

INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CAMPUS NATAL – CENTRAL / DIRETORIA DE PESQUISA E INOVAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 10

PRODUTO EDUCACIONAL

Explorando a Acústica com Instrumentos Artesanais: Uma Abordagem
Educativa Inclusiva no Ensino de Física para Estudantes com Deficiência
Auditiva.

Messias Dantas Pereira Junior
Antônio Marques dos Santos
Andrezza Maria Batista do Nascimento Tavares

Este produto educacional é parte integrante da dissertação:
EXPLORANDO A ACÚSTICA COM INSTRUMENTOS
ARTESANAIS: UM RELATO DE UMA PRÁTICA
INCLUSIVA PARA O ENSINO DE SURDOS,
desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional
Profissional em Ensino de Física, polo 10 – IFRN
Natal-RN, como parte dos requisitos necessários à obtenção
do título de Mestre em Ensino de Física.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão à Sociedade Brasileira de Física (SBF), ao Programa de Mestrado Nacional Profissional em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) pelo apoio e pela oportunidade de participar deste programa de mestrado, o que permitiu aprofundar meus conhecimentos e habilidades na área da física.

Em especial, quero agradecer ao Prof. Dr. Antonio Marques dos Santos, meu orientador durante esta jornada acadêmica. Sua dedicação, paciência e orientação constante foram fundamentais para o meu crescimento intelectual e para alcançar o objetivo final desta produção educacional.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), o que foi fundamental para viabilizar a realização deste mestrado e possibilitou a dedicação ao estudo e à pesquisa.

Além disso, gostaria de fazer uma menção especial ao saudoso Prof. Dr. Paulo Cavalcante da Silva Filho, cujo legado e contribuições à área da física serão eternamente lembrados. Sua orientação e sabedoria continuam a inspirar não apenas a mim, mas a toda a comunidade acadêmica.

O apoio recebido foi essencial para a realização deste trabalho de mestrado, e estou extremamente grato a todas as pessoas e instituições envolvidas nessa jornada. As lições aprendidas e a experiência adquirida durante esse período serão valiosas ao longo da minha carreira acadêmica e profissional.

Mais uma vez, obrigado a todos que contribuíram para tornar esse mestrado em física no IFRN possível e por fazerem parte dessa trajetória de crescimento e aprendizado. Estou ansioso para aplicar os conhecimentos adquiridos em benefício da comunidade científica e da sociedade como um todo.

O conteúdo deste documento pode ser reproduzido livremente, desde que sua fonte seja citada. As imagens apresentadas são de domínio público ou produção própria, utilizadas para fins educacionais. Se você sentir que seus direitos autorais foram violados, por favor, entre em contato com os autores para resolver o problema imediatamente. Este documento é distribuído gratuitamente, sem nenhum fim comercial para os autores, e tem como único objetivo a divulgação do conhecimento científico.

Sumário

Apresentação	6
Capítulo 1 - Notas Introdutórias.....	7
Capítulo 2 Explorando a Acústica por Meio de Instrumentos Artesanais: Uma Abordagem Educativa Inclusiva, Considerando Deficientes Auditivos.....	9
2.1 Mola maluca e as características dos fenômenos ondulatórios.....	9
2.1.1 Demonstrações com a mola maluca.....	11
2.1.2 Simulador PHET.....	13
2.2 Exercício de assimilação.....	15
2.3 Construção dos Instrumentos.....	17
2.3.1 Manual para construção do instrumento.....	18
2.3.2 Demonstração experimental.....	19
2.4 Exercício de aplicação.....	21
2.4.1 Aplicativos de celular para ensino de acústica.....	22
2.4.2 Atividade de aplicação	25
3 Considerações Finais.....	27
Referencias.....	28
ANEXO A – Material de apoio 1.....	29
ANEXO B – Material de apoio 2.....	32

Apresentação

Prezado(a) Professor(a),

Com satisfação, compartilho o Produto Educacional desenvolvido no âmbito do MNPEF, intitulado " Explorando a Acústica com Instrumentos Artesanais: Uma Abordagem Educativa Inclusiva no Ensino de Física para Estudantes com Deficiência Auditiva.". Além de atender a um requisito acadêmico, destaca-se por sua relevância no aprimoramento do ensino de acústica, oferecendo inovação e efetividade para a prática pedagógica. Baseada na teoria da aprendizagem cognitiva de Piaget aplicada por meio da construção de instrumentos artesanais e explorando suas propriedades, essa proposta representa uma valiosa oportunidade para ampliar o entendimento dos conceitos de Ondas, mais especificamente de Acústica, de maneira prática e engajadora.

Convido-o(a) a explorar este Produto Educacional com o olhar de um colega professor, alguém que compreende a importância de atividades que possibilitem uma aprendizagem mais significativa e relevante para os estudantes. É importante ressaltar que o objetivo deste Produto Educacional é disponibilizar uma ferramenta de fácil acesso e utilização para outros educadores interessados em aprimorar suas práticas de ensino de Acústica. Recomendo esta ferramenta educacional, pois proporciona uma experiência de aprendizado mais enriquecedora e alinhada com as demandas do mundo contemporâneo.

Capítulo 1 - Notas Introdutórias

Nas últimas décadas, fomentado por movimentos sociais, houve um avanço significativo nos direitos políticos e sociais das pessoas com deficiência (Thomas, 2010). O paradigma da inclusão na educação emergiu como um tema central nas discussões acadêmicas, consolidando-se por meio de políticas educacionais específicas.

Nesse contexto, a inclusão educacional tornou-se um alicerce essencial para a construção de uma sociedade mais justa e igualitária, assegurando o direito à educação para pessoas com deficiência. Esse direito está respaldado por legislações como a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146/2015) e a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394/1996), que garantem a oferta de apoios e adaptações necessárias no ambiente escolar.

