

Desenvolvimento de sensor de velocidade e aceleração utilizando a impressão 3D e placas Arduino para o ensino de física

Arthur Cantuario Pereira¹, José Walter Souza Santana², Alex Lino³,

¹ Graduando em licenciatura em física, Bolsista CNPQ, IFSP, Câmpus Caraguatatuba, cantuario.arthur@gmail.com

² Graduando em licenciatura em física, Bolsista CNPQ, IFSP, Câmpus Caraguatatuba, walter2020qwe@gmail.com

³ Doutorado, Coordenador da bolsa CNPQ, IFSP, Caraguatatuba, Alex.lino@ifsp.edu.br

RESUMO: O ensino de Física, tradicionalmente, enfrenta o desafio de conectar os conteúdos científicos à realidade dos alunos, o que frequentemente leva à desmotivação e ao questionamento sobre a utilidade da disciplina. No estudo da mecânica, é comum que os estudantes recorram ao senso comum para explicar os fenômenos, o que pode gerar confusões entre conceitos como força, velocidade e energia. Nesse contexto, atividades experimentais tornam-se essenciais, pois permitem aos alunos confrontar suas concepções prévias com dados observacionais e medidos. O presente projeto tem como objetivo desenvolver um sensor para plano inclinado, capaz de indicar a velocidade e a aceleração de um corpo em movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV). O sistema foi construído com base em uma plataforma Arduino, responsável pela coleta e tratamento dos dados, e em uma estrutura produzida com impressora 3D, que serve como base para a trajetória do corpo. Os testes iniciais demonstraram que o sensor é capaz de realizar medições precisas e consistentes, mostrando potencial para aplicação didática em experimentos de mecânica. Conclui-se que a integração entre tecnologia acessível e práticas experimentais pode tornar o ensino da Física mais dinâmico, concreto e significativo para os estudantes.

PALAVRAS-CHAVE: Plano Inclinado; Estudo de mecânica; Arduino; Tecnologia Educacional; Impressão 3D

Development of a speed and acceleration sensor using 3D printing and Arduino boards for physics education

ABSTRACT: Physics education traditionally faces the challenge of connecting scientific content to students' real-world experiences, which often leads to demotivation and questions about the subject's usefulness. In the study of mechanics, students commonly rely on everyday reasoning to explain phenomena, which can create confusion among concepts such as force, velocity, and energy. In this context, experimental activities become essential, as they allow learners to confront their prior conceptions with observational and measured data. This project aims to develop an inclined-plane sensor capable of indicating the velocity and acceleration of a body in uniformly accelerated rectilinear motion (UARM). The system was built using an Arduino-based platform for data collection and processing, and a 3D-printed structure that serves as the base for the body's trajectory. Initial tests demonstrated that the sensor can perform accurate and consistent measurements, showing potential for educational application in mechanics experiments. It is concluded that integrating accessible technology with experimental practices can make Physics teaching more dynamic, concrete, and meaningful for students.

KEYWORDS: Inclined Plane; Mechanics Study; Arduino; Educational Technology; 3D Printing

INTRODUÇÃO

O ensino de Física impõe inúmeros desafios tanto aos professores quanto aos estudantes. Entre esses desafios, destacam-se a falta de conexão entre o conhecimento científico e a realidade cotidiana dos alunos, bem como o distanciamento entre teoria e prática, ainda presente em muitas abordagens educacionais. Esses obstáculos frequentemente resultam em desmotivação, por parte dos estudantes, e em questionamentos sobre a relevância e aplicabilidade da Física no contexto escolar. Nesse cenário, atividades experimentais bem planejadas configuram-se como estratégias pedagógicas eficazes para aproximar os conteúdos científicos das experiências concretas dos estudantes. Tais atividades constituem ferramentas valiosas para promover a observação, a coleta e a análise de dados, além de favorecer a reflexão crítica, contribuindo para a enculturação científica e o desenvolvimento da capacidade argumentativa dos discentes (Villatorre; Higa; Tychanowicz, 2012).

