

A Construção de um Teodolito Caseiro como Instrumento de Baixo Custo para o Ensino de Trigonometria em uma Turma do Ensino Médio

Marcos Vivian da Rocha Tolentino¹, Guilherme Luiz de Oliveira Neto², Ronaldo Campelo da Costa³

¹Especialização, Colégio Técnico de Floriano, Piauí, Brasil, e-mail: marcosvivianrt@gmail.com; ²Doutor, Instituto Federal do Piauí, Piauí, Brasil, e-mail: guilherme@ifpi.edu.br; ³Doutor, Instituto Federal do Piauí, Piauí, Brasil, e-mail: ronaldocampelo@ifpi.edu.br.

<https://doi.org/10.67694/avgyvd29>

Received: 14/08/2026 | Accepted: 18/08/2026 | Published: 20/08/2026 | Pages: 103–124

ABSTRACT

This article aimed to create a homemade theodolite—a low-cost instrument—to provide hands-on experience with trigonometry concepts studied in the classroom. The project involved third-year high school students from the Community Health Agent technical program at the Colégio Técnico de Floriano (CTF). Focusing on creation and experimentation helped make the acquisition of this knowledge more engaging for the students. A mixed-methods approach was employed, combining qualitative research (observations made during the introduction of the topic) with quantitative research (using numerical data for analysis and interpretation). The study was classified as action research, involving student participation and the implementation of a practical solution. The methodological process included an initial assessment, interactive lectures, construction of the instrument, fieldwork, and analysis and discussion of the data collected. The results demonstrated active student participation; among the 25 participants in the fieldwork, 18 estimated the structure's height at approximately 22 meters—a figure close to the reference measurement of 21.5 meters. However, some discrepancies remained regarding angle readings and instrument handling. Finally, the comparison between the diagnostic and final assessments showed increases of 60 and 84 percentage points in the proportions of correct answers to questions 01 and 02, respectively.

Key words: mathematics; Mathematics Education; Trigonometry; Mathematical Modeling.

RESUMO

Este artigo teve como objetivo criar um teodolito caseiro, instrumento de baixo custo, para trabalhar experimentalmente o conteúdo de Trigonometria estudado em sala de aula, na turma de terceiro ano do Ensino Médio, do curso Técnico em Agente Comunitário de Saúde, no Colégio Técnico de Floriano (CTF). O foco na criação e experimentação serviu para tornar mais atrativa aos estudantes a aquisição desses conhecimentos. A abordagem metodológica utilizada foi mista, combinando procedimentos qualitativos, com observações durante a introdução do assunto, e quantitativos, com a utilização de dados numéricos para análise e interpretação. Quanto ao tipo, foi uma pesquisa-ação, com a participação dos alunos envolvidos e a implementação de uma solução prática. O percurso metodológico envolveu diagnóstico inicial, aulas expositivas dialogadas, construção do instrumento para estudo, aulas em campo, análise e discussão dos dados obtidos. Os resultados evidenciaram participação ativa dos estudantes e mostraram que, entre os 25 participantes presentes na atividade de campo, 18 estimaram a altura da estrutura em aproximadamente 22 m, valor próximo à medida de referência de 21,5 m. Permaneceram, contudo, diferenças associadas à leitura dos ângulos e ao manuseio do instrumento. Por fim, a comparação entre a avaliação diagnóstica e a avaliação final mostrou aumentos de 60 e 84 pontos percentuais nos percentuais de acerto das questões 01 e 02, respectivamente.

Palavras-chave: Matemática; Educação Matemática; Trigo-

nometria; Modelagem Matemática.

INTRODUÇÃO

A Matemática está presente em diferentes práticas sociais e constitui uma ferramenta para interpretar, representar e resolver problemas em distintos contextos (Pontes *et al.*, 2017).

No cotidiano, conhecimentos matemáticos são mobilizados em situações relacionadas à organização do tempo, ao consumo, à comparação de grandezas e à tomada de decisões. Desde a infância, diferentes experiências contribuem para a familiarização com operações e formas de raciocínio matemático (Pontes *et al.*, 2017).

Os processos de ensino e aprendizagem precisam ser constantemente aperfeiçoados. A apresentação exclusivamente expositiva de determinados conteúdos pode dificultar a compreensão de estudantes que se beneficiam de representações visuais, manipulação de materiais e atividades experimentais.

Porém, o ensino da matemática encontra diversas barreiras ao longo de seu percurso, cabe destacar a falta de realização de experimentos para assimilação dos conteúdos de sala de aula. Muitas vezes o professor se depara com a escassez de recursos para a educação, não conseguindo adquirir instrumentos para pôr em prática o que se estuda de forma teórica.

A criação de recursos didáticos para atividades experimentais pode estimular a participação dos estudantes e favorecer a compreensão de conteúdos específicos. Esses recursos não devem ser tratados como elementos acessórios, mas integrados intencionalmente aos objetivos de aprendizagem e à mediação docente.

Abordagens baseadas predominantemente na exposição e na repetição de procedimentos podem limitar as oportunidades de investigação e experimentação. Nesse sentido, estratégias lúdicas e práticas podem ampliar as possibilidades de participação dos estudantes (Marques, 2017).

Questionamentos sobre abordagens excessivamente procedimentais no ensino de Matemática decorrem, entre outros fatores, da ênfase na aplicação de regras e técnicas sem a necessária discussão dos significados, das estratégias e da relevância dos problemas propostos.

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), já no Ensino Fundamental, a primeira competência específica da Matemática reforça seu importante papel:

Reconhecer que a Matemática é uma ciência humana, fruto das necessidades e preocupações de diferentes culturas, em diferentes momentos históricos, e é uma ciência viva, que contribui para solucionar problemas científicos e tecnológicos e para alicerçar descobertas e construções, inclusive com impactos no mundo do trabalho. (Brasil, 2018, p. 267).

Também de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o ensino da matemática:

A Matemática não se restringe apenas à quantificação de fenômenos determinísticos – contagem, medição de objetos, grandezas – e das técnicas de cálculo com os números e com as grandezas, pois também estuda a incerteza proveniente de

fenômenos de caráter aleatório. A Matemática cria sistemas abstratos, que organizam e inter-relacionam fenômenos do espaço, do movimento, das formas e dos números, associados ou não a fenômenos do mundo físico. Esses sistemas contêm ideias e objetos que são fundamentais para a compreensão de fenômenos, a construção de representações significativas e argumentações consistentes nos mais variados contextos (Brasil, 2018, p. 265).

Dessa forma, pode-se considerar a matemática como uma ciência de fundamental importância para as nossas vidas, pois ela condiciona a pensar e criar um senso crítico, trabalhando o raciocínio diante das tarefas encontradas diariamente (Cunha, 2017).

Nesse sentido, a BNCC prevê o desenvolvimento de cinco competências específicas de Matemática e suas Tecnologias para o Ensino Médio (Brasil, 2018).

1. Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos para interpretar situações em diversos contextos, sejam atividades cotidianas, sejam fatos das Ciências da Natureza e Humanas, ou ainda questões econômicas ou tecnológicas, divulgados por diferentes meios, de modo a consolidar uma formação científica geral.
2. Articular conhecimentos matemáticos ao propor e/ou participar de ações para investigar desafios do mundo contemporâneo e tomar decisões éticas e socialmente responsáveis, com base na análise de problemas de urgência social, como os voltados a situações de saúde, sustentabilidade, das implicações da tecnologia no mundo do trabalho, entre outros, recorrendo a conceitos, procedimentos e linguagens próprios da Matemática.
3. Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos, em seus campos – Aritmética, Álgebra, Grandezas e Medidas, Geometria, Probabilidade e Estatística –, para interpretar, construir modelos e resolver problemas em diversos contextos, analisando a plausibilidade dos resultados e a adequação das soluções propostas, de modo a construir argumentação consistente.
4. Compreender e utilizar, com flexibilidade e fluidez, diferentes registros de representação matemáticos (algébrico, geométrico, estatístico, computacional etc.), na busca de solução e comunicação de resultados de problemas, de modo a favorecer a construção e o desenvolvimento do raciocínio matemático.
5. Investigar e estabelecer conjecturas a respeito de diferentes conceitos e propriedades matemáticas, empregando recursos e estratégias como observação de padrões, experimentações e tecnologias digitais, identificando a necessidade, ou não, de uma demonstração cada vez mais formal na validação das referidas conjecturas (Brasil, 2018, p. 523).

Com as competências listadas, espera-se que o aluno seja capaz de articular os conceitos e aplicar as estratégias para investigar e solucionar problemas de forma crítica e reflexiva, ultrapassando o olhar conceitual e estratégico sobre a matemática para interpretar tudo à sua volta.

No contexto escolar contemporâneo, a diversidade de estímulos e formas de interação pode desafiar a manutenção do engajamento dos estudantes. Atividades práticas, especialmente quando articuladas a objetivos de aprendizagem claros, podem ampliar as oportunidades de participação e compreensão.

A limitação de espaços, equipamentos e recursos didáticos em determinados contextos escolares pode dificultar a realização de atividades experimentais.

Sendo assim, é necessário encontrar formas e métodos que permitam aos professores e alunos atingir as competências previstas para o processo de ensino e aprendizagem de matemática.

Este artigo tem como objetivo geral analisar as contribuições da construção e da utilização de um teodolito caseiro de baixo custo para o ensino e a aprendizagem de Trigonometria em uma turma do Ensino Médio.

Como objetivos específicos, pretende-se: (i) construir, com os estudantes, um teodolito caseiro de baixo custo; (ii) aplicar o instrumento na resolução de um problema de medição indireta; (iii) analisar os procedimentos e resultados obtidos pelos estudantes; e (iv) discutir as contribuições e limitações da atividade para a compreensão de relações trigonométricas.

O artigo está organizado em sete seções. A primeira corresponde à introdução, na qual são apresentados a problemática investigada, os objetivos e a justificativa do estudo. A segunda seção apresenta o referencial teórico, abordando uma compreensão da modelagem matemática, as normas da BNCC e um breve resumo do contexto histórico a ser estudado. Na terceira seção são descritos os materiais e métodos utilizados na pesquisa, incluindo o cenário do estudo, os participantes e os procedimentos adotados para a coleta, análise dos dados e a sequência didática. Na quarta seção apresenta a metodologia para a construção do instrumento a ser utilizado no experimento. A quinta seção, reporta à aplicação do experimento. A sexta seção apresenta e discute os resultados obtidos a partir das atividades desenvolvidas com os estudantes. Por fim, na sétima seção são apresentadas as considerações finais, retomando os principais resultados da pesquisa e suas contribuições para o campo educacional.

REFERENCIAL TEÓRICO

Modelagem como método científico

O distanciamento entre estudantes e determinados objetos de conhecimento constitui uma preocupação recorrente na Educação Matemática. Nesse contexto, atribuir significado aos conteúdos e relacioná-los a situações investigáveis torna-se um desafio relevante para a prática docente.

