

Produto Educacional submetido ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) como requisito necessário para obtenção do título de Mestre de Ensino de Física. Orientador: Prof. Dr. Luizdarcy Matos Castro
Coorientador: Prof. Dr. Carlos Takiya

**O QUE É O SOM?
APLICAÇÃO DE UMA UEPS
NA ABORDAGEM DE ENSINO
DAS ONDAS MECÂNICAS NO
9º ANO DO ENSINO
FUNDAMENTAL**

EDVAN SOUZA PEREIRA



UESB
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO SUDOESTE DA BAHIA

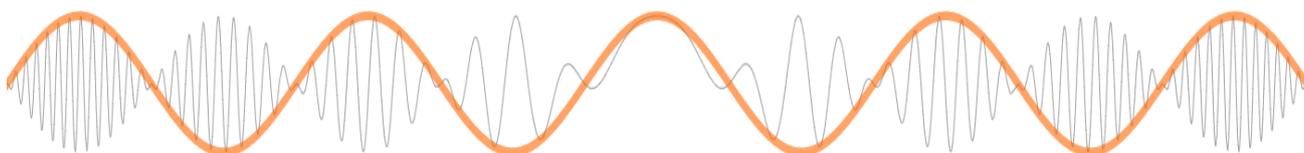


SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA



PRODUTO EDUCACIONAL

O QUE É O SOM? APLICAÇÃO DE UMA UEPS NA ABORDAGEM DE ENSINO DAS ONDAS MECÂNICAS NO 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL



Produto Educacional submetido ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) como requisito necessário para obtenção do título de Mestre de Ensino de Física. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Orientador: Prof. Dr. Luizdarcy Matos Castro
Coorientador: Prof. Dr. Carlos Takiya

Edvan Souza Pereira

Vitória da Conquista – Bahia
Outubro de 2023

A(O) PROFESSOR(A)

Caro(a) Professor(a),

Compartilho aqui uma abordagem pedagógica como alternativa no ensino de ondas mecânicas, com ênfase em ondas sonoras. Este método, fundamentado na teoria do Aprendizado Significativo de David Ausubel e nas Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), propostas por Marco Antonio Moreira, visa transformar a sala de aula em um ambiente dinâmico, centrado no estudante, promovendo uma compreensão profunda e duradoura dos conceitos.

A sequência didática inicia-se respeitando os conhecimentos prévios dos estudantes, reconhecendo a importância de partir de suas experiências individuais. Esta abordagem contribui não apenas para a construção de uma ponte entre o conhecimento cotidiano e o científico, mas também para o estabelecimento de uma base sólida para a aprendizagem significativa.

A fase seguinte consiste na aplicação de experimentos simples, projetados para envolver os estudantes de maneira ativa e investigativa. A manipulação prática dos conceitos teóricos proporciona uma compreensão mais profunda, estimulando a curiosidade e a participação ativa dos alunos no processo de aprendizado.

Com isso, buscamos promover uma aproximação entre a teoria e a prática, incentivando a aplicação dos novos conhecimentos adquiridos na resolução de questões-problema. Essa prática contribui para a formação de um pensamento crítico e reflexivo, habilidades fundamentais para o desenvolvimento acadêmico e pessoal dos estudantes. Ao incorporar elementos práticos e teóricos, a sequência didática busca instigar a intencionalidade do aluno em seus estudos, fomentando o interesse pela aprendizagem contínua.

A avaliação somativa, parte integrante desta abordagem, é concebida não como uma medida arbitrária do desempenho, mas como uma ferramenta para verificar o progresso e identificar áreas que requerem reforço. Valoriza-se o saber do aluno, reconhecendo a diversidade de habilidades e formas de expressão do conhecimento.

Em resumo, esta abordagem propõe um ambiente de aprendizado, na qual o estudante é protagonista de sua própria educação, desenvolvendo não apenas conhecimentos, mas também habilidades essenciais para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo.

Prof. Edvan Souza Pereira

SUMÁRIO

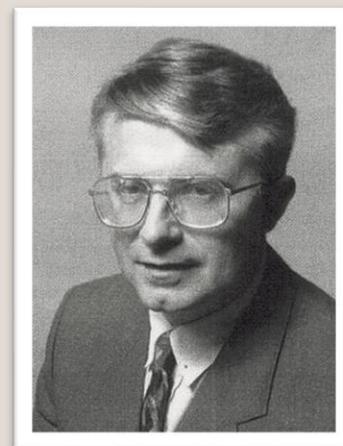
INTRODUÇÃO	04
SOBRE A SEQUÊNCIA DIDÁTICA	07
PROGRAMAÇÃO	08
1º PASSO – TEMA GERADOR	09
2º PASSO – LEVANTAMENTO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS.....	10
3º PASSO – SITUAÇÃO-PROBLEMA EM NÍVEL INTRODUTÓRIO PARA ACORAR O NOVO CONHECIMENTO	11
4º PASSO – EXPOSIÇÃO DO CONTEÚDO DESTACANDO OS ASPECTOS MAIS GERAIS A PARTIR DA DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA	15
5º PASSO – RETOMAR OS ASPECTOS MAIS GERAIS EM NÍVEIS MAIS ALTOS DE COMPLEXIDADES	18
6º PASSO – CONCLUSÃO DA UEPS – RETOMAR AS CARACTERÍSTICAS MAIS RELEVANTES DO CONTEÚDO BUSCANDO A RECONCILIAÇÃO INTEGRATIVA	24
7º PASSO – AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM POR MEIO DA UEPS	27
8º PASSO – AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM POR MEIO DA UEPS	28
REFERENCIAS	29

INTRODUÇÃO

O ensino de física no ensino básico e médio enfrenta inúmeros desafios que impactam diretamente o aprendizado dos estudantes. Essa disciplina é frequentemente vista como complexa e abstrata, o que pode desencadear dificuldades de compreensão, desmotivação e até mesmo rejeição por parte dos alunos. Buscando contornar esses obstáculos, serão explorados novos métodos didáticos, baseado na teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, nas Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) de Moreira (2011).

Nesse contexto, a proposta da aprendizagem significativa de Ausubel emerge como uma alternativa eficaz. Esse autor propõe que o aprendizado ocorre de maneira mais efetiva quando novas informações estão relacionadas de maneira substantiva com o conhecimento prévio do aluno. Tal abordagem não apenas reconhece a importância dos saberes prévios, como também busca integrar os novos conhecimentos de forma a criar um significado mais profundo.

As Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), segundo Moreira (2011), são uma abordagem pedagógica construtivista que busca tornar o ensino de ciências nos anos finais do ensino fundamental mais envolvente e significativo. As etapas de uma UEPS consistem em: 1) seleção de um tema gerador, que seja relevante e desperte o interesse dos alunos; 2) identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema, valorizando suas ideias e saberes prévios; 3) Situação-problema em nível introdutório para ancorar o novo conhecimento; 4) Exposição do conteúdo destacando os aspectos mais gerais a partir da diferenciação progressiva; 5) Retomar os aspectos mais gerais em níveis mais altos de complexidades; 6) Conclusão da UEPS – retomar as características mais relevante do conteúdo buscando a reconciliação integrativa; 7) Avaliação da aprendizagem por meio da UEPS; 8) Avaliação da UEPS. Ao seguir essas etapas, a abordagem das UEPS possibilita um ensino de ciências mais participativo e efetivo,



David Ausubel (1918-2008) foi um psicólogo norte-americano, graduado em medicina psiquiátrica, professor emérito da Universidade de Columbia, em Nova York. Dedicou sua carreira acadêmica à psicologia educacional onde suas contribuições à psicologia da aprendizagem significativa tiveram um impacto duradouro no campo educacional. Sua abordagem destacou a importância da conexão do novo conhecimento com o conhecimento prévio do aluno para promover uma aprendizagem mais efetiva e duradoura

promovendo o desenvolvimento de habilidades críticas e científicas nos estudantes.