Entre as medidas de suporte, destacam-se a atuação dos intérpretes de Libras, que desempenham um papel crucial na mediação linguística entre professores e alunos surdos. Contudo, essas medidas isoladas não são suficientes para tornar o ensino plenamente acessível aos surdos, como enfatiza Assunção (2018):

Os surdos de hoje possuem mais direitos, como, por exemplo, em concursos públicos a prova de português precisa ser analisada com critérios específicos e inclusive com presença de intérpretes, bem como a presença de intérpretes em reuniões escolares em que um professor ou aluno surdo estejam presentes. Mas, apesar de todas essas conquistas, a educação de surdos no Brasil ainda caminha de modo a manter as práticas excludentes que aconteceram no passado.

Esse cenário evidencia a necessidade de iniciativas pedagógicas que transcendam as adaptações convencionais, incorporando estratégias específicas que potencializem a aprendizagem de alunos surdos. Nesse sentido, o presente trabalho propõe um produto educacional voltado para o ensino de conceitos de acústica para surdos.

Para alcançar esse objetivo, a atividade proposta utiliza demonstrações experimentais que priorizam recursos visuais e sensoriais, como apontado por Picanço (2021). Essas estratégias incluem práticas que facilitam a compreensão de conceitos como altura (frequência) e intensidade (amplitude) sonora por meio da interação concreta com os fenômenos físicos.

Além disso, o uso de aplicativos de celular como ferramentas de tecnologia assistiva, conforme preconizado pelo Comitê de Ajudas Técnicas (2009), permite que os alunos colem e analisem dados quantitativos relacionados às características do som de forma prática e acessível.

Dessa forma, o produto educacional propõe atividades que não apenas atendam às necessidades educacionais especiais dos alunos surdos, mas que também sejam significativas para todos os estudantes. O objetivo é realizar atividades práticas de baixo custo, integrando tecnologias próximas à realidade dos alunos para proporcionar uma aprendizagem significativa.

Capítulo 2 - Explorando a Acústica por Meio de Instrumentos Artesanais: Uma Abordagem Educativa Inclusiva, Considerando Deficientes Auditivos

Este produto educacional é fundamentado na teoria cognitiva de Piaget, que destaca a construção do conhecimento por meio da interação do indivíduo com o ambiente (Gomes, 2009), e estruturado no ciclo de aprendizagem de Karplus, que propõe etapas bem estruturadas para mediar o ensino (Azevedo, 2010).

O produto é composto por quatro momentos, com duração de 50 minutos cada. No início, os conceitos básicos de ondas são introduzidos com o uso da "mola maluca", um recurso didático que desperta a curiosidade dos alunos e facilita a compreensão inicial dos fenômenos ondulatórios de forma lúdica e visual. Em seguida, ocorre a consolidação do conhecimento adquirido por meio de uma simulação e um material disponibilizado pelo professor. No final dessa etapa um questionário é aplicado.

Na próxima etapa, os alunos constroem instrumentos artesanais de diferentes tamanhos, chamado neste trabalho de berrante, estabelecendo relações práticas entre o comprimento do instrumento e o som produzido. Paralelamente, participam de uma demonstração experimental que lhes permite observar padrões sonoros e vibrações, proporcionando um contato direto com os conceitos de acústica.

Na fase final, os alunos aplicam os conhecimentos adquiridos durante a prática experimental em uma atividade. Nessa etapa, são utilizados aplicativos de celular como ferramentas de tecnologia assistiva, permitindo a medição de frequência e nível sonoro dos instrumentos construídos.

2.1 Mola maluca e as características dos fenômenos ondulatórios

A mola maluca é um brinquedo indicado para crianças maiores de três anos, feito de plástico ou metal. Este brinquedo é utilizado em alguns trabalhos sobre ondas para exemplificar seus fenômenos, pois sua propriedade elástica e seu baixo custo permitem uma demonstração experimental simples, mas de grande impacto visual.

Figura 1 – Mola maluca



Fonte: Próprio autor (2024).

A mola maluca é especialmente eficaz para demonstrar características das ondas como, comprimento de onda, frequência, período, velocidade de propagação, além de fenômenos como reflexão, refração e interferência. Além disso, a mola pode ser utilizada para ilustrar a diferença entre ondas longitudinais e transversais.

Sugestão

As demonstrações a seguir podem ser realizadas pelos alunos em grupo e conduzidas pelo professor. O professor pode utilizar o simulador disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-on-a-string/latest/wave-on-a-string_all.html para esclarecer com menos esforço cada demonstração. Essa etapa pode ser concluída em 50 minutos.

Além disso, essas demonstrações podem ser seguidas da formalização dos conceitos de ondas. O material de apoio para o professor, adaptado ao público e ao objetivo do trabalho se encontra no anexo desse trabalho.

Perguntas para reflexão

Para estimular a participação da turma e direcionar a observação para aspectos específicos do fenômeno, o professor pode fazer as seguintes perguntas:

- O que é um pulso de onda?
- Para onde o pulso de onda se propaga e onde ele reflete?
- Qual harmônico apresenta o maior comprimento de onda?

- Qual harmônico possui a maior frequência?
- O que é a amplitude de uma onda?

2.1.1 Demonstrações com a mola maluca

Demonstração 1-pulso de onda

Na primeira demonstração, os alunos devem aprender a criar um pulso de onda. Inicialmente, faremos um pulso de onda transversal. Dois alunos devem cada um segurar uma das extremidades. Um dos alunos mantém a extremidade fixa, enquanto o outro desloca transversalmente a mola de forma rápida, retornando à posição inicial. Os alunos observarão o pulso de onda se movendo de um aluno para o outro, demonstrando tanto o fenômeno de propagação da onda quanto o de reflexão.

Em seguida, a oscilação do pulso de onda deve ser no mesmo sentido da mola (longitudinal). Da mesma forma, haverá o fenômeno de propagação da onda junto com a reflexão.

