

ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO

JOÃO FELIPE ONETTA^{1,2*}, WANDERSON GONÇALVES³, ANDRESA FREITAS⁴

1 Introdução

O ensino de Física frequentemente apresenta desafios aos estudantes devido ao caráter abstrato de diversos conceitos que, por serem muitas vezes abordados apenas de forma teórica, tornam-se difíceis de contextualizar no cotidiano. Essa situação é agravada pela escassez de recursos e infraestrutura em várias instituições de ensino. Segundo Andrade e Massabni (2011), as atividades práticas são fundamentais nesse cenário, pois auxiliam os estudantes a correlacionarem a teoria com situações reais, tornando o processo de aprendizagem mais significativo.

Diante disso, a utilização de materiais de baixo custo integrados à plataforma Arduino tem se mostrado uma alternativa promissora. Estudos realizados por Baldo *et al.* (2016), Silva *et al.* (2019) e David *et al.* (2022) evidenciam a viabilidade de construir experimentos acessíveis com precisão próxima aos valores teóricos. Além disso, diversos estudos evidenciam que equipamentos produzidos com materiais acessíveis podem alcançar desempenho e precisão comparáveis aos de aparelhos comerciais.

Essa abordagem prática é essencial para a Física de modo geral. Contudo, o presente trabalho enfatiza o estudo de mecânica clássica, abordando o movimento de queda livre e do pêndulo simples. De acordo com Halliday, Resnick e Walker (2016), o aprendizado desses conteúdos elementares é favorecido por atividades experimentais. Nesse sentido, o desenvolvimento de equipamentos didáticos acessíveis permite que os estudantes tenham maior contato com a prática e melhorem a compreensão dos conteúdos teóricos.

2 Objetivos

O objetivo deste trabalho foi desenvolver aparatos experimentais de baixo custo,

1 Acadêmico de Agronomia, UFFS, campus Laranjeiras do Sul, joao.onetta@estudante.uffs.edu.br.

2 Grupo de Estudos e Pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática – GEPECIEM.

3 Doutor, UFFS, campus Laranjeiras do Sul – PR.

4 Doutora, UFFS, campus Laranjeiras do Sul – PR, **Orientadora**.

integrados à plataforma Arduino, para o estudo de movimentos da mecânica clássica, especificamente, queda livre e pêndulo simples. Como objetivos específicos, buscou-se construir equipamentos didáticos acessíveis e de fácil replicação para serem utilizados como ferramentas de apoio ao ensino de Física, permitindo a realização de atividades práticas em instituições de ensino com recursos limitados ou ausência de equipamentos comerciais.

3 Metodologia

Os aparatos experimentais foram desenvolvidos a partir de materiais de baixo custo e componentes eletrônicos acessíveis, incluindo tubos e conexões de PVC, placas de MDF, sensores eletrônicos, *protoboard*, *display* LCD, eletroímã e a plataforma Arduino UNO.

Para o experimento de queda livre utilizou-se uma esfera de ferro inicialmente retida por um eletroímã. Após a liberação da esfera, o cronômetro digital acoplado ao Arduino iniciava a contagem de tempo, que era finalizada quando a esfera chegava à base do aparato e acionava o sensor de impacto. Para o estudo do pêndulo simples, utilizou-se uma esfera de ferro suspensa por um fio de comprimento conhecido e um transferidor para o ajuste da amplitude. Os períodos de oscilação do sistema foram mensurados por meio de um sensor infravermelho.

Por fim, a validação e a eficiência dos aparatos foram verificadas por meio da comparação com os modelos teóricos. A Figura 1 ilustra os aparatos desenvolvidos.



Figura 1: Aparatos: (a) queda livre e (b) pêndulo simples.

4 Resultados e Discussão

Os aparatos desenvolvidos representaram adequadamente os fenômenos físicos estudados. No experimento de queda livre, os valores obtidos para a aceleração da gravidade aproximaram-se do valor teórico de $9,8 \text{ m/s}^2$ (Halliday; Resnick; Walker, 2016). Além disso, constatou-se uma relação inversamente proporcional entre o erro relativo percentual e a altura de liberação, de modo que maiores alturas resultaram em erros menores. Esse comportamento pode estar relacionado ao aumento do tempo de queda para distâncias mais elevadas, o que minimiza a influência das incertezas experimentais no resultado final. Consequentemente, o menor erro percentual registrado foi de 3,78% referente à altura de 0,674 m. A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos no experimento.