O aprendizado significativo das ondas mecânicas no 9º ano do ensino fundamental desempenha um papel crucial na formação dos estudantes, proporcionando uma compreensão sólida e contextualizada de fenômenos presentes em nosso cotidiano e na natureza. Nessa etapa do ensino, as ondas mecânicas constituem um tema relevante, uma vez que estão presentes em diversos aspectos do nosso dia a dia, como o som, os terremotos e as ondas na água. Ao abordar esse conteúdo de forma significativa, os alunos são instigados a perceber as conexões entre a teoria e a prática, estabelecendo relações entre os conceitos aprendidos em sala de aula e as vivências do mundo real.

Trabalhar com experimentos é uma necessidade essencial para promover um aprendizado efetivo sobre ondas mecânicas. Através da experimentação, os estudantes têm a oportunidade de vivenciar, observar e analisar esses fenômenos em situações concretas, o que fortalece a compreensão dos conceitos teóricos. Experimentos com ondas em cordas, molas e sua geração em simuladores, por exemplo, permitem que os alunos visualizem e interpretem os comportamentos característicos das ondas, auxiliando na internalização do conhecimento e no desenvolvimento do pensamento científico.

A compreensão das ondas mecânicas traz uma base essencial na formação do aluno aprimorando sua visão e leitura de mundo. Ao compreender esses fenômenos, os estudantes tornam-se capazes de interpretar e analisar diversos acontecimentos da natureza e da sociedade que envolvem a propagação de ondas, como a disseminação de informações através de ondas eletromagnéticas em dispositivos eletrônicos e as oscilações que ocorrem em sistemas vibratórios presentes em equipamentos tecnológicos. Essa compreensão amplia a percepção dos alunos sobre o funcionamento do mundo à sua volta, estimulando-os a questionar e investigar fenômenos que antes poderiam passar despercebidos.



Marco Antonio Moreira é Licenciado em Física (1965) e Mestre em Física (1972) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)/Brasil e Doutor em Ensino de Ciências (1977) pela Cornell University/USA. Foi professor do Instituto de Física da UFRGS de 1967 a 2012, quando aposentou-se como Professor Titular.

Moreira é conhecido por sua contribuição significativa para a teoria da aprendizagem significativa. Ele tem vários artigos e trabalhos publicados sobre aprendizagem significativa, mapas conceituais, modelos mentais, ensino de ciências, entre outros.

Ele ocupou várias posições acadêmicas e profissionais ao longo de sua carreira. Suas áreas de interesse são o ensino de ciências e a pesquisa em ensino de ciências, particularmente Física. Dedicou-se também a teorias de aprendizagem, especialmente a da aprendizagem significativa. Além disso, atua em filosofia da ciência, metodologia da pesquisa em educação e metodologia do ensino superior.

Em reconhecimento ao seu trabalho, Moreira recebeu o título de Professor Emérito da UFRGS. Ele continua a ser uma figura influente na área de ensino de ciências e aprendizagem significativa.

Além disso, o aprendizado significativo das ondas mecânicas é uma base essencial para a compreensão de conteúdos avançados da Física, como a óptica, a acústica, a física moderna e a física das partículas. Esses conteúdos apresentam uma maior complexidade e requerem uma compreensão sólida dos princípios das ondas, uma vez que os fenômenos ondulatórios estão intrinsecamente relacionados a essas áreas da Física. Portanto, a compreensão das ondas mecânicas no 9º ano do ensino fundamental capacita os alunos para enfrentarem conteúdos mais avançados em etapas posteriores da educação, estimulando o interesse pelas ciências exatas e favorecendo a formação de cidadãos críticos, futuros cientistas, engenheiros e profissionais da área tecnológica.

Veja mais sobre o trabalho
de moreira aqui



<http://moreira.if.ufrgs.br/>

SOBRE A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Este trabalho expõe uma sequência didática baseada nas UEPS de Antônio Moreira, com foco em experimentos para o ensino de ondas mecânicas no 9º ano do ensino fundamental.

O objetivo de ensino desta sequência é explorar métodos didáticos potencialmente significativos a serem aplicados aos alunos, através de processos lúdicos e investigativos, a fim de capacitá-los na compreensão dos conceitos básicos sobre ondas mecânicas, para isso, serão abordados os seguintes pontos:

- O reconhecimento de uma onda mecânica;
- O reconhecimento dos tipos de ondas mecânicas;
- A compreensão sobre os formatos de uma onda bem como sua propagação;
- A compreensão do período, frequência, amplitude e comprimento de uma onda;
- A compreensão matemática das relações entre período, frequência, comprimento e velocidade de uma onda.
- Reconhecer uma curva senoidal como uma representação pictórica de uma onda.
- Reconhecer o som como a manifestação de uma onda;
- Reconhecer a altura de uma onda sonora;
- Compreender as medições dos níveis de intensidade sonora.

O procedimento metodológico utilizado, busca, além de seguir os passos de uma UEPS, enfatizar o ensino investigativo, levando o aluno a observar os experimentos, expor seu ponto de vista, fazerem anotações e responderem questões sugeridas pelo professor durante as aulas.

A sequência aborda os seguintes experimentos:

- Ondas geradas em cordas e em uma mola slink;
- Observação de ondas unidimensionais em um simulador Phet.
- Observações de ondas sonoras em simuladores Phet.
- Uso do aplicativo Phyphox para cálculo da frequência e velocidade do som.
- Uso do aplicativo Phyphox para medidas do nível de intensidade de uma onda sonora

Os objetivos de cada experimento serão discriminados ao longo das metodologias de cada parte desta sequência.

PROGRAMAÇÃO

AULAS	PASSOS	DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES
1ª aula 2ª aula	1º e 2º passos: Definição do tema e levantamento dos conhecimentos prévios (subsunçores)	<ul style="list-style-type: none"> • Levantamento do tema • Aplicação de questionário para levantamento dos conhecimentos prévios; • Construção de mapa mental.
3ª aula	3º passo: Situação-problema em nível introdutório para ancorar o novo conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> • Situação-problema: <ul style="list-style-type: none"> ○ O que é uma onda? ○ Por que o som é uma onda? ○ Estudo das ondas mecânicas <ul style="list-style-type: none"> ▪ Gerando ondas em cordas e em uma mola slink.
4ª aula 5ª aula 6ª aula	4º passo: Exposição do conteúdo destacando os aspectos mais gerais a partir da diferenciação progressiva	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação do vídeo “O que é uma Onda?” • Estudo das ondas com o simulador Phet • Explicação teórica sobre as ondas mecânicas
7ª aula 8ª aula 9ª aula	5º passo: Retomar os aspectos mais gerais em níveis mais altos de complexidade	<ul style="list-style-type: none"> • Investigando a natureza ondulatória do som <ul style="list-style-type: none"> ○ Experimento com dois diapasões ○ Estudo das ondas sonoras com o simulador Phet ○ Estudo da frequência sonora ○ Análise de ondas sonoras ○ Vídeo Teste de Audição divertida
10ª aula 11ª aula	6º passo: Conclusão da UEPS - retomar as características mais relevantes do conteúdo buscando a reconciliação integrativa.	<ul style="list-style-type: none"> • Estudo das ondas no aplicativo PhyPhox <ul style="list-style-type: none"> ○ Velocidade da onda sonora ○ Nível de intensidade da onda sonora
12ª aula 13ª aula	7º passo: Avaliação da aprendizagem por meio da UEPS	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação de avaliação escrita; • Construção de um mapa conceitual
	8º passo: Avaliação da UEPS:	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliação da sequência pelos alunos • Avaliação da UEPS baseada nas análises de dados.