Caldeira (2007) problematiza práticas de ensino de Matemática centradas na reprodução de convenções e regras, destacando a necessidade de ampliar as relações entre conhecimento matemático e realidade. Ao ser minimizada a um sistema de memorização, a Matemática perde sua função mediadora, em vez de um meio para interpretar o mundo. Essa estrutura pode reduzir o espaço destinado à curiosidade, à

investigação e à descoberta, dificultando que os estudantes compreendam os conceitos matemáticos como ferramentas para interpretar situações reais.

Portanto, o ensino mecânico precisa ser superado pelas investigações práticas, alinhando-se às diretrizes da Base Nacional Comum Curricular-BNCC (Brasil, 2018), que preconiza a capacitação do aluno para interpretar e resolver problemas do mundo real de forma funcional.

Nessa perspectiva, uma possibilidade de superar uma estrutura centrada na reprodução técnica é recorrer à Modelagem Matemática como estratégia educacional, articulando teoria e prática. Segundo Bassanezi (2023, p. 16), “A modelagem matemática consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real”. O conceito de Modelagem Matemática reforça a capacidade da Matemática de atuar como uma conexão entre a realidade e a análise abstrata.

É uma metodologia que vai além da aplicação de fórmulas, exige a compreensão profunda do fenômeno estudado, identificação de variáveis relevantes e tradução em modelos matemáticos adequados, envolvendo raciocínio lógico, criatividade e pensamento crítico. Após a produção do modelo, a interpretação das soluções permite avaliar sua fidelidade ao mundo real e sua aplicabilidade, garantindo que os resultados sejam úteis para as tomadas de decisões. Desta maneira, a Modelagem Matemática atua como um elo entre teoria e prática, dando mais significado ao conhecimento matemático, fortalecendo habilidades interpretativas na resolução de problemas e desenvolvendo competências essenciais para o pensamento crítico e a atuação cidadã.

Segundo Bassanezi (2023), a inserção da Modelagem na Educação Matemática fundamenta-se em diferentes argumentos, dentre os quais se destacam os de natureza formativa, de desenvolvimento da competência crítica, de utilidade, de caráter intrínseco, de aprendizagem, de abordagem alternativa e de ordem epistemológica.

Obstáculos da Modelagem Matemática

Embora apresente potencial pedagógico, a Modelagem Matemática também enfrenta obstáculos quando incorporada ao ensino regular. Bassanezi (2023) destaca os obstáculos institucionais, especialmente no que se refere à integração com outras áreas do conhecimento, o que, por vezes, é percebido como um desvio do caráter tradicional da Matemática.

Existem também os obstáculos relacionados aos estudantes, uma vez que a aplicação da Modelagem Matemática exige uma mudança de postura no processo de ensino e aprendizagem: o estudante assume o papel central da construção do saber e o professor deixa de ser apenas o transmissor de conhecimento. Além disso, os próprios professores às vezes assumem papel de obstáculo na aplicação desta metodologia, muitas vezes por falta de familiaridade com o método, ou pela necessidade de aplicação em determinados assuntos que não tem domínio, ou talvez a própria limitação do tempo para cumprir a grade curricular estabelecida.

Mesmo com tantos obstáculos, a Modelagem matemática se apresenta como uma metodologia inovadora e com relevante contribuição para o fortalecimento do ensino, ampliando o leque de possibilidades didáticas para o processo de ensino aprendizagem.

Base Nacional Comum Curricular (BNCC)

A BNCC é um documento normativo que estabelece referenciais comuns para a Educação Básica brasileira e busca promover maior equidade no sistema educacional. Seu objetivo principal é assegurar a todos os estudantes, independentemente da região ou do contexto socioeconômico, acesso a um conjunto de competências e habilidades essenciais à formação integral.

A BNCC organiza-se em dez Competências Gerais a serem desenvolvidas ao longo da Educação Básica, contemplando dimensões como pensamento científico, crítico e criativo, comunicação, cultura digital, argumentação e responsabilidade cidadã.

Para cada área do conhecimento são estabelecidas competências específicas, desdobradas em habilidades associadas a diferentes objetos de conhecimento e unidades temáticas. Essa organização favorece o planejamento docente e o acompanhamento das aprendizagens.

Entre as habilidades mobilizadas na intervenção destaca-se a EM13MAT308, vinculada à Competência Específica 3, que prevê a aplicação de relações métricas, incluindo as leis dos senos e dos cossenos, na resolução e elaboração de problemas envolvendo triângulos em diferentes contextos (Brasil, 2018)."

Observa-se que a estrutura da BNCC está organizada segundo critérios claros de sistematização e progressão das aprendizagens, o que permite a localização clara das etapas, anos escolares, componentes curriculares e habilidades correspondentes. Toda esta organização favorece a coerência interna da normativa e principalmente, contribui para o planejamento pedagógico, a articulação entre currículo, avaliação e formação docente e a progressão dos estudantes.

A Modelagem Matemática e a BNCC

Na área de Matemática e suas Tecnologias, a BNCC destaca que "[...] novos conhecimentos específicos devem estimular processos mais elaborados de reflexão e de abstração, que deem sustentação a modos de pensar que permitam aos estudantes formular e resolver problemas em diversos contextos [...]" (Brasil, 2018, p. 529).

Para que esses propósitos se concretizem nessa área, os estudantes devem desenvolver habilidades relativas aos processos de investigação, de construção de modelos e de resolução de problemas. Para tanto, eles devem mobilizar seu modo próprio de raciocinar, representar, comunicar, argumentar e, com base em discussões e validações conjuntas, aprender conceitos e desenvolver representações e procedimentos cada vez mais sofisticados. (Brasil, 2018, 4ª versão, p. 529).

Ao raciocinar, desenvolver representações e validar modelos, o estudante é desafiado a justificar procedimentos, interpretar resultados e fundamentar suas conclusões a partir de dados e argumentos convincentes. Esse movimento vai ao encontro da sistematização da Modelagem Matemática

proposta por Bassanezi (2023).

Isto posto, percebe-se que a Modelagem vai ao encontro do compromisso da BNCC com o desenvolvimento de competências específicas, ao propor que os estudantes desenvolvam habilidades relativas aos processos de investigação, de construção de modelos e de resolução de problemas.

Segundo a BNCC, a Matemática desempenha papel fundamental na formação do cidadão, na medida em que favorece o desenvolvimento do pensamento crítico, da capacidade de argumentação e da resolução de problemas em diferentes contextos sociais.

Das dez Competências Gerais que orientam toda a Educação Básica, estabelecidas pela BNCC, algumas dialogam diretamente com os fundamentos da Modelagem Matemática. Destacando-se aquela que propõe o exercício do pensamento científico, crítico e criativo, uma vez que a Modelagem Matemática se estrutura a partir da problematização de situações da realidade, da formulação de hipóteses, da construção de representações e da validação de resultados. Tal movimento investigativo aproxima-se do que a BNCC compreende como prática intelectual fundamentada na curiosidade, na análise e na busca de soluções para problemas concretos.

Contexto histórico do Teodolito

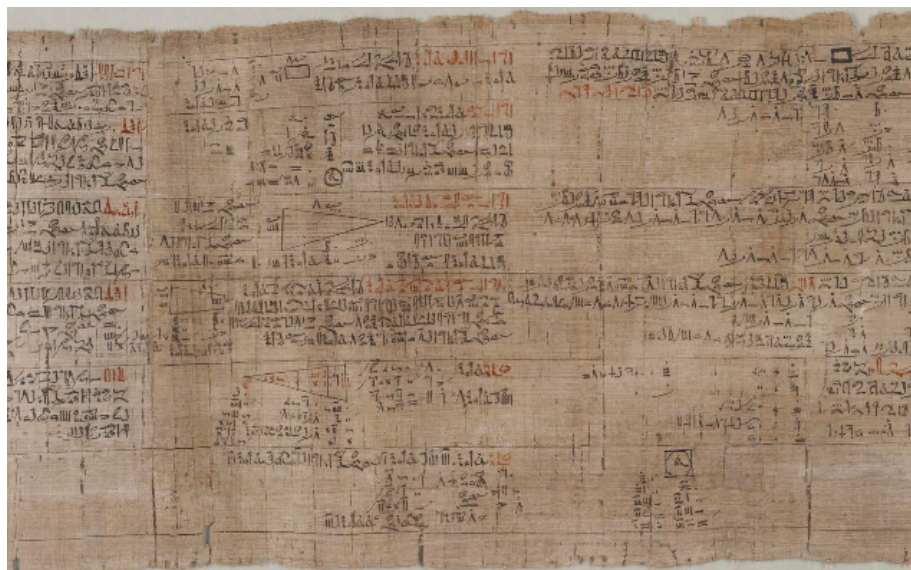
O termo trigonometria deriva das palavras gregas *trígonos* (triângulo) e *métron* (medida). Historicamente, conhecimentos associados à medição de triângulos desenvolveram-se em resposta a problemas de astronomia, agrimensura, construção e navegação (Lima, 2023).

Seus primeiros registros são datados por volta de 1650 a.C., o Papiro de *Ahmes*, do Egito Antigo, representado na figura 1, contendo 84 problemas matemáticos.

Além dos registros egípcios, outros povos da Antiguidade contribuíram para o desenvolvimento de conhecimentos relacionados à medição de comprimentos, ângulos e distâncias. Entre os babilônios, destacam-se registros matemáticos que evidenciam o estudo de relações envolvendo triângulos retângulos. Posteriormente, na Grécia Antiga, os estudos geométricos adquiriram maior sistematização, especialmente a partir das contribuições atribuídas a estudiosos como Tales de Mileto e Pitágoras. Esses conhecimentos forneceram bases importantes para o desenvolvimento de procedimentos de medição indireta, utilizados em atividades relacionadas à astronomia, à agrimensura e à construção (Lima, 2023).

Nesse processo histórico, Hiparco de Niceia, no século II a.C., desempenhou papel relevante na sistematização de conhecimentos relacionados à Trigonometria, especialmente por meio do estudo das relações entre ângulos e cordas de uma circunferência. A necessidade de observar a posição dos astros, determinar distâncias e orientar deslocamentos também impulsionou o desenvolvimento e o aperfeiçoamento de instrumentos destinados à realização de medições. Ao longo dos séculos, esses conhecimentos foram incorporados e aprimorados por diferentes civilizações, constituindo importantes antecedentes das técnicas de levantamento e dos instrumentos de medição que posteriormente contribuíram para o desenvolvimento do teodolito (Lima, 2023).

Figura 1 – Papiro de Ahmes



Fonte: The British Museum (s.d.).

A tábu cuneiforme *Plimpton 322*, datada do período babilônico, contém quinze linhas de registros numéricos associados a relações que podem ser interpretadas no contexto de triângulos retângulos. Este artefato encontra-se na Universidade de Columbia, em Nova York, Estados Unidos, é datado entre 1822 e 1762 a.C. e recebe este nome em virtude de ter pertencido ao editor e filantropo estadunidense *George Arthur Plimpton*, que em 1936, doou toda a sua coleção de artefatos

matemáticos para a Universidade Columbia.

Devido a limitações documentais, bem como a própria forma como o conhecimento era difundido entre diferentes civilizações, não existe consenso sobre o exato surgimento do conceito de medida de ângulo. No entanto, apesar disto, os gregos desenvolveram estudos sistemáticos sobre as relações entre ângulos e arcos em uma circunferência.

