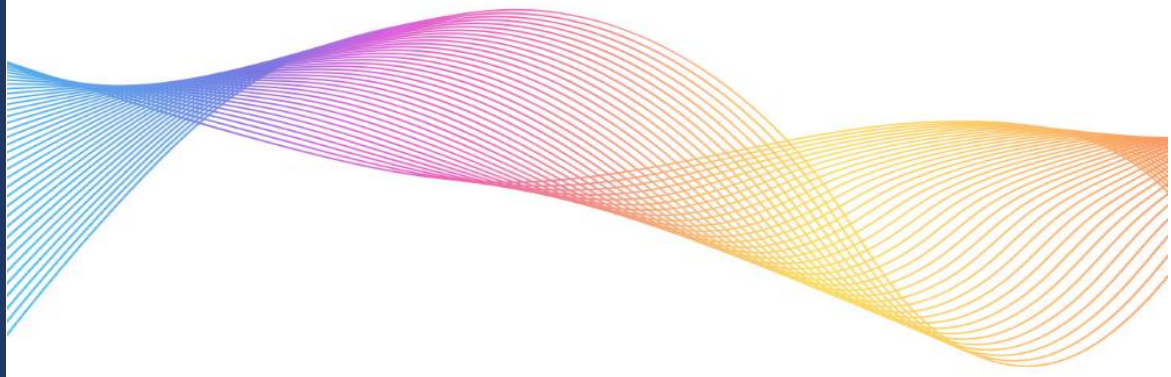
EXPERIMENTOS SIMPLES E DIVERTIDOS PARA O ENSINO DE ONDAS SONORAS



MARCOS PAULO ARAUJO SOUSA

MORGANA LÍGIA DE FARIAS FREIRE

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO CAMPINA GRANDE

UEPB

MNPEF
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

SBF
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

PRODUTO EDUCACIONAL

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

UEPB

SBF
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

PRODUTO EDUCACIONAL

EXPERIMENTOS SIMPLES E DIVERTIDOS PARA O ENSINO DE ONDAS SONORAS

MARCOS PAULO ARAUJO SOUSA

MORGANA LÍGIA DE FARIAS FREIRE

ANO 2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
POLO CAMPINA GRANDE

MARCOS PAULO ARAUJO SOUSA

PRODUTO EDUCACIONAL

EXPERIMENTOS SIMPLES E DIVERTIDOS PARA O ENSINO DE ONDAS SONORAS

MARCOS PAULO ARAUJO SOUSA

EXPERIMENTOS SIMPLES E DIVERTIDOS PARA O ENSINO DE ONDAS SONORAS

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: ATIVIDADES EXPERIMENTAIS PARA ENSINO DE ONDAS SONORAS NUMA PERSPECTIVA PROBLEMATIZADORA, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 48 – UEPB, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Dra. Morgana Lígia de Farias Freire

Campina Grande-PB

2024

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto em versão impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que, na reprodução, figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S725a Sousa, Marcos Paulo Araujo.
EXPERIMENTOS SIMPLES E DIVERTIDOS PARA O ENSINO DE ONDAS SONORAS [manuscrito] / Marcos Paulo Araujo Sousa. - 2024.
28 f. : il. color.

Digitado.

Produto Educacional apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Física/UEPB

"Orientação : Prof. Dra. Morgana Ligia de Farias Freire, Departamento de Física - CCT".

1. Ensino Fundamental. 2. Ondas sonoras. 3. Experimentos no ensino. 4. Perspectiva Problematizadora. I. Título

21. ed. CDD 530.7

Elaborada por Bruno Rafael Freitas de Lima - CRB - 15/1021 BC

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

APRESENTAÇÃO

Prezado Professor(a), para tornar o ensino de Física atrativo e despertar a curiosidade dos alunos, apresentamos alguns experimentos simples sobre Ondas Sonoras. Ao realizar esses, os alunos poderão explorar conceitos abstratos de forma concreta, aproximando a Física do seu dia a dia.

Nossos experimentos foram elaborados especialmente para Professores que atuam no 9º ano do Ensino Fundamental. No entanto, com adaptações, podem ser utilizados também no Ensino Médio. A proposta é oferecer uma estratégia experimental que estimule o raciocínio crítico e a resolução de questionamentos. O Professor, nesse contexto, atua como mediador, incentivando a participação ativa dos alunos na construção do conhecimento.

Com o objetivo de tornar o ensino de Ondas Sonoras mais acessível e dinâmico, utilizamos materiais simples e de baixo custo. As atividades propostas são fáceis de adaptar e podem ser realizadas em sala de aula, tornando a aprendizagem dinâmica e engajadora.

Sugerimos que os Alunos sejam divididos em grupos para a realização dos experimentos. O professor, nesse papel, atua como orientador, instigando a curiosidade e propondo questionamentos que estimulem a reflexão e a construção dos conceitos.

1 Os Pêndulos e os Sinos das Igrejas

O oscilar de um pêndulo simples não esteja diretamente relacionado às ondas sonoras, ele é um sistema simples para os alunos compreenderem os conceitos de frequência e período. Esse sistema é amplamente utilizado para estudar o movimento harmônico simples. No Quadro I apresentamos o experimento do pêndulo simples.

Quadro I – O experimento do pêndulo simples.

