

Medindo velocidade de carrinhos em pista 3D utilizando sensores ópticos e Arduino: uma abordagem experimental para o ensino de Física

Kamily da Silva Xavier¹, Michele Feitosa de Araújo², Alex Lino³

1 Aluna do IFSP, Campus Caraguatatuba, k.xavier@aluno.ifsp.edu.br

2 Aluna do IFSP, Campus Caraguatatuba, michele.feitosa@aluno.ifsp.edu.br

3 Professor Doutor do IFSP, Campus Caraguatatuba, alex.lino@ifsp.edu.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): Métodos e Técnicas de Ensino – 7.08.04.02-8

RESUMO: O trabalho apresenta um experimento didático de cinemática para o 1º ano do Ensino Médio, de uma escola pública estadual do município de Caraguatatuba, utilizando carrinhos de brinquedo, sensores ópticos e uma pista com lançador impresso em 3D. Por meio de sensores ligados a um Arduino, os estudantes mediram automaticamente o tempo de percurso e calcularam a velocidade média dos carrinhos. Em grupos, compararam dados experimentais com previsões teóricas e discutiram fatores que influenciam o movimento, como atrito e força inicial, através de uma metodologia investigativa. A atividade desenvolveu habilidades de coleta e análise de dados, estimulou o trabalho colaborativo e tornou os conceitos de cinemática e energia mais claros. Conclui-se que a combinação de Arduino e impressão 3D favorece a aprendizagem prática e fortalece a compreensão teórica em Física.

PALAVRAS-CHAVE: cinemática; velocidade média; energia; Arduino; experimentos didáticos

Measuring toy car speed on a 3D track using optical sensors and Arduino: an experimental approach for physics education

ABSTRACT: The work presents a didactic kinematics experiment for first-year high school students at a state public school in the municipality of Caraguatatuba, using toy cars, optical sensors, and a 3D-printed track with a launcher. Using sensors connected to an Arduino, students automatically measured the travel time and calculated the cars' average speed. Working in groups and following an investigative methodology, they compared experimental data with theoretical predictions and discussed factors that influence motion, such as friction and initial force. The activity developed data-collection and analysis skills, encouraged collaborative work, and made the concepts of kinematics and energy clearer. It is concluded that the combination of Arduino and 3D printing supports practical learning and strengthens theoretical understanding in Physics.

KEYWORDS: kinematics; average speed; energy; Arduino; didactic experiments

INTRODUÇÃO E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A aprendizagem de Física no Ensino Médio enfrenta desafios relacionados à abstração de conceitos, como velocidade, aceleração e movimento retilíneo uniforme. Experimentos didáticos desempenham papel fundamental na aproximação entre teoria e prática, permitindo que os estudantes compreendam conceitos por meio de observação direta e experimentação.

O avanço das tecnologias digitais, como o uso de Arduino e impressoras 3D, oferece novas possibilidades para a construção de experimentos acessíveis, precisos e interativos, promovendo maior engajamento e aprendizagem ativa. Neste contexto, o presente trabalho

propõe um experimento que utiliza carrinhos de brinquedo e sensores ópticos, integrados a uma pista impressa em 3D, para medir a velocidade e analisar o movimento de forma prática e didática.

O objetivo principal é investigar como a combinação de tecnologias digitais e experimentos físicos pode contribuir para a compreensão de conceitos fundamentais de cinemática, alinhando-se às diretrizes da Base Nacional Comum Curricular, que recomenda a utilização de estratégias ativas e contextualizadas no ensino de Ciências (Brasil, 2018).

A cinemática é o ramo da Física que estuda o movimento dos corpos, onde este estudo entretanto, está intrinsecamente ligado ao conceito de energia. A energia potencial, armazenada em um sistema, pode ser convertida em energia cinética, impulsionando o movimento de um corpo. No caso do experimento proposto, a energia potencial elástica acumulada no lançador transforma-se em energia cinética no deslocamento do carrinho. Compreender essa relação é fundamental para uma análise completa dos fenômenos físicos, em que as grandezas físicas estudadas não estão isoladas, mas fazem parte de um mesmo sistema dinâmico que explica o comportamento dos corpos em movimento. Conceitos como velocidade média, aceleração e movimento retilíneo uniforme são essenciais para a compreensão de fenômenos cotidianos e para a formação de bases sólidas em Física.

