

FUNDAÇÃO MATIAS MACHLINE

HERTZ: Dispositivo para o ensino de ondas mecânicas

Manaus, AM

2024



Kamilly Victoria de Souza Ribeiro

Sabrina Neri Damasceno

William Junior dos Santos Maia

Nome do Coorientador

Emerson Leão Brito do Nascimento

HERTZ: Dispositivo para o ensino de ondas mecânicas

Relatório apresentado à 8ª FEMIC - Feira Mineira de Iniciação Científica.

Orientação do Prof. Emerson Leão Brito do Nascimento e coorientação do Prof. Geison Barroso.

Manaus, AM

2024



RESUMO

Este trabalho tem como objetivo discorrer acerca do projeto HERTZ: dispositivo para o ensino de ondas mecânicas, o qual visa desenvolver um dispositivo didático para o ensino de ondas mecânicas em Física, direcionado ao ambiente educacional, a partir do qual os estudantes serão protagonistas do processo de ensino e aprendizagem, dado o contexto das metodologias ativas, tão importantes para o desenvolvimento cognitivo dos educandos. O trabalho surge em resposta às dificuldades observadas entre os estudantes do ensino médio, no que diz respeito aos conteúdos de física, comumente relacionadas à falta de fundamentos matemáticos e desafios na interpretação de conceitos abstratos, especialmente no que diz respeito às ondas mecânicas. A pesquisa seguiu uma abordagem qualitativa, a partir da qual foi realizado um estudo do objeto de pesquisa em questão, considerando seu contexto e características. Trata-se de um trabalho de caráter aplicado, exploratório e explicativo, que visa a solução da problemática proposta, o auxílio na compreensão do problema e a explicação da motivação para o desenvolvimento do dispositivo, respectivamente. Os métodos científicos empregados incluem pesquisa aplicada e bibliográfica. No presente momento, o projeto está concluído e funcional, já tendo passado pelo processo de acabamento da estrutura e pela montagem da eletromecânica, além da funcionalidade do display, no qual é possível realizar interações diretas com o dispositivo. Concluiu-se com a aplicação do dispositivo em sala de aula que o uso de novas tecnologias aumenta o interesse e engajamento dos alunos, ao mesmo tempo que facilita a compreensão do conteúdo. Ao proporcionar uma experiência interativa e visual, o dispositivo torna o aprendizado mais concreto e estimulante, melhorando o desempenho acadêmico e a motivação dos estudantes.

Palavras-chave: Ondas mecânicas; física; ensino médio.



SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
2 JUSTIFICATIVA	6
3 OBJETIVO GERAL	7
4 METODOLOGIA	8
5 RESULTADOS OBTIDOS	10
6 CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS	14
REFERÊNCIAS	16



1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como tema a criação de um dispositivo para o ensino de ondas mecânicas, assunto abordado na disciplina de física, com o objetivo de aprimorar a didática e facilitar a compreensão desse conteúdo.

Nesta perspectiva, construiu-se questões que nortearam este trabalho:

- Como seria possível melhorar a compreensão dos estudantes acerca do assunto?
- Como criar ondas mecânicas de uma forma que seja possível analisá-las visualmente?

É notório as dificuldades que os estudantes têm em relação a conteúdos da disciplina de física, tanto por falta de fundamentos matemáticos, dificuldades com interpretação das questões ou da compreensão, em relação ao funcionamento dos seus fenômenos e características, assim, destaca-se o conteúdo de ondulatória, especificamente, de ondas mecânicas, tendo em vista o pouco conhecimento e os desafios acerca do assunto.

O físico teórico Keity Kochan (2020), confirma que há dificuldades no que diz respeito ao ensino-aprendizagem dos estudante, onde se evidencia a complexidade da disciplina e é

ressaltado que as experimentações práticas são benéficas para seu desenvolvimento cognitivo e são capazes de melhorar sua educação, amenizando as complicações na assimilação da temática abordada.