O PÊNDULO SIMPLES
OBJETIVOS
Determinar o período de oscilação de um pêndulo simples e verificar a sua dependência com os outros parâmetros envolvidos.
MATERIAIS:
- Cronômetro; - Transferidor; - Fio fino; - Duas massas diferentes; feitas de borrachas, papel alumínio amassadas, porcas de metal ou similares - Régua de 1m.
PROCEDIMENTOS:
1. Faça variações no comprimento (L) do pêndulo e determine o período para cada um desses comprimentos (coloque o pêndulo próximo à borda da mesa e trabalhe com uma pequena amplitude de oscilação equivalente a, no máximo, $\theta = 10°$). Efetue as medidas necessárias e como sugestão faça sua própria tabela. Seja cuidadoso na obtenção das medidas de tempo. Mantenha os outros parâmetros constantes. 2 - Repita o procedimento acima para massas diferentes, mantendo os outros parâmetros constantes. 3 - Repita o procedimento acima para ângulos diferentes, mantendo os outros parâmetros constantes.
SUGESTÕES DE TAREFAS
1. Com base nos dados experimentais que você obteve, explicite qual é a dependência (relação) entre o período de oscilação de um pêndulo simples, com a massa, com a amplitude e com comprimento do fio. 2. Determine o valor da frequência, utilizando os dados que você obteve e registrou.

Fonte: Própria

Os pêndulos simples podem servir para exemplificar os funcionamentos dos sinos. Os sinos com diferentes tamanhos de pêndulos são conhecidos como sinos harmônicos ou sinos de ressonância. É importante ressaltar que eles são projetados para produzir diferentes tons ou notas musicais. Os sinos são utilizados em instrumentos musicais e experimentos para demonstrar, por exemplo, conceitos relacionados às ondas sonoras e à ressonância.

Experimento I – Compreendendo os conceitos de período (T) e frequência (f).

Com o objetivo de compreender o conceito inicial de período e frequência, propomos a construção de um pêndulos simples utilizando um barbante e alguns objetos de massas diferentes. O aluno deverá construir alguns pêndulos de comprimentos diferentes e com objetos de mesma massa, e pêndulos com mesmo comprimento e massas diferentes. Depois criar tabelas com os dados das medidas do período e da frequência de cada pêndulo simples..

O pêndulo simples é sistema físico mais simples e importantes estudados na mecânica, servindo como modelo para diversos fenômenos, como os oscilatórios.

O pêndulo simples serve como um modelo simplificado para entender o movimento oscilatório de um sino, por exemplo. Ao estudar um pêndulo simples, podemos compreender melhor os princípios físicos que regem o funcionamento dos sinos e de outros sistemas oscilatórios. Quando um sino é tocado, seu badalo oscila para frente e para trás dentro dele, criando o som característico que todos reconhecemos.

A oscilação do badalo dentro do sino é o movimento de um pêndulo físico. À medida que o badalo se move, ele cria vibrações no metal do sino, que se propagam pelo ar como ondas sonoras, produzindo o som familiar que ouvimos. A seguir apresentamos exemplos de vídeos disponíveis que podemos fazer os alunos entenderem a produção dos sons dos sinos e seus diversos significados (Figuras I a V e Quadro II).

Figura I - Sino: 15,684kg “Bell ringing”.

Fonte: https://youtu.be/6bqpHuloKZs?si=RTTm2tUVLBYUikAG

Figura II – Sino da Torre do Relógio de Londres “Big Ben ”

Fonte: https://youtu.be/-w6tK4jCH6w?si=G5nY2IaORCEv_cKf

Figura III – Fabricação um sino de uma igreja.

Fonte: https://youtu.be/DCHAvJzekcw?si=DAXNL0LhLrgaa7tk

Figura IV – Algumas maneiras de tocar um sino de uma Catedral.

Fonte: https://youtu.be/yjwHlbw6l2Y?si=2Y-2v2tH25qjLeje

Figura V – Algumas maneiras de tocar um sino de uma de uma Igreja Evangélica.

Fonte: https://youtu.be/imKCabitzeU?si=VtsoYUVCmlhI6jkR

Quadro II – Sugestões de links de vídeos dos sons de sinos.

TÍTULO ORIGINAL	FONTE
15,684kg Bell ringing	https://youtu.be/6bqpHuloKZs?si=RTTm2tUVLBYUikAG
Visit Big Ben!	https://youtu.be/-w6tK4jCH6w?si=G5nY2IaORCEv_cKf
COMO é FABRICADO o SINO de IGREJA #Boravê	https://youtu.be/DCHAvJzekcw?si=DAXNL0LhLrgaa7tk
Maneiras de Tocar um Sino da Catedral	https://youtu.be/yjwHlbw6l2Y?si=2Y-2v2tH25qjLeje
Há 20 anos, Gerson toca sino de igreja em Costa da Serra	https://youtu.be/imKCabitzeU?si=VtsoYUVCmlhI6jkR

2 Classificação das Ondas

As ondas mecânicas são padrões de movimento que se propagam através de um meio material, como exemplo, água ou ar. No que diz respeito a direção da propagação, podemos classificar as ondas mecânicas em dois tipos principais: ondas transversais e ondas longitudinais. Neste experimento simples, exploraremos as características desses dois tipos de ondas e aprenderemos a identificá-las.

Neste experimento simples (Quadro III), aprendemos sobre a classificação das ondas mecânicas em transversais e longitudinais. A capacidade de identificar esses dois tipos de ondas ajuda a compreender como as ondas se comportam e como são importantes em nossas vidas, desde o som que ouvimos até os terremotos que sentimos.

Quadro III – O experimento para classificação das ondas.

CLASSIFICAÇÃO DAS ONDAS
OBJETIVOS
Compreender a classificação da onda quanto à sua forma de vibrar e de se propagar.
MATERIAIS:
- Molas plásticas ou molas de brinquedos. - Massas de modelar. - Corda. - Fita crepe para prender as molas ao teto
PROCEDIMENTOS:
Com cada mola plástica fixe em uma das pontas uma pequena massa de modelar e na outra extremidade fixe esse conjunto se possível no teto da sala com auxílio da fita crepe de modo que a mola possa ficar suspensa. Agora puxe com cuidado a massa de modelar para baixo e solte o sistema, observe como o sistema oscila de modo repetitivo. As molas posicionadas agora no chão balançando-as para direita e esquerda e observe a sua formação agora. Com as cordas peça a dois voluntários do grupo que estiquem as cordas o máximo possível e tentem bombear essa corda como quando brincam de pular corda.
SUGESTÕES DE TAREFAS
1. Pergunta: vocês conseguem executar dois pulsos na corda ao mesmo tempo? Com a corda no chão execute movimentos de vai e vem com a mão e veja o que acontece na corda? 2. Agora responda, qual a diferença entre o primeiro modelo de perturbação na mola e o segundo modelo na corda.