1º PASSO – TEMA GERADOR

OBJETIVOS

Apresentar o Tema Gerador “O que é o som? Um estudo das Ondas Mecânicas” de maneira envolvente e motivadora, explorando um vídeo que aborde uma problemática para despertar o interesse dos alunos.

METODOLOGIA

A aula será iniciada com a exposição do vídeo “**Som alto no fone de ouvido ameaça a audição dos jovens**” como organizador prévio. Sem entrar em detalhes sobre a natureza do som ou das ondas mecânicas, o professor deverá conduzir os alunos a refletirem sobre a importância do estudo do som e como isso pode ser feito.

1º passo da UEPS:

Definir o tópico específico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais tais como aceitos no contexto da matéria de ensino na qual se insere esse tópico.

Acesse aqui o vídeo Som alto no fone de ouvido ameaça a audição dos jovens.



O que é um organizador prévio?

Estes organizadores servem como ponte entre o novo conhecimento e os subsunçores do aprendiz ao serem considerados como materiais introdutórios mais generalizados, que buscam dar uma visão básica conceitual e significativa do novo conhecimento

2º PASSO – LEVANTAMENTO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS

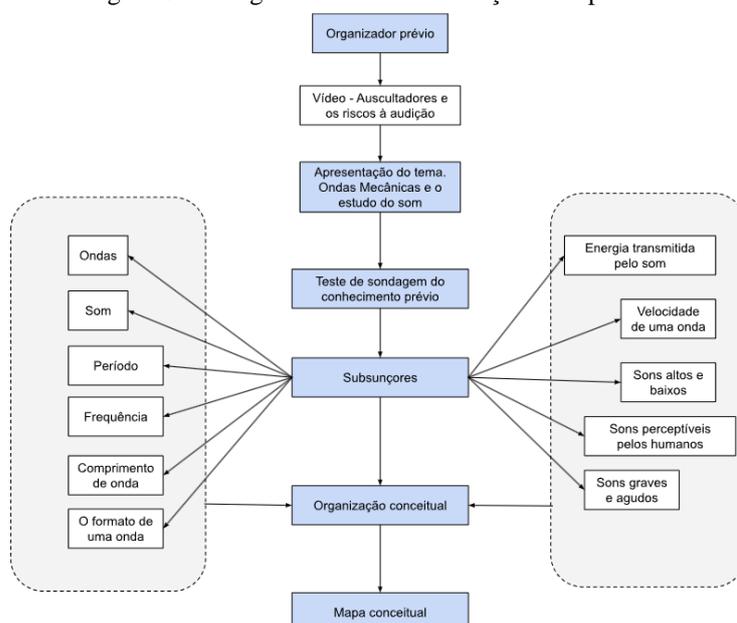
OBJETIVOS

- Identificar e compreender os conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema a ser abordado na unidade, a fim de adaptar o processo de ensino para melhor atender às necessidades individuais e construir o processo de ensino-aprendizagem a partir dessas bases.

METODOLOGIA

- Deverá ser distribuído aos alunos o questionário de levantamento dos conhecimentos prévios para que possam responder as perguntas dentro do seu rol de conhecimento. Os alunos deverão ser incentivados a não se preocuparem com a precisão nesse momento, mas sim em registrar tudo o que lhes vem à mente.
- Ao término do questionário, os alunos deverão fazer um mapa mental, baseando-se nas suas respostas e conhecimentos acerca do conteúdo abordado.
- Os alunos agora deverão ser convidados a compartilhar brevemente o que responderam e as principais ideias apresentadas deverão ser escritas no quadro.

Figura 01 - Diagrama relacional das ações nos passos 1 e 2.



Fonte: O autor (2023).

2º passo: Criar/propor situação-problema, que leve o aluno a externalizar seu conhecimento prévio, aceito ou não-aceito no contexto da matéria de ensino, supostamente relevante para a aprendizagem significativa do tópico (objetivo) em pauta.

O que é subsunção?

Em termos simples, subsunção é o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto. (Moreira, 2012)

Encontre aqui mais informações sobre o aprendizado significativo e subsunções.



http://moreira.if.ufrgs.br/oque_eafinal.pdf

Acesse aqui o questionário de levantamento de dados



MATERIAIS UTILIZADOS

- Atividades impressas
- Quadro de piloto
- Piloto
- Apagador

3º PASSO – SITUAÇÃO-PROBLEMA EM NÍVEL INTRODUTÓRIO PARA ANCORAR O NOVO CONHECIMENTO

3º passo: Propor situações-problema, em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, que preparem o terreno para a introdução do conhecimento (declarativo ou procedimental) que se pretende ensinar.

OBJETIVO

Introduzir conceitos que norteiam a compreensão das ondas mecânicas, usando experimentos práticos para demonstrar a formação das ondas em cordas e molas. O intuito é de levar os alunos a observarem e analisem o comportamento dessas ondas como a geração de um pulso, sua amplitude, comprimento de onda, velocidade, frequência de forma qualitativa, bem como perceber a necessidade de um meio material para a propagação de uma onda e o que ela transporta.

METODOLOGIA

1 – Estudando as ondas

Nesta etapa os alunos deverão ser instigados a estudar os fenômenos ondulatórios de forma investigativa observando ondas sendo geradas em cordas e molas.

Como organizador prévio do conhecimento, introduza situações problemas referentes ao som os quais devem ser discutidos em sala de aula com os alunos.

Situações problemas:

- Seria o som uma onda?
- Como podemos fazer para estudar uma onda?

Esses questionamentos servirão de base para justificar o estudo de ondas, pois só assim seria possível compreender a natureza ondulatória do som. Assim a aula continua com a exposição de dois experimentos simples que consistem em gerar ondas e observar seu comportamento.

2. Gerando ondas

Neste momento os alunos observarão ondas sendo gerada em dois experimentos diferentes na seguinte sequência:

- Ondas geradas em uma corda.
- Ondas formadas em uma mola “slink”.

Figura 02 – Mola slink.



Fonte: O autor (2023).

Durante cada uma das etapas dos experimentos (Figura 03), os alunos deverão observar as características e comportamento das ondas formadas nos diferentes materiais e responderem as questões no documento ATIVIDADE EXPERIMENTAL – GERANDO ONDAS EM CORDAS E MOLAS proposto pelo professor.