A mecânica, por sua vez, é o ramo da Física que se dedica ao estudo do movimento e de suas causas, sendo tradicionalmente subdividida em cinemática e dinâmica. Essa área contempla conceitos fundamentais como velocidade, aceleração, tempo, energia, força, trabalho e potência, os quais estão intimamente presentes no cotidiano dos estudantes. Entretanto, a interação desses sujeitos com o conhecimento frequentemente dá origem a concepções alternativas. De acordo com Leite (1993), é comum que os alunos recorram ao senso comum para explicar fenômenos relacionados ao movimento. Nesse contexto, surgem confusões conceituais recorrentes, como a associação indevida entre força e velocidade ou entre força e energia (Cunha; Caldas, 2001; Moraes; Moraes, 2000). Além disso, conceitos de natureza aristotélica ainda são empregados por muitos estudantes para interpretar fenômenos mecânicos, como a ideia de que a continuidade do movimento requer a presença constante de uma força ou que corpos mais pesados caem mais rapidamente (Pinheiro, 2023). Tais concepções podem ser superadas por meio da aproximação entre teoria e prática, como por exemplo as atividades experimentais.

A integração de atividades experimentais ao uso do computador representa uma estratégia eficaz para minimizar dificuldades relacionadas à obtenção e à análise de dados, proporcionando aos estudantes a visualização imediata dos resultados (Cavalcanti; Tavolaro; Molisani, 2011). O computador, ao atuar como uma ferramenta cognitiva de apoio à aprendizagem, favorece o desenvolvimento de habilidades investigativas e promove uma maior articulação entre teoria e prática, contribuindo para a organização e interiorização do conhecimento científico (Magalhães et al., 2002).

Nesse contexto, a utilização de sensores integrados ao computador para a realização de medições físicas precisas em laboratórios didáticos de Física surge como uma alternativa promissora para reduzir a distância tecnológica entre a escola e o estudante. A adoção dessa integração tecnológica possibilita a aquisição automática e simultânea de dados, potencializando a eficiência do trabalho experimental e reduzindo o tempo necessário para a execução das atividades, uma vez que os resultados podem ser apresentados quase instantaneamente (Cavalcanti; Tavolaro; Molisani, 2011).

Com o objetivo de construir um aparato experimental com sensores para utilização em cinemática foi utilizado um sensor ultrassônico HC-SR04, amplamente empregado em projetos educacionais e protótipos eletrônicos por seu baixo custo, boa precisão e facilidade de integração com microcontroladores. O princípio de funcionamento do sensor baseia-se na emissão de pulsos de ultrassom que são refletidos por um objeto, retornando ao sensor. O tempo entre o envio e a recepção do sinal é medido pelo sistema, possibilitando o cálculo da distância com base na velocidade do som no ar.

O controle e o processamento das medições foram realizados com a placa Arduino Uno, uma plataforma de prototipagem aberta que permite o desenvolvimento de projetos interativos e experimentais. Segundo Moreira et al. (2018), o uso do Arduino no ensino de Física promove um aprendizado mais dinâmico e significativo, pois o aluno participa ativamente do processo de construção do conhecimento, aplicando conceitos teóricos em situações práticas. Os autores

destacam que a plataforma contribui para o ensino investigativo, estimulando o raciocínio lógico e o pensamento crítico dos estudantes.

Além disso, o projeto incorporou a impressão 3D na construção do suporte do sensor, recurso que tem se mostrado cada vez mais relevante em ambientes educacionais. De acordo com Evangelista et al. (2025), a integração entre Arduino, impressão 3D e jogos didáticos amplia as possibilidades de ensino experimental em Física, tornando o aprendizado mais acessível, criativo e contextualizado. Essa combinação tecnológica permite a personalização de instrumentos científicos, reduz custos e facilita a realização de atividades práticas mesmo em escolas com infraestrutura limitada.

Dessa forma, o presente trabalho fundamenta-se na aplicação integrada de conceitos da Mecânica e de tecnologias acessíveis — Arduino, sensores ultrassônicos e impressão 3D — como ferramentas para o ensino experimental da Física. Tal abordagem busca não apenas demonstrar fenômenos do movimento, mas também aproximar os alunos da pesquisa científica e do desenvolvimento tecnológico de forma simples e eficiente.

METODOLOGIA

O desenvolvimento do projeto foi dividido em três etapas principais: montagem do circuito, programação e testes.