Fonte: Própria

Experimento II – Compreendendo uma onda usando uma corda, explorando ondas transversais.

Para apresentar de forma simples o conceito de ondas e suas principais características, deve-se utilizar uma corda longa e resistente. Procura um ponto fixo para prender a corda, tipo cadeira, parede etc. para prender a corda. Um cronômetro pode ser usado, sendo um elemento opcional. Para a criação de um pulso único, puxe uma das extremidades da corda para cima e solte rapidamente. Observar como a perturbação se propaga ao longo da corda. Para criar ondas contínuas agita a corda para cima e para baixo, observando o padrão formado pelas ondas. Para variar a amplitude aumentar ou diminuir a oscilação feita na extremidade.

Experimento III - Compreendendo uma onda usando molas de brinquedo, explorando ondas longitudinais.

Com o objetivo de compreender o conceito inicial de onda propomos o uso de molas plásticas. O aluno deverá prender uma das extremidades da mola ao teto da sala com auxílio de uma fita adesiva (ou pedir que seu colega segure uma das extremidades da mola) e na extremidade oposta prenda um pouco de massa de modelar, em seguida crie perturbações na vertical para afim de identificar as ondas longitudinais e depois perturbar a mola na vertical permitindo que as mola criem ondas transversais. Repete os experimentos com as molas estendidas no chão da sala.

As ondas permeiam do nosso universo. Para que os alunos compreendam os padrões ondas deve-se explorar que o aconteceu ao perturbarem a corda e a mola de brinquedo.

Amplitude trata-se da distância máxima que uma partícula de um meio oscila em relação à sua posição de equilíbrio. Ao aumentar a força com que se move a extremidade da corda ou da mola, aumenta-se a amplitude da onda, ou seja, quando mover a extremidade da corda para cima e para baixo, a distância máxima que a corda se afasta da sua posição inicial é a amplitude da onda. Quanto maior a amplitude, mais "alta" a onda. A frequência é o número de oscilações completas que uma partícula realiza em um determinado intervalo de tempo, está relacionada com a velocidade com que ela oscila para cima e para baixo, quanto maior a frequência, mais rapidamente a onda oscila. O comprimento de onda é a distância entre dois pontos consecutivos da onda que estão em fase, ou seja, que vibram da mesma maneira. Por exemplo, no caso de uma onda em uma corda, o comprimento de onda é a distância entre duas cristas consecutivas (pontos mais altos da onda) ou entre dois vales consecutivos (pontos mais baixos da onda). Ao dominarem conceitos como perturbação, amplitude, frequência e comprimento de onda, os alunos poderão estarem aptos a compreender vários fenômenos ondulatórios presentes em nosso dia a dia, em particular as ondas sonoras.

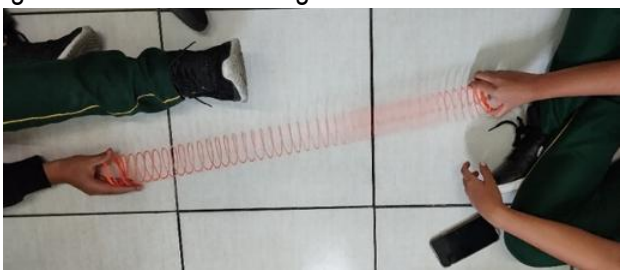
Além disso, a classificação das ondas em longitudinais e transversais se baseia na direção de vibração das partículas do meio em relação à direção de propagação da onda. Essa classificação é fundamental para entendermos a natureza e o comportamento de diversos tipos, desde o som até as ondas eletromagnéticas.

Nas ondas transversais, as partículas do meio vibram em uma direção perpendicular à direção de propagação da onda. Como exemplo, tem-se as ondas em uma corda vibrante., ou seja, ao sacudir uma corda para cima e para baixo, as partículas da corda vibram perpendicularmente à direção em que a onda se move ao longo da corda (Figura VI). Já nas ondas longitudinais as partículas do meio vibram na mesma direção da propagação da onda. Um exemplo, é o que acontece em uma mola sendo comprimida e esticada alternadamente, as regiões comprimidas e rarefeitas da mola se propagam ao longo dela, formando uma onda longitudinal (Figura VII).

Figura VI – Onda transversal em uma corda.

Fonte: Própria

Figura VII – Uma onda longitudinal em uma mola.



Fonte: Própria

3 Transporte de Energia e Velocidade de Propagação

Neste experimento observamos que uma onda não transporta matéria e sim energia, como também que as velocidades das ondas dependem do meio de propagação. No Quadro IV apresentamos o experimento para o transporte de energia e velocidade de uma onda.

Quadro IV – Experimento para o transporte de energia e velocidade de uma onda.