Figura 03 – Gerando ondas em corda. Fonte



O autor (2023).

No primeiro experimento deve-se enfatizar:

- A propagação da onda mecânica: levar os alunos a perceberem que as ondas mecânicas são transportadas através de meios materiais. Devem perceber ainda o sentido do meio material, que no caso é o material da corda;
- O pulso de uma onda: Buscar a percepção, que a energia do movimento do braço da pessoa que manuseia a corda, é transferida ao longo da corda em um pulso de onda.

Encontre aqui a atividade:



- Sua dimensão: Levá-los a perceber sua propagação unidimensional por se mover em uma única dimensão.
- O formato da onda: Levar os alunos a observarem o formato sinuoso das ondas em corda para posteriormente compará-los com o formato de outras ondas.
- As ondas transversais: Levar à percepção do tipo de formação de ondas em cordas trabalhando o conceito de ondas transversais.
- A onda não transporta matéria: com auxílio de uma pequena argola, ou outro objeto que possa ser envolvido em um dos pontos da corda, deixando-o livre para se movimentar ao longo dela, levar o aluno a perceber que a onda não transporta matéria.
- A amplitude da onda: Levar os alunos a perceberem a variação da altura de uma onda e sua relação com a energia de um pulso.
- O comprimento de onda: Levar os alunos a perceberem que o tamanho da onda é seu comprimento.
- A frequência de uma onda: Por meio da contagem aproximada da quantidade de ondas geradas por unidade de tempo trabalhar nos alunos o conceito inicial de frequência.
- O período da onda: Trabalhe com os alunos o problema de ter que conhecer o tempo necessário para cada pulso de onda ocorrer. (Os alunos devem ser orientados a usarem o cronômetro do celular para tentar definir isso na prática).

Verifique se os alunos possuem bem definidos os subscritores dimensões, em caso negativo esse deve ser previamente trabalhado para gerar entendimento.

Busque a ideia de que as partículas da corda não se movimentam no sentido de propagação da onda

Gere ondas consecutivas na corda e leve os alunos a perceberem a distância entre elas.

Gere 10 ondas com períodos constantes e peça aos alunos para medir o tempo de duração. Desafie os alunos a descobrir a quantidade de ondas geradas em cada segundo. Repita o processo mais de uma vez e encontre uma média do resultado.

Na Figura 05 temos um frame de vídeo em câmera lenta capturada por uma aluna. Para determinar experimentalmente o comprimento e a amplitude da onda foram usados o piso da sala como referência. Vemos na imagem que a onda possui comprimento de aproximadamente quatro pisos e amplitude de aproximadamente $\frac{1}{2}$ piso.

Fig. 04 – Alunos fotografando uma onda em uma mola slink.



Fonte: O Autor (2023).

Figura 05 – Onda em uma mola slink.



Fonte: O Autor (2023).

No segundo experimento deve-se enfatizar:

- A reflexão das ondas: Levar os alunos a perceberem o fenômeno de reflexão.
- A formação de ondas longitudinais: Mostrar a formação de ondas longitudinais em molas.
- Interferência de ondas: Mostrar o comportamento das ondas ao se cruzarem na mola.

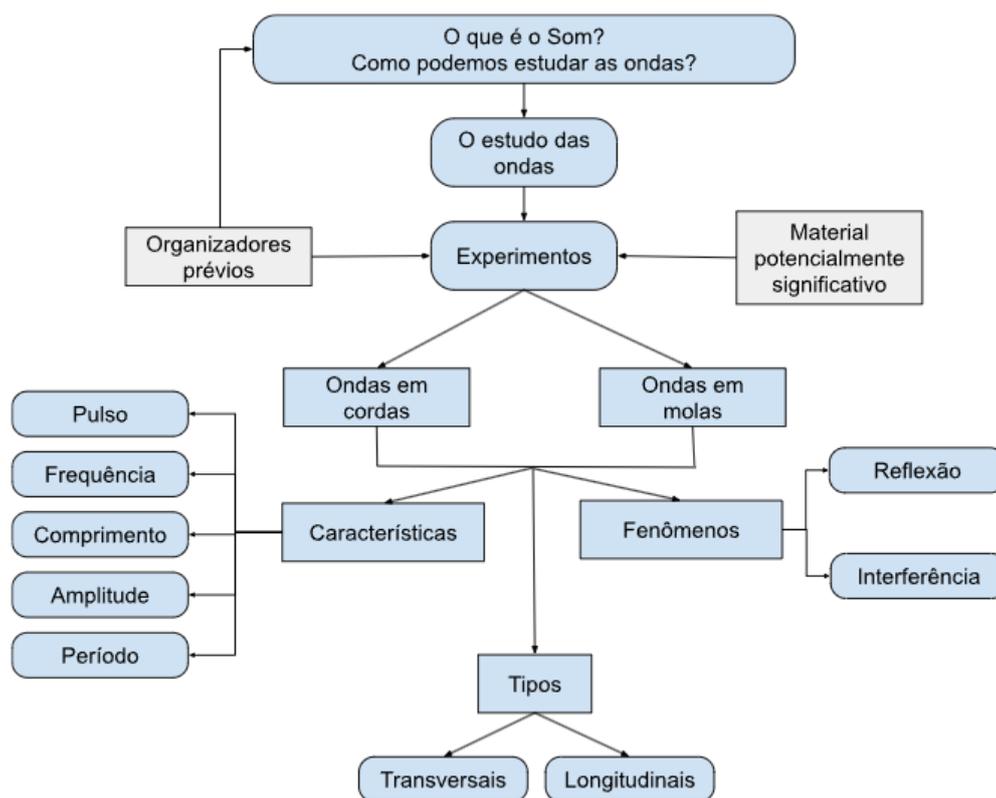
Na mola slink, as ondas se propagam com menos amortecimento, sendo mais perceptível sua propagação e reflexão

3. Discussão e Análise

A turma deverá compartilhar suas observações e conclusões sobre o experimento com as cordas. A discussão deverá ser guiada pelo professor buscando novamente evidenciar os conceitos de amplitude, comprimento e frequência da onda.

A mola slink proporciona a formação de ondas longitudinais de forma satisfatória. Os alunos devem ser levados a descobrirem as similaridades e diferenças entre as ondas gerada na corda e na mola slink.

Fig. 06 – Diagrama relacional do passo 3 .



Fonte: O autor (2023).

Veja aqui um vídeo da interferência de ondas geradas em uma mola slink.



MATERIAIS UTILIZADOS

- Celulares
- Quadro de piloto
- Piloto
- Apagador
- Mola slink
- Corda de Nylon
- Formulário de atividades experimentais

4º PASSO – EXPOSIÇÃO DO CONTEÚDO DESTACANDO OS ASPECTOS MAIS GERAIS A PARTIR DA DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA

OBJETIVO

Explorar as características das ondas unidimensionais mecânicas por meio do uso de um simulador, apresentação de conceitos matemáticos e realização de atividades práticas.

METODOLOGIA

Introdução

A aula deve ser iniciada com a entrega ao aluno da ATIVIDADE EXPERIMENTAL – ONDAS NO SIMULADOR PHET, onde encontrarão questionamentos ao longo das explicações propostas. Em seguida haverá a apresentação do vídeo “O que é uma onda?” e logo após a leitura do texto “Boas vibrações”.