Figura 2 – Tábula de Plimpton



Fonte: Vinciguerra (2017).

Foi na Grécia Antiga que muito do conhecimento de geometria e trigonometria se alavancou nos últimos séculos antes de Cristo, cabendo destacar dois importantes e conhecidos pensadores da época, fundamentais aos estudos de triângulos, *Tales de Mileto* (624-548 a.C.) e *Pitágoras* (570 - 495 a.C.). *Tales* se destacou pelo estudo de semelhança de triângulos

e *Pitágoras* tem seu nome intimamente ligado à relação dos catetos e a hipotenusa em um triângulo retângulo.

No Egito Antigo, há registros do uso de cordas em procedimentos de medição e demarcação, prática frequentemente associada aos chamados “esticadores de cordas” (Teixeira, 2025, p. 41).

Figura 3 – Esticadores de corda no Egito



Fonte: University College London (s.d.).

O astrônomo grego *Hiparco de Nicéia* (figura 4), do século II a.C., apresentou tantas descobertas no campo da trigonometria que ganhou o reconhecimento e o título de “pai” da trigonometria. *Hiparco* foi responsável por construir a primeira tabela trigonométrica relacionada a uma tabela de cordas, sendo que estas cordas foram muito utilizadas em aplicações astronômicas, de modo a contribuir na catalogação de estrelas e em processos de observações da astronomia,

como a duração do mês e do ano, tamanho da Lua e ângulo de inclinação eclíptica.

Hiparco mediu a distância da terra à lua, sem precisar nem mesmo do diâmetro da Terra. Ele imaginou uma geometria com a qual, durante um eclipse lunar, isto é, quando a Terra fica exatamente entre o Sol e a Lua, seria possível calcular a distância da Terra à Lua. Descobriu a precessão dos equinócios e a possibilidade de dividir um círculo em 360° .

Figura 4 – Hiparco de Nicéia



Fonte: Clubes de Matemática da OBMEP (s.d.).

Hiparco também construiu um instrumento da qual deu o nome de astrolábio, ele utilizava este instrumento para calcular a posição dos astros a partir de princípios geométricos. Nenhum astrolábio original feito por *Hiparco de Nicéia* sobreviveu ao tempo, como o astrônomo viveu no século II a.C., todos os aparelhos mecânicos construídos por ele ou por seus contemporâneos na Grécia Antiga se perderam. A própria existência de suas invenções e de seu famoso catálogo de

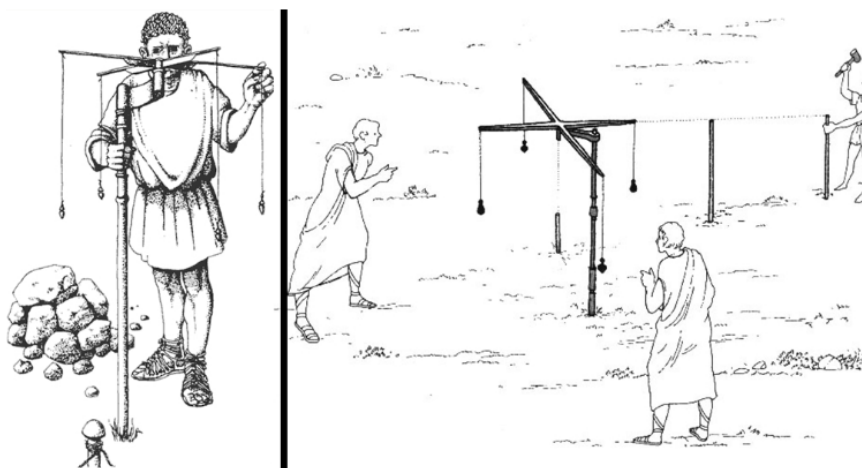
estrelas chegou até a atualidade apenas por meio de relatos escritos de historiadores e cientistas posteriores, como Cláudio *Ptolomeu*. Na figura 5, temos o famoso Astrolábio de *al-Sahli*, construído em 1067 d.C, pelo renomado artesão islâmico *Ibrahim ibn Said al-Sahali* e que se encontra preservado no Museu Arqueológico Nacional (M.A.N), localizado em Madri, Espanha.

Figura 5 – Astrolábio de *al-Sahli* (1067)

Fonte: [Museo Arqueológico Nacional](#) (s.d.).

A utilização de objetos físicos para a medição e demarcação de territórios acompanha a trajetória da humanidade. Por séculos, esses instrumentos passaram por constantes inovações, alavancando a evolução do conhecimento da matemática de cada época. Além das cordas empregadas em procedimentos

de medição, destacam-se instrumentos romanos como a *groma* (Figura 6), composta por uma haste vertical e elementos de prumo, utilizada em levantamentos e no estabelecimento de alinhamentos e ângulos retos em obras e vias. (Teixeira, 2025, p. 42).

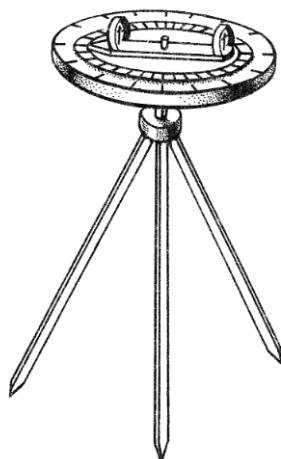
Figura 6 – Esboço da utilização de uma *groma* pelos Romanos

Fonte: [Universidade Federal do Rio Grande do Sul](#) (s.d.).

Os árabes, no início do século VIII, a partir da tradução de materiais escritos pelos gregos, passaram a utilizar o astrolábio no mundo islâmico, utilizavam para navegações e também para determinar os horários das orações e a localização de Meca, direção para a qual devem se voltar quando rezam. Os árabes levaram o astrolábio para a Europa, onde o instrumento foi simplificado e aperfeiçoado com o objetivo de guiar as embarcações que saíam em busca de novas terras.

Todos esses conhecimentos contribuíram para o desenvolvimento de instrumentos de medição angular que antecederam os teodolitos modernos. O termo associado ao teodolito aparece na obra *Pantometria*, de Leonard Digges, publicada postumamente por Thomas Digges em 1571. O instrumento descrito no século XVI constitui um antecedente dos teodolitos posteriores (Digges; Digges, 1571; Melvill, 1909).

Figura 7 – Teodolito primitivo de Digges



Fonte: [University of Oklahoma \(s.d.\)](#).

Os teodolitos mais recentes, assim como o primitivo, são montados sobre um tripé com niveladores de estabilidade proporcionando uma liberdade de rotação vertical e horizontal, de modo que o operador do instrumento manuseie e se oriente em duas partes: a mecânica e a óptica, sendo a primeira denominada como “base” e a segunda de “alidarte”. Segundo [Silva \(2021\)](#), a história do teodolito reflete o progresso da ciência e da tecnologia, já que suas melhorias sempre estiveram relacionadas às necessidades práticas de medição precisa em

projetos de construção, mapeamento e navegação.

A última geração dos Teodolitos, eletrônicos e digitais, permanecem utilizando tripés mas, possuem telas de LCD, prumos digitais ou a laser e botões de comando para facilitar a leitura rápida de ângulos em campo, operação por baterias recarregáveis de Íons de Lítio (Li-ion) com autonomia para longas jornadas e proteção contra poeira e respingos d’ água para trabalho severo em obras. Tudo que possui de mais tecnológico atualmente ([Teixeira, 2025](#)).

Figura 8 – Teodolito de última geração



Fonte: [Instituto Brasileiro de Topografia \(2025\)](#).

MÉTODO

Modalidade da pesquisa

Inicialmente, realizou-se levantamento bibliográfico para fundamentar os conceitos de Trigonometria, Modelagem Matemática e uso didático do teodolito. Foram consultados livros, artigos, dissertações e documentos normativos relacionados ao tema.

De acordo com [Gil \(2017\)](#), a escolha do procedimento metodológico está diretamente relacionada à necessidade de atingir os objetivos da pesquisa. Quanto aos objetivos, a pesquisa caracteriza-se como exploratória e descritiva. Quanto à abordagem, adota procedimentos qualitativos e quantitativos. Em relação ao delineamento, configura-se como pesquisa-ação, pois o pesquisador interveio no contexto investigado, acompanhando a construção do instrumento, a realização da

atividade e a análise dos resultados.

Nesse sentido, a pesquisa caracteriza-se como exploratória e descritiva, pois busca descrever e analisar a construção e a utilização do teodolito caseiro em uma intervenção voltada ao ensino de Trigonometria, considerando os procedimentos adotados, os resultados das medições e as percepções observadas durante a atividade

Cenário da pesquisa

A UFPI é uma instituição de ensino superior, mantida pela Fundação Universidade Federal do Piauí (FUFPI), criada pela Lei n. 5.528 de 12 de novembro de 1968, com sede na cidade de Teresina, estado do Piauí. A Universidade goza de autonomia didático-científica, administrativa e de gestão financeira e patrimonial, que será exercida na forma de legislação vigente, de seu Estatuto e seu Regimento Geral.

O Colégio Técnico de Floriano - CTF (figura 9), local

onde a pesquisa foi realizada, está situado na microrregião do Sudoeste Piauiense é uma Escola de Educação Profissional vinculada à Universidade Federal do Piauí. Foi fundado em 1979 criado pela Resolução n. 01/79, de 3 de janeiro de 1979 e instituiu-se nos termos dos artigos 2º e 4º do Decreto-Lei n. 22.470, de 20/01/1947, e disposições do Decreto-Lei n. 9.693, de 20/08/1946. Transformado em Campus Amílcar Ferreira Sobral (CAFS) pelo Ato da Reitoria n. 322/95, de 06 de março de 1995, teve sua nomenclatura alterada de Colégio Agrícola de Floriano para Colégio Técnico de Floriano por meio da Resolução CONSUN/UFPI Nº 003/2013, de 23 de janeiro de 2013. O CTF está integrado ao CAFS (unidade de ensino de graduação da UFPI) e está localizado na Rodovia BR 343, a uma distância de 3,5 km do centro da cidade no Bairro Meladão, com uma extensão territorial de 122.685 m² O CTF é diretamente subordinado à Universidade Federal do Piauí, UFPI, sediada em Teresina, Capital deste Estado.

Figura 9 – Vista superior do CTF



Fonte: [Universidade Federal do Piauí \(s.d.\)](#).

A pesquisa se deu numa turma de 3º ano do ensino médio, do curso técnico em Agente Comunitário de Saúde. Este curso é ofertado pelo Colégio Técnico de Floriano desde 2021, e ao longo dos anos, vem sofrendo mudanças de acordo com as legislações implementadas.

A cidade de Floriano-PI está localizada na Zona Fisiográfica do Médio Parnaíba, à margem direita desse mesmo rio, em frente à cidade de Barão de Grajaú, Maranhão, de acordo com o censo de 2022 , possui uma população de 62.036 habitantes. A tabela 1 traz uma breve apresentação de informações pertinentes sobre o município de Floriano-PI.

