

DESENVOLVIMENTO DE EXPERIMENTOS DIDÁTICOS DE FÍSICA UTILIZANDO ARDUINO: UMA PROPOSTA DE LABORATÓRIO DIDÁTICO DE BAIXO CUSTO PARA O ENSINO MÉDIO

**DEVELOPMENT OF PHYSICS TEACHING EXPERIMENTS USING ARDUINO: A
PROPOSAL FOR A LOW-COST TEACHING LABORATORY FOR HIGH
SCHOOL EDUCATION**

Ciências Exatas e da Terra, Ciências Humanas • 23/07/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/784473950](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/784473950)

Klebiane Santos Silva¹

Genilson Martins Vieira²

Daniely Gaspar de Sousa³

Felipe da Costa Mota⁴

Mara Ferreira Rodrigues⁵

Rainá Soares da Silva⁶

Kananda da Conceição Santos⁷

Marcelo da Costa Mota⁸

Francisca Maria Brito Costa⁹

RESUMO

A experimentação constitui um importante recurso para o ensino e a aprendizagem da Física, porém a limitada disponibilidade de laboratórios e equipamentos em muitas escolas representa um desafio para a realização de atividades práticas. Este trabalho teve como objetivo desenvolver um laboratório didático de Física baseado na plataforma Arduino, composto por experimentos de baixo custo destinados ao Ensino Médio. A pesquisa caracterizou-se como aplicada, de abordagem qualitativa e natureza experimental. Inicialmente, realizou-se uma revisão da literatura sobre o uso do Arduino no ensino de Física e de tecnologias educacionais de baixo custo. Em seguida, foram projetados, simulados na plataforma Tinkercad, montados e testados protótipos utilizando a placa Arduino Uno para abordar conteúdos como cinemática, eletricidade, termologia e ondulatória. A utilização de LEDs, resistores e sensores de temperatura, luminosidade e distância possibilitou a construção de experimentos interativos com aquisição de dados em tempo real. Os resultados evidenciaram que a plataforma Arduino constitui uma alternativa acessível, flexível e de baixo custo para o desenvolvimento de atividades experimentais, favorecendo a visualização de fenômenos físicos, a integração entre teoria e prática e o desenvolvimento do pensamento computacional. Conclui-se que o laboratório didático proposto apresenta potencial para ampliar as práticas experimentais no ensino de Física e contribuir para a inovação pedagógica em instituições com infraestrutura laboratorial limitada.

Palavras-chave: Arduino; Ensino de Física; Laboratório didático; Experimentação.

ABSTRACT

Experimentation is an essential resource for teaching and learning

Physics; however, the limited availability of laboratories and equipment in many schools poses a challenge to practical activities. This study aimed to develop a low-cost Physics teaching laboratory based on the Arduino platform for high school education. The research was characterized as applied, with a qualitative and experimental approach. Initially, a literature review was conducted on the use of Arduino in Physics education and low-cost educational technologies. Subsequently, prototypes were designed, simulated in the Tinkercad platform, assembled, and tested using the Arduino Uno board to address topics such as kinematics, electricity, thermology, and wave phenomena. The use of LEDs, resistors, and temperature, light, and distance sensors enabled the development of interactive experiments with real-time data acquisition. The results showed that the Arduino platform is an accessible, flexible, and low-cost alternative for developing experimental activities, promoting the visualization of physical phenomena, the integration of theory and practice, and the development of computational thinking. It is concluded that the proposed teaching laboratory has the potential to expand experimental practices in Physics education and contribute to pedagogical innovation in schools with limited laboratory infrastructure.

Keywords: Arduino; Physics Education; Teaching Laboratory; Experimentation.

1. INTRODUÇÃO

A Física é uma das áreas do conhecimento responsáveis por explicar fenômenos naturais presentes no cotidiano e por fundamentar o desenvolvimento científico e tecnológico da sociedade. Apesar de sua relevância, seu ensino ainda enfrenta desafios relacionados à elevada abstração de diversos conceitos, o que pode dificultar a

compreensão dos conteúdos quando as aulas se restringem à exposição teórica. Nesse cenário, a adoção de estratégias didáticas que aproximem os estudantes da experimentação científica torna-se essencial para favorecer uma aprendizagem mais significativa (Moreira, 2011).

Entre as diferentes abordagens pedagógicas, a realização de atividades experimentais destaca-se por possibilitar que os estudantes observem fenômenos físicos, testem hipóteses, interpretem resultados e estabeleçam relações entre teoria e prática. Além de contribuir para a compreensão dos conceitos científicos, a experimentação estimula autonomia, trabalho em equipe e pensamento crítico, características consideradas fundamentais para a formação científica na educação básica (Carvalho, 2013).