Na sequência, os alunos serão questionados sobre o que compreenderam e a aula seguirá. Em uma breve discussão o professor deverá anotar no quadro as palavras de destaque apresentadas pelos alunos.

Retomando o tema das ondas mecânicas, conforme estudos já realizados, deverá ser explicado ao aluno que será utilizado um simulador PhET para observar e explorar as características das ondas.

Exploração com o Simulador

Para esta atividade será usado o simulador Phet **Ondas em cordas**. Com a tela do simulador projetada, os alunos serão instruídos a reconhecer as ondas em cordas sendo simulada (Figura 07). Devem ser retomadas as observações dos experimentos das aulas anteriores criando situações para observação da variação da frequência, amplitude e comprimento de onda bem como suas relações.

4º passo: Apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, i.e., começando com aspectos mais gerais, inclusivos, dando uma visão inicial do todo, do que é mais importante na unidade de ensino, mas logo exemplificando, abordando aspectos específicos;

Encontre aqui esta atividade do aluno



Veja o vídeo em questão aqui.



No link abaixo você encontra esse simulador Phet



Figura 07 – Tela do simulador de ondas em cordas Phet.



Fonte: O autor (2023).

Situações problema:

O que ocorre com a frequência se mudarmos o período e/ou o comprimento de onda?

Existe alguma relação entre a frequência e a velocidade de uma onda?

Como descobrir a velocidade de uma onda?

O aluno deve ser instigado a descobrir qual as relações entre as características da onda, bem como tentarem encontrar uma maneira de calcular a velocidade da onda usando os conceitos de frequência, comprimento e período. Deve-se usar uma situação de movimento das ondas no simulador Phet para análise junto com os alunos.

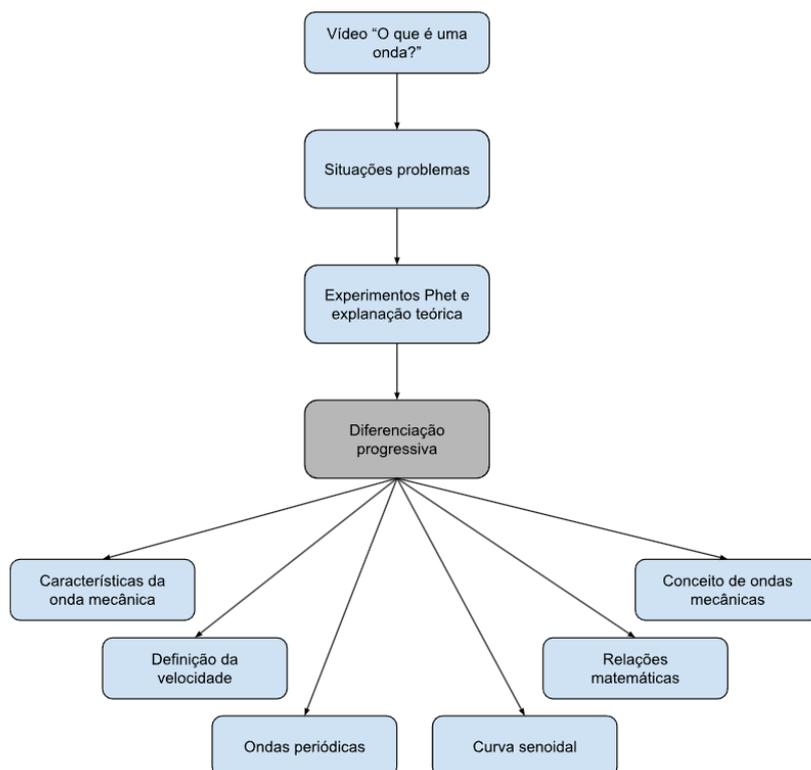
É importante que o aluno tente chegar em uma resposta antes do professor gerar intervenções. Os erros no raciocínio do aluno devem ser valorizados antes de uma apresentação correta do conceito.

Esse e outros questionamentos devem ser realizados com o auxílio da atividade recebida pelo aluno, onde estão propostas atividades a serem feitas baseadas nas observações realizadas durante a simulação. Ao término, espera-se que o aluno tenha compreendido as relações entre comprimento de onda, período e frequência, bem como ter entendido o conceito da velocidade que depende do comprimento de onda e de sua frequência ou período.

3. As ondas Mecânicas – explicação teórica

Os conteúdos a respeito das definições e conceitos das ondas mecânicas devem ser apresentados neste momento. Deverão ainda ser abordadas as relações matemáticas entre frequência e período, bem como a velocidade da onda com seu comprimento e período.

Figura 08 – Diagrama relacional do passo 4.



Fonte: O autor (2023).

MATERIAIS UTILIZADOS

- Projetor
- Quadro de piloto
- Piloto e apagador
- Notebook
- Relatório de participação do aluno.
- Caixa de som

5º PASSO – RETOMAR OS ASPECTOS MAIS GERAIS EM NÍVEIS MAIS ALTOS DE COMPLEXIDADES

5º passo: Apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, i.e., começando com aspectos mais gerais, inclusivos, dando uma visão inicial do todo, do que é mais importante na unidade de ensino, mas logo exemplificando, abordando aspectos específicos.

OBJETIVO

Proporcionar no aluno um aprofundamento nos conhecimentos sobre ondas, por meio da investigação do som como uma manifestação de uma onda mecânica.

METODOLOGIA

Investigando a natureza ondulatória do som.

Experimento com dois diapasões

Com o uso de dois diapasões (Figuras 09 e 10), posicione-os a uma pequena distância um do outro. Ao gerar o som em um dos diapasões o outro começa a vibrar. Para que seja perceptível a vibração do segundo diapasão deve-se segurar o primeiro, com o intuito de silenciar sua emissão sonora, ficando só o segundo emitindo o som. Outra maneira de verificar a vibração do segundo diapasão é posicionar sobre ele uma bolinha de isopor ou papel. Essa bolinha deve estar pendurada por uma linha fina e leve em um suporte, formando assim um pêndulo. A ideia é que a bolinha receba as vibrações do segundo diapasão e se movimente, acusando assim sua vibração.

O nível de ruído sonoro da sala de aula pode atrapalhar o experimento no primeiro caso. Mas com um pouco de silêncio se torna exitoso.

Figura 09 – Diapasão com pêndulo.

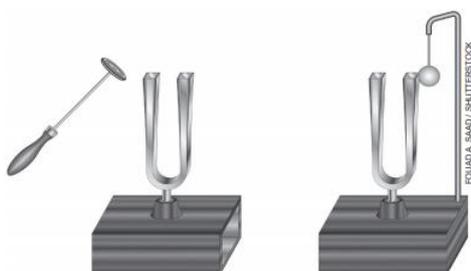
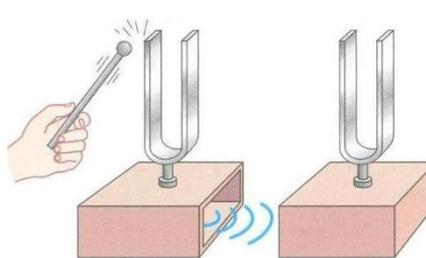


Figura 10 – Diapasão com caixa acústica.