Tabela 1 – Informações gerais de Floriano-PI

Aspecto	Descrição
Nome oficial	Floriano
Gentílico	Florianense
Título	Princesa do Sul
Fundação	08 de julho de 1897
Área territorial	3.407,978 km ²
Altitude média	140 metros
Coordenadas geográficas	06°46'01" S e 43°01'22" O
Distância até Teresina	240 km

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

Participantes da pesquisa

Todos os estudantes do 3º ano do Ensino Médio do curso Técnico em Agente Comunitário de Saúde foram convidados a participar da pesquisa. Foram informados sobre objetivos, procedimentos, riscos e benefícios, bem como sobre a liberdade de recusar ou interromper a participação. Também foi assegurada a confidencialidade dos dados.

O acesso à Instituição se dá através de processos seletivos realizados anualmente, a turma em particular ingressou na instituição através do edital nº 13/2023 (PROCESSO SELETIVO PARA OS CURSOS TÉCNICOS DOS COLÉGIOS TÉCNICOS DA UFPI-2024), em 2024 matricularam-se 40 alunos para o curso e, no início da pesquisa a turma contava com 32 estudantes matriculados. Deste, 31 consentiram em participar do estudo; uma estudante encontrava-se afastada, em regime de exercícios domiciliares.

O curso Técnico em Agente Comunitário de Saúde é ofertado na forma concomitante ao Ensino Médio, funcionando nos dois turnos.

Para a participação na pesquisa, foi apresentado aos alunos o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), documento este constando os principais esclarecimentos sobre o andamento da pesquisa, lido na íntegra em sala de aula e solicitado as assinaturas de todos os alunos que desejassem participar.

Como a maioria deste público tratava-se de adolescentes menores de idade, os pais ou responsáveis também foram informados sobre a pesquisa e, com suas concordâncias na participação dos filhos, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e o Termo de Autorização de Uso de Imagem.

Instrumentos de coleta de dados

Como instrumentos de coleta de dados foram usados questionários e as observações realizadas durante os momentos de explanação do conteúdo, de criação dos instrumentos e de realização dos experimentos. O questionário diagnóstico continha duas questões sobre trigonometria, e o instrumento final continha duas questões com itens equivalentes. Cada resposta foi classificada segundo raciocínio lógico e clareza na resposta final. Os instrumentos foram elaborados pelos autores/adaptados de conteúdos didáticos a cerca do assunto.

Todo o trabalho foi realizado nas dependências do Colégio Técnico de Floriano, parte dentro da sala de aula e parte no ambiente externo à sala de aula, mas ainda dentro das dependências da escola.

Os questionários e os eventuais registros de imagem foram tratados de forma a garantir a privacidade e a confidencialidade, os dados pessoais não foram coletados e os dados da pesquisa a serem divulgados ou publicados não permitirão a identificação do participante. Todos os instrumentos, roteiros e termos foram arquivados em armário trancado na coordenação do Mestrado, localizada no Instituto Federal do Piauí - Campus Floriano, na rua Francisco Urquiza Machado, 462, bairro Campo Velho, por um período mínimo de cinco anos, alcançado este prazo todo o material será incinerado;

Procedimentos de coleta de dados

Inicialmente, aplicou-se uma avaliação diagnóstica (pré-intervenção). Ao final da sequência, aplicou-se uma avaliação final (pós-intervenção), destinada a verificar mudanças no desempenho dos estudantes em relação aos conteúdos trabalhados. As avaliações aplicadas eram idênticas e foram apresentados o desempenho de cada questão.

Ao longo de todo o processo, os alunos tiveram aulas expositivas, apoiado em diversos recursos didáticos, para assimilação do conteúdo. Após a explanação do tópico de Trigonometria, foi iniciado o processo de criação do instrumento, posteriormente foi realizado experimento, dentro e fora da sala de aula. O momento fora da sala de aula foi realizado dentro do Campus, sem deslocamento. Depois passou-se para análise dos resultados. No final, após a realização do experimento, um novo questionário foi aplicado para analisar os possíveis conhecimentos adquiridos ao longo da pesquisa.

Técnicas de análise de dados

Os registros de observação foram analisados descritivamente, com o objetivo de contextualizar a participação dos estudantes e as dificuldades observadas durante a atividade.

Para interpretação dos textos e imagens (participação dos alunos), foi realizada a técnica de análise qualitativa para sintetizar a experiência e perspectiva do aluno.

Os dados quantitativos foram analisados por meio de estatística descritiva, utilizando frequências absolutas e relativas, medidas de tendência central quando pertinentes e comparação dos resultados obtidos antes e após a intervenção.

Aspectos éticos da pesquisa

Sobre os aspectos éticos e legais, a pesquisa fundamentou-se sobre as resoluções nº 466/2012, que trata das diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos e nº 510/2016, que trata das normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais, ambas do Conselho Nacional de Saúde (CNS).

Foram adotados procedimentos de consentimento (TCLE) e assentimento (TALE), assegurando participação voluntária, direito de recusa e possibilidade de desistência sem prejuízos.

Durante a construção do teodolito, o uso de tesoura foi considerado risco de pequena lesão. Para minimizá-lo, os estudantes receberam orientação prévia e permaneceram sob supervisão. Em caso de intercorrência, estava previsto atendimento inicial pela equipe de enfermagem da escola e, se necessário, encaminhamento aos serviços de saúde disponíveis no campus ou na rede local.

Como foram utilizados questionários, tanto no início como no fim da pesquisa, é possível, mesmo que mínimo, que o participante sentisse desconforto, constrangimento e cansaço, mesmo a pesquisa não revelando dados pessoais. Outro possível risco era o relacionado à proteção de dados como quebra do anonimato e quebra de sigilo e confidencialidade. Com a finalidade de minimizar estes riscos, os questionários a serem respondidos não tiveram nenhum tipo de identificação, a fim de garantir o anonimato e evitar quebra de sigilo.

Não foram coletadas informações identificáveis como nome, endereço, cpf, identidade, data de nascimento. Nunca serão divulgadas informações que permitam a identificação do par-

participante em relatórios, artigos ou apresentações. Durante a aplicação dos questionários, foram observados possíveis sinais de sofrimento e caso necessário, o participante seria encaminhado ao atendimento psicológico existente na escola. Os dados físicos ficaram guardados em armário trancado na coordenação do Mestrado, localizada no Instituto Federal do Piauí - Campus Floriano, na rua Francisco Urquiza Machado, 462, bairro Campo Velho, sob a responsabilidade exclusiva do pesquisador. Após 5(cinco) anos para a guarda dos dados, o material será destruído de forma segura pelo método da incineração.

Documentos legais

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Piauí, sob Parecer nº 8.161.341 e CAAE 92905725.3.0000.5660, antes do início da coleta de dados.

CONSTRUÇÃO DO TEODOLITO

A utilização de um teodolito artesanal foi planejada como estratégia para articular conceitos trigonométricos a uma situação de medição indireta, permitindo aos estudantes relacionar procedimentos matemáticos à atividade prática.

As atividades práticas de construção e uso do teodolito oportunizam aos estudantes a exploração de propriedades do triângulo retângulo e de relações trigonométricas. Quando articuladas à mediação docente e à resolução de problemas, essas atividades podem favorecer uma aprendizagem mais contextualizada.

Existem diversas maneiras de se construir um teodolito, a pesquisa optou pela construção de um teodolito simples, de fácil manuseio e que permitisse a cada aluno possuir o seu. Os materiais para a construção deste instrumento são apenas um transferidor de meia volta, um linha de anzol, uma borracha, um canudo e uma fita do tipo crepe, conforme se apresenta na figura 10.

Figura 10 – Material para construção do teodolito caseiro



Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

Os custos finais para construção deste instrumento foram de R\$ 4,32 (quatro reais e trinta e dois centavos), detalhados

item a item conforme **tabela 2** abaixo:

Tabela 2 – Orçamento do teodolito

Material	Valor
Transferidor	R\$ 3,35
Borracha (30 mm × 20 mm × 8 mm)	R\$ 0,75
Canudo (200 mm)	R\$ 0,08
Linha de anzol (1000 mm)	R\$ 0,14
Total	R\$ 4,32

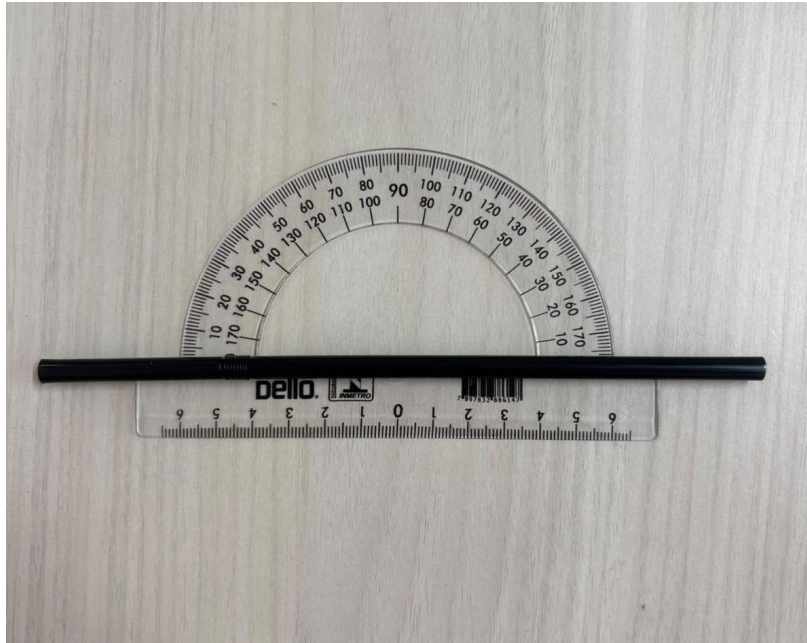
Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

A fita crepe não foi adicionada à tabela, porque na verdade para a construção deste instrumento, pode ser utilizado qualquer tipo de fita adesiva. Já o canudo também poderia ser um objeto facilmente encontrado como produto reciclado, mas optou-se por incluí-lo dividindo o seu valor total de compra R\$ 8,20 (Oito reais e vinte centavos), pela quantidade de 100 (cem) canudos no pacote, ficando o preço unitário de R\$ 0,08 (oito centavos). Para estimar também o preço do metro da

linha de anzol, também optou-se por dividir R\$ 13,50 (Treze reais e cinquenta centavos) por 100 (cem) metros, que era o tamanho de um carretel. Este produto também é substituível por qualquer tipo de linha, localizado facilmente em casa.

Os estudantes foram orientados a fixar o canudo horizontalmente, alinhando-o às marcações de 0° e 180° do transferidor, conforme a Figura 11.

Figura 11 – Alinhamento do canudo ao transferidor



Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

Na figura 12, temos o instrumento montado, pronto para a utilização, os alunos acharam tão interessante a montagem do seu próprio instrumento, que cada um customizou seu teodolito, com seus nomes e até mesmo desenhos. Após sua

montagem e antes da utilização em campo, os alunos foram orientados sobre como utilizá-lo, para durante a realização do experimento não houvesse tantas dúvidas.

