



# UMA ATIVIDADE DE MATEMÁTICA INVESTIGATIVA UTILIZANDO UM TEODOLITO DIGITAL A LASER CONSTRUÍDO COM ARDUINO

**Rodnil da Silva Moreira Lisbôa<sup>1</sup>**

Fundação Escola de Comércio Álvares Penteado – FECAP

**João Francisco Trencher Martins<sup>2</sup>**

Fundação Escola de Comércio Álvares Penteado – FECAP

## Resumo

Este relato apresenta uma experiência pedagógica investigativa desenvolvida com estudantes da 1ª série do Ensino Médio, que participaram de uma aula prática de Matemática utilizando um teodolito digital a laser construído com Arduino, potenciômetro e display LCD. A proposta teve como objetivo aplicar conceitos de trigonometria em uma situação concreta, por meio da medição de ângulos de elevação e da estimativa da altura de objetos no ambiente escolar. A atividade foi estruturada em duas etapas: a montagem do circuito eletrônico com base em uma esquemática fornecida e, em seguida, a utilização do instrumento em campo. Os estudantes atuaram em grupos, coletaram dados reais, realizaram cálculos com base na razão tangente e refletiram sobre os fatores que influenciam a precisão das medições. Fundamentada na cultura maker e nas metodologias ativas, a proposta favoreceu o protagonismo estudantil, a argumentação matemática e a valorização do erro como parte do processo de aprendizagem. Os resultados indicam que o uso de instrumentos tecnológicos pode tornar o ensino mais dinâmico e significativo, reforçando o papel da Matemática como ferramenta de análise e interpretação do mundo.

**Palavras-chave:** Trigonometria; Ensino prático; Arduino; Educação matemática; Aprendizagem ativa.

## 1. INTRODUÇÃO

O ensino de Matemática, especialmente no Ensino Médio, ainda é frequentemente marcado por abordagens tradicionais que priorizam a memorização de fórmulas e a resolução de exercícios descontextualizados. Nesse cenário, muitos estudantes têm dificuldade em perceber a aplicabilidade dos conceitos matemáticos no cotidiano, o que pode comprometer tanto o engajamento quanto a aprendizagem significativa. Como alternativa, a adoção de recursos tecnológicos e de metodologias ativas tem se mostrado

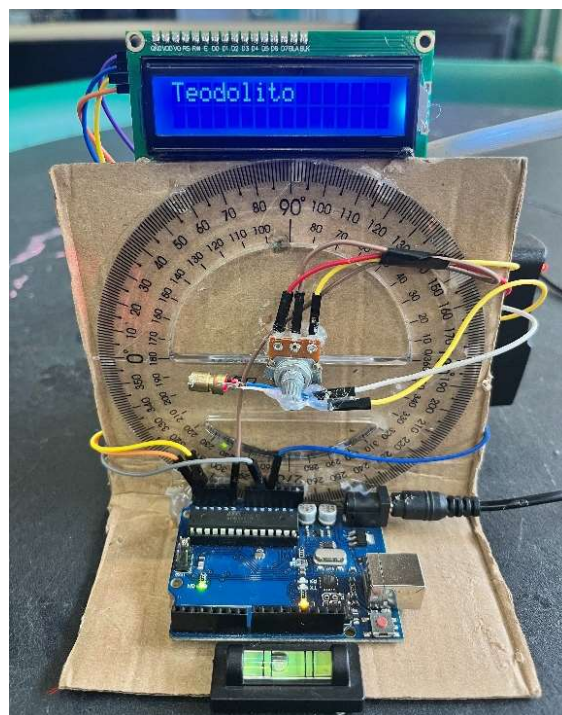
---

<sup>1</sup>Licenciado em Física (FOC) e em Ciências da Natureza (USP). Mestre em Ensino de Física, especialista em História e Ensino das Ciências e mestrando em Ensino de Ciências e Matemática (UFABC). Professor do ensino básico e superior na FECAP, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: rodnil.silva@fecap.br

<sup>2</sup>Licenciado em Química (FOC), especialista em Prática Docente do Professor Universitário, mestre e doutor em Ciências com ênfase em Física Nuclear (USP), com estágio doutoral na Alemanha. Professor do ensino básico e superior na FECAP, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: joao.trencher@fecap.br

uma estratégia promissora para tornar o ensino mais dinâmico, contextualizado e centrado no estudante. Metodologias ativas são essencialmente práticas, como é possível verificar em Cunha et al. (2024, p. 20): “Destaca-se que uma MA tem como foco o protagonismo do estudante e o aprender fazendo.” A atividade aqui apresentada reflete esses ideais. A proposta apoia-se também na perspectiva da cultura maker, que estimula a autonomia dos alunos e a aprendizagem por meio da experimentação, conforme defendido por Dougherty (2013).