Figura 2 – Onda transversal e longitudinal se propagando na mola maluca



Fonte: Próprio autor (2024).

Demonstração 2-interferência

Para perceber o fenômeno de interferência, podem ser emitidos dois pulsos de ondas transversais. Os alunos observarão que as ondas não irão mais apenas de um aluno a outro na reflexão, mas desenvolverão figuras complexas na mola. A figura abaixo mostra a figura complexa gerada por dois pulsos de ondas transversais.

Figura 3 – Figura complexa geradas por dois pulsos de ondas



Fonte: Próprio autor (2024).

Demonstração 3- Harmônico

Em seguida, introduziremos o conceito de ondas estacionárias, mostrando que é possível formar figuras na mola a partir de interferências sucessivas feitas por pulsos de ondas. Esses pulsos possuem repetições periódicas, tornando essa onda estacionária e possibilitando a formação de figuras na mola que a física denomina de harmônicos.

O primeiro harmônico será gerado com a mola na mesma posição da primeira atividade. O professor pode auxiliar demonstrando como fazer o primeiro harmônico, deixando os alunos tentarem fazer o segundo e o terceiro harmônico. O professor deve levantar o questionamento de qual harmônico tem maior frequência e qual tem maior comprimento de onda.

Figura 4 – Harmônico gerado na mola maluca



Fonte: Próprio autor (2024).

2.1.2 Simulador PHET

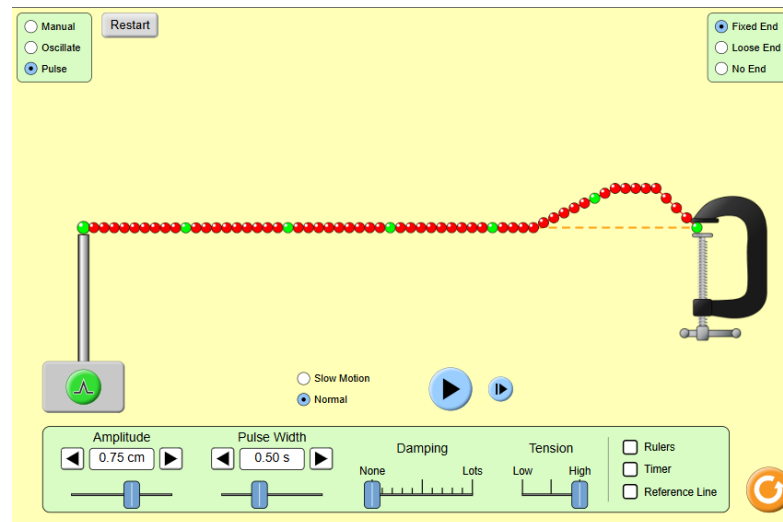
A maioria das demonstrações mencionadas acima pode ser reproduzida com o simulador indicado, exceto a formação de ondas longitudinais,

Simulação 1-pulso de onda

Para gerar um pulso de onda no simulador, selecione “Pulse” no canto superior esquerdo e clique no botão verde localizado abaixo do suporte que segura a corda. Para tornar o pulso de onda mais perceptível, recomenda-se que o professor reduza o amortecimento da corda ao

mínimo, ajustando o “Damping” na parte inferior central. Dessa forma, o fenômeno de propagação e reflexão da onda torna-se facilmente visível.

Figura 5 – Harmônico gerado na mola maluca

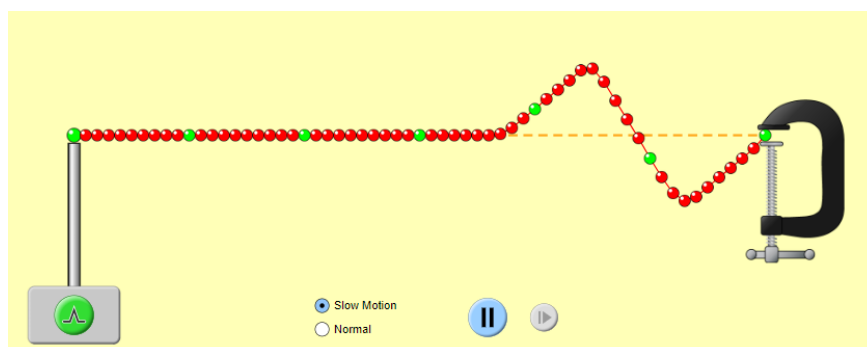


Fonte: PhET (2024).

Simulação 2-interferência

Para simular o fenômeno de interferência de forma clara, devem ser gerados dois pulsos de ondas separados, usando as mesmas configurações da simulação anterior. Ao longo da corda, é possível observar as interferências construtivas e destrutivas ocorrendo.

Figura 6 – Harmônico gerado na mola maluca



Fonte: PhET (2024).

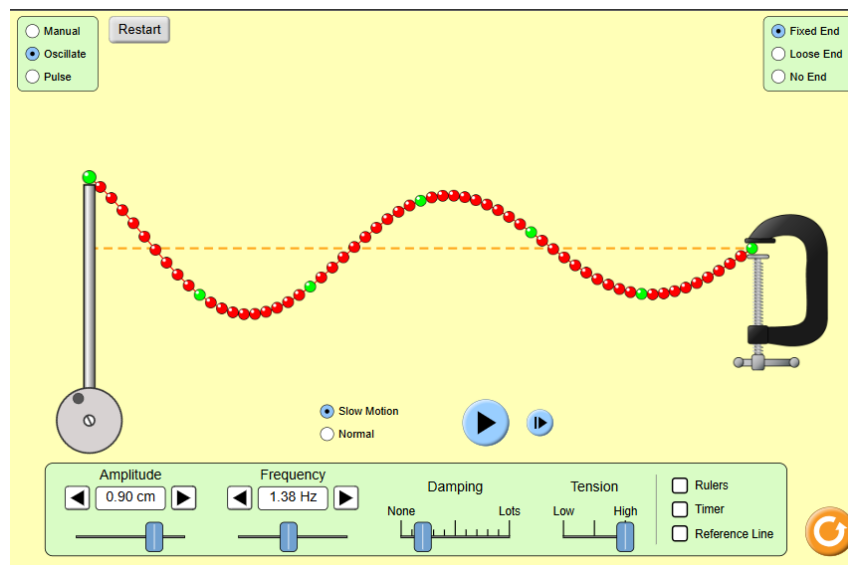
Simulação 3- harmônico

Para gerar harmônicos, selecione “Oscillate” no canto superior esquerdo. Nesse caso, é importante que o amortecimento não esteja configurado no mínimo, para que os ventres gerados

