

MNPEF

Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI
PRÓ -REITORIA DE ENSINO DE PÓS - GRADUAÇÃO
COORDENADORIA GERAL DE PÓS – GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF**

PRODUTO EDUCACIONAL

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ATIVIDADES TEÓRICO-PRÁTICAS SOBRE O
ESTUDO DE ONDAS MECÂNICAS NO ENSINO MÉDIO**

WESLEY ANTONIO COSTA RODRIGUES

Orientadora: Profa. Dra. Hilda Mara Lopes Araujo.

TERESINA

2022

SUMÁRIO

1 Apresentação.....	03
2 Público Alvo.....	04
3 Objetivo Geral.....	04
4 Objetivos Específicos.....	04
5 Sequência Didática.....	05
6 Conteúdos.....	09
7 Desenvolvimento Metodológico.....	09
8 Avaliação da Aprendizagem.....	19
9 Jogo de Tabuleiro Sobre o Estudo de Ondas Mecânicas.....	19
10 Regras do Jogo.....	20
11 Cartas com Situações-problemas.....	21
REFERÊNCIAS.....	25

APRESENTAÇÃO

Neste material, com o título “**Sequência Didática com atividades Teórico - Práticas sobre o estudo de Ondas Mecânicas no Ensino Médio**”, o professor encontrará instruções necessárias a utilização deste Produto Educacional em sala de aula.

Trata-se de parte do Trabalho de Conclusão do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, gerenciado pela Sociedade Brasileira de Física em parceria com a Universidade Federal do Piauí – MNPEF – Polo 26 – UFPI.

Acreditamos que a proposição das atividades contempladas na SD, aliada ao uso do tabuleiro em sala de aula, contribuirá no processo de ensino e aprendizagem do estudo de ondas mecânicas, trabalhados no 2º ano do Ensino Médio, sobretudo, em escolas públicas da Educação Básica.

Sendo assim, observamos que os professores, em geral, continuam na perspectiva da "racionalidade técnica", ou seja, tendem a ensinar conteúdos apenas baseados em técnicas muitas vezes desprovidas de significados, sem interpretação dos fenômenos físicos de forma reflexiva e crítica. Em outros dizeres, apenas recorrem à memorização, em que o aluno passa a ter comportamento passivo no processo ensino e aprendizagem no contexto aqui considerado.

Dessa forma, faz-se necessário repensarmos estratégias, novos recursos didáticos, desenvolvermos novas significações à prática pedagógica docente, com o intuito de que a escola desenvolva sua função social: a apropriação dos conceitos científicos a todos os alunos. Como afirma Moraes e Araújo (2012) essa abordagem contribui para que se amplie entre os estudantes um ideário que desvirtua a real finalidade da Física, de modo que ela deixa de ser percebida como um conhecimento relevante para sua formação geral e passe a ser vista como um emaranhado de fórmulas matemáticas, desconexas do mundo real experimentado diariamente por eles. Nessa direção, verificamos que é cada vez mais necessário analisar o processo de ensino e aprendizagem da disciplina de Física, onde o foco para uma aprendizagem se torne possível aos alunos a adequação dos conceitos científicos.

Assim, notamos que é cada vez mais necessário se analisar o processo de ensino e aprendizagem em Ciências, no caso particular, desta Sequência Didática baseada no autor Ausubel tendo como foco uma aprendizagem que possibilite aos estudantes à apropriação dos conceitos científicos e teóricos de ondas mecânicas. Além disso, que permita à aplicação e operacionalização do que se aprendeu frente aos desafios postos no seu dia a dia.

2 PUBLICO ALVO

Alunos do 2º Ano do Ensino Médio.

3 OBJETIVO GERAL

Desenvolver uma sequência didática, como recurso metodológico, para possibilitar a apropriação do conteúdo de ondas mecânicas por alunos do Ensino Médio.

4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Reconhecer os conhecimentos prévios dos alunos acerca do estudo de ondas, sobre seu conceito, a sua classificação e os elementos característicos.
- b) Estudar o conceito de ondas mecânicas, numa perspectiva da aprendizagem significativa, a partir do diagnóstico acerca dos conhecimentos prévios dos alunos.
- c) Observar fenômenos do cotidiano que evidenciem as características mais comuns de ondas mecânicas.
- d) Explicar e reconhecer as características que envolvem o estudo de ondas mecânicas.
- e) Aplicar o jogo de Tabuleiro na resolução de situações-problemas sobre o estudo de ondas mecânicas, como possibilidade de mediar a aprendizagem do referido estudo.

- f) Reconhecer as significações produzidas pelos alunos, no desenvolvimento desta sequência didática, envolvendo o estudo de ondas mecânicas, a partir da aplicação de um questionário (pós-teste).