Com o objetivo de aprimorar a qualidade de estudo dos alunos, é fundamental que as novas tecnologias e diferentes tipos de abordagens sejam desenvolvidas, sendo utilizadas com o propósito de promover e aperfeiçoar a aprendizagem, onde são aplicadas os diferentes tipos de fundamentos das metodologias ativas contribuindo para o estímulo e interação entre os aprendizes (Fiasca, et al. 2021).

Neste contexto, o objetivo fundamental deste estudo é desenvolver um dispositivo que facilite a visualização e compreensão do tema das ondas mecânicas na física, para alcançar os objetivos propostos, realizou-se um estudo bibliográfico acerca do conteúdo de ondas mecânicas, analisou-se os componentes e seus funcionamentos para desenvolver o dispositivo. O texto final foi fundamentado nas ideias e concepções de autores como: Kochan (2020), Fiasca et al. (2021).



2. JUSTIFICATIVA

A justificativa deste trabalho baseia-se na necessidade de aprimorar o ensino de física, especialmente no que diz respeito à compreensão das ondas mecânicas, um conteúdo muitas vezes abstrato e de difícil assimilação pelos estudantes. O estudo de ondulatória é fundamental em várias áreas científicas e tecnológicas, mas sua abordagem teórica, sem o suporte de experimentações práticas, pode gerar desinteresse e dificuldades de entendimento. Diante disso, a criação de um dispositivo didático que permita a visualização e experimentação prática surge como uma solução eficaz para tornar o aprendizado mais concreto e acessível, contribuindo para superar essas barreiras.

A introdução de metodologias ativas e o uso de tecnologias interativas no ensino têm se mostrado estratégias eficazes para aumentar o engajamento dos estudantes e melhorar sua compreensão dos conteúdos. Este trabalho justifica-se pela proposta de desenvolver um protótipo que possibilite a realização de experimentos práticos, promovendo uma abordagem mais dinâmica e eficaz no ensino de física. Além de auxiliar na compreensão teórica, o projeto tem o potencial de aumentar o interesse dos alunos pela disciplina, oferecendo uma aprendizagem mais significativa e conectada às demandas educacionais contemporâneas.



3. OBJETIVOS

Geral

Desenvolver um dispositivo que seja capaz de realizar experimentos com ondas mecânicas.

Específico

- Efetuar pesquisas acerca da problemática;
- Analisar necessidades do desenvolvimento do protótipo;
- Desenvolver mecanismo de criação de ondas;
- Realizar testes para entender a propagação de ondas.



4. METODOLOGIA

O propósito desta pesquisa é desenvolver um dispositivo para compreender o conteúdo de ondulatória, onde foi analisada a necessidade de desenvolver um equipamento específico para o estudo das ondas mecânicas, visando minimizar as dificuldades e melhorar significativamente o ensino deste tópico. A fim de proporcionar aos alunos uma experiência prática no estudo das ondas mecânicas, de forma a complementar o aprendizado teórico, serão realizadas atividades exploratórias e explicativas sobre as propriedades das ondas, utilizando a refração das ondas da água como meio de demonstração. Dessa forma, os estudantes terão a oportunidade de vivenciar de forma prática os conceitos estudados em sala de aula, tornando o aprendizado mais dinâmico e significativo.

Nesse contexto, o estudo tem como objetivo principal desenvolver um dispositivo que não apenas facilite a visualização, mas também a compreensão do tema das ondas mecânicas na física, proporcionando uma abordagem mais tangível e aplicada para os estudantes. Ao abordar as lacunas identificadas no entendimento dos alunos, o projeto busca oferecer uma ferramenta educacional que transcende a mera transmissão de informações, promovendo uma aprendizagem ativa e significativa. A implementação bem-sucedida do dispositivo espera-se não apenas melhorar a compreensão das ondas mecânicas, mas também influenciar positivamente o desempenho acadêmico dos estudantes envolvidos.

Durante a busca por pesquisas, foram selecionadas, por meio do Google Acadêmico, revistas de cunho científico para servir como repertório base, utilizando palavras-chave como 'física', 'experimentos' e 'didática'. Podemos citar, como exemplo, o artigo de Benfica e Prates (2020), *As contribuições do uso de experimentos no ensino-aprendizado de física*, publicado na *Brazilian Journal of Education*.