pelo harmônico sejam perceptíveis sem amplitudes exageradas. Também é possível ajustar a frequência, a amplitude e a tensão na corda.

Outro recurso útil é a possibilidade de visualizar a simulação em movimento lento, selecionando “Slow Motion” na parte inferior central. Além disso, é possível pausar a simulação usando o botão de play na parte inferior central. Esses recursos tornam mais fácil e didático exemplificar as características das ondas e fenômenos no momento exato que o professor deseja destacar.

Figura 4 – Harmônico gerado no simulador



Fonte: PhET (2024).

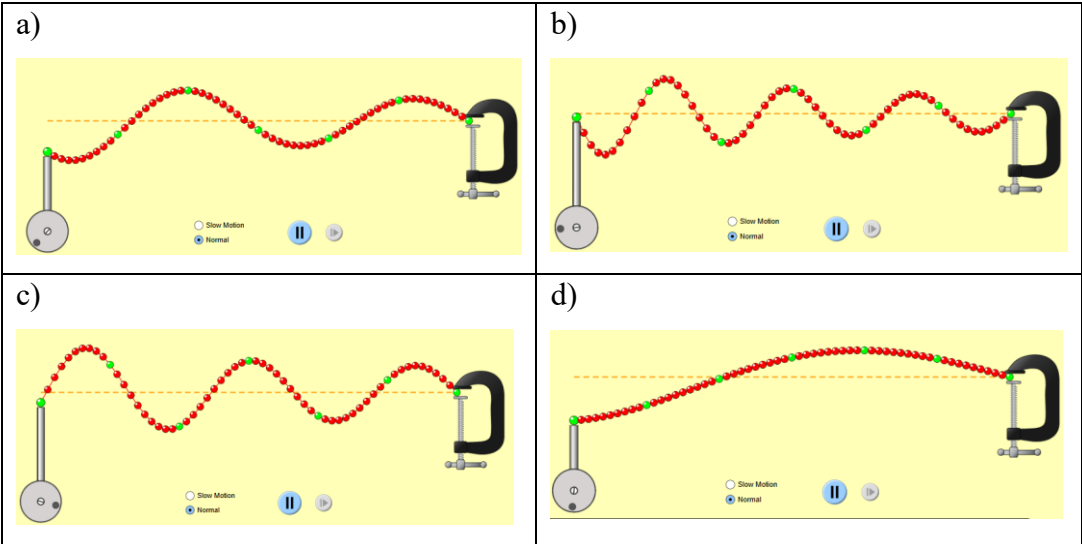
2.2 Exercício de assimilação.

Sugestão

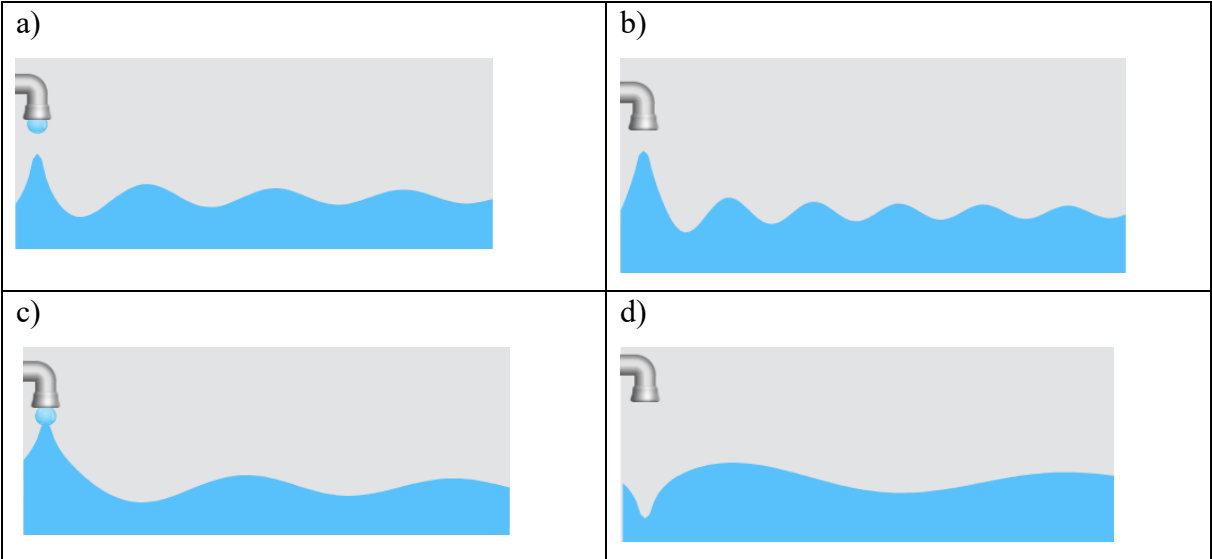
Esta aula pode ser realizada em 50 minutos. No início, o professor pode revisar os pontos mais relevantes da etapa anterior. É importante destacar que a aplicação do exercício de assimilação envolve os principais aspectos desenvolvidos nas atividades práticas, proporcionando uma maneira eficaz de fixar o conteúdo.