TRANSPORTE DE ENERGIA
OBJETIVOS
Observar que uma onda não transporta matéria e sim energia.
MATERIAIS:
- Dominó. - Alfinete ou agulha. - Fita adesiva. - Bexiga ou balão de sopro
PROCEDIMENTOS:
Deve-se construir uma fila de peças de dominó e colar uma agulha na última peça do dominó. Em seguida, colocar a bexiga cheia próximo da última peça que contém a agulha presa por uma fita adesiva. Ao derrubar a primeira peça do dominó, deve-se observar o que acontece com o balão. Repete-se o experimento aumentando a distância entre as peças do dominó para cada situação.
SUGESTÕES DE PERGUNTAS
1 - Em qual situação o balão e as peças do dominó caíram primeiro? 2 - Por que as peças do dominó da primeira situação caíram primeiro, vocês podem explicar. 3 - Quais são as fases de agregação (ou estado) da matéria, como podemos associar o nosso experimento ao estado.? 4 - Como você explicaria esse fato para um colega que nunca ouviu falar sobre ondas?

Fonte: Própria

Experimento IV – Compreendendo a transmissão de energia de uma onda.

Para compreender a velocidade de propagação e a transmissão de energia em uma onda, propõe-se o seguinte experimento: os grupos deverão construir uma sequência de peças de dominó, colocando-as em pé, uma após a outra, para gerar uma perturbação a partir da primeira peça. Observar-se-á a transmissão dessa perturbação até a última peça, permitindo assim a observação da transmissão de energia e da velocidade da perturbação de uma extremidade a outra. Ao final da sequência das peças de dominó, será colocada uma bexiga inflável, e na ponta da última peça de dominó será posicionado um alfinete, que, ao ser derrubada, estourará a bexiga, demonstrando a transmissão de energia de uma extremidade a outra.

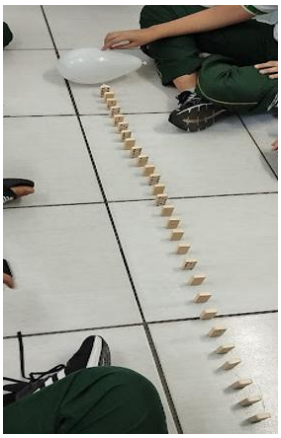
Experimento V – Compreendendo a velocidade a propagação de uma onda e sua relação com a densidade do meio.

Grupos de alunos deverão montar três novas sequências de peças de dominó enfileiradas, com diferentes distâncias entre elas, para verificar a velocidade de transmissão da onda em diferentes estados da matéria. Na primeira sequência, onde as peças devem estar muito próximas umas das outras, iremos simular um meio sólido, onde as partículas estão muito próximas. Na segunda sequência, onde as peças devem estar um pouco mais distantes entre si, simularemos um meio líquido. E na terceira sequência, as peças devem ficar mais afastadas do que na segunda situação, simulando um meio gasoso. Por meio de uma régua, perturbaremos as três sequências simultaneamente. Espera-se que os alunos observem que as peças caem em tempos diferentes, identificando velocidades diferentes nas sequências das peças, e assim, em diferentes meios.

O estouro de um balão indica que as peças de dominó transmitem energia umas às outras, criando uma reação em cadeia, “a energia para o estouro se propagou”. Essa experiência, pode ser uma analogia as ondas, como som, transportam energia e não matéria (Figura VIII).

Quanto à velocidade de propagação, a energia se propaga com maior ou menor rapidez de acordo com a distância entre as peças de dominó. Quanto menor a distância entre as peças, mais rápida a propagação. Esse fato, observado com as peças de dominó, demonstra que a velocidade de propagação das ondas depende das características do meio em que se encontram. A analogia é que o meio é a fila de peças; no caso do som, o meio pode ser o ar, a água ou um sólido. Ao entender a relação entre o meio e a velocidade, os alunos podem aprofundar seus conhecimentos sobre velocidade e os meios de propagação das ondas sonoras.

Figura VIII – Peças de dominó enfileiradas, com a bexiga ao final, para verificar o transporte de enérgica e velocidade de propagação devido a perturbação da primeira peça.



Fonte: Própria

4 Compreendendo a Propagação de uma Onda

Este experimento permite a visualização de diversos fenômenos ondulatórios, como reflexão, refração, interferência e ressonância (Quadro V). Ao variar a frequência e a amplitude das perturbações, podemos observar diferentes padrões de ondas e compreender melhor os princípios que regem a propagação ondulatória.

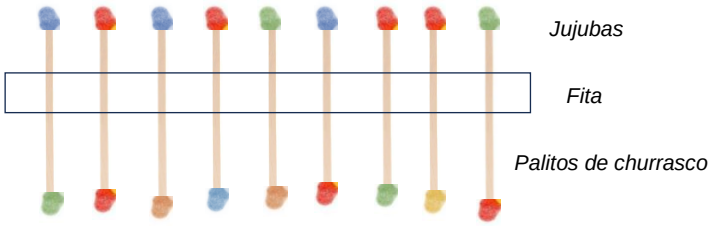
Quadro V – Experimento gerador ou máquina de ondas.

GERADOR OU MÁQUINA DE ONDAS
OBJETIVOS
Observar como se propaga uma onda.
MATERIAIS:
- Palitos de churrasco. - Jujubas. - Fita adesiva.
PROCEDIMENTOS:
Entre duas mesas (ou bancadas escolares), estique uma fita adesiva com cerca de 1,5 metro de comprimento. A cada 10 centímetros, marque a fita com uma caneta hidrográfica ou similar. Em cada marcação, cole um palito de churrasco, deixando também 10 centímetros livres em cada extremidade da fita. Em seguida, coloque outra fita adesiva idêntica por cima da primeira, formando um "sanduíche" de fitas e palitos. Certifique-se de que os centros dos palitos coincidam com a linha central da fita. Em cada extremidade dos palitos, coloque uma jujuba. Puxe bem as duas fitas para que fiquem bem esticadas e fixadas às mesas. Agora, perturbe um dos palitos e observe como o sistema se comporta. A fita adesiva, nesse caso, atua como um meio de transmissão, permitindo que a energia se propague de um palito para outro, simulando o comportamento de uma onda.
SUGESTÕES DE TAREFAS
1 – Identifique a amplitude (vales e cristas) e comprimento da onda. 2 – Determine a frequência. 3 - Como podemos associar o nosso experimento a uma onda sonora? 4 - Por que o sufista sempre surfa a crista da onda?