A integração de tecnologias digitais, como sensores ópticos e microcontroladores Arduino, permite medições precisas de tempo e deslocamento, possibilitando cálculos confiáveis da velocidade dos corpos em movimento. Estudos recentes mostram que a utilização de Arduino em experimentos didáticos aumenta a motivação e o engajamento dos estudantes, além de facilitar a coleta e análise de dados em tempo real.

Além disso, a impressão 3D surge como ferramenta importante na construção de suportes e pistas experimentais, permitindo o design personalizado de estruturas que garantam precisão e repetibilidade nas medições. O uso de impressoras 3D em atividades de ensino de Física tem sido destacado por possibilitar experiências interdisciplinares, integrando conceitos de design, tecnologia e Ciências (Lima et al., 2024).

No contexto de ensino de ciências — e de física em particular — a abordagem do ensino por investigação propõe que os estudantes formulem hipóteses, planejem e realizem experimentos, coletando e interpretando dados e por fim, construindo conceitos a partir da própria exploração. Conforme Carvalho (2018), esse paradigma articula três eixos fundamentais: o conhecimento conceitual, o epistêmico (relacionado com a natureza da ciência) e o social (relacionado à interação entre alunos e professor) — e enfatiza que o educador deixa de funcionar como simples transmissor de saberes para mediar e provocar o processo investigativo. Nesse cenário, aplicar o ensino por investigação em nosso trabalho significa que a impressora 3D, a montagem dos suportes e pistas ou demais experimentos não são apenas demonstrações, mas constituem o centro da atividade de aprendizagem: os alunos devem interagir com o material, fazer escolhas de construção, testar variações, observar resultados e discutir o que esses resultados indicam, de modo que se apropriem tanto dos conteúdos de física quanto do modo de pensar científico. Assim, combinando a construção de dispositivos

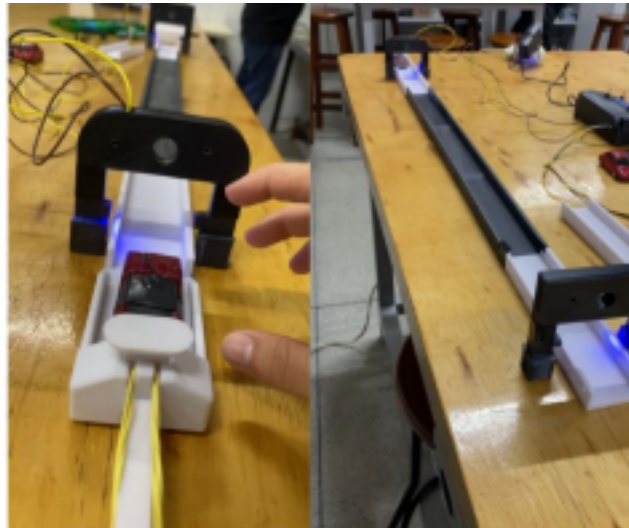
experimentais personalizados com uma abordagem investigativa, favorecemos não apenas a compreensão de fenômenos físicos, mas também o desenvolvimento de autonomia, sentido de investigação e reflexão sobre como se constrói o conhecimento científico.

Por fim, a Base Nacional Comum Curricular reforça a necessidade de práticas experimentais contextualizadas e tecnológicas, incentivando a utilização de ferramentas que aproximem os estudantes da realidade científica e promovam aprendizagem significativa (Brasil, 2018). Dessa forma, o experimento proposto pode contribuir para a consolidação de conceitos teóricos por meio da prática, promovendo uma experiência de aprendizagem ativa e reflexiva.

