

EFEITO DOPPLER E O DESENVOLVIMENTO DE UM DOPPLERTRACK

Gabrielly Mayumi Felix Sugino, Maria Eduarda Yoshida Viana, Taynara Alves de Carvalho.

Instituto Ribeiro Goulart, Jardim Oriente, 37, Rua Isaac Newton - 12236-240 - São José dos Campos-SP, Brasil, gabrielly.sugino@gmail.com, duds.yoshida@gmail.com, taynaraalves.carvalho@gmail.com.

Resumo

O presente estudo tem como objetivo geral o desenvolvimento e aplicação de um dispositivo educacional, denominado *DopplerTrack*, que permite visualizar o Efeito Doppler-Fizeau. Houve grande motivação para o desenvolvimento deste projeto, visto que, é um conceito estudado na disciplina de Física do Ensino Médio além de ser aplicado em diversas áreas, desde a astronomia até medicina. A metodologia empregada foi de natureza qualitativa, de caráter exploratória, aliando revisão bibliográfica com uma proposta experimental aplicada em sala de aula. O protótipo foi desenvolvido com uma placa Arduino Uno, sensor ultrassônico e display LCD. Todas as peças mencionadas foram integradas por um código de programação, utilizando linguagem C++. Entende-se que o intuito de propiciar uma visão mais lúdica e compreensível no que tange à abordagem de conceito teóricos complexos, como o efeito Doppler-Fizeau, por intermédio do desenvolvimento de um dispositivo prático nas aulas de Física foi alcançado, e a participação coletiva e efetiva dos alunos do 3º ano do Ensino Médio da Escola Máximu's foi satisfatória, sendo assim possível aliar a teoria e a prática.

Palavras-chave: Física; Efeito Doppler-Fizeau; DopplerTrack.

Curso: Ensino Médio.

Introdução

A evolução tecnológica criou novos contextos e demandas que exigem um novo perfil profissional. Em meio à essas transformações, educadores de todas as áreas de conhecimento precisaram repensar constantemente o processo de ensino e aprendizagem. O ensino de Física no Brasil, foi marcado, inicialmente, por metodologias de ensino tradicionais e hoje, cederam espaço para novas tendências educacionais que primam pela compreensão e aplicação dos conceitos no cotidiano do aluno (Patel, 2025).

Em estudos recentes, são mencionados experimentos para o ensino de Física, como o de (Ferreira et. al. 2021), que apresentam o impacto positivo do uso do aplicativo “Física interativa” para os alunos de uma escola pública em Bragança (PA) e realizam uma comparação frente a uma aula tradicional. Diante deste cenário, entende-se que o uso de tecnologias que possibilitem melhor aproveitamento do aluno, frente aos conteúdos teóricos, é imprescindível no cenário escolar atual. Desse modo, houve grande motivação para o desenvolvimento deste projeto, visto que, o Efeito Doppler-Fizeau é um conceito fundamental da disciplina de Física da 3ª série do Ensino Médio e é aplicado em diversas áreas, desde a astronomia até medicina. Portanto, a utilização de experimentos práticos se torna necessária, principalmente para compreender as equações matemáticas envolvidas. Deste modo, o objetivo geral deste trabalho foi desenvolver e aplicar um dispositivo educacional, denominado *DopplerTrack*, que permite visualizar o efeito Doppler-Fizeau.

Assim, o desenvolvimento de um dispositivo prático e lúdico busca aproximar a teoria da realidade dos alunos, tornando o aprendizado mais significativo e estimulando o engajamento em sala de aula. A proposta contribui não apenas para a assimilação dos conteúdos, mas também para o desenvolvimento de competências como pensamento crítico, investigação científica e aplicação do conhecimento em situações concretas, fortalecendo práticas educacionais mais dinâmicas e alinhadas às demandas do século XXI.

Metodologia

- A metodologia adotada neste trabalho possui natureza qualitativa, de caráter exploratória. A abordagem qualitativa propicia uma análise aprofundada de dados representativos, buscando

compreender o fenômeno em seu contexto particular, relacionada com uma abordagem interpretativa do mundo, na qual os pesquisadores analisam os fenômenos em seus ambientes naturais, procurando entender os significados que as pessoas atribuem a eles (Denzin; Lincon, 2006). Deste modo, selecionada com o intuito de compreender o que é o Efeito Doppler-Fizeau e sua interpretação pelos estudantes do Ensino Médio.

Inicialmente, realizou-se uma pesquisa bibliográfica, fundamentada em teorias e estudos já publicados. Não se trata de uma reiteração do que já foi exposto, mas sim de oferecer uma nova abordagem ao tema, possibilitando interpretações e conclusões inéditas (Laicatos; Marconi, 2003). Tal etapa constituiu a base teórica do trabalho.