Na primeira etapa, utilizou-se o Tinkercad, uma plataforma online gratuita desenvolvida pela Autodesk, voltada para o ensino, o design e a prototipagem digital de forma simples e intuitiva. Essa ferramenta foi empregada tanto na idealização do circuito eletrônico quanto no planejamento das peças a serem impressas em 3D. Após a finalização do protótipo virtual, iniciou-se a montagem física. A estrutura foi produzida em impressora 3D, utilizando filamento PLA, escolhido por apresentar boa resistência mecânica, facilidade de impressão e baixo custo. Com esse material, foram projetados uma pista de movimento e um suporte para acoplamento do sensor. A pista foi desenvolvida de modo a permitir a variação do ângulo de inclinação, configurando assim um plano inclinado. O sensor ultrassônico permaneceu fixo na extremidade inicial da pista, responsável por realizar as medições de distância.

Na segunda etapa, referente à programação, o sistema foi controlado por um Arduino Uno, responsável pelo gerenciamento das medições e pela interface com o usuário. O código foi desenvolvido de forma que, ao pressionar o primeiro botão, o dispositivo registra a posição inicial e inicia o cálculo da velocidade em tempo real. Ao pressionar o segundo botão, o processo de medição é interrompido, e o circuito exibe, em um display LCD, os valores de velocidade e aceleração obtidos durante o experimento.

O sistema, ao final do processo de medição, calcula e exibe a *aceleração experimental* utilizando a seguinte expressão:

$$\frac{2\Delta D}{t^2} = a \quad (1)$$

Em que:

- ΔD representa a variação da distância (diferença entre a posição final e inicial), expressa em centímetros (cm);
- t corresponde ao tempo decorrido entre as duas medições, em segundos (s);
- a é a aceleração calculada, expressa em centímetros por segundo ao quadrado (cm/s²).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente experimento teve como objetivo verificar o funcionamento do sistema desenvolvido para medir aceleração a partir da variação da distância registrada pelo sensor

Ultrassônico. Para isso, foram realizadas cinco tentativas em uma rampa construída com a impressora 3D, cuja aceleração teórica é medida usando a equação $a = g \cdot \sin(\theta)$, em que g é a aceleração da gravidade ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$) e θ mede a inclinação do plano ($\theta \approx 10^\circ$), resultando em uma aceleração teórica de $1,72 \text{ m/s}^2$, em um comprimento máximo da rampa de 38 cm. Nessas tentativas, registraram-se as posições inicial e final do objeto em movimento, o tempo decorrido entre as medições e, a partir desses dados, o arduino calculou a velocidade média e a aceleração experimental de cada tentativa e esses dados foram dispostos na Tabela 1 abaixo.

TABELA 1. dados coletados do experimento

Medida	Variação da Distância (m)	Tempo (s)	Velocidade média (m/s)	Aceleração (m/s^2)
1	0,33	0,68	0,49	1,44
2	0,34	0,82	0,42	1,02
3	0,36	0,71	0,51	1,42
4	0,34	0,63	0,54	1,71
5	0,37	0,71	0,52	1,47
média				1,412

Os resultados experimentais foram comparados com os valores teóricos. Observou-se que a aceleração média experimental do plano inclinado teve um erro relativo de 17,9%. A maior discrepância ocorreu na aceleração, já que grandezas derivadas amplificam imprecisões de distância e tempo. A principal fonte de erro foi o atrito entre o corpo e a pista. Conclui-se que os valores experimentais estão na mesma ordem de grandeza dos teóricos, mas apresentam desvios sistemáticos que podem ser reduzidos realizando mais repetições e diminuindo o atrito.

O dispositivo desenvolvido tem grande potencial em aulas práticas de Física. Permite medições reais de distância, tempo, velocidade e aceleração, ajudando os alunos a observar na prática conceitos teóricos como MRUV. Além de favorecer a compreensão dos conceitos abordados pelo experimento, o equipamento tem o potencial de tornar a aula de Física mais interativa, estimulando o interesse dos estudantes e a participação na coleta e análise de dados.

O sensor de aceleração com Arduino Uno, sensor ultrassônico HC-SR04 e impressão 3D mostrou-se eficaz. Permite medir variação de distância e calcular aceleração, integrando tecnologias acessíveis para atividades experimentais. A impressão 3D garante suportes estáveis, e o Arduino permite processamento de dados em tempo real. O projeto abre possibilidades futuras, como sensores adicionais, maior precisão e integração com softwares de visualização, fortalecendo a relação entre teoria e prática no ensino de Física.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do sensor de aceleração utilizando o Arduino Uno, o sensor ultrassônico HC-SR04 e a impressão 3D mostrou-se eficaz e funcional. Os testes realizados demonstraram que o sistema é capaz de medir com precisão a variação da distância e calcular a

aceleração de um objeto em movimento, permitindo a observação prática dos conceitos de Cinemática, como deslocamento, tempo, velocidade e aceleração.

