



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

Rodnil da Silva Moreira Lisbôa¹

Fundação Escola de Comércio Alvares Penteado – FECAP

João Francisco Trencher Martins²

Fundação Escola de Comércio Alvares Penteado – FECAP

Resumo

Este relato apresenta uma experiência pedagógica investigativa desenvolvida com estudantes da 1^a 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

¹Licenciado em Física (FOC) e em Ciências da Natureza (USP). Mestre em Ensino de Física, especialista em História e Ensino das Ciências e mestrandando 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

²Licenciado 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 1^a 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 2^a série do Ensino Médio. Os alunos da 1^a 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.

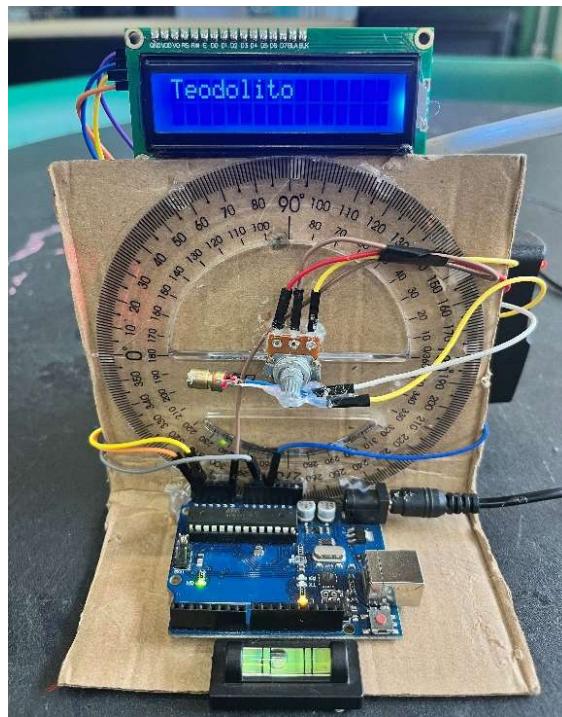


Figura 1 – Teodolito

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 buscava 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.

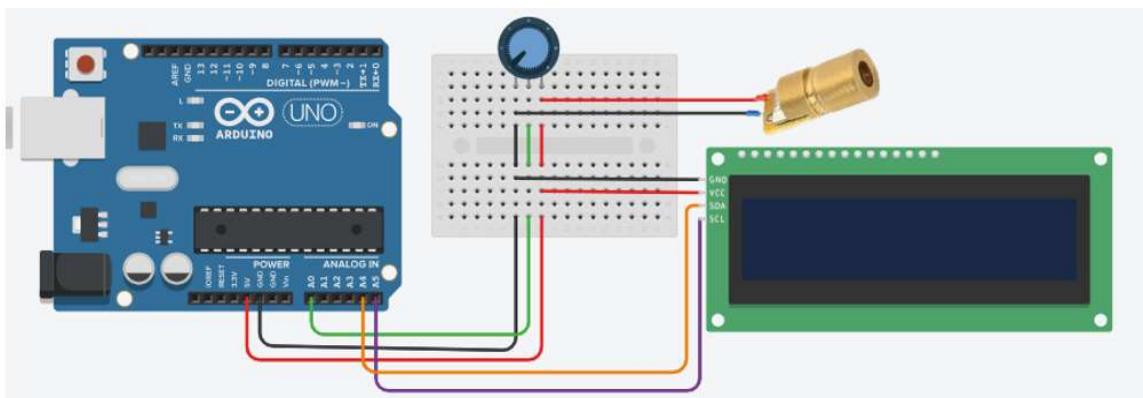


Figura 2 – Esquema da montagem eletrônica apresentada aos alunos.

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 cometem 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 relembrados 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.

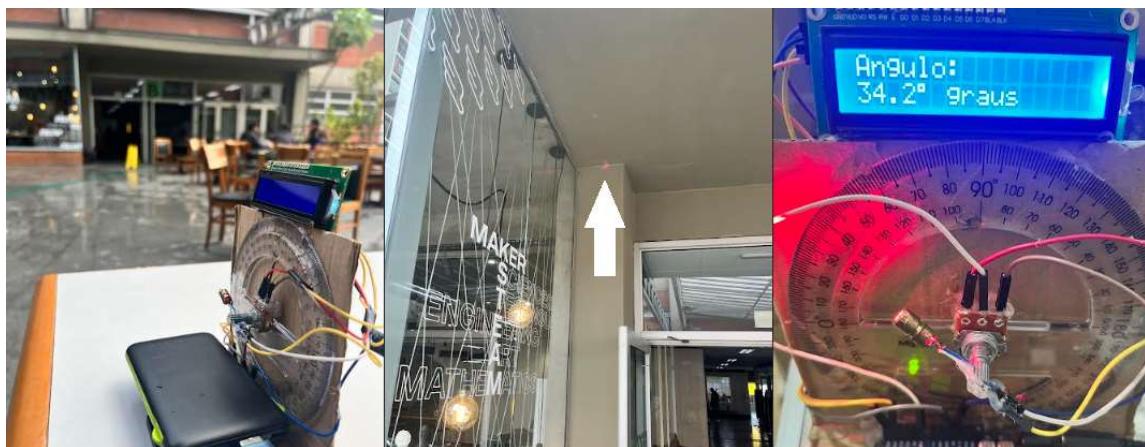


Figura 3 – Teodolito no pátio do colegio durante uma experimentação

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.

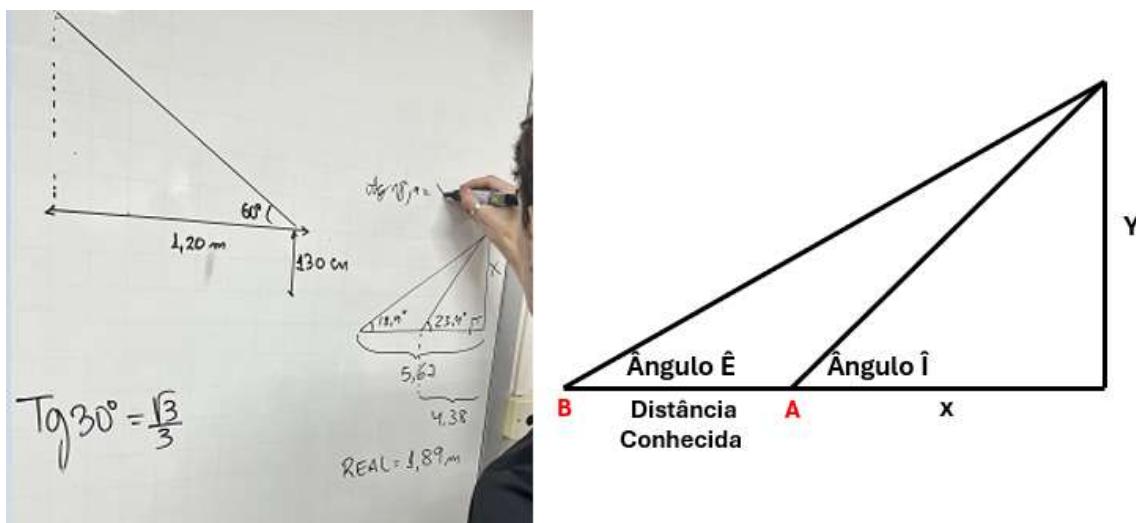


Figura 4 – Estudante resolvendo um dos problemas propostos

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, Urutáí. *Anais [...]*. Urutáí: 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.

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