Dentre essas tecnologias, a plataforma Arduino se destaca por sua flexibilidade, baixo custo e ampla aplicabilidade. Como ferramenta de prototipagem de código aberto, o Arduino permite a construção de circuitos e dispositivos capazes de coletar dados em tempo real, atuando como uma ponte entre o mundo físico e o digital. Sua aplicação no ensino de Física possibilita a abordagem prática de conceitos como força, velocidade, aceleração, eletricidade, calor e ondas, promovendo o desenvolvimento do pensamento computacional e da alfabetização científica (Gomes et al., 2021).

Outro aspecto relevante refere-se à realidade de muitas escolas públicas brasileiras, que ainda apresentam limitações de infraestrutura para a realização de atividades experimentais. A inexistência ou insuficiência de laboratórios de Física dificulta a implementação de metodologias baseadas na investigação e na experimentação. Nesse contexto, o desenvolvimento de

equipamentos didáticos construídos com componentes eletrônicos de baixo custo representa uma alternativa viável para ampliar o acesso às práticas experimentais sem demandar elevados investimentos financeiros (Araújo; Abib, 2003).

Além disso, a integração do Arduino com práticas de robótica e experimentação interdisciplinar contribui para o desenvolvimento de habilidades previstas na BNCC, especialmente aquelas relacionadas à cultura digital, ao pensamento científico, à resolução de problemas e ao protagonismo estudantil (Brasil, 2018).

Tais práticas também reforçam a inclusão de metodologias ativas no ambiente escolar, com potencial de mitigar a ausência de laboratórios formais em muitas instituições públicas (Silva; Nascimento; Mendes, 2023). Dessa forma, sua inserção no ambiente escolar favorece não apenas a aprendizagem dos conteúdos de Física, mas também o desenvolvimento de competências necessárias à formação cidadã e tecnológica dos estudantes.

Diante dessa perspectiva, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver um laboratório didático de Física baseado na plataforma Arduino, reunindo experimentos de baixo custo que possam ser facilmente reproduzidos em diferentes contextos educacionais, contribuindo para ampliar as possibilidades da experimentação científica no ensino de Física.

2. METODOLOGIA

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, de abordagem qualitativa e natureza experimental, desenvolvida com o objetivo de elaborar um laboratório didático de Física baseado na

plataforma Arduino para utilização em atividades experimentais no Ensino Médio.

Inicialmente, realizou-se uma revisão bibliográfica sobre o uso de tecnologias educacionais no ensino de Física, com ênfase na aplicação da plataforma Arduino em atividades experimentais. Foram consultados livros, artigos científicos e documentos da área da Educação e do Ensino de Física, buscando identificar metodologias, aplicações e propostas relacionadas ao desenvolvimento de experimentos de baixo custo (Carvalho, 2013; Moreira, 2011; Corralo; Junquera; Schuler, 2018).

Com base na literatura consultada e nos conteúdos previstos para o Ensino Médio, foram selecionados os temas físicos a serem abordados, contemplando cinemática, leis de Newton, circuitos elétricos, termodinâmica e acústica. Para cada tema, foi planejado um experimento com o uso do Arduino, sensores e componentes eletrônicos de baixo custo, buscando estabelecer uma relação direta entre os conceitos teóricos e suas aplicações práticas.

Na etapa de desenvolvimento dos protótipos foram utilizados placas Arduino Uno R3, protoboards, LEDs, resistores, sensores de luminosidade (LDR), sensores de temperatura e distância, módulos Bluetooth HC-05, cabos jumper e demais componentes eletrônicos necessários para cada experimento. Inicialmente, os circuitos foram projetados e simulados na plataforma Tinkercad, permitindo verificar seu funcionamento antes da montagem física. Em seguida, os protótipos foram implementados e programados na Arduino IDE, utilizando a linguagem C/C++.

Após a montagem, os experimentos foram submetidos a testes de funcionamento, nos quais foram avaliadas a estabilidade dos circuitos, a resposta dos sensores e a execução dos códigos de programação. Sempre que necessário, realizaram-se ajustes nos circuitos e nos programas, visando garantir o correto funcionamento dos protótipos e sua adequação para utilização em atividades didáticas.

Ao final, todos os experimentos foram documentados em roteiros didáticos contendo objetivos, lista de materiais, esquemas de montagem, códigos de programação, procedimentos experimentais e sugestões de aplicação em sala de aula. Esses materiais compõem um laboratório didático de Física baseado na plataforma Arduino, concebido para ser reproduzido em diferentes contextos educacionais, especialmente em instituições com infraestrutura laboratorial limitada.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES OU ANÁLISE DOS DADOS

Inicialmente, procedemos com o estudo teórico, originalmente apresentado pela apostila "Arduino guia para colocar suas ideias em prática", escrita por Fernando Bryan Frizzarin. Este estudo foi conduzido durante reuniões semanais, dedicadas à compressão do arduino e suas tecnologias, fizemos também leitura de alguns artigos científicos buscando aprender maneiras de utilizar o arduino para o ensino da física em sala de aula. Após a leitura de cada material, fizemos a análise juntos e a seleção de alguns experimentos para então podermos executar.