5 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

David Ausubel (1968) apresenta uma teoria, que este trabalho adota como base, cuja essência do processo de aprendizagem significativa consiste em que ideias simbolicamente expressas sejam relacionadas ao que o aprendiz já conhece ou que apresente aspecto relevante na sua estrutura de conhecimento. Para o autor o material a ser estudado precisa ser potencialmente significativo para o aprendiz, ou seja, estar relacionado de forma não arbitrária a sua estrutura de conhecimento.

Nesta parte do Produto Educacional, buscamos explicar passo a passo o movimento de produção e de desenvolvimento da SD, a fim de que o professor possa aplicar em sala de aula, podendo, portanto, fazer as adaptações conforme a realidade escolar em que seus alunos estão inseridos.

O conceito desenvolvido por Ausubel (1968), procura explicar os mecanismos internos que ocorrem na mente humana com relação ao aprendizado e à estruturação do conhecimento. Isso ocorre quando ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva com conhecimentos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. Dessa maneira, quanto mais sabemos mais aprendemos, por que o que mais influência na aprendizagem é o que o aluno já sabe, ou seja, sua estrutura cognitiva.

Dessa forma, a aprendizagem é influenciada por fatores externos e internos, como materiais ou assuntos já mencionados pelos educadores e fatores afetivos e cognitivos como a curiosidade e pré-disposição do próprio aluno em aprender.

O conceito da SD, entendido como atividades escolares organizadas de maneira sistemática, em torno de um gênero textual oral ou escrito, foi proposto por Dolz, Noverraz e Schneuwly (2001) e divulgado no Brasil com a publicação do artigo “Sequências didáticas para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento”, traduzido em 2004 pelos autores Rojo e Cordeiro.

Essa tradução se destacou no contexto acadêmico e, em alguns cursos de formação continuada, mas até hoje não foi apropriada por muitos docentes que atuam na educação básica, entretanto, conforme os autores, um ensino por meio de sequências didáticas permite aos alunos um acesso progressivo e sistemático os instrumentos comunicativos e linguísticos necessários para o aprendizado.

O objetivo das SD é fornecer aos alunos todas as informações necessárias para que conheçam o projeto comunicativo visado e a aprendizagem de linguagem a que está relacionado (NOVERRAZ, DOLZ E SCHNEUWLY, 2004).

Assim, o trabalho com SD deve propiciar todas as informações e condições para que os alunos compreendam o assunto de ondas mecânicas estudado dentro das condições de produção.

Machado e Cristovão (2009), acentuam que diante da incumbência de ensinar assuntos formais, o professor sente dificuldade no processo de planejamento e de aplicar os conhecimentos teóricos durante o seu trabalho, a partir disso, a SD não deve ser compreendida como uma simples aplicação da teoria científica de qualquer forma, mas como um conjunto de transformações alternativas e previamente elaborados que possibilitem a ruptura do conhecimento ao aluno.

Como os conceitos e princípios são temas abstratos, requerem uma compreensão do significado e, portanto, um processo de elaboração pessoal. Neste tipo de conteúdo são necessárias diversas condições sobre a significância na aprendizagem: atividades que possibilitem o reconhecimento dos conhecimentos prévios, que assegurem a significância e a funcionalidade, que sejam adequadas ao nível de desenvolvimento, que provoquem uma atividade mental. As SD são métodos de renovação de aprendizagem (ZABALA, 1998).

Pereira e Aguiar (2006), relatam que novas práticas pedagógicas são necessárias para que o quadro de desinteresse, gerado pela má qualidade de ensino, seja alterado. Portanto, ao notar as dificuldades dos estudantes na compreensão sobre a primeira lei de Newton, por exemplo, foram realizadas mudanças na estratégia de ensino, utilizando materiais manipuláveis para facilitar a aprendizagem.

Zabala (1998), das diferentes variáveis que configuram as propostas metodológicas, analisa primeiro a que é determinada pela série ordenada e

articulada de atividades que formam as unidades didáticas. Os tipos de atividades, mas sobretudo sua maneira de se articular, são um dos traços diferenciais que determinam a especificidade de muitas propostas didáticas.

Desse modo, a maneira de situar atividades, permite realizar identificações ou caracterizações preliminares da forma de ensinar. Em qualquer caso, o processo da prática educativa em diversos componentes tem certo grau de artificialidade, explicável pela dificuldade que representa encontrar um sistema interpretativo que permita o estudo conjunto e interrelacionado de todas as variáveis que incidem no processo de estudo de ondas mecânicas.

Como tais, estes processos constituem uma realidade global que é totalmente evidente quando pensamos numa SD sem, por exemplo, ter definido o tipo de relações que se estabelece na aula entre professores e alunos. Essas relações são fundamentais na configuração do clima de convivência, e por consequência, de aprendizagem.