Fonte:

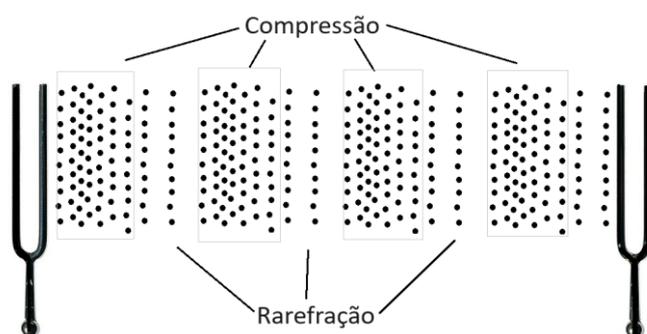
<https://docplayer.com.br/113869078-A-fisica-atraves-de-experimentos-volume-ii-termodinamica-ondulatória-e-optica.html>

Fonte:

<https://www.tutorbrasil.com.br/forum/viewtopic.php?t=93924>

Ao ser golpeado, o diapasão oscila para frente e para trás em uma mesma direção. Esse movimento por si já remete a formação de pulsos longitudinais no ar em sua volta. Aliado a isso, temos a transferência de energia de um diapasão para o outro, o que promove a vibração no segundo diapasão, porém com menos intensidade, visto que a energia inicial se dissipa em todas as direções. Essa transferência de energia é algo que ocorre através de ondas, mas as ondas precisariam se propagar por um meio. Neste caso, as partículas do ar em volta do diapasão recebem essas vibrações, tendo uma faixa de volume, com espessura de $\frac{1}{2}$ do comprimento de onda, sendo comprimido (aumentando a pressão) e outros $\frac{1}{2}$ do comprimento com descompressão. Essas variações de pressão viajam pelo ar transportando a energia da onda até o outro diapasão, que absorve essa energia e, por ter características idênticas ao primeiro diapasão, começa a vibrar com a mesma frequência (Figura 11).

Figura 11– Representação do som gerado pelo diapasão.



Fonte: O autor (2023).

Os alunos deverão observar esse experimento para perceber que as vibrações causadas em um diapasão (Figura 12) são transmitidas para o outro e tentarem explicar como isso pode ser possível. Neste momento, é importante lembrar aos alunos que uma partícula ao ser atravessada por uma onda vibra em torno de seu ponto de equilíbrio. A ideia é que percebam que o som emite pulsos de energia que viajam pelo ar e atingem o outro diapasão fazendo suas partículas vibrarem na mesma frequência. Tente levar o aluno a perceber que se o diapasão oscila e as oscilações são propagadas em todas as direções por um meio material, na forma de ondas longitudinais, tendo a energia dessas ondas captadas por outro observador, podemos concluir que o som é de fato uma onda mecânica.

É importante que os alunos construam suas explicações. O professor pode intervir dando dicas quando houver um impasse ou dificuldades nas explicações.

Esse raciocínio pode ser expandido para diversos outros exemplos de emissão de ondas sonoras como a vibração de uma taça de vidro ao ser exposta a um som de determinada frequência.

Verifique se os alunos têm a percepção da composição do ar como partículas que são as moléculas de oxigênio misturadas com outros gases.

Questionamentos como “por que outros materiais não vibram com esse som?” podem ser feitos pelos alunos ou instigados pelo professor. Esse momento se torna propício para uma breve explicação sobre o fenômeno da ressonância, sem entrar em detalhes para não gerar confusão. Embora isso não seja o objetivo da aula, a enriquece.

Figura 12 – Alunos observando o experimento com dois diapasões.

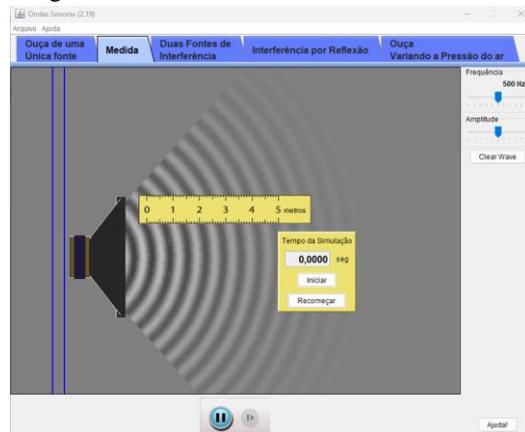


Fonte: O autor (2023).

A onda sonora

A próxima etapa consiste em levar o aluno a reconhecer a onda sonora sendo tridimensional do tipo longitudinal. Para isso deverão ser usados os simuladores Phet **Intro das Ondas** e **Ondas sonoras**, no qual a representação das ondas sonoras será apresentada visualmente com a finalidade de serem trabalhadas as suas características como amplitude, frequência, comprimento de onda, período, propagação e velocidade na perspectiva da onda longitudinal (Figura 13). Os alunos serão levados a perceber as diferenças causadas na percepção do som, gerado por essas ondas, ao serem alteradas algumas das suas propriedades. No simulador, temos ainda a visualização da movimentação das partículas do ar (Figura 14), o que promove melhor entendimento do fenômeno, além de uma situação em que ocorre o vácuo, instruindo o aluno a associar a existência da onda sonora com a presença de um meio material para sua propagação. Os alunos acompanharão os experimentos realizando as atividades propostas.

Figura 13 – Simulador de ondas sonoras Phet.



Fonte: O autor (2023).

Encontre aqui os simuladores sobre ondas sonoras.

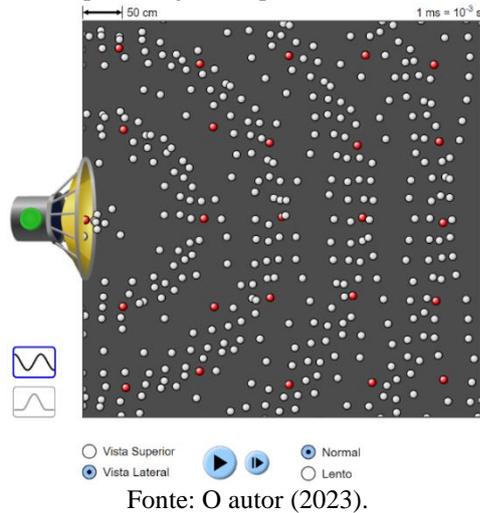
Intro. Das Ondas



Aqui você encontra o material citado.



Figura 14 – Representação das partículas do ar no simulador



Fonte: O autor (2023).

Após esta etapa, espera-se que o aluno já tenha uma boa noção da correspondência da frequência com a formação de sons alto e baixo. Bem como estejam com um bom entendimento das características e comportamento de uma onda sonora.

A próxima etapa visa proporcionar um experimento que teste os limites da nossa audição com relação a frequência de uma onda.

Frequência de uma onda sonora

Nesta parte serão retomados os conceitos frequência de uma onda bem como suas relações na compreensão da altura máxima do som audível pelo ser humano.

Atividade 1: Testando o nível de audição dos estudantes. (A ser aplicada durante a exibição do vídeo)

Deverá ser iniciada com a apresentação do vídeo “**Teste de Audição Divertido: Você é um Super Humano?**” (Figura 15).

Figura 15 – Mostrador de frequência do vídeo teste de audição divertido.