Figura 12 – Teodolito caseiro pronto para utilização



Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

Para evitar que a borracha utilizada como pêndulo se soltasse durante as medições devido a um nó malfeito, realizou-se um pequeno furo em seu centro, permitindo uma amarração mais firme. Concluídos esses procedimentos, o instrumento estava pronto para uso.

APLICAÇÃO DO EXPERIMENTO

No segundo encontro, foram utilizadas três aulas para retomar o contexto histórico e os conceitos necessários, construir os teodolitos, realizar a atividade de campo e iniciar os cálculos. Participaram desse encontro 25 dos 31 estudantes que haviam consentido em participar da pesquisa (80,6%).

Cabe destacar que os alunos foram informados no primeiro encontro todas as regras para realização da pesquisa, inclusive a que fala sobre a desistência da participação na pesquisa a qualquer momento. Não foi o caso e, como não é objetivo da pesquisa, os motivos das ausências não foram apurados.

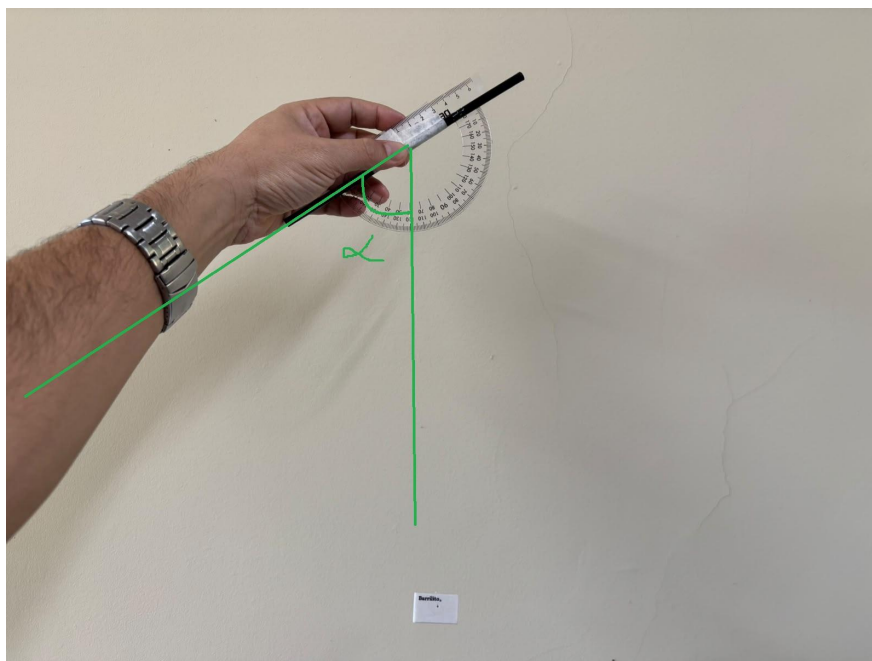
Para a utilização do Teodolito, observou-se a princípio uma certa dificuldade no aluno em entender conceitos simples de tangente, hipotenusa e cateto. A natureza abstrata dos conceitos trigonométricos acaba sendo uma barreira significativa para os estudantes. Brito e Morey (2004), afirmam que:

[...] podemos afirmar que as dificuldades dos professores em trigonometria estão intimamente relacionadas à formação escolar das décadas de 70 e 80, caracterizada, entre outros aspectos, pelo descaso para com a trigonometria; pela formalização precoce de conceitos geométricos e trigonométricos presente nos livros didáticos e pela memorização de procedimentos sem a compreensão deles. (Brito; Morey, 2004)

Oliveira (2024) afirma que as dificuldades no aprendizado da matemática, e em especial da trigonometria, podem ser compreendidas a partir de uma análise histórica da evolução da disciplina e das abordagens pedagógicas utilizadas ao longo do tempo. Os métodos tradicionais e repetitivos no ensino da matemática contribuíram bastante para a manutenção destas dificuldades, tais métodos não estabelecem conexões entre os conceitos ensinados e situações reais.

As dúvidas foram esclarecidas durante o encontro específico para explicação do experimento. Vale destacar que a principal dúvida dos alunos era sobre qual o ângulo seria encontrado durante a observação, sendo esclarecido conforme apresentado na figura 13 a seguir.

Figura 13 – Ângulo obtido com a utilização do teodolito



Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

Durante este encontro, observou-se a necessidade de maiores esclarecimentos referente aos dados a serem obtidos, sendo construído junto com a turma uma tabela (tabela 3) apresentada abaixo, sendo mais fácil a assimilação dos alunos sobre o significado de cada grandeza.

Por esta tabela podemos identificar que na primeira coluna, o aluno anotava a sua altura, altura esta que foi medida dentro de sala de aula. Na segunda coluna o aluno anotava a

distância do ponto de observação até a base da caixa d'água, foram demarcados 3 (três) pontos para esta localização, sendo 19,82 metros, 16,68 metros e 16,51 metros. Na terceira coluna o aluno anotava o ângulo que ele encontrava com ajuda do Teodolito caseiro criado por ele mesmo. Na quarta coluna o aluno anotava o complementar deste ângulo obtido e as quinta e sexta colunas, o aluno anotava a tangente do ângulo de acordo com a relação adaptada de razões trigonométricas.

Tabela 3 – Dados para cálculo com o teodolito

Altura do observador (α)	Distância (d)	Ângulo (α)	Complementar ($\beta = 90^\circ - \alpha$)	Tangente (α)	Tangente ($\beta = 90^\circ - \alpha$)
Cálculo 1:					
Cálculo 2:					

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Optou-se por colocar também o ângulo complementar, justamente para o aluno entender o conceito destes ângulos, a soma dos ângulos internos de um triângulo e a relação que o seno de ângulo é igual ao cosseno de seu complementar e vice-versa. Os alunos acharam bastante interessante porque um cálculo comprovava a veracidade do outro cálculo.

Se α representa o ângulo indicado pelo fio de prumo em relação à vertical do transferidor, definiu-se $\beta = 90^\circ - \alpha$ como o ângulo de elevação em relação à horizontal. Assim, a altura acima do nível dos olhos pode ser calculada tanto por $d \cdot \tan(\alpha)$ quanto por $d \cdot \tan(\beta)$, pois $\tan(\beta) = \cot(\alpha)$.

Neste mesmo encontro também foi entregue a cada es-

tudante uma relação adaptada das razões trigonométricas, com as medidas dos senos, cossenos e tangentes de todos os graus possíveis a serem obtidos durante as observações e para auxiliar no momento da realização dos cálculos.

Como grande parte dos estudantes não sabem sua verdadeira altura, neste mesmo encontro, foi levado, com autorização da gestão da escola, uma balança digital que possuía um régua para medição da altura, o bem era de propriedade da própria escola e pertencia ao laboratório do curso Técnico em Enfermagem. Foi um momento de descontração com a turma e que atraiu a atenção de todos (figura 14), levando-os a perceber a importância de se obter dados fidedignos para a realização de experimentos.

Figura 14 – Medindo a altura dos estudantes



Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

As alturas de todos os estudantes presentes foram medidas. A menor altura registrada foi 1,51 m e a maior, 1,84 m, resultando em amplitude de 0,33 m (33 cm). Para efeito de

registro, segue a tabela 4 com a distribuição de frequência das alturas dos alunos da turma.

Tabela 4 – Altura dos alunos pesquisados

Intervalo de classe	Frequência absoluta	Frequência relativa
1,50 ± 1,55	3	12%
1,55 ± 1,60	6	24%
1,60 ± 1,65	8	32%
1,65 ± 1,70	5	20%
1,70 ± 1,75	1	4%
1,75 ± 1,80	1	4%
1,80 ± 1,85	1	4%
Total	25	100%

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

A distribuição apresentada na Tabela 4 mostra que as alturas dos 25 estudantes variaram entre 1,51 m e 1,84 m, com amplitude de 0,33 m. Observa-se maior concentração nos intervalos centrais: 14 estudantes (56%) apresentaram alturas entre 1,55 m e 1,65 m, sendo o intervalo de 1,60 m a 1,65 m o de maior frequência, com oito participantes (32%). Além disso, 22 estudantes (88%) encontravam-se entre 1,50 m e 1,70 m. Essa variabilidade individual é relevante para a atividade proposta, pois a determinação trigonométrica da altura de um objeto não depende apenas da distância horizontal e do ângulo observado, mas também da altura em que é realizada a linha de visada.

Em procedimentos de medição indireta fundamentados na tangente, a altura correspondente ao ponto de observação deve ser considerada na determinação da altura total do objeto. Saliu et al. (2020), ao descreverem medições realizadas com clinômetro, registram a altura dos olhos do observador em relação ao solo e a incorporam ao cálculo da altura total,

juntamente com a distância horizontal e o ângulo de elevação. No contexto educacional, Silva (2021) também demonstra que a construção e a utilização de um teodolito caseiro possibilitam mobilizar conceitos de seno, cosseno e tangente em situações concretas de medição, favorecendo a articulação entre representação matemática e problema real. Assim, o registro das alturas dos participantes não constitui apenas uma caracterização da turma, mas integra o conjunto de grandezas necessárias à modelagem da situação investigada.

Após o encontro em sala de aula, com explicações sobre algumas relações trigonométricas, bem como um breve histórico sobre o Teodolito, partiu-se para o experimento em campo. O objeto inacessível a ser utilizado como observação foi a caixa d'água do Campus (figura 15). Localizada dentro do Campus, próximo à residência estudantil e devido a sua grande altura é vista de qualquer local dentro do Campus, inclusive de alguns pontos externos ao Campus.

Figura 15 – Caixa d'água do Campus Amílcar Ferreira Sobral



Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

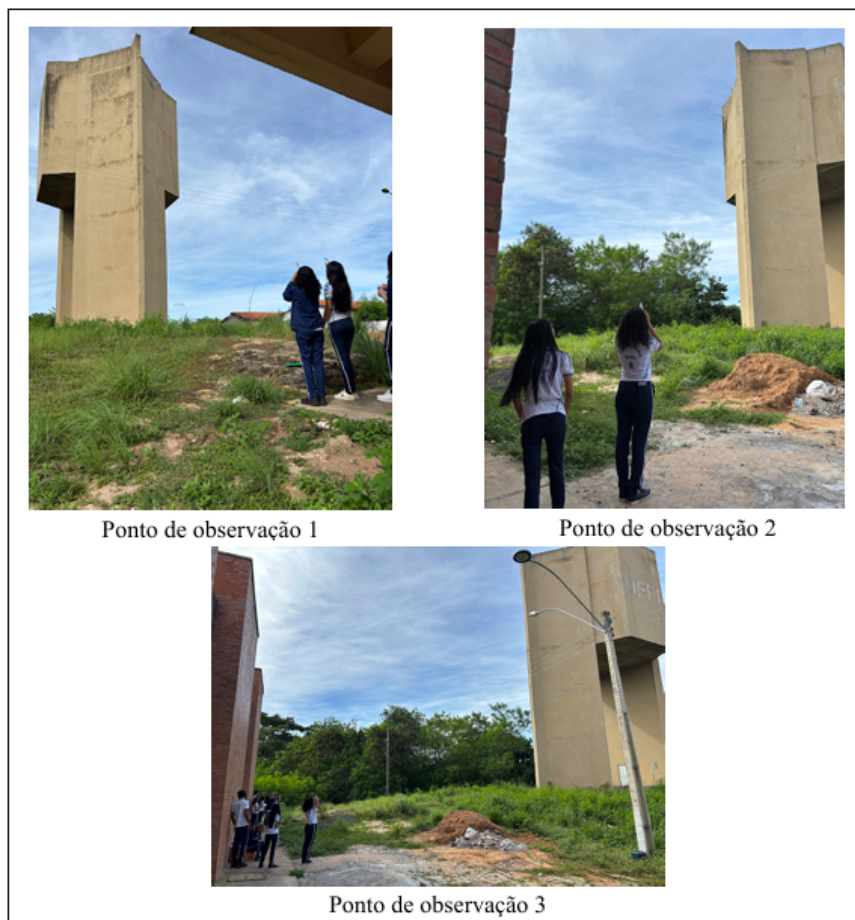
Foram demarcados três pontos de observação, e a turma foi dividida em três grupos. As distâncias entre os pontos e a base da caixa d'água foram de 16,68 m, 16,51 m e 19,82 m, respectivamente.