Podemos extrair do conhecimento da forma de produção das aprendizagens duas perguntas: a primeira, relacionada com a potencialidade das sequências para favorecer o maior grau de significância das aprendizagens, e a segunda, sua capacidade para favorecer que os professores prestem atenção à diversidade. Expressada de forma muito sintética, a aprendizagem é uma construção pessoal que cada menino e cada menina realizam graças à ajuda que recebem de outras pessoas. Essa construção, através da qual podem atribuir significado a um determinado objeto de ensino, como jogos e brincadeiras, que implicam a contribuição por parte da pessoa que aprende, de seu interesse e disponibilidade de seus conhecimentos prévios e de sua experiência (ZABALA, 1998).

Em tudo isto desempenha um papel essencial para o professor, que ajuda a detectar um conflito inicial entre o que já se conhece e o que se deve saber, o qual contribui para que o aluno se sinta capaz e com vontade de resolvê-lo, onde propõe o novo conteúdo como um desafio interessante, cuja resolução terá alguma utilidade, que intervém de forma adequada nos progressos e nas dificuldades que o aluno manifesta, apoiando-o e prevendo, ao mesmo tempo, mantendo a atuação autônoma do aluno.

Carvalho (2010), sugere a utilização das atividades experimentais de forma investigativa, mostrando que é possível ensinar física, motivando e despertando o interesse dos alunos nas aulas. Para tornar isso acessível, o professor deverá fazer com que os alunos percebam a importância de compreender os fenômenos da natureza, desenvolvendo suas habilidades através de aulas com participação ativa, construindo o seu conhecimento.

Moreira (1999) relaciona a importância do processo de aprendizagem ativa com o ensino de Física centrado no aluno, pois o que funciona melhor do que aulas expositivas e temas presentes no cotidiano, é ter os alunos em pequenos grupos trabalhando de forma ativa e sob o auxílio do professor, conseguindo descobrir seus pontos fortes, seus interesses e suas necessidades.

As SD, como conjuntos de atividades, nos oferecem uma série de oportunidades comunicativas, mas que por si mesmas não determinam o que constitui a chave de todo ensino: as relações que se estabelecem entre os professores, os alunos e os conteúdos de aprendizagem. As atividades são o meio para mobilizar a trama de comunicações que pode se estabelecer em classe. Deste modo, as atividades e as sequências, terão um efeito indireto educativo em função das características específicas por consequências das relações que estes possibilitam.

O conceito de SD é entendido como atividades escolares organizadas, de maneira sistemática, em torno de um gênero textual oral ou escrito. Essa tradução se destacou no contexto acadêmico e, em alguns cursos de formação continuada, mas até hoje não foi apropriada por muitos docentes que atuam na educação. A consolidação, como é obvio, alcança-se através da confirmação, correção e clarificação, no decurso do retorno, e através da prática diferencial e da revisão, no decurso da exposição repetida, com retorno, ao material de aprendizagem (AUSUBEL, 2003).

Como requisito do curso didático, nunca se deve introduzir novo material na sequência até se dominarem bem todos os passos anteriores. Com isso, na metodologia deve ser proposta avaliações em cada etapa da SD. Este princípio também se aplica aos tipos de aprendizagem que envolva uma atividade dinâmica grupal, nos quais cada tarefa componente complementa a tarefa seguinte.

Frente a isso, a pesquisa buscou apresentar uma Sequência Didática, tendo como base a teoria apresentada por Ausubel e acrescido de conceitos apresentados por outros autores, obedecendo as etapas e alcançando diversos objetivos. Além disso, a importância da SD se torna mais evidente frente aos resultados propostos e alcançados durante a pesquisa.

6 CONTEÚDOS

Introdução sobre o estudo de ondas na relação com o cotidiano; A compreensão do conceito de onda; Classificação das ondas quanto: a sua natureza, a direção de propagação e de vibração; Elementos característicos de uma Onda; Situações-problemas envolvendo o estudo de ondas mecânicas.

7 DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO

Demonstramos aqui as etapas de aplicação da Sequência Didática. Cada encontro corresponde a duas aulas, cada aula possui 50 minutos em um total de 100 minutos. Segue abaixo o detalhamento dos encontros.

Primeiro encontro formativo (2 horas-aula): O objetivo desse encontro é aferir os conhecimentos prévios dos alunos acerca do estudo de ondas. Iniciamos com a apresentação da proposta de implementação da sequência didática, como ocorreria às leituras, os prazos, as questões conceituais e aplicação de um questionário/pré-teste (APÊNDICE C), a fim de se reconhecer os conhecimentos prévios dos alunos acerca do estudo de ondas mecânicas, bem como sua definição, a sua classificação e elementos característicos. Em seguida, foram levantados questionamentos sobre ondas mecânicas, a partir das questões, previamente elaboradas, no questionário semiestruturado, abrindo um espaço para possíveis discussões (no coletivo).