A partir das análises realizadas e a confirmação dos problemas, foi iniciado o desenvolvimento da mecânica, elétrica e da programação dos componentes. Estão sendo utilizados os Softwares Arduino IDE 2.2.1 em conjunto do Solid Edge 2021, que serviram para a criação do protótipo.

Para a montagem física do projeto, levou-se em consideração tais métodos de geração de ondas, e ocasionou estudos técnicos e mecânicos sobre a conversão do movimento rotacional em linear, foi essencial realizar um estudo detalhado do



desempenho do motor ideal para a aplicação. Isso implica a avaliação criteriosa de fatores como eficiência, durabilidade, segurança e compatibilidade com o restante do sistema. Testes práticos foram fundamentais para garantir que o sistema atendesse de forma eficaz e segura às necessidades de vibração.

O projeto do mecanismo de conversão teve que levar em consideração os requisitos específicos da aplicação, como a necessidade de regular a rotação do motor para o controle das vibrações, especialmente em experimentos onde a frequência é um dos fatores de observação.

Inicialmente, definiu-se o objeto de estudo e realizaram-se testes relacionados aos comportamentos da ondulatória, para determinar a melhor forma de descrever esses fenômenos de forma experimental, levando em consideração o meio em que essas ondas são geradas, onde primeiro foi analisada a geração de ondas na água.

Após tal teste, foi levantado a planilha de orçamento do dispositivo (Figura 1) para constatar quais seriam os componentes adequados para cada aplicação, e também qual seria o melhor motor para a geração de ondas de forma adequada, onde não havia a necessidade de um torque elevado, porém, era preciso uma velocidade de até 600 RPM, que é o equivalente a 10 voltas por segundo, ou seja, 10 Hertz de frequência máxima de geração de ondas.

Figura 1: Planilha de orçamento.

NÍVEIS			DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANTIDADE	VALOR MATERIAL	
0	1	2				UNITÁRIO	TOTAL DO SERVIÇO
A			PROJETO ELÉTRICO				
		C1	Fonte Chaveada 12v 5 Amperes Cftv	pç	1,00	R\$ 40,00	R\$ 40,00
		C2	Motor 12v furad/parafusadeira 600 RPM	pç	1,00	R\$ 61,21	R\$ 61,21
		C3	Micro servo motor MG945R Tower pro	pç	1,00	R\$ 47,40	R\$ 47,40
		C4	Display LCD NEXTION 2,4"	pç	1,00	R\$ 284,90	R\$ 284,90
		C5	Placa Arduino Uno R3 Atmega328p Com Cabo Usb	pç	1,00	R\$ 51,75	R\$ 51,75
		C6	jumper macho-macho 100mm	pç	20,00	R\$ 0,46	R\$ 9,20
		C7	jumper macho-fêmea 200mm	pç	20,00	R\$ 0,49	R\$ 9,80
		C8	Protoboard - 830 furos	pç	2,00	R\$ 26,90	R\$ 53,80
		C9	Lâmpada Led Elgin Bulbo 9w A60 E27 Bivolt 3000k	pç	1,00	R\$ 3,90	R\$ 3,90
		C10	Conector WAGO Legítimo 221-413 - 3 Pólos - Até 4mm	pç	10,00	R\$ 3,50	R\$ 35,00
		C11	Driver Ponte H - L298N	pç	1,00	R\$ 25,00	R\$ 25,00
		TOTAL ELÉTRICO					R\$ 621,96
B			PROJETO MECÂNICO				
		C1	Tubo de Aço Quadrado 20x20x0,90x 6000mm	pç	1,00	R\$ 35,15	R\$ 35,15
		C2	Espelho emoldurado Triax	pç	1,00	R\$ 74,01	R\$ 74,01
		C3	FILAMENTO - ABS 1.75MM - AZUL	kg	0,50	R\$ 100,00	R\$ 50,00
		C4	Placa acrílica transparente de plexiglás 100x100x5mm	pç	1,00	R\$ 143,90	R\$ 143,90
		TOTAL MECÂNICO					R\$ 303,06
X		TOTAL					R\$ 925,02

Fonte: Autoria própria, 2024.