Fonte: Própria

O gerador ou máquina de ondas ilustra o movimento das ondas usando uma série de palitos de churrasco unidos por uma fita adesiva. Os palitos de churrasco devem ser fixados na fita adesiva de forma que seus centros coincidam com a linha central da fita. Em cada extremidade dos palitos, colocamos uma jujuba. A fita adesiva atua como um meio de transmissão, permitindo que a energia se propague de um palito para outro. Ao aplicarmos uma pequena perturbação em um dos palitos, observamos uma onda se propagar ao longo da estrutura, tornando a dinâmica visível (Figura IX).

Figura IX - Esquema do gerador ou máquina de ondas.



Fonte: Própria

Experimento VI – Compreendendo a propagação de uma onda.

O gerador ou máquina de ondas ilustra o movimento das ondas usando uma série de palitos de churrasco unidos por uma fita adesiva. Os palitos de churrasco devem ser fixados na fita adesiva de forma que seus centros coincidam com a linha central da fita. Em cada extremidade dos palitos, colocamos jujubas. A fita adesiva atua como um meio de transmissão, permitindo que a energia se propague de um palito para outro. Ao aplicarmos uma pequena perturbação em um dos palitos, observamos uma onda se propagar ao longo da estrutura, tornando a dinâmica visível.

O movimento do gerador simula o comportamento de ondas, como as ondas sonoras que viajam pelo ar ou as ondas eletromagnéticas que se propagam no vácuo. Essa analogia ajuda a visualizar como a energia se propaga em diferentes tipos de ondas (Figura X). A fita adesiva atua como um meio de transmissão, permitindo que a energia se propague de um palito para outro.

Observando o movimento dos palitos e jujubas, pode ajudar a entender de forma simples e divertida como a energia se propaga nas ondas sonoras.

Com este experimento, podemos visualizar e explorar diversos conceitos da ondulatórios, como reflexão, refração, interferência e ressonância. Ao variar a frequência e a amplitude das perturbações, observamos diferentes padrões de ondas e compreendemos os princípios básicos da propagação ondulatória.

Figura X – Um gerador de ondas construído.

Fonte: Própria

5 Ondas Sonoras e Instrumentos Musicais

Com o intuito de compreender o comportamento das ondas sonoras nos instrumentos musicais, propomos este experimento que relaciona a análise de um instrumento musical de percussão e a construção de um instrumento musical de sopro, uma flauta pan confeccionada com canos de PVC de 20 mm de espessura (Quadro VI). Pode-se observar como o som se comporta nas diferentes teclas do xilofone, compreender a relação entre as medidas das teclas com o som produzido, a altura (frequência) de cada tecla e som característico das mesmas. Na flauta pode observar a mesma relação entre os tamanhos dos tubos e o som produzido em cada tubo. Ao final o Aluno poderá ser capaz de compreender como o som é produzido em diferentes instrumentos musicais e como o tamanho e a forma de um objeto vibrante influenciam o som que ele produz.

Quadro VI – Experimentos com instrumentos musicais.

INSTRUMENTOS MUSICAIS
OBJETIVOS
Construir uma flauta utilizando um tubo de PVC e uma flauta PAN (com tubo de plástico).
MATERIAIS:
- Xilofones de brinquedos. - Cano de PVC. - Régua - Serra de corte - Rolhas
PROCEDIMENTOS:
Para construir e comparar os sons, propõe duas atividades (1) desvendando o xilofone e (2) criação do instrumento de sopro. Na primeira atividade. Distribua um xilofone para cada grupo. Peça aos alunos que toquem cada tecla e observem a variedade de sons produzidos. Depois, se for o caso sugira o uso de uma régua para medir o tamanho de cada tecla. E se possível use um aplicativo de afinação disponível na internet para identificar as notas musicais correspondentes. Pode-se, durante a medição do tamanho das teclas que eles anotem os valorem. Já para a segunda atividade, a criação de um instrumento de sopro, utiliza-se um cano de PVC de 1 metro e 20 mm de espessura, uma serra, lixa, rolhas e tinta de sua preferência. Para o corte e preparo, marca-se: no cano as medidas: 16,5 cm; 15 cm; 14 cm; 13 cm; 12 cm; 11 cm; 10 cm e 9 cm. Corte cuidadosamente os tubos e lixe as bordas. Se o Professor achar perigoso, pode levar os canos já cortados para evitar acidentes. Cada uma das extremidades dos tubos deve ser tampada com uma rolha. Cuidado para não inserir a rolha demais, pois isso altera o tamanho do tubo e o som produzido. Em seguidas os canos devem ser unidos com uma fita adesiva ou uma cola específica. Se o Professor desejar deve pintar os tubos nas cores de sua preferência. Observação: durante a união dos canos, deve organize-os os mesmos em ordem crescente de tamanho. Pronto, agora é brincar e produzir um som bem legal.
SUGESTÕES DE TAREFAS
1 - Qual a melhor maneira de assoprar nas aberturas dos tubos e produzir o som? 2 - Qual o tubo que produz a nota mais aguda e qual produz a nota mais grave? 3- Pesquise e explique o comportamento do ar dentro do tubo? 4- Quais tipos de Xilofone existem?

Fonte: Própria

Experimento VII – Tocando com um xilofone.

Manusear um xilofone e depois, com ajuda de uma régua se for o caso, identificando as diferenças entre as notas musicais (“dó, ré, mi, fá, sol, lá, se, dó”).

Experimento VIII – Construindo um instrumento musical.