Com base nessa abordagem, este relato descreve uma experiência pedagógica realizada com estudantes da 1ª série do Ensino Médio, que participaram de uma aula prática e investigativa de Matemática, utilizando um teodolito digital em uma atividade interdisciplinar envolvendo Matemática e Tecnologia com a plataforma Arduino. A programação do Arduino foi realizada anteriormente, em outra aula investigativa, pelos alunos da 2ª série do Ensino Médio. Os alunos da 1ª série receberam a tarefa de replicar a montagem eletrônica e realizar os cálculos propostos no desafio. Um dos teodolitos construídos pode ser visto na Figura 1.



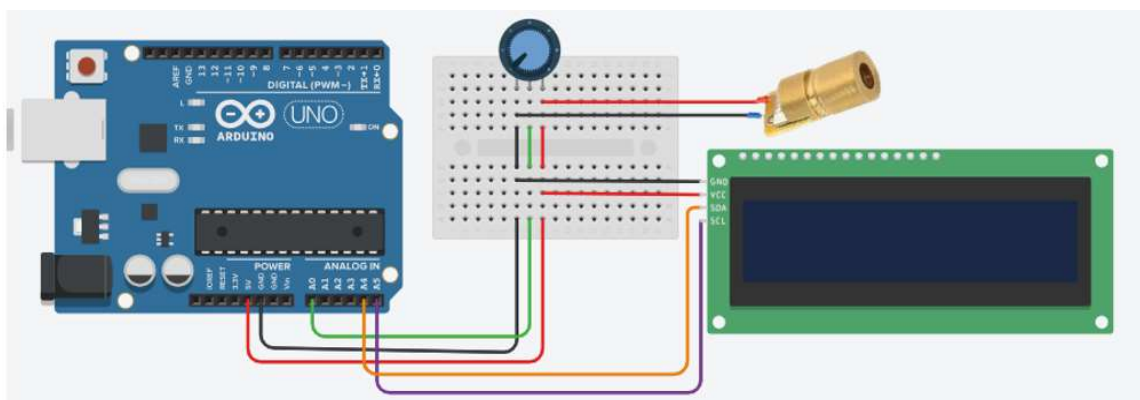
**Figura 1** – Teodolito

Essa atividade possibilitou que os estudantes interagissem com um instrumento tecnológico funcional e experienciassem a Matemática como uma ferramenta concreta para ler e interpretar o mundo ao seu redor. Seu objetivo principal foi promover a aplicação de conceitos de trigonometria em uma situação real, por meio da medição de

ângulos de elevação e da estimativa da altura de objetos altos e inacessíveis no ambiente escolar. O uso de materiais concretos, como o teodolito, torna a aprendizagem mais ativa e significativa ao conectar a Matemática com situações reais. O teodolito é um excelente instrumento para despertar o interesse dos estudantes, como relatado por Costa Junior et al. (2017, p.565): “a proposta do uso do Teodolito nas aulas de trigonometria proporcionou maior participação desses alunos na aula, despertando o interesse pelo conteúdo”. Além disso, a experiência também buscou fortalecer a participação ativa dos alunos, o trabalho em equipe e a reflexão sobre o processo de modelagem matemática a partir de dados coletados diretamente por eles.