Cada aluno mediu o ângulo obtido no seu Teodolito e anotou na tabela 5, após a medida de todos os alunos no seu determinado ponto de observação, foi solicitado novamente a realização da medida do ângulo a título de confirmação do

dado obtido.

Na figura 16 a seguir, é possível verificar os alunos nos pontos de observações demarcados. Por conta do posicionamento do sol, o experimento foi realizado no turno da manhã, para que os alunos não ficassem sob sol forte. Em frente à caixa d'água localiza-se a residência estudantil; por se tratar de uma edificação de dois pavimentos, sua sombra contribuiu para reduzir a exposição direta ao sol durante as observações.

Figura 16 – Pontos de observação



Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

Após as medições, todos os estudantes retornaram à sala de aula, para a realização do cálculo da medida da altura da caixa d'água, bem como para análise e discussões dos resultados encontrados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O assunto de trigonometria é bastante abstrato, muitas vezes os alunos não conseguem imaginar a verdadeira aplicabilidade dos conceitos de seno, cosseno e tangente, esta falta de utilidade no conteúdo muitas vezes os afasta do componente curricular. O que a pesquisa observou durante a aplicação do experimento, foi o interesse da turma em saber para que servia aquele objeto que estavam construindo.

Outro fator positivo observado, foi a aplicabilidade do conteúdo fora da sala de aula, um ambiente que muitas vezes não possui atrativo nenhum para aquele aluno. Muitos ficaram incrédulos com a possibilidade de se medir uma estrutura tão alta, como a caixa d'água da escola, utilizando um instrumento que eles mesmo construíram.

A participação dos estudantes durante a construção e a utilização do teodolito também pode ser compreendida a partir da aproximação entre o conteúdo matemático e uma situação concreta de investigação. Ao deixar de trabalhar apenas com exercícios previamente estruturados e passar a utilizar medidas obtidas pelos próprios alunos, a atividade possibilitou que conceitos como ângulo, distância, tangente e altura fossem mobilizados para responder a um problema real. Esse tipo

de abordagem encontra respaldo em [Silva \(2021\)](#), que, ao analisar a utilização de um teodolito caseiro no ensino das razões trigonométricas, destaca o potencial do instrumento para estabelecer relações entre os conceitos estudados em sala de aula e situações práticas de medição. No presente estudo, essa aproximação pôde ser observada especialmente no interesse demonstrado pelos estudantes em determinar a altura da caixa d'água a partir de dados coletados por eles próprios.

A atividade desenvolvida também se aproxima dos pressupostos da Modelagem Matemática, uma vez que os estudantes partiram de uma situação concreta, identificaram as grandezas envolvidas, realizaram medições, organizaram os dados e utilizaram relações trigonométricas para construir uma solução. Conforme [Bassanezi \(2023\)](#), a Modelagem Matemática envolve a transformação de problemas oriundos da realidade em problemas matemáticos e a posterior interpretação das soluções obtidas no contexto original. Nesse sentido, as diferenças encontradas entre algumas estimativas dos estudantes e a medida de referência da estrutura não devem ser compreendidas apenas como erros de cálculo, mas também como oportunidades para discutir a precisão das medições, o posicionamento do instrumento, a leitura dos ângulos e os limites do modelo empregado. Esse processo de comparação e validação contribuiu para que os resultados matemáticos fossem analisados criticamente pelos próprios estudantes.

Com o auxílio da tabela 3, os alunos já em sala de aula, iniciaram seus cálculos para a descoberta da altura da

caixa d'água, algumas dúvidas foram surgindo e explicadas no mesmo momento. Considerando α como o ângulo medido em relação à vertical e $\beta = 90^\circ - \alpha$, a altura H da estrutura foi estimada por $H = a + d/\tan(\alpha)$, de forma equivalente a $H = a +$

$d \cdot \tan(\beta)$, em que a é a altura do observador e d é a distância horizontal até a base da estrutura. Observa-se na figura 17 alguns desses cálculos.

Figura 17 – Cálculo seguindo o modelo matemático

Altura do observador(a)	Distância (d)	Ângulo (α)	Complementar (β)	Tangente(α)	Tangente(β)
1,50	19,82	40°	50°	0,8391	1,1918

Cálculo 1:

$$\tan \alpha = \frac{d}{H} \Rightarrow H = \frac{d}{\tan \alpha} \Rightarrow H = \frac{19,82}{0,8391} \approx 23,62$$

$$H = 23,62 + 1,50 = 25,12$$

Cálculo 2:

$$\tan \beta = \frac{H}{d} \Rightarrow H = \tan \beta \cdot d$$

$$H = 1,1918 \times 19,82 = 23,62$$

$$23,62 + 1,50 = 25,12$$

Altura do observador(a)	Distância (d)	Ângulo (α)	Complementar (β)	Tangente(α)	Tangente(β)
1,52	16,68	35°	55°	0,7002	1,2281

Cálculo 1:

$$\tan \alpha = \frac{d}{H} \Rightarrow H = \frac{d}{\tan \alpha} \Rightarrow H = \frac{16,68}{0,7002} \approx 23,82$$

$$H = 23,82 + 1,52 = 25,34$$

Cálculo 2:

$$\beta = 90 - 35 = 55 \Rightarrow \tan \beta = \frac{H}{d}$$

$$H = \tan \beta \cdot d$$

$$H = 1,2281 \cdot 16,68 = 20,38$$

$$20,38 + 1,52 = 21,90$$

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

Observa-se também, que o segundo cálculo a ser feito, desta vez com o ângulo complementar ao obtido na observação, mesmo mudando a dinâmica da modelagem matemática, que agora passou a ser a multiplicação da tangente deste ângulo complementar pela distância (d) do ponto de observação. O cálculo 2 serviu de uma prova/afirmação do cálculo anteriormente feito, denominado de cálculo 1.

Durante a comparação dos dois procedimentos de cálculo, foram registradas manifestações espontâneas de surpresa quanto à equivalência dos resultados. Esses registros foram utilizados apenas para contextualizar o engajamento dos estu-

dantes, sem constituir categoria analítica independente.

Foi pedido para eles observarem que as tangentes dos ângulos complementares não são iguais, onde o cálculo por eles foi feito tão naturalmente e de forma tão rápida, que não haviam observado este detalhe.

Apesar do envolvimento observado, alguns estudantes ainda apresentaram dificuldades na execução dos cálculos e na aplicação do modelo matemático, incluindo casos em que não foi possível confirmar o resultado pelo procedimento baseado no ângulo complementar, como pode-se observar na figura 18.

Figura 18 – Cálculo sem seguir o modelo matemático

Altura do observador(a)	Distância (d)	Ângulo (α)	Complementar (β)	Tangente(α)	Tangente(β)
1,64	16,51	40°	50°	0,8391	1,1918

Cálculo 1:

$$\frac{16,51}{0,8391} = 19,66$$

$$19,66 + 1,64 = 21,30$$

Cálculo 2:

$$\frac{90}{40} = 2,25$$

$$2,25 \times 16,51 = 37,14$$

$$37,14 + 1,64 = 38,78$$

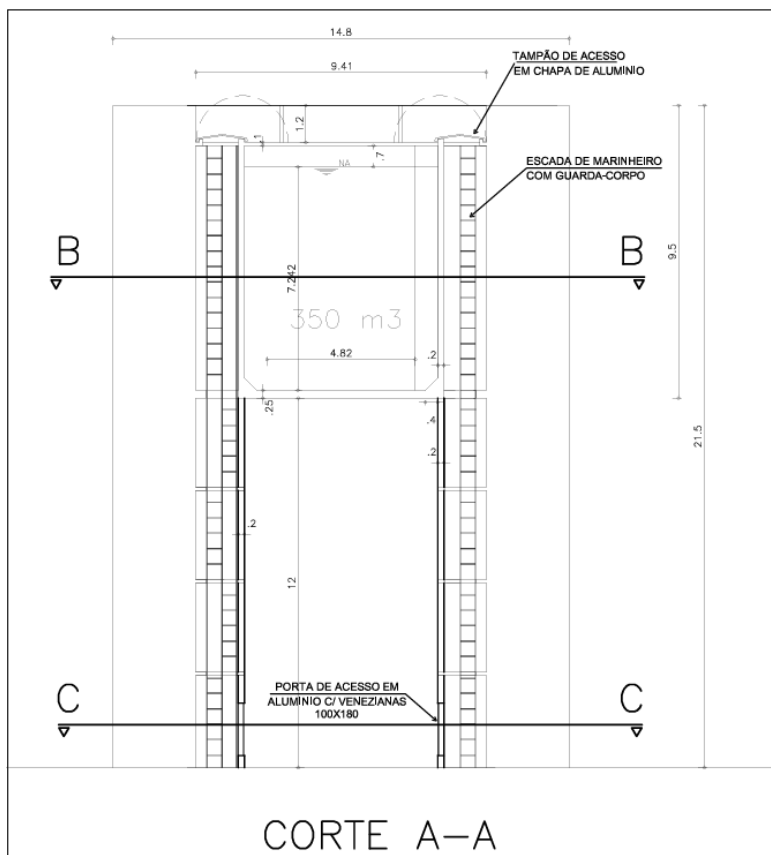
Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

Dos 25 estudantes presentes, 18 (72%) estimaram a altura em aproximadamente 22 m; 2 (8%), em 23 m; 2 (8%), em 25 m; e 3 (12%), em 18 m.

A ansiedade dos alunos era saber quem estava certo nos

cálculos, para isso foi apresentado em data-show a planta de corte da caixa d'água estudada. A estimativa mais frequente foi 22 m, diferença de 0,5 m (50 cm) em relação ao valor de referência de 21,5 m (Figura 19).

Figura 19 – Planta de corte da caixa d'água



Fonte: Arquivo da UFPI, 2010.