Vamos construir um instrumento que consiste numa sequência de tubos abertos em uma das extremidades (fechado na outra extremidade) com comprimentos diferentes que geram acordes diferentes, para isso o aluno devera calcular o comprimento de cada tubo e confecciona-lo em tubos de PVC (polímero policloreto de vinila). O instrumento será a flauta pan. Depois de construído as flautas os alunos devem comparar os sons emitidos. Verificar, se desejar, uma mesma nota musical os sons produzidos por um xilofone e flauta.

O xilofone de brinquedo é uma ferramenta educativa para aprender sobre som e música. (Figura XI) Ao brincar com ele, os alunos podem explorar a relação entre o tamanho, a vibração e o som, além de desenvolver a coordenação motora e a musicalidade.

Figura XI – Xilofones, instrumentos musicais, sendo um com sete e outro com cinco acordes musicais.

Fonte: Própria

Se os xilofones forem diferentes, pode perceber que cada um tem sua própria sonoridade, mesmo tocando as mesmas notas. Isso se deve ao timbre, o que eles denominaram antes de som diferente. Depois, com a ajuda do professor de timbre, que é como uma “impressão digital” do som.

A flauta pan, conhecida também como flauta de pã ou flauta de cana, é um instrumento musical de sopro tradicionalmente feito de tubos de bambu ou cana (Figura XII). No entanto, utilizaremos tubos de PVC (tubos plásticos de Policloreto de Vinila). A flauta pan é composta por vários tubos de diferentes comprimentos, cada um produzindo um som específico. Ao sopram na flauta pan, na vertical, pode-se criar uma série de notas melodiosas (Figura XIII).

Figura XII - Ilustração da flauta pan construídas com canos de PVC.

Fonte: Pinterest

Figura XIII - Uma flauta Pan construídas com tubos de PVC.

Fonte: Própria

6 O Som e outras Características

Para visualizar a interação entre o som e a matéria, propõe uma atividade para visualizar a influência da voz humana sobre partículas sólidas. As observações são realizadas sobre o comportamento de granulados de brigadeiro (ou grânulos de sal) quando expostos a ondas sonoras. A ressonância será explorada através de um experimento com dois pandeiros de plástico. Ao produzir sons próximos ao recipiente com os granulados de brigadeiro ou grânulos de sal, pode-se observar as vibrações causadas pelas ondas sonoras, devido ao movimento dos granulados (Quadro VII). E a outra são dadas por dois pandeiros de plástico. Ao fazer um deles vibrar, o outro também vibrará, demonstrando como as ondas sonoras podem se propagar e amplificar.

Quadro VII – Experimentos com instrumentos musicais.

INSTRUMENTOS MUSICAIS
OBJETIVOS
Desenvolver uma experiência que permita visualizar a interação entre ondas sonoras em superfícies. Construir um experimento simples que capaz de demonstrar a ressonância, evidenciando a amplificação de ondas sonoras em sistemas físicos.
MATERIAIS:
- Pandeiros de plásticos ou de brinquedos - Bola de pingue pongue - Fio de pesca - Filme Plástico - Granulados de brigadeiro ou bolo - Vasilha ou tigela
PROCEDIMENTOS:
Como primeiro experimento, para a preparação estica bem o plástico filme sobre a abertura da tigela, garantindo que não haja dobras ou fendas. Espalha os granulados sobre o plástico. Para observação da voz, pede que cada Aluno fale com diferentes tons e volumes próximos à tigela. Ao observar como os granulados ou grânulos reagem a cada som, pode pedir que registrem como eles reagem a cada som. Para observação da música deve-se posicionar a caixa de som próxima à tigela e reproduz diferentes tipos de música e observar como os granulados ou grânulos se comportam com diferentes ritmos e frequências. Se possível, deve-se pedir que compare esses resultados com a observação da voz. Para o segundo experimento, relacionado à experiência com os pandeiros, para a montagem, fixe-os em hastes de madeira, na mesma altura e paralelos. Amarre a bolinha de ping pong na pele de um dos pandeiros, de modo que ela tenha liberdade de movimento. Para introduzir o conceito de ressonância, peça aos alunos que percutam um dos pandeiros (aquele sem a bolinha) com diferentes intensidades e observem o que acontece com o outro pandeiro. Pode-se variar a distância entre os pandeiros e repetir o experimento para observar como a intensidade da vibração do segundo pandeiro se altera conforme a distância.
SUGESTÕES DE TAREFAS
1 - Os grânulos formam padrões? 2 - Quais sons causam reações mais intensas? 3 – Já ouviu falar em ressonância? Explique 4 – Por que os granulados dançam quando produzimos sons próximo ao conjunto? 5 - A bolinha de ping-pong se move? Em quais situações a vibração é mais intensa? Por que a bolinha de ping-pong vibra quando um dos pandeiros é percutido? Perguntas mais específicas ajudam a obter respostas precisas.

Fonte: Própria

Experimento IX – Ondas sonoras se propagando: “Observando o som”.

O experimento consiste em observar o comportamento de partículas, que serão representadas por granulados para brigadeiro. Os granulados devem ser lançados em placas metálicas e submetidas a vários tipos de frequências sonoras. Para isso, os grupos vão utilizar tigelas pequenas e filme plástico. Ao colocar o filme plástico sobre a tigela, depois coloca-se os granulados de brigadeiros sobre plástico. O aparato ao interagir com fontes de som de diferentes intensidades produzidas por aparelhos eletrônicos, se observa que o granulados se movimentam. Ao verificar o comportamento dos granulados se tem a ideia de como as partículas que compõe o ar atmosférico se se comportam.

Experimento X – Ondas sonoras se propagando: A ressonância.