3.1. Montagem dos Experimentos e Simulação na Plataforma Tinkercad

Após a definição dos experimentos, todos os circuitos eletrônicos foram inicialmente projetados e simulados na plataforma Tinkercad, ambiente virtual que possibilita a montagem de circuitos eletrônicos e a programação da plataforma Arduino. A utilização desse recurso permitiu verificar previamente o funcionamento dos componentes, identificar possíveis inconsistências na programação e validar as conexões elétricas antes da montagem física dos protótipos.

A simulação computacional constituiu uma etapa importante do desenvolvimento dos experimentos, pois reduziu o tempo necessário para correção de falhas, evitou danos aos componentes eletrônicos e possibilitou uma melhor compreensão da interação entre a programação, os sensores e os atuadores. Posteriormente, os circuitos foram montados em protoboards, permitindo a comparação entre os resultados obtidos na simulação e aqueles observados durante a execução prática dos experimentos. Essa estratégia contribuiu para validar o funcionamento dos protótipos e demonstrou a viabilidade da utilização do Tinkercad como ferramenta de apoio ao desenvolvimento de atividades experimentais baseadas em Arduino.

3.2. Desenvolvimento do protótipo para estudo da aceleração da gravidade

Com o objetivo de tornar o estudo da cinemática mais interativo e contextualizado, foi desenvolvido um protótipo representando uma edificação em miniatura, construído com materiais de baixo custo, como isopor, papelão e componentes de papelaria. O modelo foi integrado à plataforma Arduino e a sensores eletrônicos, possibilitando a realização de experimentos relacionados ao movimento de queda livre.

O experimento consiste na liberação de uma esfera a partir do topo da estrutura, permitindo analisar seu movimento vertical sob a ação exclusiva da aceleração da gravidade.

Durante o experimento, o sistema eletrônico registra informações relacionadas ao deslocamento da esfera, possibilitando a comparação entre os resultados experimentais e o modelo teórico descrito pela equação horária do movimento uniformemente variado:

$$S = S_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

A utilização do protótipo permite abordar conceitos fundamentais da cinemática, como deslocamento, velocidade inicial, aceleração constante e tempo de queda, favorecendo a interpretação dos fenômenos físicos por meio da experimentação. Além disso, a integração entre sensores, programação e aquisição de dados aproxima os estudantes de práticas comuns em laboratórios científicos, contribuindo para o desenvolvimento do pensamento investigativo e da análise quantitativa dos resultados.

Outro aspecto relevante é a utilização de materiais de baixo custo na construção da estrutura experimental, tornando o equipamento facilmente reproduzível em diferentes instituições de ensino. Dessa forma, o protótipo constitui uma alternativa viável para o desenvolvimento de atividades experimentais em escolas que não dispõem de laboratórios tradicionais, ampliando as possibilidades de contextualização dos conteúdos de Física por meio da integração entre experimentação, programação e automação.

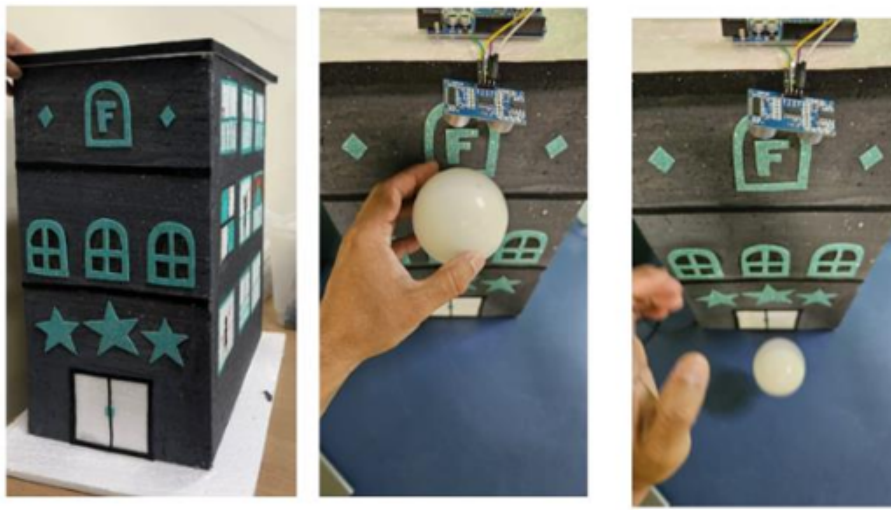


Figura 1. Protótipo didático baseado em Arduino para o estudo do movimento de queda livre e da aceleração da gravidade.