O projeto também evidenciou o potencial da integração entre tecnologias acessíveis e de baixo custo para atividades experimentais em Física, oferecendo uma alternativa viável para laboratórios educacionais que dispõem de recursos limitados. A utilização do Arduino e do sensor ultrassônico permitiu a aquisição e o processamento de dados em tempo real, enquanto a impressão 3D possibilitou a construção de suportes personalizados, garantindo estabilidade e repetibilidade das medições.

Além dos resultados positivos obtidos, o projeto abriu possibilidades para expansões futuras, como a implementação de sensores adicionais, aumento da precisão das medições e integração com softwares de visualização de dados. Dessa forma, a iniciativa não apenas cumpriu seus objetivos iniciais, mas também contribuiu para o aprendizado prático e investigativo, fortalecendo a relação entre teoria e experiência experimental no ensino de Física.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CNPq pelo apoio financeiro proporcionado por meio da bolsa de iniciação científica, tornando possível a realização deste projeto.

Aos meus professores orientadores, pelo acompanhamento, orientação técnica e incentivo ao desenvolvimento do trabalho, contribuindo significativamente para o aprendizado e a consolidação dos conceitos aplicados.

Agradeço também aos colegas e amigos de laboratório, pela colaboração durante a montagem, testes e discussões, tornando o processo mais produtivo e enriquecedor.

Por fim, agradeço à instituição de ensino pela infraestrutura disponibilizada, permitindo a execução das etapas práticas do projeto de forma segura e adequada.

REFERÊNCIAS

CUNHA, A. L.; CALDAS, H. Modos de raciocínio baseados na teoria do impetus: um estudo com estudantes e professores do ensino fundamental e médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 23, n. 1, p. 93–103, 2001.

EVANGELISTA, Fábio Lombardo; PERETTI, Gustavo Schwitzki; SEIBEL DOS SANTOS, Kemilly; PERUZZO, Jucimar. Ensino de Física com o uso de Arduino, impressão 3D e jogos. *Revista do Professor de Física*, v. 9, n. 1, p. 138–154, 2025. DOI: 10.26512/rpf.v9i1.54372. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/54372> Acesso em: 14 out. 2025.

LEITE, Laurinda. Concepções alternativas em mecânica: um contributo para a compreensão do seu contributo e persistência. 1993. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de Lisboa, Lisboa, 1993. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1822/54> Acesso em: 6 jun. 2025.

MOREIRA, Michele Paulino Carneiro; ROMEU, Mairton Cavalcante; ALVES, Francisco Regis Vieira; DA SILVA, Francisco Roberto Oliveira. Contribuições do Arduino no Ensino de Física: uma revisão sistemática de publicações na área do ensino. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, [S. l.], v. 35, n. 3, p. 721–745, 2018. DOI: 10.5007/2175-7941.2018v35n3p721. Disponível em:

<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2018v35n3p721> Acesso em: 16 out. 2025.

MORAES, A. M.; MORAES, I. J. A avaliação conceitual de força e movimento. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 22, n. 2, p. 232–246, 2000.

PINHEIRO, Gesse Estrela. A física de Aristóteles e as concepções prévias dos estudantes: contribuições da história da filosofia para o ensino de física. 2021. Disponível em: <https://atenaeditora.com.br/catalogo/post/a-fisica-de-aristoteles-e-as-concepcoes-previas-dos-estudantes-contribuicoes-da-historia-da-filosofia-para-o-ensino-de-fisica> Acesso em: 6 jun. 2025.

VILLATORRE, Aparecida Magalhães; HIGA, Ivanilda; TYCHANOWICZ. Didática e Avaliação em Física. 1. ed. Curitiba: Intersaberes, 2012.

CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO, C. R. C.; MOLISANI, E. Física com Arduino para iniciantes. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 4, p. 4503, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbef/v33n4/18.pdf> Acesso em: 12 nov. 2025.

MAGALHÃES, M. G. M.; SCHIEL, D.; GUERRINI, I. M.; MAREGA JR., E. Utilizando tecnologia computacional na análise quantitativa de movimentos: uma atividade para alunos do ensino médio. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 24, n. 2, p. 97–?, jun. 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/pb7FybDgwTCW3bg7JN3Q6cH/> Acesso em: 12 nov. 2025.