## 2. CONTEXTO E OBJETIVOS DA EXPERIÊNCIA

A atividade foi realizada em uma escola privada da cidade de São Paulo que conta com um laboratório maker e aulas de cultura maker integradas ao currículo escolar. Nesse espaço, os estudantes têm contato regular com projetos de robótica, programação e eletrônica desde o primeiro semestre do Ensino Médio, o que favorece a familiaridade com dispositivos como o Arduino. Esta plataforma tem se destacado como uma ferramenta acessível para o desenvolvimento de práticas experimentais em sala de aula, permitindo a exploração de conceitos científicos e matemáticos de forma integrada (McRoberts, 2011). A tarefa dos alunos consistiu em montar o circuito eletrônico com base em uma esquemática fornecida pelo professor, realizar os ajustes necessários no dispositivo, efetuar medições com o instrumento e aplicar os cálculos trigonométricos correspondentes para determinar a altura de pontos escolhidos no colégio. A articulação entre teoria e prática, especialmente em contextos interdisciplinares, contribui para o desenvolvimento de competências mais amplas e para a ressignificação do papel da Matemática na escola (Borochovicius & Tassoni, 2021). O esquemático mostrado aos estudantes está na Figura 2.



**Figura 2** – Esquema da montagem eletrônica apresentada aos alunos.

O instrumento utilizado na aula — um teodolito digital composto por um potenciômetro rotativo acoplado a um laser, com leitura angular exibida em um display LCD — permitiu que os estudantes interagissem diretamente com a tecnologia, coletassem dados reais e aplicassem cálculos matemáticos em uma situação contextualizada. O equipamento foi previamente programado para fornecer medições com uma casa decimal, garantindo maior precisão na coleta dos ângulos utilizados nos cálculos trigonométricos. A experiência teve como objetivos: promover a aplicação da razão trigonométrica da tangente na estimativa da altura de objetos altos e inacessíveis no ambiente escolar; desenvolver a capacidade de modelagem matemática e análise de dados em grupo; estimular o engajamento por meio do uso de tecnologia no ensino de Matemática; e fortalecer a aprendizagem ativa e a interdisciplinaridade entre Matemática e Tecnologia.

Um aspecto interessante a ser analisado é que, durante o desenvolvimento da atividade, os alunos cometeram muitos erros — o que é esperado em propostas baseadas na abordagem maker. Nessa metodologia, o professor não aponta diretamente as correções, mas atua como mediador, oferecendo dicas e sugestões sutis para que os próprios estudantes encontrem soluções e aprendam com o processo. É importante que o aluno faça, experimente e erre, pois é justamente nesse movimento que a aprendizagem ganha significado. Essa análise pode ser confirmada por Gondim et al. (2022, p. 847): “Entre as principais conclusões obtidas deste estudo se pode inferir: que a cultura maker contribui positivamente para o ensino e aprendizagem, principalmente no que diz respeito à abordagem construcionista, que é a principal característica da cultura maker, em que o aluno aprende fazendo [...]”.

É importante valorizar o erro como parte do processo formativo. Como destaca Damasceno (2020, p. 1173):

O erro, quando bem trabalhado, pode se tornar um aliado pedagógico, pois permite ao professor identificar lacunas conceituais e ao aluno, refletir sobre o próprio processo de aprendizagem. Ao considerar o erro como uma etapa do processo de construção do conhecimento, desloca-se o foco da punição para a análise e superação das dificuldades. (Damasceno, 2020, p. 1173).

Com essa perspectiva, espera-se que o estudante, aos poucos, compreenda que todo o processo científico está baseado em tentativas, ajustes e revisões — e que cometer erros, inclusive em aulas teóricas, não é um problema, mas parte essencial da construção do conhecimento.

### **3. A REALIZAÇÃO DA AULA EXPERIMENTAL**

A aula experimental foi realizada em dois momentos de 50 minutos cada. No primeiro, os estudantes, organizados em grupos de quatro a cinco integrantes, montaram os teodolitos seguindo um esquema eletrônico previamente disponibilizado. No segundo momento, utilizaram o instrumento para realizar medições em diferentes pontos do colégio, aplicando os conhecimentos de trigonometria para estimar a altura de objetos altos e de difícil acesso.