3.3. Sistema Automatizado de Sinalização Luminosa Utilizando Arduino

Como parte do laboratório didático, foi desenvolvido um sistema automatizado de sinalização luminosa utilizando uma placa Arduino Uno, três LEDs e resistores de limitação de corrente. Inicialmente, o circuito foi projetado e validado na plataforma **Tinkercad**, permitindo verificar o funcionamento da programação e das conexões elétricas antes da implementação física. Em seguida, realizou-se a montagem em protoboard, possibilitando a comparação entre o comportamento observado na simulação e no circuito real.

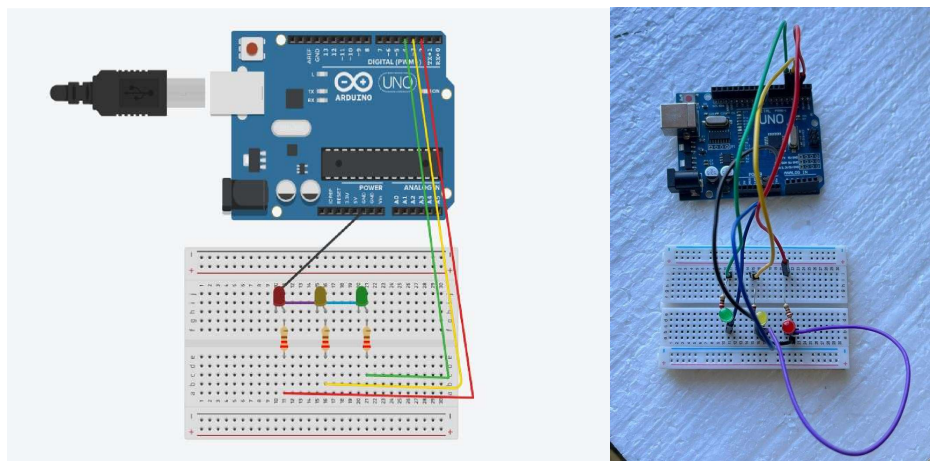


Figura 2. Simulação computacional (à esquerda) e montagem física (à direita) do sistema automatizado de sinalização luminosa desenvolvido com Arduino Uno.

O experimento do semáforo com três LEDs controlados por Arduino pode ser usado no ensino de física de forma interdisciplinar, especialmente nos conteúdos de elétrica e cinemática, além de desenvolver raciocínio lógico e pensamento computacional. Ao montar o circuito com os LEDs e resistores, o estudante aprende na prática sobre Lei de Ohm, associação de resistores, importância do uso de resistores em LEDs para limitar a corrente e evitar queimar os componentes e pode-se medir, por exemplo, a corrente elétrica que passa por cada LED com um multímetro.

Na cinemática, o tempo de acendimento de cada LED simula intervalos de parada e avanço, o que pode ser conectado ao estudo de movimento retilíneo uniforme (MRU) e paradas periódicas.

3.4. Experimento com Arduino Usando Um Sensor LDR (Light Dependent Resistor)

Foi montado um experimento com Arduino usando um sensor LDR (Light Dependent Resistor) e um LED, montado em uma protoboard. A montagem permite controlar o LED com base na intensidade da luz ambiente, o que representa um sistema automático de iluminação

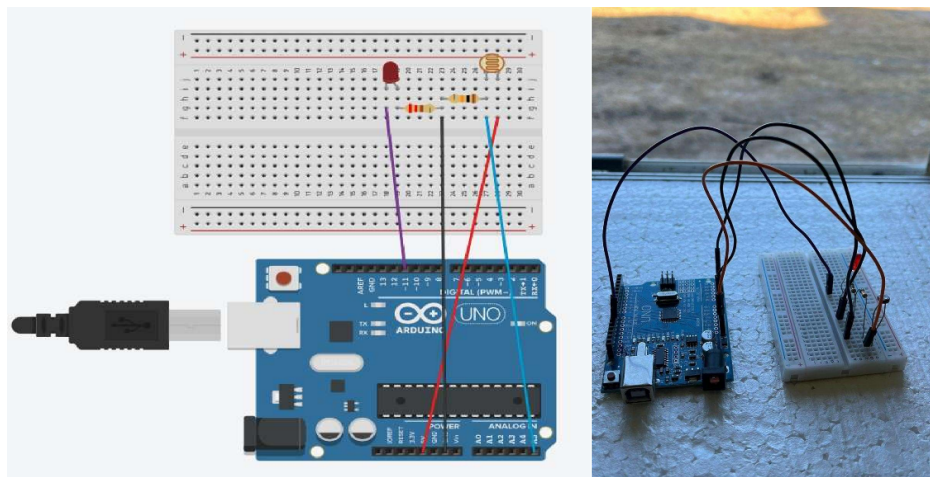


Figura 3. Simulação na plataforma tinkercad usando resistores, led e fotoresistor e experimento manual.