5. RESULTADOS OBTIDOS

Para desenvolver o dispositivo de forma efetiva, foi dividido o projeto em etapas: mecânica, elétrica e a programação. Em relação a estrutura mecânica, está finalizada, na qual estão sendo feitas análises de possíveis mudanças e melhorias. A parte elétrica junto da programação também estão concluídas e funcionais. Como resultados parciais, tem-se o funcionamento dos motores e do display LCD, onde são enviados os comandos selecionados pelo usuário para o dispositivo, decidindo se irá iniciar as funcionalidades dos motores, como sua velocidade, e a lâmpada, se será ou não acendida.

O dispositivo mecânico é composto por três partes principais (Figura 2):

1. **Seção Superior:** abriga a lâmpada e a cuba de acrílico impermeável, que são responsáveis pela iluminação e contenção do líquido para o experimento;
2. **Seção Intermediária:** suporta e posiciona o espelho, que reflete a luz da lâmpada e direciona a imagem gerada para a área de visualização;
3. **Seção Inferior:** armazena o circuito elétrico e o display LCD Nextion de 2,4 polegadas, que exibe informações e dados do experimento, além de fornecer energia aos componentes.

Figura 2: Estrutura mecânica inicial.



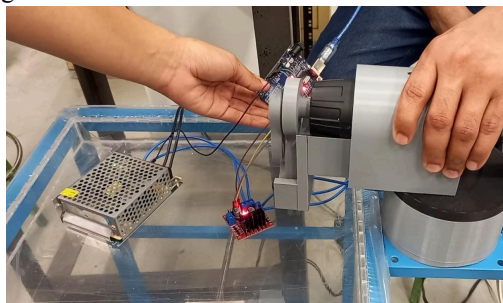
Fonte: Autoria própria, 2024.

O mecanismo do motor DC (Figura 3), juntamente do servo motor MG996R, por meio do conversor de movimento rotacional para linear (biela), no qual está acoplado na peça 3D, que é destinado a gerar impacto na água armazenada. Esse mecanismo, ao ser



ativado, irá introduzir uma força dinâmica na superfície da água. O impacto inicial causará uma perturbação que se propaga por todo o líquido, resultando na formação e movimentação de ondas.

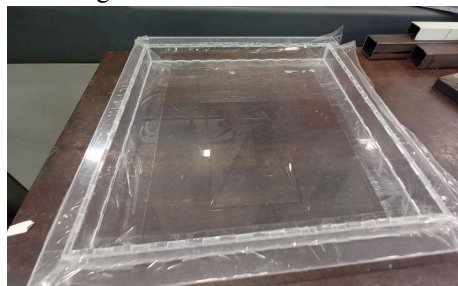
Figura 3: Mecanismo com motor DC e Servo motor.



Fonte: Autoria própria, 2024.

A cuba de acrílico (Figura 4), com suas propriedades ópticas e estruturais, permite uma visualização clara do comportamento das ondas geradas. O acrílico, por ser um material transparente e resistente, minimiza distorções visuais e facilita a observação dos padrões ondulatórios em desenvolvimento. À medida que o impacto é transmitido através da água, ele cria uma série de ondas que se propagam radialmente a partir do ponto de impacto.

Figura 4: Cuba de acrílico.



Fonte: Autoria própria, 2024.

O espelho, conforme mostrado na Figura 5, desempenha um papel crucial na visualização dos resultados dos experimentos. Ele será posicionado para refletir a imagem gerada pelos fenômenos observados durante o experimento, facilitando uma análise detalhada dos dados. A fonte de luz, representada pela lâmpada, emitirá luz que irá incidir sobre a cuba, criando imagens e padrões para serem visualizados e analisados.

Figura 5: Implementação do espelho.



Fonte: Autoria própria, 2024.