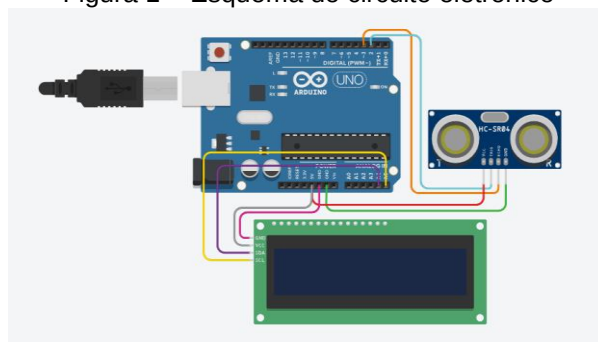
Em seguida, foi adotada a pesquisa experimental, cujo propósito é analisar as relações de causa e efeito por meio do controle e manipulação de variáveis. Essa etapa metodológica foi selecionada tendo em vista permitir a elaboração de uma prática que envolva diretamente o Efeito Doppler-Fizeau, por meio do desenvolvimento do *DopplerTrack*, um dispositivo para detectar frequências de onda e calcular suas respectivas velocidades. O mesmo foi elaborado através da integralização de mecanismos tecnológicos, por meio de fios de condução, como placa Arduino Uno, sensor ultrassônico e display LCD, selecionados, dado seu fácil manuseio e dinâmica versátil, capazes de serem submetidos a qualquer linguagem de programação. A linguagem utilizada foi a C++, dado sua praticidade e normas simples.

Como etapa final, o dispositivo *DopplerTrack* foi utilizado nas aulas de Física da Escola Máximu's, com 58 alunos da 3ª série do Ensino Médio. A proposta visa promover uma aprendizagem mais imersiva e contextualizada, estimulando a compreensão prática e o reconhecimento da aplicabilidade do conteúdo no cotidiano dos estudantes.

Resultados

O dispositivo foi desenvolvido pela integralização total do circuito do *DopplerTrack*, por intermédio de mecanismos tecnológicos como placa Arduino UNO, sensor ultrassônico e display LCD. Iniciando a conexão do sistema pelo sensor ultrassônico e a placa Arduino UNO perante os fios de condução, foi ligado o gnd (*Ground*) de ambos os componentes entre si, o pino Echo com o pino digital 3, o Trig (*Trigger*) com o pino digital 2 e o VCC (*Voltage Common Collector*) ao pino digital 5V, indo do sensor ultrassônico à placa Arduino UNO respectivamente; tornando-se possível assegurar sua devida funcionalidade. Além da elaboração do circuito entre o display LCD e o Arduino UNO, vinculou-se o gnd de ambos os componentes, o VCC ao pino digital 5V, o SDA (*Serial Data Line*) ao pino digital A4 e o SCL (*Serial Clock Line*) ao pino digital A5, partindo do display LCD à placa Arduino UNO respectivamente. Mostrando-se essencial no que tange ao seu papel como ponte visual referente aos conceitos de Física ondulatória. O circuito foi fundamentado na linguagem de programação C++, sendo esta aliado ao software arduino; altamente requerida dado sua adaptabilidade em relação ao código do sistema, além da contribuição com conceitos técnicos de programação orientado a objetos. Conforme apresentado na Figura 1 com o dispositivo finalizado.

Figura 1 – Esquema do circuito eletrônico



Fonte: Autor (2025).

A aula prática foi realizada com os 58 alunos do 3º ano do Ensino Médio, finalizando a parte experimental do projeto. Precedendo à aplicação do dispositivo, foi elaborado uma sucinta explicação referente aos conceitos básicos de Física ondulatória e sua relevância para o cotidiano humano,

notando-se um leve desinteresse de cerca de 50 alunos, um percentual de aproximadamente 86%, no que diz respeito a aula teórica. Posteriormente, aliando o objeto prático ao objetivo da aula, evidenciando sua devida funcionalidade, os alunos foram capazes de observar a aplicação do Efeito Doppler-Fizeau no cotidiano, como a aproximação de uma parte do corpo humano ao sensor de captação de movimentos. Perante tal demonstração prática, observou-se uma participação e interesse coletivo por parte dos adolescentes, curiosos e interessados a testarem por si próprios a ferramenta, um percentual de adesão de aproximadamente 83%, logo 48 alunos. Portanto, obteve-se uma alta participação e entendimento perfeito do efeito ondulatório e sua importância, conforme apresentado nas figuras 2 e 3. A prática os induziu à busca por conhecimentos mais aprofundados no que diz respeito à aplicabilidade do Efeito Doppler-Fizeau, além de dúvidas e questionamentos, comprovando que a inserção de mecanismos lúdicos capazes de tornar assuntos teóricos visuais é imprescindível. Logo, tornou-se possível conciliar o embasamento teórico com a prática, em uma aula tradicional.