Exercício proposto

1. Marque com 'F' a figura em que a onda na corda apresenta a **maior frequência**.

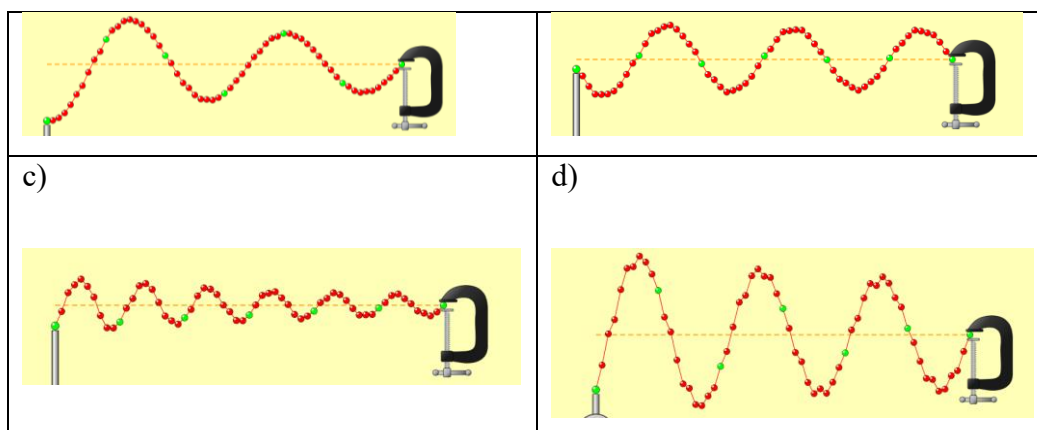


2. Marque com 'λ' a figura que apresenta o **maior comprimento de onda**.



3. Marque com 'A' a figura que apresenta a **maior amplitude**.

a)	b)
----	----



2.3 Construção dos Instrumentos.

Sugestão

Essa etapa terá a duração de 50 minutos, iniciando com uma breve explicação sobre os conceitos fundamentais de acústica, abordando temas como frequência e intensidade sonora. Após essa introdução, os alunos serão organizados em grupos, e cada grupo será responsável pela construção de berrantes (instrumentos artesanais) de diferentes comprimentos.

Posteriormente a conclusão da construção, os grupos irão comparar os instrumentos produzidos, analisando diferenças no som emitido e associando os resultados ao comprimento de cada instrumento. Em seguida, os alunos observarão as figuras formadas pelos seus instrumentos no laser da demonstração experimental feita pelo professor, proporcionando um momento de interação prática com os conceitos de altura e intensidade sonora.

Para complementar o aprendizado, será disponibilizado um material de apoio, adaptado especialmente para alunos surdos, que contém explicações visuais e detalhadas dos conteúdos abordados, esse material está anexado a este trabalho.

Perguntas para reflexão

- Qual é a relação entre o comprimento de onda e o comprimento do berrante?
- Qual é a relação entre a frequência e o comprimento do berrante?
- Por que, ao pressionarmos o balão, o som sai com um volume mais alto?
- Em qual parte do berrante o som é produzido?
- A parte que produz o som no berrante vibra?

- Por que a experiência produz figuras quando um som é emitido próximo a ela?
- Por que berrantes diferentes geram figuras distintas na demonstração experimental?

2.3.1 Manual para construção do berrante

Figura 5 – Foto dos berrantes dos alunos



Fonte: Próprio autor (2024).

Materiais:

Tabela 1. Descrição dos materiais para construção do berrante

Componente	Quantidade
Balão de festa	1
Fita adesiva	1
Cano PVC $\frac{3}{4}$ ou Cano PVC $\frac{1}{2}$	2 metros

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Passo a Passo

1. **Corte do cano de PVC:** Corte o cano de PVC em dois pedaços, um com comprimento de 1,5 cm e outro de um tamanho à sua escolha, preferencialmente maior que 5 cm.
2. **Lixamento das bordas:** Lixe as bordas dos canos para garantir que o balão não se rasgue ao entrar em contato.
3. **Posicionamento do pedaço menor:** Coloque o pedaço de 1,5 cm dentro do balão, alinhando-o com a saída de ar do balão.
4. **Alinhamento do cano maior:** Posicione o cano maior de forma alinhada com o pedaço menor.
5. **Disposição dos canos:** Vire os canos de modo que fiquem lado a lado, com o balão passando perpendicularmente a eles.

- 6. **Fixar com fita adesiva:** Envolver os canos e o balão com fita adesiva (recomenda-se a fita isolante preta) para fixar os componentes, mas de forma que o balão ainda possa ser inflado.
- 7. **Ajuste da saída de ar:** Movimente levemente o cano de comprimento maior para ajustar a saída de ar conforme desejado.

2.3.2 Demonstração experimental

Figura 6 – Demonstração experimental



Fonte: Próprio autor (2024).

Materiais:

Tabela 2. Descrição dos materiais para construção da demonstração

Componente	Quantidade
Ripa de madeira	1,20 m
Parafuso pequeno	1
Balão de festa	1
Espelho	1
Balde de plástico	1
Lazer	1

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Passo a passo

1. **Preparar o recipiente:** Utilize um recipiente plástico cilíndrico com ambas as extremidades abertas, ou seja, sem fundo.
2. **Dimensões do recipiente:** O recipiente plástico deve ter um diâmetro entre 4 e 15 cm.
3. **Preparar o balão:** Antes de usar o balão como pele vibratória para o tambor, infle-o para facilitar a colocação.
4. **Cortar e esticar o balão:** Corte o fundo do balão e estique-o o bem sobre a abertura do tambor.
5. **Fixar o balão:** Prenda o balão esticado utilizando fita adesiva ou um material equivalente.
6. **Preparar o espelho:** Com um alicate de corte, corte um pedaço de espelho de tamanho um pouco maior ao diâmetro do feixe do laser.
7. **Colar o espelho:** Com cola instantânea ou fita dupla face, fixe o pedaço de espelho no centro do balão esticado.
8. **Fixar o tambor na ripa:** Prenda o recipiente plástico em uma extremidade da ripa com um parafuso pequeno.
9. **Prender o laser:** Na outra extremidade da ripa, fixe o laser usando uma braçadeira de plástico.
10. **Acionar o laser:** Cole um pequeno pedaço de papelão com fita adesiva de forma que, ao colocar uma abraçadeira pressione o botão do laser mais facilmente.
11. **Calibrar o laser:** Ajuste o laser para que o feixe atinja o espelho no centro do balão.