O experimento com Arduino utilizando um LED e um sensor LDR permite explorar diversos conceitos da Física de forma prática e integrada. Ele possibilita o estudo de eletrodinâmica, por meio da análise de resistores e divisores de tensão, além da aplicação da Lei de Ohm. Também aborda tópicos de óptica, como a variação da resistência do LDR conforme a intensidade da luz, relacionando luz e corrente elétrica. Além disso, introduz noções de automação e lógica de controle, ao simular sistemas que tomam decisões com base em sensores, como postes que acendem automaticamente ao anoitecer

3.5. Sistema de Monitoramento de Temperatura e Umidade Utilizando Arduino

Descrição do experimento

Foi desenvolvido um sistema de monitoramento ambiental utilizando uma placa Arduino Uno, um sensor digital de temperatura e umidade DHT11 e um módulo Bluetooth HC-05, montados em uma protoboard (Figura 4). Inicialmente, o circuito foi projetado e validado na plataforma **Tinkercad**. O sistema foi programado para realizar a aquisição automática dos dados de temperatura e umidade do ambiente, possibilitando sua

transmissão para dispositivos externos por meio da comunicação Bluetooth.

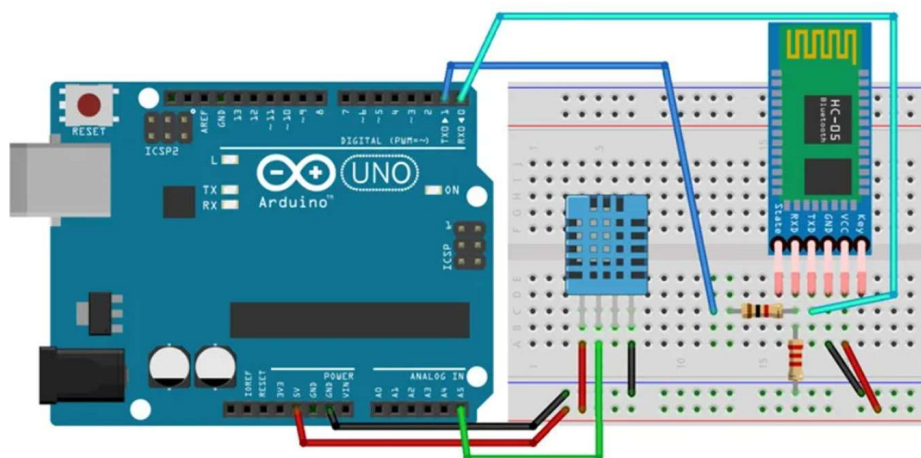


Figura 4. Simulação do circuito desenvolvido com Arduino Uno, sensor DHT11 e módulo Bluetooth HC-05.

O experimento permite abordar conteúdos relacionados à Termologia, especialmente temperatura, transferência de calor, equilíbrio térmico e umidade relativa do ar. A partir das leituras realizadas pelo sensor DHT11, os estudantes podem analisar a influência das condições ambientais sobre essas grandezas físicas, compreender sua importância em diferentes processos naturais e discutir métodos de medição utilizados na instrumentação científica.

O sensor DHT11 realiza medições periódicas da temperatura e da umidade relativa do ar, convertendo essas informações em sinais digitais enviados ao microcontrolador Arduino. Após o processamento dos dados, as informações podem ser exibidas no monitor serial ou transmitidas por meio do módulo Bluetooth HC-05 para dispositivos compatíveis, permitindo o monitoramento remoto das variáveis ambientais. A utilização da plataforma Tinkercad durante a etapa de desenvolvimento possibilitou validar o funcionamento do circuito e identificar eventuais falhas antes da

montagem física, reduzindo erros de implementação e otimizando o processo de construção do protótipo.

O sistema desenvolvido pode ser empregado em aulas de Física para demonstrar processos de medição de grandezas físicas, aquisição automática de dados e monitoramento ambiental em tempo real. Além da Termologia, o experimento favorece a abordagem interdisciplinar com conteúdo de eletrônica, programação e automação, permitindo aos estudantes compreender o funcionamento de sensores eletrônicos e sua aplicação em tecnologias utilizadas no cotidiano, como estações meteorológicas, sistemas de climatização e dispositivos de Internet das Coisas (IoT).

3.6. Resistência elétrica em circuitos com Arduino

Com o objetivo de investigar a influência da resistência elétrica sobre o funcionamento de circuitos eletrônicos, foi desenvolvido um experimento utilizando uma placa Arduino Uno, LEDs e resistores de diferentes valores ôhmicos, montados inicialmente na plataforma Tinkercad e posteriormente implementados em protoboard (Figura 5). O experimento consistiu na substituição sucessiva dos resistores conectados ao LED, permitindo observar as alterações provocadas na intensidade luminosa em função da limitação da corrente elétrica.