Figura 2 - Gráfico da aula teórica



Fonte: Autor (2025)

Figura 3 - Gráfico da aula prática



Fonte: Autor (2025)

Discussão

O dispositivo *DopplerTrack* utilizou como base teórica o fenômeno Doppler-Fizeau que foi proposto inicialmente pelo físico Christian Doppler e complementado por Hippolyte Fizeau (Katsi; Felekos; Kallikazaros, 2013). Esse é um fenômeno da ondulatória, que consiste na compreensão de mudança da frequência percebida, relacionada a frequência emitida por uma fonte, ocasionada pelo movimento entre fonte e observador que pode ser descrita pela equação matemática a seguir.

$$\frac{f_o}{v \pm v_o} = \frac{f_f}{v \pm v_f}$$

Em que f_o a frequência percebida pelo observador, v_o a velocidade em que o mesmo se encontra; f_f a frequência manifestada pela fonte, v_f a velocidade com que a tal se move pelo meio; v a velocidade de propagação som no meio, sendo constante para ambas.

A partir disso, o dispositivo *DopplerTrack* foi programado para captar a frequência de onda e velocidade de um determinado objeto a partir de um sensor e associá-los. Para isso, foi utilizado em sua estrutura componentes específicos, capazes de atuarem em conjunto a fim de elaborar um circuito funcional para o uso do dispositivo.

Dessa forma, perante os resultados obtidos pela aula prática elaborada em que houve a aplicação do *DopplerTrack* aliado à teoria, pode-se observar uma discrepância no que tange ao interesse dos estudantes da 3ª série do Ensino Médio da Escola Máximu's quando proposto somente a teoria, e quando apresentado um material lúdico de visualização do conceito abordado, visto que houve um interesse e participação coletiva mais evidenciados quando abordado o dispositivo prático. Nota-se, portanto, a importância de mecanismos tecnológicos auxiliares no campo acadêmico, a fim de propiciar caminhos mais simples de compreensão no que tange conceitos educacionais complexos e instigar uma participação mais efetiva dos estudantes na sala de aula, assim como demonstrado na figura 4.

Figura 4 -Interação com o dispositivo



Fonte: Autor (2025)

Conclusão

Mediante o proposto, o projeto *DopplerTrack* proporcionou uma abordagem envolvente e prática para a compreensão do Efeito Doppler-Fizeau. Ao construir este dispositivo, foi possível elaborar uma experiência de aprendizagem mais tangível e interativa, tornando os conceitos de física mais compreensíveis e cativantes. A pesquisa destacou a possibilidade de ferramentas como a placa Arduino Uno, sensor ultrassônico e display LCD, podem revolucionar o estudo da física. O dispositivo exemplifica como a tecnologia pode traduzir ideias complexas em experiências visuais e práticas, aprimorando a compreensão da física por qualquer indivíduo de forma agradável e acessível. Tal proposta, não apenas simplifica a compreensão do Efeito Doppler-Fizeau, mas também desperta a curiosidade e a paixão por conceitos teóricos, incentivando a participação ativa na exploração científica.

Referências

DENZIN, N. K.; LINCOLN, I. S. Introdução: a disciplina e a prática da pesquisa qualitativa. In: DENZIN, N. K.; LINCOLN, I. S. (Org.). O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens. Porto Alegre: Artmed, 2006. Acesso em: 03 ago. 2025.

FELICIANO, P.; LAMEGO, G. C. Linguagem de programação C++. Metodologia da Pesquisa Científica, [s.d]. Disponível em: https://www.ceavi.udesc.br/arquivos/id_submenu/387/patricia_feliciano___guilherme_cesar_lamego.pdf. Acesso em: 28 jun. 2025.

FERREIRA et. al. O uso da aplicação “física interativa” no ensino de Física. Research, Society and Development, v. 10, n. 6, p. e5011068885, jun. 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/8885>. Acesso em: 17 ago. 2025.

KATSI V; FELEKOS I; KALLIKAZAROS I. Christian Andreas Doppler: Um homem lendário inspirado pela luz deslumbrante das estrelas. Hippokratia, Atenas, v. 17, n. 2, 113-114, abr/jul, 2013. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3743612/> . Acesso em: 30 mai. 2025.

LAICATOS, E. M.; MARCONI, M. A. Técnicas de Pesquisa. 5ª edição, São Paulo, Editora Atlas S.A., 2002. Disponível em: https://www.academia.edu/40930750/M_ARINA_DE_ANDR_AD_E_MARCONI_EVA_M_ARIA_LAICATOS. Acesso em: 03 ago. 2025.

PATEL, I. O uso do Phet Colorado como metodologia de ensino de circuitos elétricos. Dissertação de mestrado apresentado na Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2025. Disponível em: https://www2.uepg.br/ppgef/wp-content/uploads/sites/204/2025/06/DISSERTACAO_IVO_FINAL.pdf. Acesso: 14 ago. 2025.