Para responder “Será que é possível ver uma onda sonora?” Propomos a criação de um instrumento sensível ao som. Para isso propomos a montagem de um sistema com dois pandeiros presos a hastes metálicas, em um dos pandeiros devemos prender com fita e fio de náilon uma bolinha de pingue pongue, como apresentamos na ilustração da Figura 15 que se encontra no guia de anexo a este material.

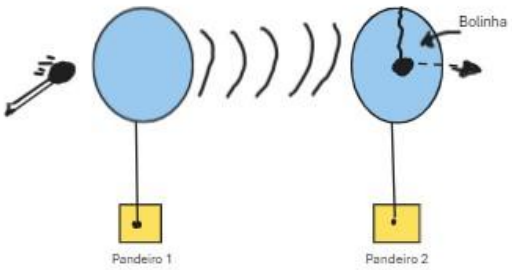
Como as ondas sonoras são, na verdade, perturbações que se propagam através de um meio, nesse caso, o ar. Assim, quando falamos ou tocamos uma música, produzimos essas perturbações, que viajam pelo ar até atingirem o plástico filme. (Figura XIV). Essa vibração é transmitida aos granulados, que se movimentam em resposta à energia recebida. Os diferentes tons e volumes da voz, assim como as diversas frequências da música, geram diferentes padrões de vibração no plástico. Esses padrões se refletem no movimento dos granulados, que podem formar desenhos e padrões característicos.

Figura XIV – Materiais que serão usados para permitir observar como se comportam as partículas devido a uma fonte sonora.

Fonte: Própria

Quando um pandeiro é percutido, ele vibra em uma determinada frequência. Essa vibração se propaga pelo ar e atinge o outro pandeiro, trata-se da transmissão de energia (Figura XV). Quanto à frequência natural, cada objeto possui uma, como uma corda de violão ou um copo de cristal. Quando um objeto é forçado a vibrar em sua frequência natural, ocorre o efeito da ressonância. Se a frequência da vibração do primeiro pandeiro coincidir com a frequência natural do segundo pandeiro, este último começará a vibrar com maior amplitude, amplificando o som. A bolinha de ping-pong serve como um indicador visual dessa vibração.

Figura XV - Esquema de pandeiros comunicantes.

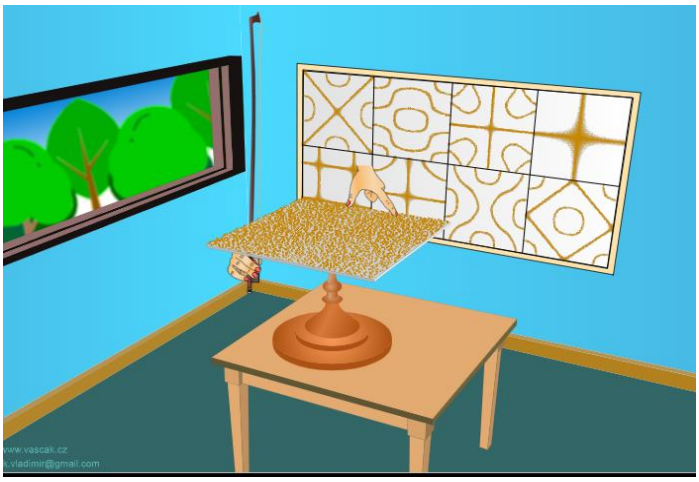


Fonte: Própria

Ao esticar um plástico filme sobre uma tigela e espalhar grânulos sobre ele, criamos um “tambor” simples. Quando produzimos um som, o plástico vibra e essa vibração é transmitida aos granulados s. Os granulados, por sua vez, vibram formando padrões que representam as áreas onde o som é mais intenso (compressões) e onde é mais fraco (rarefrações). É como se as ondas sonoras criassem “montanhas e vales” nos granulados ou grânulos. Para entender melhor esses padrões, podemos comparar com as figuras de Chladni. Ao vibrar uma placa metálica coberta com grânulos de sal, o sal se organiza em padrões específicos, revelando as diferentes regiões de vibração da placa. Para entender melhor, pode usar o experimento figuras de Chladni através do Vascak, ou seja, https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?f=kv_chladni&l=pt, em que neste experimento ao passar uma haste de um corda de violino em superfície suspensa que esta polvilhada de sal, ela passa a vibrar com a corda e produz figuras especificas (Figura XVI).

No experimento com os pandeiros, observamos o efeito da ressonância. Quando um pandeiro vibra, ele produz um som em uma determinada frequência. Se o outro pandeiro tiver a mesma frequência natural, ele também vibrará, amplificando o som. É como se os dois pandeiros estivessem "conversando" na mesma língua. A bolinha de ping-pong serve para visualizar essa vibração. Para se observar sugere-se o vídeo sobre ressonância https://www.youtube.com/watch?v=bmh7NseTF_w.

Figura XVI - Figuras de Chladni.



Fonte: https://www.vascak.cz/physicsanimations.php?l=pt

7 A Estratégia Experimental com uma Perspectiva Problematizadora

As ondas sonoras estão presentes em todas as esferas da nossa vida, desde a música até a comunicação. Ao explorar esse tema, os alunos poderão estabelecer conexões entre o conhecimento científico e suas experiências diárias.

Nesta proposta, buscamos tornar o ensino de ondas sonoras próximo da realidade dos alunos. Ao adotar a Estratégia Experimental com uma Perspectiva Problematizadora, pretende-se estimular a curiosidade e a investigação, além de desmistificar conceitos comuns e corrigir equívocos frequentemente encontrados no estudo das ondas.

Propomos uma maneira de ensinar ondas sonoras, numa estratégia que vá além da simples transmissão de informações. A ideia é estimular o raciocínio crítico e a curiosidade dos alunos através de perguntas: as problematizadoras e as norteadoras.