A seguir, serão apresentadas as funcionalidades do display LCD Nextion (Figura 6), que desempenham um papel essencial no auxílio ao usuário na seleção e configuração dos experimentos. O display, com uma tela de 2,4 polegadas, oferece uma interface gráfica intuitiva e interativa para o controle do dispositivo. Cujo objetivo é facilitar a visualização e seleção dos experimentos, tornando a experiência do usuário mais prática e didática.

Figura 6: Funcionalidades do display.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Para garantir a veracidade e a eficácia do funcionamento do dispositivo, foram



realizadas apresentações detalhadas sobre seu uso, acompanhadas de explicações teóricas. Essas apresentações foram projetadas para demonstrar de forma prática a utilidade do dispositivo e facilitar a compreensão dos estudantes.

Durante as apresentações, foi apresentado o funcionamento do dispositivo, com foco em como cada componente contribui para o processo experimental. Os fundamentos teóricos foram explicados de maneira clara, proporcionando um contexto fundamental para que os estudantes entendessem os princípios que mantêm o dispositivo.

As demonstrações práticas mostraram como o dispositivo opera em situações reais de experimentação, permitindo que os estudantes vissem a aplicação direta dos conceitos teóricos. Além disso, foram realizados exercícios interativos e simulações para que os estudantes pudessem experimentar o uso do dispositivo em um ambiente controlado e obter uma compreensão mais profunda de suas funcionalidades e benefícios.

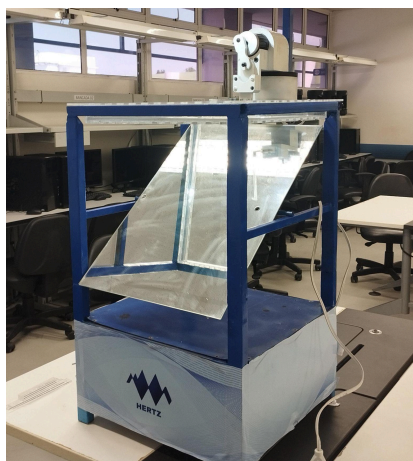
Essas apresentações visam não apenas validar a operação do dispositivo, mas também assegurar que os estudantes pudessem aplicar o conhecimento teórico de forma prática, aumentando a eficácia do aprendizado e facilitando a assimilação dos conceitos abordados.

Figura 7: Demonstração prática do funcionamento.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Figura 8 - Estrutura finalizada



Fonte: Autoria própria, 2024.

6. CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste estudo, foram abordadas as dificuldades enfrentadas pelos alunos no entendimento do conteúdo de ondas mecânicas, tema de grande importância na disciplina de física. Destacou-se a relevância do desenvolvimento de um dispositivo didático que facilite a visualização e compreensão dos fenômenos ondulatórios, contribuindo para uma abordagem mais prática e eficiente do ensino.

A implementação de uma solução tecnológica visa não apenas aprimorar o ensino desse conteúdo, mas também oferecer uma ferramenta que promova uma aprendizagem mais ativa e engajadora. Ao adotar essa metodologia, busca-se facilitar o entendimento dos conceitos teóricos por parte dos estudantes, tornando o processo educacional mais dinâmico e interativo.

Inicialmente, os objetivos estabelecidos foram retomados, com o intuito de desenvolver um dispositivo capaz de realizar experimentos com ondas mecânicas, com base em estudos bibliográficos e na análise de metodologias ativas aplicadas ao ensino de física. A pesquisa proporcionou uma visão mais ampla sobre os desafios enfrentados pelos alunos e as práticas recomendadas para melhorar o processo de aprendizagem.

Com base nos estudos e nos testes práticos realizados, foi possível interpretar criticamente as informações coletadas e aplicá-las na criação de um protótipo funcional. Apesar das dificuldades técnicas encontradas durante a execução do projeto, como a escolha do motor ideal e a programação dos componentes, os resultados indicam que os



objetivos iniciais foram alcançados.