Resistência elétrica

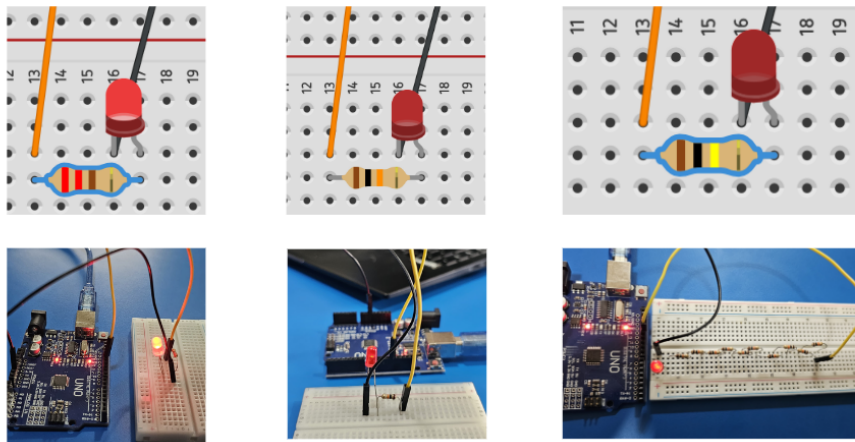


Figura 5. Simulação computacional e montagem física de circuitos utilizando resistores de diferentes valores para análise da influência da resistência elétrica na intensidade luminosa do LED.

O experimento fundamenta-se na Lei de Ohm, segundo a qual a corrente elétrica em um circuito depende diretamente da diferença de potencial aplicada e inversamente da resistência elétrica do circuito. Dessa forma, o aumento da resistência reduz a corrente que percorre o LED, provocando diminuição de sua intensidade luminosa. O experimento também possibilita discutir potência elétrica dissipada, efeito Joule e características elétricas dos componentes semicondutores. A realização prévia das simulações no ambiente Tinkercad permitiu prever o comportamento esperado do circuito, facilitando a validação da montagem física e reduzindo erros durante a implementação experimental.

O circuito foi montado utilizando um LED em série com resistores de diferentes valores. A alimentação foi fornecida pela placa Arduino Uno, responsável pelo fornecimento de uma tensão de aproximadamente 5 V. Durante os testes foram empregados resistores com diferentes valores de resistência, permitindo comparar experimentalmente o brilho do LED e relacioná-lo à corrente elétrica prevista pela Lei de Ohm.

A Tabela 1 apresenta uma estimativa da corrente elétrica para cada resistor utilizado, considerando uma queda de tensão aproximada de 2 V no LED vermelho.

Resistor (Ω)	Tensão no resistor (V)	Corrente teórica (mA)	Intensidade luminosa observada
220	3,0	13,6	Elevada
1.000	3,0	3,0	Moderada
10.000	3,0	0,3	Muito baixa

Observa-se que o aumento da resistência elétrica reduz significativamente a corrente que percorre o LED, ocasionando diminuição de sua intensidade luminosa. Os resultados obtidos estão de acordo com a Lei de Ohm, demonstrando experimentalmente a relação inversa entre corrente elétrica e resistência para uma tensão constante.

O experimento apresenta elevado potencial didático para o ensino de Eletrodinâmica, permitindo abordar conteúdos relacionados à resistência elétrica, corrente elétrica, diferença de potencial, potência elétrica e Lei de Ohm. A comparação entre diferentes valores de resistência possibilita que os estudantes relacionem diretamente as equações matemáticas estudadas em sala de aula com o comportamento observado experimentalmente.

Além da Física, o circuito também pode ser utilizado em atividades introdutórias de eletrônica e programação, permitindo compreender a função dos resistores como elementos responsáveis pelo controle da corrente elétrica em dispositivos eletrônicos.

3.7. Estudo da Cinemática Utilizando Um Robô Móvel Baseado em Arduino

A aplicação da robótica educacional ao ensino da Física foi explorada por meio do desenvolvimento de um robô móvel controlado por Arduino, destinado ao estudo experimental da cinemática (Figura 5). O protótipo foi construído utilizando componentes eletrônicos de baixo custo e programado para deslocar-se autonomamente ao longo de uma pista previamente estabelecida, possibilitando a realização de medições de tempo e distância para determinação da velocidade média.



Figura 5. Robô móvel desenvolvido com Arduino para o estudo de conceitos de cinemática em pista experimental.

O experimento permite abordar conceitos fundamentais da cinemática, como deslocamento, distância percorrida, velocidade média, tempo de percurso e movimento em trajetórias curvilíneas. A determinação dessas grandezas possibilita aplicar relações matemáticas amplamente utilizadas no estudo do Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), bem como discutir fatores que influenciam o deslocamento de corpos em sistemas reais.

A partir do tempo gasto pelo robô para percorrer trajetórias de comprimento conhecido, torna-se possível determinar sua

velocidade média utilizando a expressão:

$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

bem como calcular o tempo necessário para percorrer determinadas distâncias ou estimar deslocamentos conhecidos a partir da velocidade média obtida experimentalmente.