Devido a aspectos físicos, o balão de festa entra em ressonância com frequências específicas, por esse motivo, neste trabalho utilizamos três recipientes com diâmetros de 4 cm, 9 cm e 15 cm para captar o máximo de frequências possíveis na apreciação musical, sendo o que obteve melhor resultado foi o de 9 cm.

Figura 7- Desenhos gerados na demonstração pelo som de uma música



Fonte: Próprio autor (2024).

Essa experiência permite tornar visíveis os fenômenos das ondas sonoras, como ressonância e interferência, abordando características importantes das ondas, como frequência e amplitude. Além disso, as formas geradas pela experiência são visualmente impactantes, despertando o interesse dos alunos pelo tema.

2.4 Exercício de aplicação

Sugestão

Com base na fundamentação teórica apresentada e nos aplicativos disponibilizados pelo professor, os alunos deverão responder ao questionário que será fornecido. Inicialmente, será explicado como utilizar os aplicativos de celular, garantindo que todos os alunos estejam familiarizados com as ferramentas tecnológicas.

É recomendado que esses aplicativos sejam baixados anteriormente ao início da aula. O professor dará as orientações necessárias para que os alunos já venham com esses aplicativos baixados no seu celular.

Posteriormente, será disponibilizada a atividade prática de aplicação. Essa atividade tem como objetivo principal a extração de dados quantitativos dos berrantes pdos alunos, utilizando

os aplicativos para medir grandezas físicas como frequência e intensidade sonora. Os alunos deverão relacionar esses dados com as características físicas dos instrumentos.

2.4.1 Aplicativos de celular para ensino de acústica (como baixar e usar).

Figura 8 - Aplicativo Afinador.

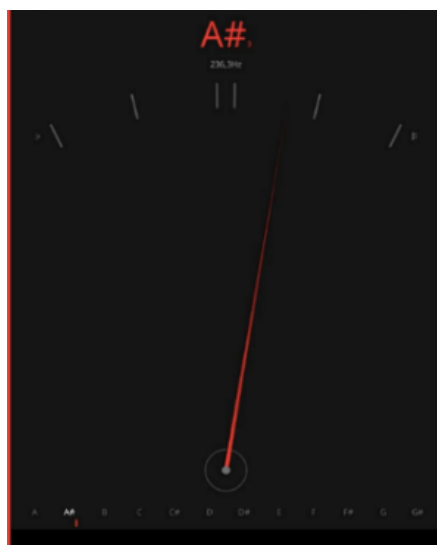


Fonte: Play Store (2024).

1. Para baixar, abra a Play Store e pesquise por "Afinador Cromático Cifra Club".
2. Baixe o aplicativo conforme mostrado na figura acima.

Observação: Este aplicativo foi escolhido por sua capacidade de avaliar a frequência do som tanto pela nota musical, na notação de cifras, quanto pela frequência em Hertz. A maioria dos aplicativos de afinação está programada apenas para as frequências específicas de instrumentos, enquanto este oferece uma funcionalidade mais abrangente.

Figura 9 - Imagem do afinador medindo uma frequência



Fonte: Play Store (2024).

Como usar: ao abrir o aplicativo, a primeira função disponível é a que utilizaremos para a atividade. Ela mostrará a frequência do som em Hertz e sua correspondência na notação de cifra.

Figura 10- Aplicativo Decibelímetro



Fonte: Play Store (2024).

1. Para baixar, abra a Play Store e pesquise por " Decibelímetro ".
2. Baixe o aplicativo conforme mostrado na figura acima.

Como usar; ao abrir o aplicativo ele imediatamente iniciará as medições dos níveis sonoros, ele também indicará o nível sonoro mínimo e máximo registrado nesta medição, como também a média da variação do nível sonoro nesse período. Além disso o decibelímetro possui alguns

valores de níveis sonoros como referência, isso pode ser acessado clicando no ícone da parte superior esquerda. Na parte superior direita está localizado o botão de reset.

Figura 11- Aplicativo Decibelímetro fazendo uma medida.



Fonte: Play Store (2024).

2.4.2 Atividade de aplicação

1. Registre os dados do seu instrumento na tabela abaixo:

Parâmetro	Valor
Comprimento (metros)	
Frequência da fundamental (Hz)	
Nível sonoro (dB)	

2. Registre os dados do instrumento de um colega na tabela abaixo:

Parâmetro	Valor
Comprimento (metros)	
Frequência da fundamental (Hz)	
Nível sonoro (dB)	

3. Qual instrumento abaixo possui o **maior comprimento de onda**?



4. Qual instrumento abaixo possui a **maior frequência**?



5. Desenhe ondas que representem:

a) Um som com **maior intensidade** (som forte).

- b) Um som com **menor intensidade** (som fraco).
6. Desenhe ondas que representem:
- a) Um som com **maior frequência** (som agudo).

 - b) Um som com **menor frequência** (som grave).

Considerações Finais.

Este trabalho ressalta a importância de implementar novas estratégias didáticas no ensino de Física, especialmente no estudo de ondas e acústica para alunos surdos. A construção de instrumentos musicais pelos alunos mostrou-se uma abordagem eficaz para facilitar a compreensão dos conceitos teóricos, além de engajar os estudantes de forma prática e significativa.