METODOLOGIA EXPERIMENTAL

O experimento foi desenvolvido com estudantes do 1º ano da turma C, do Ensino Médio da Escola Estadual Comendador Mário Trombini, no âmbito do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), utilizando carrinhos de brinquedo para investigar conceitos de cinemática, como velocidade, deslocamento e tempo. A atividade foi realizada em duas aulas de 50 minutos cada, seguindo o método de ensino por investigação, incentivando os alunos a formular hipóteses, prever resultados e analisar dados experimentais (Carvalho, 2018).

A pista experimental foi construída com impressão 3D, com comprimento de 92,5 centímetros (cada pista com 18,5 cm, totalizando 5 pistas) e largura de 4,5 centímetros, 2 suportes também impressos em 3D, específicos para dois sensores ópticos infravermelhos, conectados a um Arduino Uno, configurado para fazer a medição em milissegundo (ms), sendo responsável por medir os intervalos de tempo entre as leituras. A calibração dos sensores ópticos foi verificada por meio de testes de repetição. Os carrinhos de brinquedo continham tamanhos e pesos variados, onde eram lançados por um lançador que utilizava um sistema elástico com extensão de aproximadamente, 6 centímetros. O sistema incluía display LCD 16x2 com módulo I2C, permitindo a visualização imediata do tempo de passagem do carrinho entre os sensores, sem a necessidade de utilização de um computador. A distância entre os sensores foi cuidadosamente medida com régua para garantir precisão nas medições com 20 centímetros entre eles. Segundo a imagem abaixo:



Fonte: Elaborada pelos autores.

Os alunos foram organizados em grupos de 4 a 6 integrantes, recebendo roteiros experimentais para registro de dados e cálculos de velocidade média. A coleta de dados consistiu na repetição de cinco lançamentos dos carrinhos, utilizando carrinhos diferentes em cada lançamento, por cada aluno do grupo, registrando-se o tempo entre os sensores.

A atividade foi elaborada através da metodologia de ensino por investigação, em que foram levantadas hipóteses relacionadas à influência da força inicial, características do carrinho (peso, atrito, tamanho das rodas) e distância entre os sensores sobre a velocidade final.

Foram levantadas as hipóteses sobre a velocidade que o carrinho atingiria após o lançamento. As estimativas dos grupos variaram entre 4 km/h e 6 km/h, com base em suas percepções empíricas do movimento. A maioria dos alunos também previu corretamente que quanto maior a força aplicada ao lançador (maior alongamento do elástico), maior seria a velocidade atingida, indicando compreensão intuitiva da relação entre força e movimento, mas muitos ainda tinham a concepção errada acerca do botão do lançador, acreditando que quanto mais força fosse aplicada a ele, mais rápido (ou devagar, se fosse com menor intensidade de força), o carrinho se moveria.

Ao término da coleta de dados os resultados foram discutidos coletivamente, comparando-se medições experimentais com previsões teóricas e refletindo sobre fatores que poderiam afetar as diferenças observadas, como atrito, alinhamento da pista e precisão do equipamento. Além de um paralelo sobre o uso de sensores no cotidiano, como por exemplo, radares de trânsito e o uso prático da velocidade média.

O processo de coleta e análise dos dados foi conduzido sob uma perspectiva qualitativa, priorizando a interpretação das respostas e observações dos estudantes durante a atividade experimental. Mais do que obter valores numéricos precisos, buscou-se compreender como os alunos raciocinam diante das medições, das discrepâncias entre teoria e prática e das discussões em grupo, evidenciando o desenvolvimento de competências investigativas e argumentativas. As interações observadas permitiram identificar avanços na compreensão conceitual e na autonomia dos estudantes, bem como na capacidade de relacionar os resultados obtidos com os princípios

físicos estudados. O procedimento adotado permitiu aos estudantes desenvolverem habilidades de análise crítica, trabalho colaborativo e interpretação de dados experimentais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no experimento com o lançador elástico e sensores de velocidade conectados ao Arduino permitiram que os estudantes relacionassem, de forma prática, os conceitos de movimento retilíneo uniforme, energia potencial elástica e conservação de energia.