O sistema é controlado por uma placa Arduino Uno responsável pelo acionamento dos motores elétricos por meio de um módulo controlador. Os comandos programados determinam o deslocamento do robô ao longo da pista experimental, permitindo a realização de diferentes percursos previamente definidos.

Durante os testes, foram medidos os tempos necessários para o robô percorrer trechos específicos da pista. A partir desses dados foi possível calcular a velocidade média do veículo e comparar os resultados experimentais com os valores previstos pelas equações da cinemática.

O robô móvel constitui uma ferramenta didática capaz de integrar conceitos de Física, robótica e programação em uma única atividade experimental. Além da determinação da velocidade média, o experimento pode ser utilizado para abordar deslocamento, distância percorrida, intervalos de tempo, representação gráfica do movimento e resolução de problemas envolvendo movimento uniforme.

Outra possibilidade consiste na alteração dos parâmetros de programação do robô, permitindo aos estudantes investigar como modificações na velocidade dos motores influenciam o tempo

necessário para percorrer a pista, favorecendo atividades baseadas em investigação científica.

A utilização de robôs móveis torna o estudo da cinemática significativamente mais interativo ao permitir que conceitos normalmente apresentados apenas por meio de equações sejam observados experimentalmente. A atividade estimula a formulação de hipóteses, a realização de medições, o tratamento de dados experimentais e a comparação entre resultados teóricos e observados.

Além disso, a integração entre programação, eletrônica e Física favorece o desenvolvimento do pensamento computacional, da resolução de problemas e do trabalho colaborativo, competências previstas na Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018).

3.8. Frequencímetro utilizando Arduino

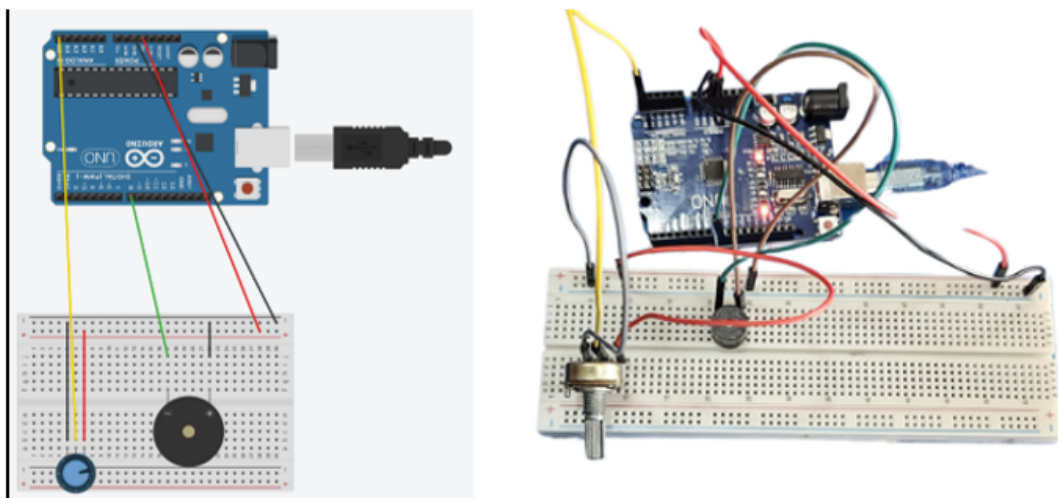


Figura 6. Simulação do circuito na plataforma **Tinkercad** (esquerda) e montagem física do circuito para geração de frequência sonora utilizando **Arduino**, buzzer piezoelétrico e potenciômetro (direita).

O experimento fundamenta-se nos conceitos de ondas mecânicas e sinais elétricos periódicos. O Arduino gera pulsos elétricos cuja

frequência determina a vibração do elemento piezoelétrico presente no buzzer. Essas vibrações produzem ondas sonoras que se propagam no ar e podem ser percebidas pelo ouvido humano.

A variação da frequência modifica a altura (pitch) do som produzido, permitindo discutir grandezas fundamentais da ondulatória, como frequência, período e comprimento de onda, bem como a relação entre essas variáveis.

O potenciômetro atua como um divisor de tensão, fornecendo ao Arduino um valor analógico proporcional à posição de seu eixo. O microcontrolador converte esse valor em uma frequência específica por meio da função de geração de pulsos do Arduino IDE, controlando diretamente o buzzer piezoelétrico.

À medida que o potenciômetro é girado, diferentes frequências são produzidas, possibilitando a observação imediata da relação entre o sinal elétrico gerado pelo Arduino e a resposta sonora do dispositivo.