#### **3.1 A Montagem do Teodolito**

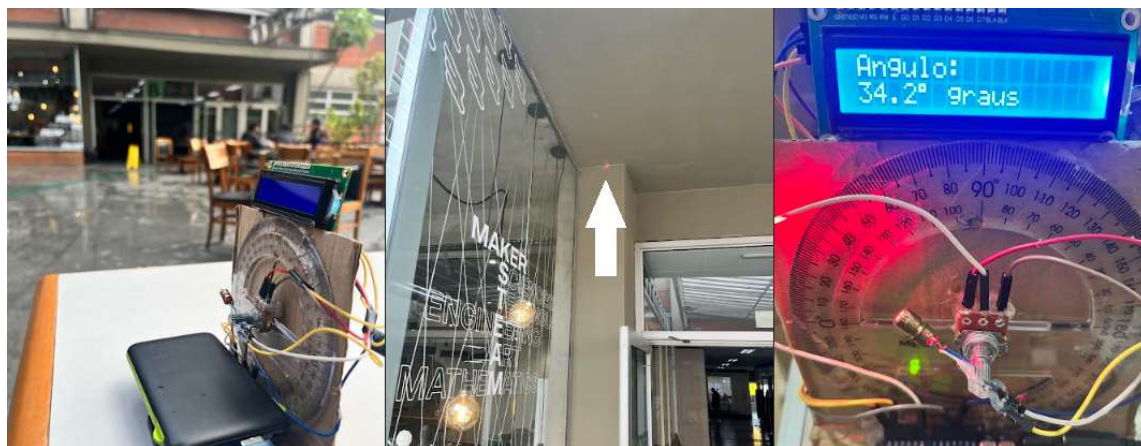
No início da atividade, os estudantes foram lembrados dos conceitos fundamentais de trigonometria, com ênfase na razão tangente em triângulos retângulos e em sua aplicação no cálculo de alturas. Em seguida, foi apresentado o funcionamento básico do teodolito digital construído com Arduino, incluindo orientações sobre o alinhamento do laser, a leitura no display LCD e os cuidados no manuseio do equipamento. Com base em uma esquemática eletrônica previamente fornecida, os grupos montaram os teodolitos utilizando componentes organizados com antecedência. O processo envolveu a conexão do potenciômetro rotativo, do display LCD, do laser e de outros elementos ao Arduino UNO, todos fixados em uma base de papelão. Durante essa etapa, os estudantes atuaram de forma colaborativa, discutindo cada passo, ajustando posicionamentos e buscando compreender a lógica do circuito — mesmo sem terem participado do desenvolvimento da programação.

Um dos momentos mais significativos foi o ajuste do nível de bolha fornecido a cada grupo. Embora o componente estivesse presente no kit, a compreensão de sua finalidade e a decisão de como utilizá-lo foram deixadas a cargo dos estudantes, estimulando a investigação, o raciocínio prático e a autonomia no uso do instrumento.

#### **3.2 A Utilização do Teodolito**

Com os instrumentos montados, os grupos foram convidados a escolher, no ambiente escolar, um objeto alto e de difícil visualização completa — como postes de iluminação, muros ou fachadas de prédios. O procedimento consistiu em posicionar o teodolito em um ponto A e medir o ângulo de elevação até o topo do objeto. Em seguida, os estudantes deslocavam-se uma distância conhecida até um ponto B e realizavam uma nova medição angular. As leituras foram registradas e, com base nos dados obtidos, os próprios alunos aplicaram a modelagem matemática necessária para estimar a altura dos objetos, utilizando as razões trigonométricas e a distância entre os pontos. Em uma variação da atividade, os grupos também foram convidados a calcular a distância do

teodolito até determinados objetos, utilizando o mesmo princípio trigonométrico, mas por meio de um tratamento algébrico distinto. Durante a prática, os estudantes foram incentivados a discutir os dados coletados, levantar hipóteses, estimar possíveis margens de erro e refletir sobre os fatores que poderiam interferir na precisão das medições realizadas. Na Figura 3, é possível verificar uma parte da atividade sendo realizada.



**Figura 3** – Teodolito no pátio do colegio durante uma experimentação

O professor atuou como mediador, oferecendo orientações pontuais, mas preservando a autonomia dos grupos e estimulando a argumentação matemática. Ao final, os grupos socializaram seus resultados, compararam estratégias e discutiram as variações encontradas, promovendo um momento de validação coletiva e construção conjunta do conhecimento.