Novamente o entusiasmo tomou conta da turma, a maioria comemorando por terem acertado a altura verdadeira da caixa d'água. Após o calor do momento, foi explicado aos alunos que não se aproximaram ao valor, que diversos fatores poderiam ter contribuído para a inexactidão, como: posicionamento do canudo durante a montagem do teodolito, posicionamento da borracha utilizada como pêndulo, a medição equivocada do ângulo e até mesmo algum erro de cálculo.

Foram observados registros idênticos de ângulo entre estudantes posicionados no mesmo ponto, apesar de diferenças de altura. Esse resultado pode estar relacionado à resolução do instrumento, ao arredondamento da leitura ou a erros de posicionamento, não sendo possível atribuí-lo a uma única causa.

Comparação entre avaliação diagnóstica e avaliação final

A avaliação diagnóstica incluiu apenas duas questões sobre o assunto de trigonometria. Tal avaliação não possuiu nenhum caráter avaliativo muito menos punitivo e os alunos foram orientados a não fazerem qualquer tipo de marcação que os levassem à identificação.

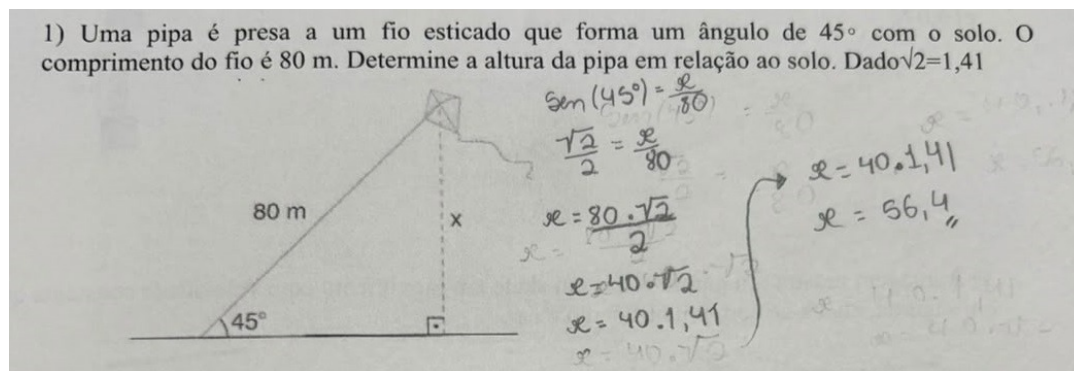
A realização desta avaliação não buscou apenas as respostas, mas indícios de como os conhecimentos adquiridos pelos estudantes durante o percurso acadêmico estavam enraizados. Estas respostas guiaram o ritmo dos encontros.

Essa estratégia diagnóstica é de fundamental importância para o planejamento pedagógico, permitindo ao professor compreender quais deficiências precisam ser trabalhadas antes da apresentação de novos conceitos mais complexos. Além disso, esse tipo de avaliação se alinha à proposta de valorização do protagonismo do aluno e a caracterização do ensino com as necessidades detectadas.

Os resultados da avaliação diagnóstica realizada no primeiro momento, revelaram um desempenho insatisfatório da maioria dos estudantes, apontando dificuldades na assimilação dos conteúdos ou possível desinteresse.

Na questão 01, dos 25 alunos que realizaram a avaliação diagnóstica, 6 (24%) alunos acertaram a questão, 14 (56%) alunos erraram completamente a questão e 5 (20%) alunos deixaram a questão completamente em branco. A Figura 20 apresenta anotações de um estudante referentes à resolução correta da questão 01.

Figura 20 – Resolução do aluno da questão 01

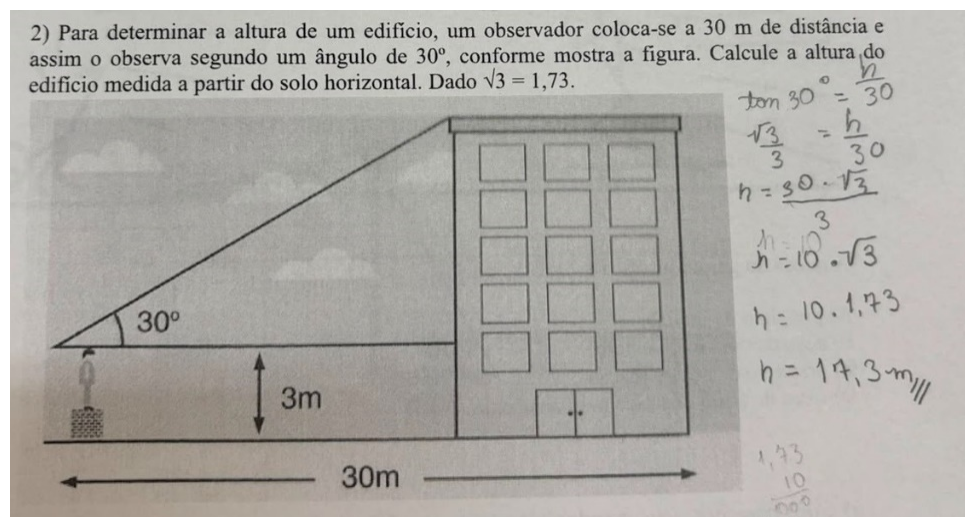


Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

Já na questão 02, dos 25 alunos que realizaram a avaliação diagnóstica, 3(12%) alunos acertaram a questão, 7(28%) alunos erraram completamente a questão e 15(60%) alunos

deixaram a questão completamente em branco. A Figura 21 apresenta anotações de um estudante referentes à resolução correta da questão 02.

Figura 21 – Resolução do aluno da questão 02



Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

A resolução apresentada na Figura 21 evidencia que o estudante conseguiu identificar a relação trigonométrica adequada à situação-problema e organizar os dados fornecidos para determinar a altura da edificação. Observa-se o uso da tangente do ângulo de 30° como razão entre o cateto oposto e o cateto adjacente, seguido da substituição dos valores numéricos e da obtenção do resultado aproximado. Esse tipo de registro permite perceber não apenas o acerto da resposta final, mas também o percurso de resolução adotado pelo aluno, aspecto relevante para a análise da aprendizagem matemática. Nesse sentido, [Polya \(1995\)](#) destaca que a resolução de problemas envolve compreender a situação, estabelecer um plano, executar os procedimentos e verificar a solução obtida. A resposta apresentada constitui, portanto, um indício de que o estudante conseguiu mobilizar conceitos trigonométricos em uma situação contextualizada, articulando representação geométrica, relação trigonométrica e cálculo numérico.

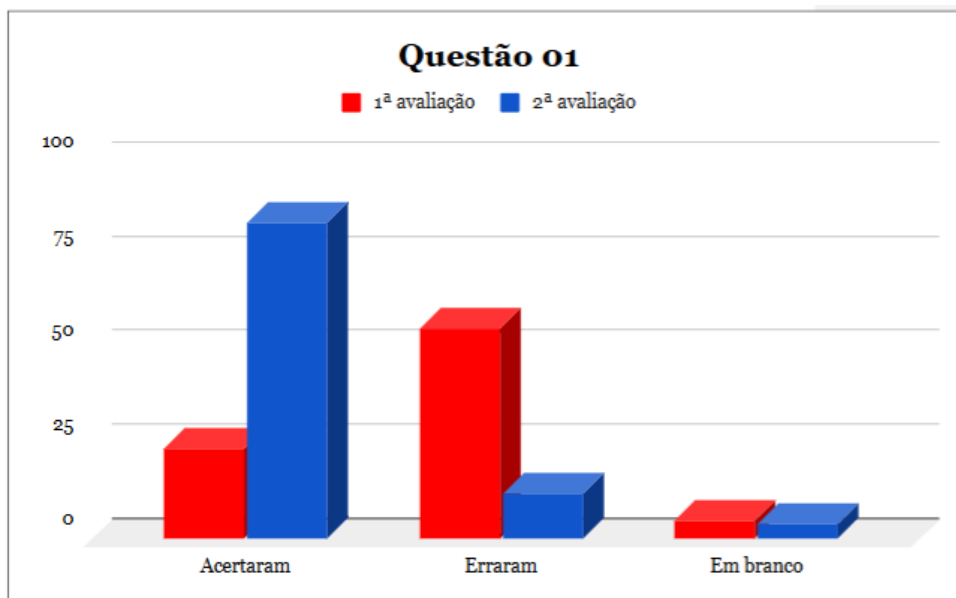
Após a realização do experimento, análises e discussões, foi aplicada a avaliação final (pós-intervenção), com as mesmas questões aplicadas na avaliação diagnóstica (pré-

intervenção). Os resultados demonstraram avanço significativo no desempenho da maioria dos estudantes.

Os gráficos apresentados a seguir sintetizam, em termos percentuais, a distribuição das respostas dos estudantes na avaliação diagnóstica, aplicada no início da pesquisa, e na avaliação final, realizada após o desenvolvimento da intervenção pedagógica e das atividades experimentais. Essa comparação permite identificar as mudanças observadas no desempenho dos participantes entre os dois momentos avaliativos, considerando os percentuais de acertos, erros e respostas em branco em cada questão.

No gráfico 1 a seguir, observou-se um crescimento de 60 pontos percentuais na proporção de alunos que acertaram a questão 01, ou seja, na avaliação final 84% dos alunos acertaram a questão. A quantidade de alunos que erraram esta questão reduziu em 44 pontos percentuais, alcançando apenas 12% dos alunos e até a quantidade de alunos que deixaram a questão em branco, reduziu 16 pontos percentuais em relação à avaliação diagnóstica, atingindo apenas 4% dos alunos.

Gráfico 1 – Comparação dos resultados da questão 01

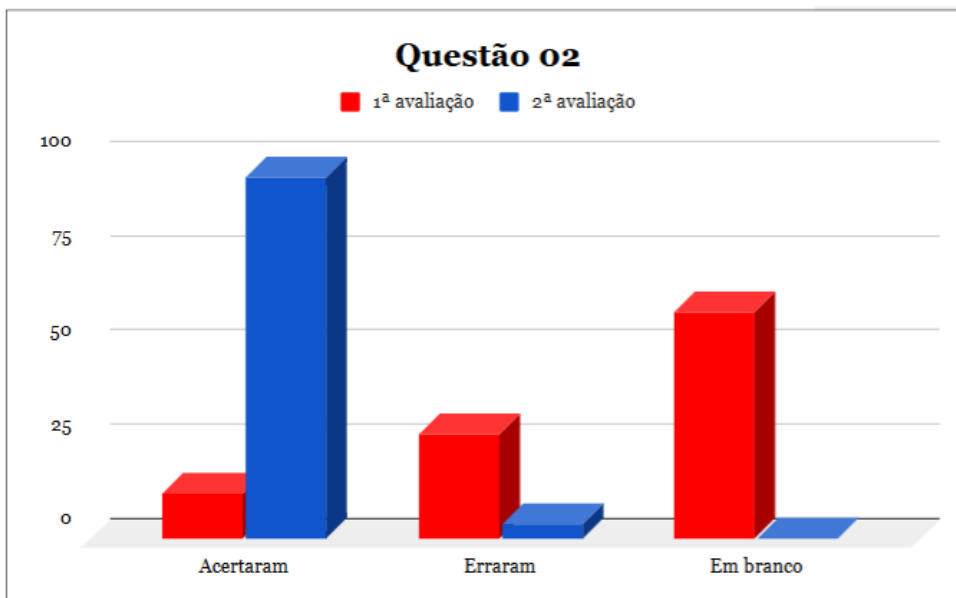


Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

No gráfico 2, em relação a primeira avaliação diagnóstica, mostra-se o aumento de 84 pontos percentuais na proporção de alunos que acertaram a questão 02, ou seja, nesta avaliação final 96% dos alunos acertaram a questão 02, aumento ainda maior que os acertos da questão anterior. Houve uma redução

de 24 pontos percentuais na proporção de alunos que erraram a questão e nesta questão, nenhum aluno a deixou em branco. Acredita-se que quase 100% dos alunos acertaram a questão, em virtude da questão espelhar exatamente o experimento realizado com o Teodolito.