A utilização do buzzer piezoelétrico torna os conceitos de ondulatória mais concretos ao permitir que os estudantes percebam auditivamente as alterações de frequência produzidas pelo circuito eletrônico. Essa característica favorece uma aprendizagem multissensorial, na qual o estudante observa simultaneamente a programação realizada, a resposta elétrica do circuito e o som produzido.

Os resultados obtido com os experimentos evidenciam que a plataforma Arduino apresenta elevado potencial para o desenvolvimento de laboratórios didáticos de Física de baixo custo, permitindo a construção de experimentos que contemplam diferentes áreas da disciplina, como eletrodinâmica, cinemática,

termologia e ondulatória. A utilização integrada de sensores, atuadores e ambientes de simulação possibilitou a elaboração de protótipos funcionais e de fácil reprodução, adequados para atividades experimentais no Ensino Médio.

A associação entre a simulação dos circuitos na plataforma Tinkercad e a montagem física dos protótipos mostrou-se uma estratégia eficiente para validar o funcionamento dos experimentos antes de sua implementação, reduzindo erros de montagem e favorecendo a compreensão dos princípios físicos envolvidos. Essa abordagem está alinhada às metodologias de experimentação mediadas por tecnologias digitais descritas por Corrallo, Junqueira e Schuler (2018), que destacam o Arduino como uma plataforma capaz de integrar programação, eletrônica e atividades investigativas no ensino de Física.

Os resultados também corroboram os estudos de Araújo e Abib (2003), que afirmam que a experimentação favorece a construção do conhecimento científico ao aproximar os modelos teóricos dos fenômenos observáveis. De maneira semelhante, Carvalho (2013) destaca que atividades experimentais investigativas estimulam a formulação de hipóteses, a coleta e análise de dados e o desenvolvimento da autonomia dos estudantes durante o processo de aprendizagem.

Além disso, os experimentos desenvolvidos reforçam as conclusões de Moreira et al. (2018), que identificaram a plataforma Arduino como uma das principais tecnologias empregadas na modernização do ensino de Física devido ao seu baixo custo, flexibilidade e facilidade de integração com sensores e dispositivos eletrônicos. Nesse contexto, o laboratório didático proposto representa uma

alternativa viável para ampliar as atividades experimentais em escolas com infraestrutura laboratorial limitada, favorecendo práticas pedagógicas alinhadas às competências previstas na Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018).

4. CONCLUSÃO/CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver um laboratório didático de Física baseado na plataforma Arduino, composto por experimentos de baixo custo voltados ao Ensino Médio. Os resultados demonstraram a viabilidade da construção de protótipos experimentais capazes de abordar conteúdos de eletrodinâmica, cinemática, termologia e ondulatória, utilizando componentes eletrônicos acessíveis e ferramentas de programação de código aberto.

A integração entre a simulação dos circuitos na plataforma Tinkercad, a programação na Arduino IDE e a montagem física dos protótipos possibilitou a elaboração de recursos didáticos funcionais e facilmente reproduzíveis, evidenciando o potencial da plataforma Arduino para ampliar as atividades experimentais em instituições com infraestrutura laboratorial limitada.

Como perspectiva para trabalhos futuros mais estudos poderão avaliar a aplicação do laboratório didático em diferentes contextos educacionais, produzindo evidências sobre sua contribuição para a aprendizagem dos conceitos de Física, o desenvolvimento do pensamento científico e sua replicabilidade em escolas com diferentes níveis de infraestrutura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 176-194, 2003.

BACICH, Lilian; MORAN, José (org.). Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018.

BANZI, Massimo; SHILOH, Michael. Primeiros passos com o Arduino. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CORRALLO, Marcio Vinicius; JUNQUEIRA, Astrogildo de Carvalho; SCHULER, Tunísia Eufrausino. Ciclo de modelagem associado à automatização de experimentos com o Arduino: uma proposta para formação continuada de professores. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 35, n. 2, p. 634-659, 2018.

MOREIRA, Marco Antonio. Teorias da aprendizagem. 2. ed. São Paulo: EPU, 2011.

MOREIRA, Michele Paulino Carneiro; ROMEU, Mairton Cavalcante; ALVES, Francisco Regis Vieira; SILVA, Francisco Roberto Oliveira da. Contribuições do Arduíno no ensino de Física: uma revisão

sistemática de publicações na área do ensino. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 35, n. 3, p. 721-745, 2018.

ROCHA, Fernando da Silva; MARANGHELLO, Guilherme Ferreira; LUCCHESI, Marcelo Martins. Acelerômetro eletrônico e a placa Arduino para ensino de Física em tempo real. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 31, n. 1, p. 98-123, 2014.

SOUZA, Robson Batista. Abordagem simbiótica entre TICs e Física no Ensino Médio mediada por Arduino. Revista do Professor de Física, Brasília, v. 4, n. 2, p. 41-54, 2020.

¹ E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

² E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

³ E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁴ E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁵ E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁶ E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁷ E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁸ E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁹ E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