Fonte: O autor (2023).

Acesse o vídeo Teste de audição divertido aqui.



O vídeo apresenta um mostrador com referência a frequência da onda emitida no momento. O ouvido humano consegue perceber sons entre 20Hz e 20000Hz, porém nem todas as pessoas captam esses limites. Algumas até percebem um pouco mais de 20000Hz, o que é raro. Na realidade a maioria identifica sons abaixo desse limite, o que ainda tende a diminuir com a idade.

Os alunos sinalizam toda vez que começam a ouvir o som e o professor registra o ocorrido. Dessa forma, a descoberta dos limites da audição é feita de forma interativa e divertida.

Atividade 2:

- Descobrir a frequência da sua voz com o uso do PhyPhox.

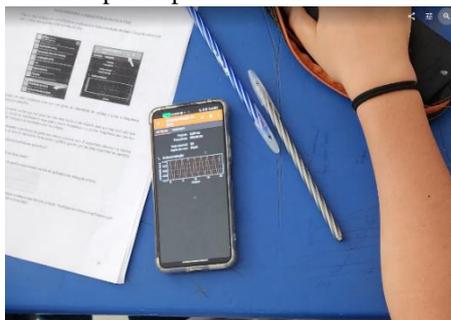
Nesta atividade os alunos poderão verificar na prática a frequência da sua voz e perceber com isso as diferenças em uma curva senoidal que representa a onda conforme a frequência varia. É abordado também as alturas da voz feminina e masculina.

- Analisando a frequência de ondas sonoras com o uso do PhyPhox.

A próxima atividade consiste em usar um app de celular para estudar as ondas sonoras. Os alunos serão orientados a trazerem os celulares para sala com o aplicativo Phyphox instalado.

Com o uso do aplicativo Phyphox os alunos captam alguns sons, com frequência constante e determinada, emitido por um alto-falante. Com isso analisam os dados mostrados pelo aplicativo (Figura 16) buscando interpretar a representação da onda sonora, sua frequência, sua amplitude e comprimento de onda.

Figura 16 – Alunos participando de atividade com o app Phyphox.



Fonte: O autor (2023).

Encontre aqui o aplicativo
PhyPhox.

Para celulares Android



Para celulares iPhones



Veja aqui sobre o PhyPhox.



O material para essa atividade
se encontra no link abaixo



Figura 17 – Diagrama relacional do 5º passo.



Fonte: O autor (2023).

MATERIAIS UTILIZADOS

- Projetor
- Quadro de piloto
- Piloto e apagador
- Notebook
- Relatório de participação do aluno.
- Caixa de som

6º PASSO – CONCLUSÃO DA UEPS – RETOMAR AS CARACTERÍSTICAS MAIS RELEVANTES DO CONTEÚDO BUSCANDO A RECONCILIAÇÃO INTEGRATIVA

OBJETIVO

Retomar o entendimento das características das ondas sonoras, abordando a situação problema na determinação da velocidade e energia de uma onda sonora, por meio de atividades práticas e análise de dados coletados com o aplicativo Phypox.

METODOLOGIA

Para esta etapa da UEPS, abordaremos de forma prática o cálculo da velocidade de uma onda sonora e as medições dos níveis de intensidade de uma onda sonora. Dentro dessas duas problemáticas, serão retomadas as características do conteúdo abordado buscando uma reconciliação integrativa em termos como velocidade e energia, tratando ainda das características da onda sonora como partes de um conceito hierárquico maior que são as ondas mecânicas.

Inicialmente, um estudante pode aprender que as ondas sonoras são vibrações que se propagam através de um meio, como o ar, e que podem ser ouvidas quando alcançam o ouvido. O estudante também pode aprender que as ondas mecânicas são perturbações que se propagam através de um meio material, transportando energia.

Agora, imagine que o estudante aprende uma nova informação: as ondas sonoras são, na verdade, um tipo de onda mecânica. Isso pode parecer contraditório com o que o estudante sabia anteriormente, pois ele pode ter pensado que ondas sonoras e ondas mecânicas eram fenômenos diferentes.

Da mesma forma, termos como velocidade da onda sonora e energia da onda sonora bem como outras características da onda como frequência e comprimento podem parecer ao aluno algo específico do som sem, no entanto fazer relações com classes conceituais mais abrangentes.

6º passo: Dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém de uma perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integrativa.

O que é reconciliação integradora?

“A reconciliação integradora, ou integrativa, é um processo da dinâmica da estrutura cognitiva, simultâneo ao da diferenciação progressiva, que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações.”

(MOREIRA, 2010, p. 6)

Aqui é onde a reconciliação integradora entra. O estudante precisa reconciliar essas informações aparentemente contraditórias. Como exemplo, ele pode fazer isso percebendo que as ondas sonoras são um subconjunto das ondas mecânicas, energia da onda sonora é a manifestação de um tipo de energia e assim por diante. O fato é que no caso das ondas, perceba que todas as ondas sonoras são ondas mecânicas, mas nem todas as ondas mecânicas são ondas sonoras.

Essa nova compreensão permite que o estudante integre as novas informações à sua estrutura de conhecimento existente de uma maneira que faça sentido.

A velocidade da onda sonora

Neste App será realizada uma atividade prática com os alunos para descobrir a velocidade de uma onda sonora. Os alunos deverão seguir os passos propostos na atividade “Velocidade da onda sonora”.

A energia de uma onda sonora

Ainda com o uso do Phyphox e de um decibelímetro, serão abordadas as medições da energia de uma onda sonora. Para esta atividade, o aluno seguirá a atividade dirigida “Nível de intensidade de uma onda sonora”, na qual farão medidas dos decibéis do ruído sonoro usando o app. O professor irá inicialmente apresentar a função que mede os decibéis de uma onda sonora dentro do aplicativo, por meio de uma projeção. Em seguida, calibrará o App dos alunos usando um decibelímetro. Em sequência, serão medidas algumas emissões sonoras e apresentados uma tabela com o nível de ruído equivalente a cada faixa de medições. Por fim, será discutido os riscos às saúdes geradas por ondas sonoras com muita energia.

Encontre aqui a atividade
Velocidade da onda sonora.