Além disso, os testes práticos realizados com o dispositivo confirmaram sua eficácia. O protótipo permitiu a geração de ondas mecânicas com controle preciso de frequência e amplitude, proporcionando uma visualização clara dos fenômenos ondulatórios. Os alunos que utilizaram o dispositivo relataram maior facilidade na compreensão dos conceitos, e os experimentos demonstraram uma melhora significativa no engajamento e desempenho acadêmico. Com funcionalidades como a regulação da velocidade das ondas e a interface interativa via display LCD, o dispositivo se mostrou eficiente no auxílio ao ensino de física.

Portanto, conclui-se que o desenvolvimento do dispositivo para o ensino de ondas mecânicas é uma importante ferramenta educacional, capaz de melhorar a compreensão e a assimilação dos conceitos teóricos por parte dos estudantes, promovendo uma aprendizagem mais significativa e eficiente, com resultados concretos na melhoria do desempenho acadêmico.

REFERÊNCIAS

BENFÍCA, K. F. G.; PRATES, K. H. G. *As contribuições do uso de experimentos no ensino – aprendizado da física /The contributions of the use of experiments in teaching - learning physics*. Brazilian Journal of Development, [S.l.]. (2020) Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/11049>. Acesso em: 29 de abr. de 2024.

KOCHAN, K. A. *Dificuldades de aprendizagem em física*. Centro Universitário Internacional UNINTER. [S. l.], (2020). Disponível em: https://repositorio.uninter.com/bitstream/handle/1/1128/KEITY%20ALESANDRA%20KOCHAN_2797953.pdf?sequence=1. Acesso em: 29 de abr. de 2024.

FIASCA, A. B. A.; BELMONTE, V. N.; TAVARES, B. M.; BATISTA, M. C. A *utilização de metodologias ativas no ensino de física: uma possibilidade para o ensino de relatividade restrita na educação básica*. (2021) Disponível em:



<https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/930/828>. Acesso em: 29 de abr. de 2024.

CALÇADA, Caio Sérgio; SAMPAIO, José Luiz. *Física Clássica 2 - Termologia, Óptica e Ondas*. 1ª ed. São Paulo: Atual, 2012. 544 p. ISBN 978-85-357-1554-5. (2012).

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. *Física para universitários: mecânica*. 14. ed. São Paulo: Pearson, (2014).

RAMALHO, M. A., FERRARO, L. G., & TOLEDO SOARES, A. C. *Os fundamentos da física* (1ª ed.). São Paulo: Editora Moderna. (2018).

RAMALHO, M. A., FERRARO, L. G., & TOLEDO SOARES, A. C. *Física para o ensino médio* (1ª ed.). São Paulo: Editora Moderna. (2023).

TIPLER, Paul A.; MOSCA, Gene. *Física Clássica - Mecânica*. 1ª ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2000. 768 p.

HEWITT, Paul G. *Física conceitual*. 12ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2023. 816 p. ISBN: 978-85-8260-340-6. DOI: 10.1016/j.physlethb.2014.07.058.

SCHIFF, Leonard I. *An Introduction to Wave Mechanics*. American Journal of Physics, College Park, MD, v. 20, n. 11, p. 576-581, nov. 1952. DOI: <https://pubs.aip.org/aapt/ajp/issue/37/1>(<https://doi.org/10.1119/1.15322>). ISSN: 0002-7386. Acesso em: 02 jun. 2024.

FREITAS, Joana Lúcia Alexandre; MANCINI, Karina Carvalho. *Contribuições da ludicidade no processo de ensino e aprendizagem de conhecimentos científicos e culturais*. Kiri-Kerê - Pesquisa em Ensino, Linhares, v. 7, n. 1, p. 241-252, 22 nov. 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/kirikere/article/view/27459>. Acesso em: 12 de jun. 2024.

MODESTO, A. P. D. S., SILVA, K. G. D. O., & FUKUI, R. K. *A Promoção da Ludicidade no Processo de Aprendizagem*. Revista Psicologia & Saberes, Maceió, AL, Brasil, v. 9, n. 14, p. 59-69, 2020. DOI: Disponível em: <https://revistas.cesmac.edu.br/psicologia/article/view/1151>. Acesso em: 13 de jun. 2024