Gráfico 2 – Comparação dos resultados da questão 02



Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo teve como objetivo geral, a criação de um teodolito caseiro, um instrumento de baixo custo para realização de atividades experimentais numa turma de educação básica, a partir de atividades práticas e interativas, com materiais didáticos específicos, buscando aproximar os estudantes de tópicos matemáticos desafiadores, promovendo o interesse pela disciplina.

A escolha da temática esteve diretamente relacionada às barreiras encontradas ao longo do percurso do ensino da matemática, destacando a falta de realização de experimentos para assimilação dos conteúdos de sala de aula. Enfatizando que muitas vezes o professor se depara com a escassez de recursos para a educação, não conseguindo adquirir instrumentos para pôr em prática o que se estuda de forma teórica. E, a não conexão entre teoria e a prática, acaba tornando o ensino menos chamativo, significativo e inspirador, reduzindo o interesse dos alunos

na sala de aula. A criação de instrumentos metodológicos para atividades experimentais de conteúdo específico foi a forma encontrada para estimular o aluno do ensino médio no aprofundamento do conhecimento.

Ao realizar o experimento, com o auxílio da modelagem matemática, criou-se um ambiente mais favorável ao processo de ensino-aprendizagem. Os pressupostos teóricos discutidos na Revisão da Literatura evidenciaram que a Modelagem Matemática foi apresentada não apenas como uma metodologia alternativa, mas como uma estratégia educacional capaz de aproximar situações reais, investigativas e contextualizadas.

O estudo foi conduzido por meio de uma intervenção planejada e executada em etapas, com ênfase na pesquisa-ação e abordagem quali-quantitativa na análise de resultados. Iniciou-se com a apresentação da pesquisa aos alunos, em seguida realizou-se uma avaliação diagnóstica, apresentado o contexto histórico, em seguida era confeccionado o instrumento, posteriormente realizado o experimento, os cálculos e discussões. Por fim, foi aplicada uma avaliação final (pós-intervenção), destinada a verificar mudanças no desempenho em relação à avaliação diagnóstica inicial.

Dos 31 estudantes que consentiram em participar, 25 estiveram presentes na atividade de campo. Não houve registro de desistência formal; as ausências do encontro não foram investigadas. As análises da atividade prática consideraram, portanto, os 25 participantes presentes.

Do ponto de vista metodológico, a opção por pesquisa-ação mostrou-se adequada por dois motivos. Primeiro, porque o pesquisador atuou diretamente no contexto de aplicação, orientando encontros e mediando aprendizagens. Segundo, porque a intervenção envolveu decisões didáticas de alinhamento e realinhamento da pesquisa ao longo do processo, como a retomada de conceitos ao sinal de dificuldades e a organização de cálculos.

A análise e a discussão dos resultados sinalizaram dificuldades iniciais dos estudantes nos dois itens da avaliação diagnóstica. Após a intervenção, o percentual de acertos passou de 24% para 84% na questão 01 e de 12% para 96% na questão 02, correspondendo a aumentos de 60 e 84 pontos percentuais, respectivamente. Em conjunto com os resultados da atividade prática, esses dados indicam melhora no desempenho observado após a intervenção; contudo, o delineamento do estudo não permite atribuir isoladamente essa mudança a um único componente da proposta pedagógica.

Os resultados observados indicaram avanços na compreensão dos estudantes acerca do tema abordado. O experimento realizado mostrou-se relevante para despertar o interesse e a participação dos alunos, estimulou uma reflexão maior durante os estudos e permitiu a validação empírica do modelo matemático construído.

A comparação entre os resultados da avaliação diagnóstica realizada no início da pesquisa e a avaliação final após o experimento, indicou aumento no desempenho dos estudantes; nas questões 01 e 02, os percentuais de acerto aumentaram em 60 e 84 pontos percentuais, respectivamente.

A pesquisa produziu evidências de aprendizagem durante sua aplicação, oferecendo um caminho metodológico e pedagógico consistente para professores que desejem unir teoria e prática, aproximar conteúdos à realidade, através de experimento com instrumento de baixo custo num contexto de escola pública.

AGRADECIMENTOS

Não se aplica.

DECLARAÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

FINANCIAMENTO

Esta pesquisa não recebeu financiamento específico.

LICENÇA

Este artigo está licenciado sob a Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

REFERÊNCIAS

- BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-Aprendizagem com Modelagem Matemática: uma nova estratégia**. 4. ed. São Paulo: Contexto, 2023.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018.
- BRITO, Arlete de Jesus; MOREY, Bernadete Barbosa. Geometria e Trigonometria: dificuldades de professores do ensino fundamental. *In: PRESENCAS Matemáticas*. Natal: EDUFN, 2004. p. 9–33.
- BUENO, Silveira. **Minidicionário da Língua Portuguesa**. 2. ed. São Paulo: FDT, 2007.
- CALDEIRA, Ademir Donizeti. Modelagem matemática e formação de professores: o que isto tem a ver com as licenciaturas? *In: V Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática*. Ouro Preto, MG: UFOP, 2007.
- CLUBES DE MATEMÁTICA DA OBMEP. **Hiparco de Nicéia**. s.d. Disponível em: https://clubes.obmep.org.br/blog/b_hiparco/. Acesso em: 20 ago. 2026.
- CUNHA, C. P. A Importância da Matemática no Cotidiano. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 1, n. 4, p. 641–650, 2017.
- DIGGES, Leonard; DIGGES, Thomas. **A Geometrical Practise, Named Pantometria, Divided into Three Bookes, Longimetra, Planimetra, and Stereometria**. London: Henrie Bynneman, 1571. Disponível em: <https://llds.ling-phil.ox.ac.uk/llds/xmlui/handle/20.500.14106/A20458>. Acesso em: 20 ago. 2026.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE TOPOGRAFIA. **Fundamentos da Topografia: a base para medições precisas**. 2025. Disponível em: <https://ibtopografia.com/blog/fundamentos-da->

[topografia/fundamentos-da-topografia/](#). Acesso em: 20 ago. 2026.

LIMA, Jessie H. S. **Trigonometria e seu Ensino: recortes históricos para sala de aula**. 2023. Diss. (Mestrado) – Universidade do Estado do Pará, Belém. Disponível em: <https://prospes.uepa.br/ppgem/dissertacoes/>. Acesso em: 12 jul. 2026.

MARQUES, E. R. Utilização de jogos no processo de ensino-aprendizagem. **Criar Educação**, v. 6, n. 1, 2017.

MELVILL, E. H. V. Derivation of the Word “Theodolite”. **Nature**, v. 81, p. 517–518, 1909. DOI: [10.1038/081517b0](https://doi.org/10.1038/081517b0).

MUSEO ARQUEOLÓGICO NACIONAL. **Astrolabe of Ibn Said al-Sahli**. Objeto de Ibrahim ibn Said al-Sahli, 1067; registro disponibilizado no Google Arts & Culture. s.d. Disponível em: <https://artsandculture.google.com/asset/astrolabe-of-ibn-said-al-sahli-ibrahim-ibn-said-al-sahl/IAEdyWc3PAdCMw>. Acesso em: 20 ago. 2026.

OLIVEIRA, Z. V. A história como forma de compreender as dificuldades de aprendizagem em matemática. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 38, e230169, 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bolema/a/6hB9BjvgYqqmTL648XRzmLS/>. Acesso em: 12 jul. 2026.

POLYA, George. **A arte de resolver problemas**. Rio de Janeiro: Interciência, 1995.

PONTES, Edel Alexandre Silva *et al.* Matemática para todos: uma ação extensionista visando o desenvolvimento cognitivo e intelectual de estudantes da educação básica. **Psicologia & Saberes**, v. 6, n. 7, p. 20–28, 2017.

SALIU, Ibrahim Sunkanmi *et al.* A dataset of tree heights in mangrove and non-mangrove trees in Malaysia derived from multiple measurement methods. **Data in Brief**, v. 33, p. 106386, 2020. DOI: [10.1016/j.dib.2020.106386](https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.106386).

SILVA, M. A. Teodolito caseiro: construindo significados para conceitos das razões trigonométricas (seno, cosseno e tangente). **Com a Palavra, o Professor**, v. 6, n. 14, p. 16–24, 2021. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/>

[cpp/article/view/17510/10538](#). Acesso em: 12 jul. 2026.

SPERANDIO, Daniele Spadotto *et al.* (ed.). **Manual de normalização de trabalhos acadêmicos do IFPI**. Teresina: IFPI, 2017.

TEIXEIRA, Gabriel dos Santos. **Aplicações matemáticas em trigonometria: a construção e uso do teodolito caseiro para o ensino de trigonometria no triângulo retângulo para alunos do 8º ano**. 2025. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT) – Universidade de Brasília, Brasília. Disponível em: https://sca.proformat-sbm.org.br/busca_tcc.php. Acesso em: 12 jul. 2026.

THE BRITISH MUSEUM. **The Rhind Mathematical Papyrus**. Museum number EA10057. s.d. Disponível em: https://www.britishmuseum.org/collection/object/Y_EA10057. Acesso em: 20 ago. 2026.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ. **Colégio Técnico de Floriano**. s.d. Disponível em: <https://ufpi.br/ctf>. Acesso em: 20 ago. 2026.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Museu de Topografia Prof. Laureano Ibrahim Chaffe**. s.d. Disponível em: <http://museudetopografia.ufrgs.br/museudetopografia/>. Acesso em: 20 ago. 2026.

UNIVERSITY COLLEGE LONDON. **Petrie Museum of Egyptian and Sudanese Archaeology**. UCL Culture. s.d. Disponível em: <https://www.ucl.ac.uk/culture/petrie-museum>. Acesso em: 20 ago. 2026.

UNIVERSITY OF OKLAHOMA. **16th century: Exhibit Items**. History of Science Collections, University of Oklahoma Libraries. s.d. Disponível em: <https://galileo.ou.edu/16th-century.html>. Acesso em: 20 ago. 2026.

VINCIGUERRA, Thomas. **Babylon Revisited: How a Chunk of Ancient Math History Got to Columbia**. Columbia Magazine. 2017. Disponível em: <https://magazine.columbia.edu/article/babylon-revisited>. Acesso em: 20 ago. 2026.