A utilização de celulares como ferramentas de tecnologia assistiva demonstra uma adaptação não apenas às necessidades dos alunos surdos, mas também às características das novas gerações, que estão cada vez mais conectadas e familiarizadas com a tecnologia. Por meio do uso de recursos visuais e táteis, garantiu-se que todos os alunos, independentemente de suas limitações, pudessem participar ativamente e compreender os fenômenos físicos explorados.

Embora o foco deste trabalho tenha sido incluir alunos com surdez profunda em aulas de acústica, nada impede que a proposta possa ser aplicada a outros níveis de surdez. Para isso, é essencial que o professor compreenda, primeiramente, as limitações específicas de seus alunos e reflita sobre como adaptar suas práticas pedagógicas para superá-las. Dito isso, um aspecto importante no ensino de alunos surdos é o conhecimento dos sinais específicos relacionados ao conteúdo abordado.

Acredita-se que esta atividade não apenas proporciona um ensino inclusivo e significativo para alunos surdos, mas também, com as devidas adaptações, pode ser ampliada para atender a outras deficiências. Além disso, os recursos e estratégias apresentados oferecem ao professor ferramentas para adaptar a atividade às realidades e necessidades de diferentes contextos educacionais.

Referências

ASSUNÇÃO FILHO, F. A. P. O ensino de Física para alunos surdos: uma proposta pedagógica para o ensino de acústica. 2018. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

Brasil. Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Comitê de Ajudas Técnicas. Tecnologia Assistiva . – Brasília: CORDE, 2009. 9 p.

Gomes LC, Bellini LM. Uma revisão sobre aspectos fundamentais da teoria de Piaget: possíveis implicações para o ensino de física. *Rev Bras Ensino Fís* [Internet]. 2009Apr;31(2):2301.1–0. Available from: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172009000200002>

PICANÇO, L. T., ANDRADE NETO, A. S. de ., & GELLER, M.. (2021). O Ensino de Física para Surdos: o Estado da Arte da Pesquisa em Educação. *Revista Brasileira De Educação Especial*, 27, e0123. <https://doi.org/10.1590/1980-54702021v27e0123>

Thoma, A. da S., & Klein, M. (1). Experiências educacionais, movimentos e lutas surdas como condições de possibilidade para uma educação de surdos no Brasil. *Cadernos De Educação*, (36). <https://doi.org/10.15210/caduc.v0i36.1603>

Azevedo, A. C., & Santos, A. C. F.. (2014). Ciclos de aprendizagem no ensino de física para deficientes visuais. *Revista Brasileira De Ensino De Física*, 36(4), 4402.

ANEXO A – Material de apoio 1



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE
Campus Natal - Central



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

ALUNO: _____ SÉRIE: _____
TURMA: _____

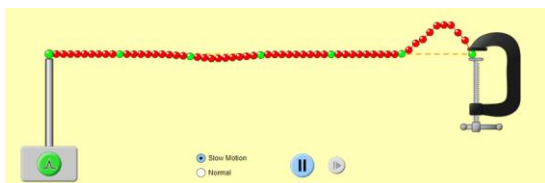
Ondas

As ondas são perturbações que se propagam pelo espaço, transmitindo movimento (energia), mas sem transportar matéria.

Fenômenos Ondulatórios

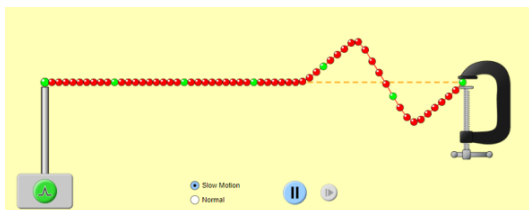
Reflexão; quando uma onda encontra um obstáculo, ela pode sofrer reflexão, ou seja, inverter seu sentido de propagação. Nesse caso, o comprimento de onda, a velocidade e a frequência permanecem inalterados.

Exemplo: onda viajando em uma corda, bate em um anteparo e volta.



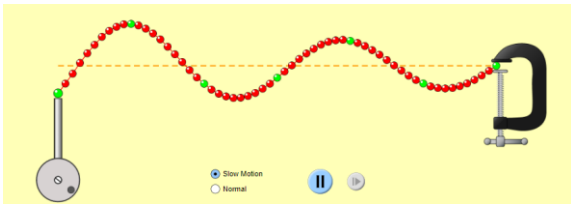
Interferência; quando duas ondas se encontram, suas amplitudes interagem, causando interferência. Pode ser construtiva (aumento de amplitude) ou destrutiva (diminuição de amplitude).

Exemplo: Dois pulsos de ondas viajam em uma corda gerando interferência uma na outra.



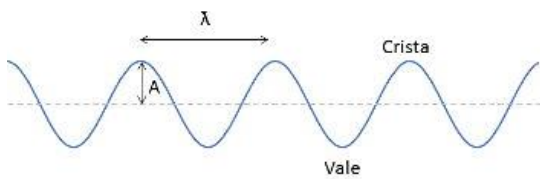
Ondas Estacionárias; formam-se pela superposição de ondas periódicas de sentidos opostos, resultando em pontos que vibram e outros que permanecem imóveis.

Exemplo: ondas estacionárias em cordas de instrumentos musicais, como um violão.