Após as medições experimentais, os valores registrados pelos sensores — inicialmente fornecidos em m/s — foram convertidos para km/h manualmente pelos estudantes, conforme solicitado nas atividades de cálculo. Os resultados experimentais indicaram velocidades entre 6 km/h e 11 km/h, revelando boa concordância com as estimativas iniciais, mas também demonstrando que a percepção intuitiva tende a subestimar a velocidade real do carrinho.

Além da análise cinemática, os estudantes resolveram uma questão envolvendo o cálculo da energia potencial elástica uma conexão direta entre o modelo teórico e o funcionamento do sistema físico real, permitindo que os alunos percebessem como a energia armazenada no elástico se converte em energia cinética no movimento do carrinho.

Por fim, a autoavaliação aplicada aos grupos mostrou que os alunos se sentiram motivados e engajados durante a atividade. Relataram que o uso da impressão 3D e da plataforma Arduino facilitou a visualização e a compreensão dos fenômenos físicos, tornando o aprendizado mais dinâmico e significativo. Do ponto de vista pedagógico, o experimento contribuiu para o desenvolvimento da autonomia investigativa e do raciocínio científico, alinhando-se aos princípios da BNCC (2018) e às práticas de ensino de Física mediadas por tecnologia.

CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo investigar a relação entre a força aplicada no lançador e a velocidade adquirida pelo carrinho, utilizando sensores de velocidade e o Arduino como ferramentas de coleta e análise de dados. Essa proposta buscou aproximar os alunos do método científico, estimulando a formulação de hipóteses, a experimentação e a interpretação de resultados.

Os resultados obtidos demonstraram que os estudantes compreenderam, de forma prática e significativa, conceitos fundamentais da cinemática e da energia potencial elástica. As medições experimentais indicaram valores coerentes com as previsões teóricas, e as pequenas variações entre as estimativas e os resultados reais serviram como ponto de partida para discutir fontes de erro, conversão de unidades e limites experimentais, promovendo o pensamento crítico e a análise científica.

Do ponto de vista pedagógico, o uso combinado da impressão 3D, do Arduino e do lançador elástico proporcionou uma experiência dinâmica, colaborativa e interdisciplinar. Os alunos demonstraram alto engajamento e reconheceram a importância de integrar tecnologia e experimentação no processo de aprendizagem, tornando a Física mais acessível, concreta e

próxima de seu cotidiano.

Por fim, destaca-se que o experimento desenvolvido evidencia o potencial das tecnologias digitais e de fabricação como ferramentas mediadoras no ensino de Física. Essa abordagem não apenas reforça a compreensão conceitual dos fenômenos, mas também incentiva a autonomia investigativa e a valorização da ciência como construção humana. Assim, o uso do Arduino e da impressão 3D no ensino experimental revela-se uma estratégia inovadora e eficaz para promover uma aprendizagem significativa, crítica e contextualizada.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à CAPES pelo apoio institucional, ao PIBID pelo suporte e oportunidades que possibilitaram a realização deste trabalho, e ao IFSP Caraguatatuba pelo espaço do laboratório de Física que nos permitiu a elaboração dos experimentos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base.* Brasília: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 19 out. 2025.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. *Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação.* Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 18, n. 3, p. 765–794, dez. 2018. DOI: 10.28976/1984-2686rbpec2018183765. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852>. Acesso em: 19 out. 2025.

LIMA, Luiz Paulo Fernandes; LIMA, Gylly Peterson Fernandes; BRAGA, Francisco Levi Pereira; MENEZES, Daniel Brandão; VASCONCELOS, Francisco Herbert Lima. *O Design Thinking e a fabricação em 3D de experimentos físicos.* Revista FOCO, v. 17, n. 2, e4489, 2024. DOI: 10.54751/revistafoco.v17n2-104. Disponível em: <https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/4489>. Acesso em: 19 out. 2025.

ROCHA, Wefiton Sousa; RUIVO, Sthephany de Castro; ROMEU, Mairton Cavalcante; ALMEIDA, Alisandra Cavalcante Fernandes de. *Arduino integrado ao ensino de Física: revisão sistemática de literatura.* REAMEC Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática, v. 12, p. e24070, 2024. DOI: 10.26571/reamec.v12.17642. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/17642>. Acesso em: 19 out. 2025.