Em vez de apresentar os conceitos de forma pronta, propomos perguntas que instigam a reflexão. A partir dessas perguntas, realiza experimentos simples e promove debates em grupo. A ideia é que os alunos, trabalhando em conjunto, busquem as respostas, construindo seu próprio conhecimento.

Acreditamos que, ao explorar o tema das ondas sonoras de forma criativa e desafiadora, estaremos preparando nossos alunos para um futuro onde a capacidade de pensar criticamente e resolver problemas complexos é fundamental. Transformar aula de Física em um espaço de investigação e descoberta, onde os alunos são os protagonistas da sua própria aprendizagem

8 As Questões Iniciais e Norteadoras

Questões inicias e norteadoras desempenham funções distintas. Entender essa diferença é crucial para criar um ambiente de engajador e eficaz.

As questões iniciais, devem ser aquelas cujo objetivo é provocar o pensamento crítico, desafiam as ideias pré-concebidas e estimulam a busca por respostas. Pode-se dizer que suas características são (a) abertas: não possuem uma resposta única ou imediata; desafiadoras: provocam questionamentos e exigem reflexão; (c) e provocativas: estimulam a curiosidade e a vontade de investigar.

As questões norteadoras, tem o objetivo de guiar o aluno na direção do conhecimento, oferecendo pistas e direcionando a pesquisa. Suas características são: (a) fechadas: possuem uma resposta específica ou um conjunto limitado de respostas; (b) diretivas: indicam o caminho a ser seguido; e, (c) concretas: Relacionadas diretamente ao conteúdo em estudo

Tanto as questões iniciais quanto as norteadoras são ferramentas valiosas para o professor. Ao utilizá-las de forma estratégica, é possível criar um ambiente dinâmico e eficaz, onde os alunos serão protagonistas da sua própria aprendizagem.

Visando atender aos interesses e necessidades dos alunos, optamos por uma estratégia experimental e participativa. A divisão da turma em grupos é fundamental, pois estimula a troca de ideias durante os questionamentos. No entanto, se a turma for pequena e diante do desejo dos alunos, pode se propor por uma experiência unificada, adaptando uma determinada atividade experimental, em coletivo, envolvendo toda a turma.

9 Questões Inicias e Questões Norteadoras

SUGESTÕES DE QUESTÕES INICIAIS

Em um dia de chuvas ou tempestade percebemos o clarão e o ruído de relâmpago e um de um trovão, respectivamente, que chegam até nós. Chegam aos nossos olhos e ouvidos. Descreva como isso chega até nós, justifique sua resposta?

O que acontece com o nosso corpo quando é atingido por uma onda forte ao entrar no mar?

O que acontece quando estou perto de um paredão e meu corpo treme e meus cabelos voam com as batidas do som. Por que será que isso acontece? O que esse evento tem em termos de ondas (tipos)?

Quando você envia uma mensagem para um amigo, ela chega quase instantaneamente. Essa mensagem viaja do seu celular até o celular do seu amigo. Qual o papel das antenas espalhadas na cidade e como elas se "comunica" com o seu celular para enviar a mensagem?

SUGESTÕES DE QUESTÕES NORTEADORAS

• Como você define uma onda?
• Qual a característica principal de uma onda?
• E o que ocorre se você estiver na parte mais profunda após a rebentação das ondas?
• O que é som e ele pode transportar matéria?
• O que é o som?
•Porque o som é uma onda mecânica?
• No espaço é possível ter som?
• Será que é possível ver umas ondas sonora?
• Por que se reconhecem diferentes notas musicais em um xilofone?
• O que diferencia a produção de cada nota?"
•Como se reconhece a diferença de um som produzido, considerando a mesma nota musical?
• Qual a diferença entre altura e volume de um som?
• Quais diferenças entres as rádios que existem na sua cidade?
• Como podemos diferenciar o som emitido por um piano de uma flauta?
• O som pode arrastar algum objeto?
• O som pode se propagar no vácuo?
• Quando você está assistindo um filme ou ouvindo com o som muito alto o que seu Pai/Mãe diz?
• Por que se reconhecem diferentes notas musicais em um xilofone?
• O que diferencia a produção de cada nota?

10 Considerações Finais

Considerando a concepção freireana, em que se valoriza o diálogo e a construção conjunta do conhecimento, podemos dizer que, a estratégia proposta pode contribuir para a formação dos alunos. A experimentação através de questionamentos pode estimular a investigação, a reflexão e a construção de significados, além de desenvolver habilidades como: o trabalho em equipe e a própria autonomia do aluno (FREIRE, 2021; CAMPOS et al., 2012; MONTEIRO e TEIXEIRA, 2004).

Em um ensino experimental através de questões pode ser um ponto de partida para motivar os alunos e direcionando suas reflexões ou investigações.

Considerando o exposto, a aplicação de atividades experimentais sob uma perspectiva problematizadora, através do uso de questões, emerge como uma opção viável para contextualizar fenômenos físicos em diversos cenários e enfrentar desafios específicos. Isso proporciona aos alunos a oportunidade de expressar suas ideias, lidar com dificuldades durante a construção do conhecimento e explorar habilidades.

Referências

CAMPOS B. S.; FERNANDES S.A.; RAGNI A. C. P. B., SOUZA N. F. Física para crianças: abordando conceitos físicos a partir de situações-problema. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p. 1402-1- 1402-15, 2012.

CARVALHO, A. M. P.; BARROS, M. A.; GONÇALVES, M. E. R.; REY, R. C.; VANNUCCHI, A. I., **Conhecimento Físico no Ensino Fundamenta**l. São Paulo, Editora Scipione, 1998.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro-São Paulo: Paz e Terra, 2021.

MONTEIRO, M. A. A.; TEIXEIRA; O. P. B. Propostas e avaliação de atividades de conhecimento físico nas séries iniciais do ensino fundamental. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, n. 1, p. 65-82, 2004.