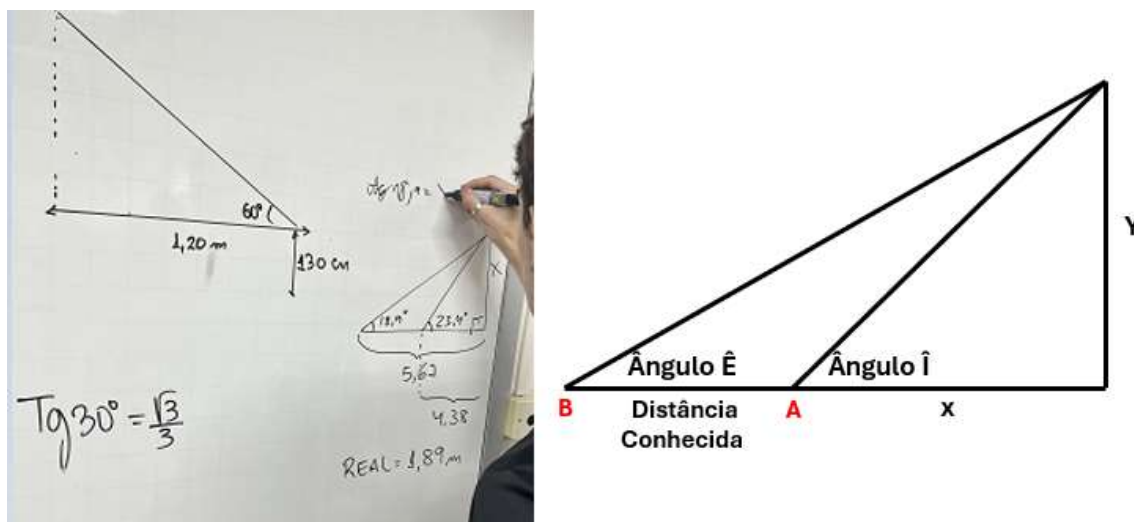
### 3.3 Observação e Reflexão dos Autores

A aplicação da aula prática com o uso do teodolito digital revelou-se uma estratégia pedagógica eficaz para promover o engajamento dos estudantes e aprofundar a compreensão dos conceitos de trigonometria. Desde o início da atividade, foi perceptível o entusiasmo dos grupos ao montar e manusear um instrumento real, associando o conteúdo matemático à resolução de um problema concreto. Embora o código do equipamento tenha sido desenvolvido previamente por outra turma, a montagem física do dispositivo pelos próprios alunos conferiu à aula um caráter investigativo, ativo e significativamente distinto da rotina tradicional de resolução de exercícios em sala. Durante o processo, os estudantes demonstraram empenho em seguir a esquemática, posicionar corretamente os componentes e compreender o funcionamento do instrumento.

Uma vez prontos os dispositivos, os grupos dividiram funções para efetuar medições, organizar dados e aplicar os cálculos trigonométricos. Esse comportamento indicou uma apropriação ativa da proposta, com momentos espontâneos de colaboração, raciocínio lógico e argumentação matemática. Observou-se também um crescimento no



interesse conceitual, à medida que os alunos passaram a fazer perguntas mais elaboradas sobre o funcionamento do teodolito, a lógica das fórmulas utilizadas e a influência de variáveis como distância, angulação e precisão de leitura. Na Figura 4, é possível visualizar parte do processo de resolução de um dos problemas propostos, evidenciando a aplicação dos conhecimentos matemáticos no contexto da atividade.



**Figura 4** – Estudante resolvendo um dos problemas propostos

A mediação docente teve papel fundamental no direcionamento da atividade. Em vez de apontar erros diretamente, o professor lançou perguntas, levantou hipóteses e incentivou os grupos a testarem diferentes abordagens. Essa postura, coerente com os princípios das metodologias ativas e da cultura maker, permitiu que o erro fosse ressignificado como parte natural do processo de aprendizagem.