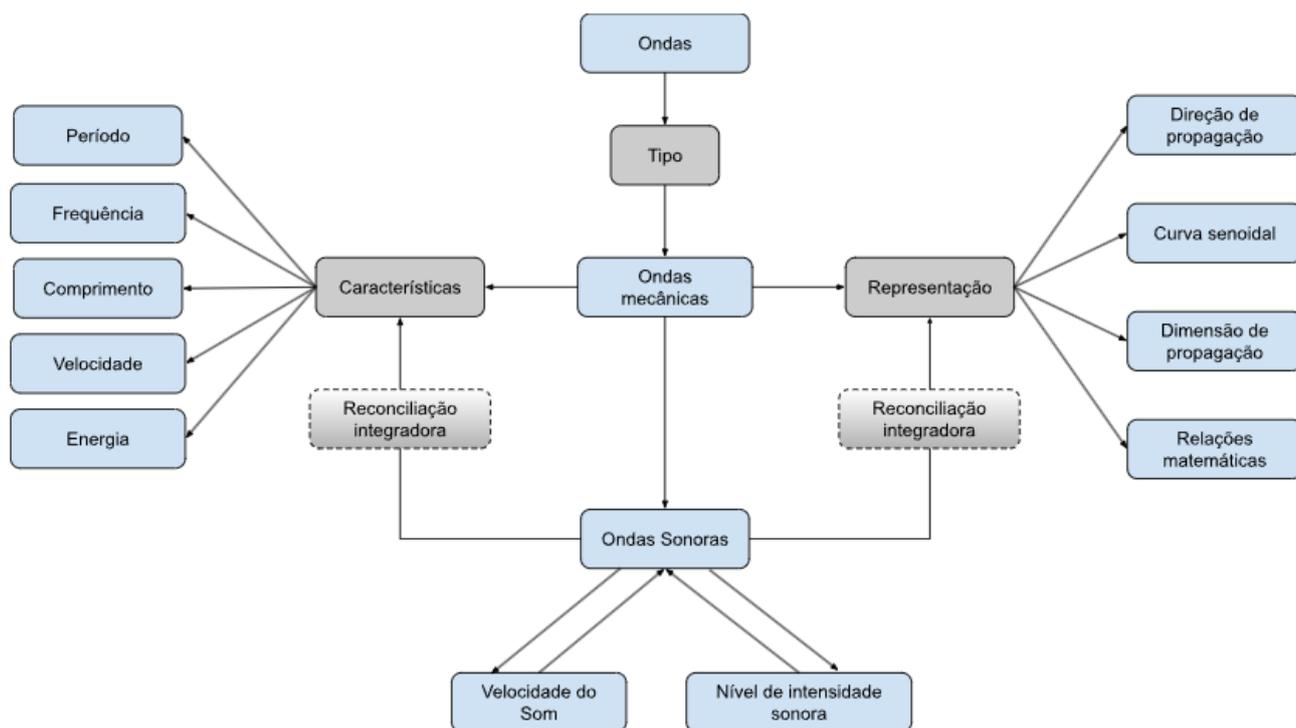
Encontre aqui a atividade
Nível de intensidade de uma
onda sonora.



MATERIAIS UTILIZADOS

- Decibelímetro
- Quadro de piloto
- Piloto e apagador
- Celulares
- Fita métrica
- Relatório de participação do aluno.
- Caixa de som

Fig. 18 – Diagrama relacional do 6º passo.



Fonte: O autor (2023)

7º PASSO – AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM POR MEIO DA UEPS

OBJETIVO

Avaliar a compreensão e a retenção dos conteúdos estudados na Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) por meio da construção de mapas conceituais individuais, formulário de avaliação da UEPS e de uma avaliação escrita.

METODOLOGIA

1. Construção de um mapa conceitual sobre os conteúdos adquiridos.

Para esta aula, os alunos deverão criar um mapa conceitual com todos os conceitos e definições sobre ondas mecânicas e ondas sonoras que aprenderam ao longo da sequência.

2. Aplicação de avaliação escrita.

Para esta etapa, os alunos deverão ser avisados previamente de uma avaliação escrita, na qual colocarão seus conhecimentos à prova. O professor organizará a sala de aula em filas, colocando os alunos individualmente em seus locais e entregando-lhes uma avaliação escrita contendo questões a respeito dos conteúdos estudados.

3. Avaliação da UEPS pelos alunos

Os alunos deverão avaliar toda a sequência por meio de um formulário disponibilizado pelo professor no Google formulários. Esta etapa visa entender quais pontos devem ser considerados positivos no processo de ensino-aprendizagem e quais merecem ser revistos.

7º passo: A avaliação da aprendizagem através da UEPS. A avaliação deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado.

Acesse aqui a avaliação final:



Acesse aqui o formulário:



O formulário online foi preenchido pelos estudantes em horário oposto ao período escolar.

MATERIAIS UTILIZADOS

- Folhas impressas
- Formulário online

8º PASSO – AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM POR MEIO DA UEPS

A etapa de avaliação em uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) desempenha um papel crucial no processo educacional. Ela permite ao educador medir o quanto os alunos conseguiram internalizar e aplicar os conceitos abordados ao longo da unidade. Além disso, a avaliação também fornece um feedback valioso sobre a eficácia da estratégia de ensino adotada. Nesse contexto, a avaliação não deve ser vista apenas como um instrumento de verificação de conhecimento, mas como uma oportunidade de reflexão e aprimoramento do processo de ensino-aprendizagem. Uma avaliação bem projetada em uma UEPS deve ser capaz de capturar a compreensão dos alunos, sua capacidade de aplicar os conhecimentos em situações práticas e, idealmente, promover uma aprendizagem contínua, identificando lacunas de conhecimento e incentivando a busca por mais informações. Isso torna esta etapa de avaliação não apenas o encerramento de uma unidade, mas um elo importante na construção do conhecimento significativo e na melhoria constante do processo educacional.

Para a avaliação da UEPS devem ser levados em conta dois fatores: Um deles é a opinião dos alunos sobre a sequência aplicada, na qual por meio de um formulário online os estudantes prestaram suas opiniões sobre alguns pontos específicos da sequência validando assim seu nível de envolvimento e satisfação. Já o outro fator é a análise dos dados obtidos durante toda aplicação da UEPS pelo professor. Buscou-se com isso verificar os impactos dos métodos de ensino na geração de aprendizagem significativa dos estudantes.

Os dados dos alunos devem ser analisados de forma qualitativa buscando evidências de aprendizagem significativa ao longo de toda a sequência. Alguns métodos didáticos contribuem para melhor identificar esses resultados. No decorrer dessa sequência tivemos as evidências observadas durante os momentos de ensino aprendido, as situações problemas ao longo das aulas e os mapas conceituais utilizados para mapear as relações cognitivas entre os conceitos aprendidos pelo aluno.

8º passo: A UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa.

REFERENCIAL

AUSUBEL, D. P. (2003). **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana.

FREIRE, P. (1996). **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra.

Moreira, A. F. B. (2003). **Aprendizagem Significativa Crítica**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária.

Moreira, A. F. B. (2005). **Aprendizagem Significativa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília.

HEWITT, Paul. **Física Conceitual**. 12^a ed. São Paulo: Bookman, 2015.

BALANÇO GERAL FLORIANÓPOLIS, **Som alto no fone de ouvido ameaça a audição dos jovens**. YouTube, 21 de mar. de 2019. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=nbU1aHSrAKk>. Acessado em: 20/09/2023.

INCRÍVEL, **Teste de Audição Divertido: Você é um Super Humano?** YouTube, 17 de dez. de 2017. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=KszGV_UfBXw. Acessado em: 20/09/2023.

CIÊNCIA TODO DIA, **O que é uma onda?** YouTube, 24 de jul. de 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=M2D5-zXID6A>. Acessado em: 20/09/2023.

PHET INTERACTIVE SIMULATIONS. **Onda em Corda**. Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-on-a-string/latest/wave-on-a-string_all.html?locale=pt_BR. Acessado em: 01/08/2023.

PHET INTERACTIVE SIMULATIONS. **Ondas Sonoras**. Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/sound/sound_pt.jar?download. Acessado em: 01/08/2023.

PHET INTERACTIVE SIMULATIONS. **Intro Ondas**. Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/waves-intro/latest/waves-intro_all.html?locale=pt. Acessado em: 01/08/2023.