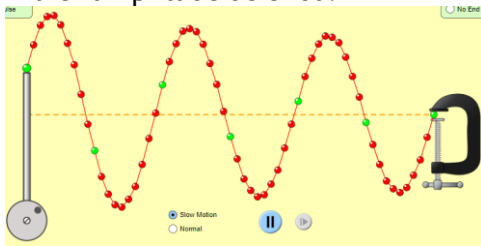
Características das Ondas

Para caracterizar as ondas, usamos as seguintes grandezas:

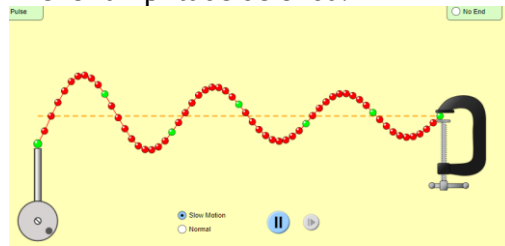


Amplitude: representada pela letra (A), corresponde à altura da onda, medida pela distância entre o ponto de equilíbrio (repouso) e o ponto mais alto (crista). A "crista" representa o ponto máximo da onda, enquanto o "vale" indica o ponto mínimo.

Maior amplitude de onda.

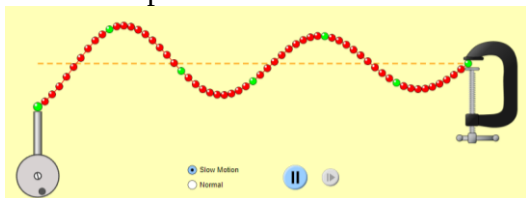


Menor amplitude de onda.

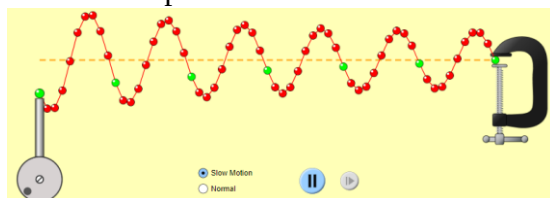


Comprimento de onda: representado pela letra grega lambda (λ), é a distância entre dois vales ou duas cristas consecutivas.

Maior comprimento de onda



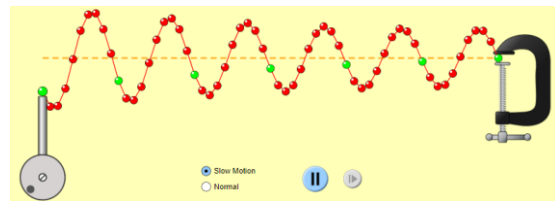
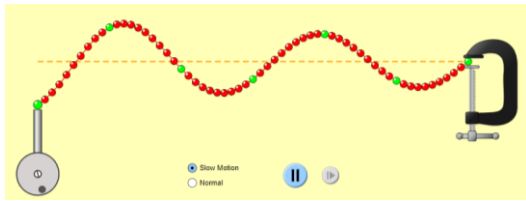
Menor comprimento de onda.



Frequência: representada pela letra (f), corresponde ao número de repetições (oscilações da onda) em um intervalo de tempo e no Sistema Internacional, a frequência é medida em hertz (Hz).

Menor frequência da onda

Maior frequência da onda

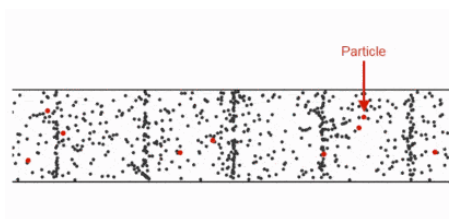


Tipos de Ondas

As ondas também podem ser classificadas pela direção da vibração:

Ondas Longitudinais: a vibração é paralela à propagação da onda.

Exemplo: ondas sonoras.



Ondas Transversais: a vibração é perpendicular à propagação da onda.
Exemplo: onda em uma corda.



ANEXO B – Material de apoio 2



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE
Campus Natal - Central



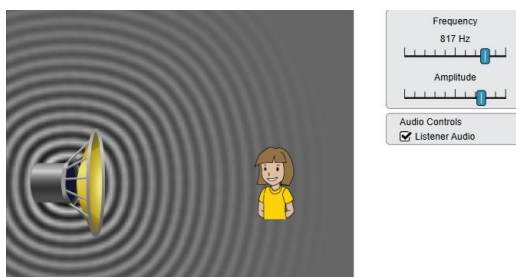
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

ALUNO: _____ SÉRIE: _____
TURMA: _____

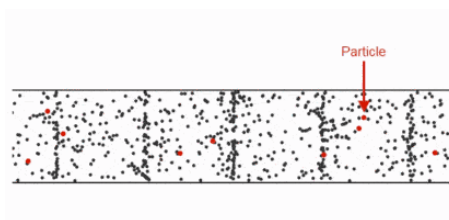
ACÚSTICA

A Acústica é uma área da Física que estuda as propriedades do som, ou seja, as ondas sonoras.



O que é o som?

O som é uma onda de pressão gerada por elementos vibratórios que comprimem o ar e se propagam pelo meio. Essas ondas sonoras são produzidas por um elemento vibrador, que pode ser, por exemplo, uma flauta, um pandeiro ou até mesmo as cordas vocais.



Qualidades do som

O som possui qualidades relacionadas a certas características das ondas, conhecidas como qualidades fisiológicas do som. As principais qualidades são:

- **Altura:** relacionada à frequência da onda.
- **Intensidade (volume):** relacionada à amplitude da onda.

Altura do som

A altura do som é a propriedade que define as notas musicais e está fisicamente relacionada à frequência da fonte sonora. Em geral, instrumentos maiores (maior comprimento de onda) produzem sons mais graves (frequências mais baixas), enquanto instrumentos menores (menor comprimento de onda) geram sons mais agudos (frequências mais altas). A unidade de medida para a frequência é o Hertz (Hz).

Instrumento pequeno (comprimento de onda pequeno). Som aguda (frequência alta). 	Instrumento grande (comprimento de onda grande). Som grave (frequência baixa) 
--	---

Intensidade (volume)

A intensidade sonora, popularmente conhecida como volume, é caracterizada pela amplitude da onda sonora. Sons com maior volume (sons fortes) apresentam uma maior amplitude de onda, enquanto sons com menor volume (sons fracos) possuem uma amplitude menor. A intensidade sonora é medida em decibéis (dB).

