados obtidos fossem iguais ou, ao menos, muito próximos.

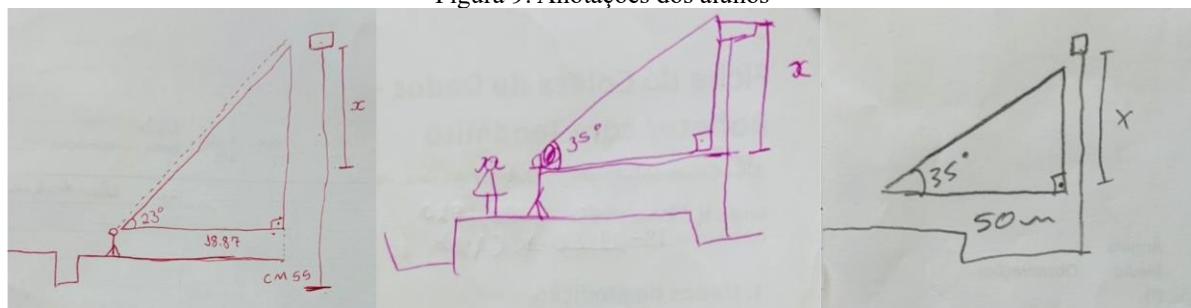
Figura 8 : Anotações dos alunos



Fonte: Elaboração dos autores, 2025.

Outro fato que instigou as discussões e análises dos alunos, foi o surgimento de ângulos com medidas diferentes, facilmente observado nas figuras 8 e 9. O que levou a conclusão dos alunos que a única medida constante ali era do objeto real a ser medido, já que era o mesmo objeto para todos os grupos.

Figura 9: Anotações dos alunos



Fonte: Elaboração dos autores, 2025.

Como resultado, após os cálculos, o Grupo 1 chegou à medida de 9,42 metros; o Grupo 2, a 10,07 metros; o Grupo 3, a 9,35 metros; e o Grupo 4 encontrou 10,02 metros. Os estudantes perceberam que as diferenças entre os valores foram pequenas, o que confirmou que estavam no caminho certo para determinar a altura real do refletor. Segundo Menezes, Torres e Fernandes (2023), a aprendizagem ativa promove maior retenção de conteúdo quando os alunos assumem o papel de protagonistas no processo investigativo.

De maneira geral, os grupos relataram que, no início, suas maiores dificuldades estavam na compreensão conceitual da trigonometria. Após a realização concreta do experimento, porém,

conseguiram compreender melhor o sentido do uso dos ângulos e a razão de se trabalhar com a tangente desses ângulos. Os estudantes também destacaram a importância do trabalho em equipe e o desenvolvimento do espírito investigativo. Todos esses aspectos evidenciaram a relevância do trânsito entre o mundo abstrato e o concreto, proporcionando uma experiência prática e transformadora, plenamente alinhada com a BNCC.

Espera-se que os alunos tenham compreendido de forma prática os conceitos de trigonometria, aprimorado suas habilidades de análise crítica, interpretação de dados e resolução de problemas. Além disso, pretende-se que a atividade fortaleça a conexão entre teoria e prática, possibilitando a percepção da matemática em situações reais e estimulando o interesse, engajamento e autonomia dos estudantes no processo de aprendizagem.

5 CONCLUSÃO

A realização de uma abordagem experimental, demonstrou que a utilização de materiais concretos, como instrumento de apoio, aliados ao trabalho em equipe, estabelece um percurso metodológico consistente para o ensino e a aprendizagem da Trigonometria no Ensino Médio. Ao permitir que os estudantes conseguissem medir a altura de objetos reais e inacessíveis, observou-se a transformação de um conteúdo convencionalmente abstrato em uma experiência tangível, consolidando uma aprendizagem com sentido.