Outro ponto de destaque foi a valorização da Matemática como ferramenta útil e aplicável. Muitos alunos demonstraram surpresa ao perceber que, com apenas algumas medições e um raciocínio matemático bem estruturado, eram capazes de estimar a altura de objetos do cotidiano com precisão razoável. Essa vivência contribuiu para romper com a visão utilitarista e descontextualizada da disciplina, reforçando sua importância como instrumento de compreensão e análise do mundo.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência relatada demonstrou o potencial transformador de uma abordagem prática, ativa e contextualizada no ensino de Matemática. O uso do teodolito digital construído com Arduino possibilitou aos estudantes vivenciarem a aplicação real dos conceitos de trigonometria, superando a lógica tradicional da memorização e da resolução mecânica de exercícios. Ao se depararem com uma situação concreta, os alunos foram instigados a mobilizar conhecimentos matemáticos de forma integrada, com propósito e

sentido. O envolvimento dos estudantes na montagem, no manuseio e na utilização do instrumento tecnológico favoreceu o protagonismo, a colaboração em grupo e a argumentação matemática. Ao longo da atividade, observou-se uma mudança na postura dos alunos diante da Matemática: aquilo que antes era visto por muitos como um conjunto abstrato de fórmulas passou a ser reconhecido como uma ferramenta útil para compreender o mundo. Um aspecto especialmente relevante foi a presença constante do erro durante o processo. Longe de ser motivo de frustração, os erros cometidos pelos grupos serviram como catalisadores de aprendizagem. Ao invés de fornecer respostas prontas, o professor atuou como mediador, promovendo um ambiente em que os estudantes se sentiam encorajados a testar hipóteses, revisar estratégias e buscar novas soluções. Esse espaço seguro para errar e tentar novamente é um dos pilares da cultura maker e das metodologias ativas, e mostrou-se fundamental para o desenvolvimento de habilidades como resiliência, pensamento crítico e autonomia.

A proposta demonstrou ser replicável em diferentes contextos educacionais, desde que se respeitem as especificidades de cada realidade. Mesmo com recursos simples e acessíveis, é possível proporcionar experiências autênticas de aprendizagem, que valorizem o fazer, o pensar e o errar como partes indissociáveis da construção do conhecimento. Mais do que ensinar trigonometria, a atividade ensinou a investigar, a colaborar e a confiar no próprio processo de aprender.

## 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação Escola de Comércio Álvares Penteado (FECAP) pelo apoio institucional para o desenvolvimento das atividades relatadas.

## 6. REFERÊNCIAS

- BOROCHOVICIUS, E.; TASSONI, E. C. M. Aprendizagem baseada em problemas: uma experiência no ensino fundamental. *Educação em Revista*, Belo Horizonte, v. 37, e20706, 2021. <https://doi.org/10.1590/0102-469820706>. Acesso em: 1 mar. 2025.
- COSTA JUNIOR, E. F.; BEZERRA, L. C. F.; LEITE, R. D.; ALVARENGA, K. B. O uso do teodolito no ensino de trigonometria. In: ENCONTRO GOIANO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 6., 2017, Urutaí. *Anais [...]*. Urutaí: APMGO, 2017. p. 556–566. Disponível em: <https://www.apmgo.org.br/revista/index.php/RE/article/view/10265>. Acesso em: 8 abr. 2025.
- CUNHA, M. B.; OMACHI, N. A.; RITTER, O. M. S.; NASCIMENTO, J. E.; MARQUES, G. Q.; LIMA, F. O. Metodologias ativas: em busca de uma caracterização e definição. *Educação em Revista*, Belo Horizonte, v. 40, e39442, 2024. <https://doi.org/10.1590/0102-469839442>. Acesso em: 8 abr. 2025.



DAMASCENO JÚNIOR, J. A. O papel do erro no processo de ensino e aprendizagem de Ciências e Matemática: contributos da neurociência. **Revista Prática Docente**, v. 5, n. 2, p. 1171–1190, maio/ago. 2020. <https://doi.org/10.23926/RPD.2526-2149.2020.v5.n2.p1171-1190.id759>. Acesso em: 7 abr. 2025.

DOUGHERTY, D. The maker mindset. In: HONEY, M.; KANTER, D. (Org.). **Design, maker, play: growing the next generation of STEM innovators**. New York: Routledge, 2013. p. 7–16.

GONDIM, R. S.; PINTO, A. C. P.; CASTRO FILHO, J. A.; VASCONCELOS, F. H. L. A cultura maker como estratégia de ensino e aprendizagem: uma revisão sistemática da literatura. **Ensino em ReVista**, v. 23, n. 5 esp., p. 840–847, 2022. <https://doi.org/10.17921/2447-8733.2022v23n5p841-848>. Acesso em: 8 abr. 2025.

MCRBERTS, M. **Arduino básico**. São Paulo: Novatec Editora, 2011.