Tabela 1: Resultados obtidos com o protótipo de queda livre.

Testes	Tempo [s] de queda à 0,475 m	Tempo [s] de queda à 576 m	Tempo [s] de queda à 0,674 m
1	0,319	0,352	0,378
2	0,322	0,351	0,378
3	0,320	0,351	0,379
4	0,320	0,355	0,377
5	0,332	0,352	0,379
6	0,318	0,352	0,380
7	0,319	0,352	0,379
8	0,322	0,352	0,379
9	0,320	0,351	0,378
10	0,318	0,354	0,378
Média	0,321	0,352	0,378
Aceleração [m/s^2]	9,22	9,30	9,43
Erro	5,92%	5,1%	3,78%

Para o pêndulo simples, os períodos medidos aproximaram-se dos valores teóricos, principalmente para ângulos menores. O menor erro percentual registrado foi de 0,41% referente à amplitude de 20° . O aumento do desvio em amplitudes maiores confirmou a previsão

teórica descrita por Dutra e Souza (2019), os quais destacam que a equação clássica do período do pêndulo simples considera que o movimento ocorre em pequenas amplitudes. A Tabela 2 apresenta os valores obtidos no experimento.

Tabela 2: Resultados obtidos com o protótipo do pêndulo simples.

Testes	20 graus. Tempo de meio período [s]	40 graus. Tempo de meio período [s]	60 graus. Tempo de meio período [s]
1	0,673	0,683	,0705
2	0,673	0,687	0,705
3	0,671	0,684	0,704
4	0,676	0,687	0,706
5	0,675	0,682	0,705
6	0,674	0,684	0,705
7	0,673	0,684	0,706
8	0,675	0,684	0,704
9	0,676	0,684	0,707
10	0,676	0,687	0,704
Média	674,2	0,6846	0,7051
Aceleração [m/s^2]	9,77	9,476	8,93
Erro	0,41%	3,31%	8,88%

5 Conclusão

Este trabalho apresentou aparatos experimentais desenvolvidos a partir da utilização de materiais de baixo custo e integrados à plataforma Arduino, demonstrando ser uma alternativa eficiente para o ensino de Física. Os experimentos desenvolvidos permitiram estudar os movimentos de queda livre e do pêndulo simples, possibilitando a determinação da aceleração da gravidade com reduzida margem de erro, o que valida a precisão das medições efetuadas.

Além disso, os equipamentos construídos podem ser reproduzidos com facilidade, o que favorece sua utilização em instituições de ensino com poucos recursos. Dessa forma, os resultados obtidos indicaram que os sistemas propostos podem ser utilizados como alternativas pedagógicas promissoras, contribuindo para tornar as aulas mais dinâmicas e facilitar a compreensão dos conteúdos teóricos trabalhados em sala de aula.

Referências Bibliográficas

ANDRADE, Marcelo Leandro Feitosa de; MASSABNI, Vânia Galindo. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 17, n. 4, p. 835-854, 2011. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151673132011000400005. Acesso em: 10 fev. 2026.

BALDO, Denicezar Ângelo *et al.* Aparato educacional para estudo da queda livre com análise do movimento. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 33, n. 3, p. 1064-1078, dez. 2016. DOI: 10.5007/2175-7941.2016v33n3p1064. Acesso em: 16 fev. 2026.

DAVID, Emílio *et al.* Sinais vibracionais de pêndulo com Arduino. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, Mossoró, v. 8, n. 24, p. 1-15, 2022. Acesso em: 16 fev. 2026.

DUTRA, C. M.; SOUZA, M. de. O uso da problematização e do pêndulo simples para o estudo da gravidade. **Revista Thema**, Pelotas, v. 16, n. 1, p. 10-23, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/1157>. Acesso em: 15 fev. 2026.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física: mecânica**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. v. 1.

SILVA, Josué Manoel Jorge da et al. Experimento de baixo custo para o estudo de queda livre utilizando o software Phyphox em smartphone. In: Congresso Nacional de Educação (CONEDU), 6., 2019, Fortaleza. **Anais [...]**. Campina Grande: Realize, 2019.

Palavras-chave: Ensino de Física; atividades experimentais; materiais de baixo custo; Arduino.

Nº de Registro no sistema Prisma: PES-2025-0197.

Agradecimentos: UFFS, EDITAL Nº 154/GR/UFFS/2024, projeto sob registro PRISMA PES-2024-0366.

Financiamento