A atividade permitiu, de forma prática, que os estudantes vivenciassem os conceitos trigonométricos, com foco especial na tangente, tornando visível a aplicação das medições de ângulos, distâncias e alturas, no entendimento de fenômenos do cotidiano. Esse processo de ensino-aprendizagem mostrou-se útil para promover habilidades de análises críticas, interpretação de dados, resolução de problemas e o protagonismo estudantil, conforme proposto pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Junto aos ganhos conceituais, a construção do teodolito como instrumento de apoio, para a aplicação desta abordagem experimental, com materiais simples e de fácil acesso, reforça a importância didática da experimentação de baixo custo como estratégia viável em escolas públicas, principalmente em virtude da escassez de recursos públicos. A participação ativa e direta dos alunos na coleta, organização e análise dos dados proporcionou não apenas a compreensão dos componentes curriculares, mas também competências como trabalho colaborativo, responsabilidade e autonomia do pensamento.

A experiência empírica detalhada neste estudo evidencia a importância de transformar o ambiente da sala de aula em um espaço dinâmico e de natureza investigativa, onde o erro é visto como

elemento inerente ao desenvolvimento da aprendizagem e a curiosidade é valorizada como fator propulsor da exploração científica. Esta modalidade prática não se restringe a internalização de conceitos teóricos, mas também estimula nos discentes o interesse pela ciência de forma mais perene e significativa.

Concluímos, que a união entre prática e teoria, quando permeada com intuito pedagógico e pautada no protagonismo estudantil, expande as possibilidades de aprendizagem e favorece o desenvolvimento dos estudantes. Almeja-se que essa experiência possa inspirar a proposição de novas metodologias para o ensino experimental das ciências da natureza, contribuindo para uma prática didática mais contextualizada, engajadora e transformadora.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Dionara Freire de; VIEIRA, Andrea Cristina. **Utilizando o teodolito no ensino da trigonometria.** In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 11., 2013, Curitiba. Anais... Curitiba: Sociedade Brasileira de Educação Matemática – Regional Paraná, 2013. Disponível em: https://www.sbmbrasil.org.br/files/XIENEM/pdf/132_208_ID.pdf. Acesso em: 7 out. 2025.
- BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática.** São Paulo: Contexto, 2002.
- BIEMBENGUT, Maria Salett; HEIN, Nelson. **Modelagem matemática no ensino.** São Paulo: Contexto, 2000.
- BRASIL. Conselho Nacional de Educação (CNE). Parecer CNE/CEB nº 7/2010, aprovado em 07/04/2010. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica.** *Diário Oficial da União*, Brasília, seção 1, p. 34, 15 dez. 2010a. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12992:diretrizespara-a-educacao-basica&catid=323:orgaos-vinculados. Acesso em: 7 ou. 2025.
- BURAK, Dionísio. **Modelagem matemática: uma alternativa para o ensino de Matemática na educação básica.** Curitiba: Ed. da UFPR, 2010.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **O ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula.** São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- Costa, H. H. C. (2018). **A contextualização do conhecimento no ensino de ciências: desafios e possibilidades.** *Educação em Revista*, 34(2), 1-20. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/es/a/W4MMBN4nfbVN7gn9xM5GcfQ/>
- FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. Miniaurélio Século XXI: **O Minidicionário de Língua Portuguesa;** Coordenação de edição, Margarida dos Anjos, Maria Baird Ferreira...[et al.]. 4^a edição. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2000.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa.** São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- LUCKESI, Cipriano Carlos. **Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições.** 17^a Ed. São Paulo: Cortez, 2005.
- MENEZES, C. V.; TORRES, B. A.; FERNANDES, G. A. **Protagonismo estudantil em práticas investigativas: um estudo em turmas do Ensino Médio.** Cadernos de Ensino e Pesquisa, v. 12, n. 4, p. 45–60, 2023. DOI: <https://doi.org/10.29230/cep.2023.124045>.
- MORAN, José. **Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda.** 2013. Disponível em: https://moran.eca.usp.br/wp-content/uploads/2013/12/metodologias_moran1.pdf. Acesso em: 7 out. 2025.
- ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar.** Porto Alegre: Artmed, 1998.