Segundo encontro formativo (2 horas-aula): Objetivo deste encontro é utilizar o vídeo como um material potencialmente significativo na compreensão do conceito de onda e discutir a leitura de um texto que trata da classificação quanto a sua natureza das ondas. Foi iniciado com a exibição de um vídeo "**As maiores (e mais**

assustadoras) ondas do mundo”, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=AgBULdFDQLg>. Em seguida, para melhor aclarar a compreensão dos alunos sobre o conceito de onda e sua classificação quanto a sua natureza fizemos a leitura e discussão (no coletivo) de um texto conforme segue abaixo.

Frequentemente estamos em contato com ondas. Em todos os lugares que estivermos presentes, em nosso dia a dia as ondas nos tocam. Algumas podemos ouvir, outras podemos visualizar e muitas não podemos ver nem ouvir, contudo estão presentes. Nosso contexto de estudo estará direcionado as ondas mecânicas, mas lhe será apresentado o que as diferencia das ondas eletromagnéticas.

Em um dia chuvoso, pode-se notar na superfície da água de um lago a deformação ocasionada pelas gotas da chuva. Essas deformações são o surgimento de onda. Contudo, essa onda só é percebida graças a outro tipo de onda, uma onda eletromagnética, a luz visível.

A onda produzida na superfície desse lago é dita bidimensional, pois está se propagando em duas direções simultaneamente conforme a Figura 1.

Figura 1: Representação de uma onda na superfície de um lago.



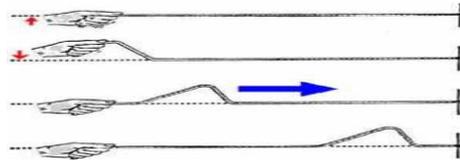
Fonte: Jordão Silva da Rocha (2005)

Young e Freedman (2008, p. 103), destacam que “uma onda surge quando um sistema é deslocado de sua posição de equilíbrio e a perturbação se desloca ou se propaga de uma região para outro sistema. Quando uma onda se propaga, ela carrega energia”. Essa onda se caracteriza então, principalmente por transportar energia, sem que ocorra o transporte de matéria.

Pensemos agora em uma corda bem esticada onde uma das extremidades esteja fixa, conforme a Figura 2. Se movermos a extremidade da corda para cima e para baixo (conforme as setas em vermelho na Figura 2), ocorrerá uma transmissão de movimento sucessivamente, a todos os pontos da corda. Essa perturbação que

os pontos da corda estão sofrendo, chamamos de pulso, e um conjunto de pulsos chamamos de onda.

Figura 2: Movimento de um pulso de onda



Fonte: Domiciano Correa Marques da Silva (2010)

Como a onda produzida por uma corda propaga-se em uma única direção ela é dita unidimensional. Podemos separar em dois tipos de ondas:

- a) **Ondas Mecânicas:** São perturbações que se propagam devido a continuidade de um determinado meio material. Isso ocorre, por exemplo, quando uma onda sonora (o som é um modelo de onda tridimensional, pois se propaga em todas as direções.) se propaga no ar, uma onda se propagando em uma corda, onda na superfície da água, ondas sísmicas, ou seja, toda onda que necessite de um meio material para que possa se propagar.
- b) **Ondas Eletromagnéticas:** Não precisam de um meio material para existir, e todas as ondas eletromagnéticas são transversais. A luz das estrelas é um exemplo, pois atravessa o vácuo do espaço para chegar até nós. Outros exemplos são as ondas de rádio, micro-ondas, luz visível, ultravioleta, raio x e raio gama, outra característica das ondas eletromagnéticas é possuírem a mesma velocidade no vácuo, cerca de 300 000 km/s. Então, ondas eletromagnéticas podem se propagar em meio material, assim como as ondas mecânicas, contudo somente elas se propagam no vácuo.

O texto deverá ser lido em voz alta e, ao longo da leitura, deverão ser feitos comentários do mesmo. Após isso, abrir espaço para os questionamentos:

- 1) Conforme o texto e o que foi exibido no vídeo, aprendemos que a onda está presente em diversas situações do nosso cotidiano. Com base nessa afirmação, tente formular o conceito de onda e como ela surge.
- 2) Uma boia encontra-se no meio de uma piscina. Uma pessoa provoca ondas na água, com uma varinha de madeira. De acordo com os conceitos

estudados no texto, o que acontecerá com a boia?

- 3) Ao se propagar, uma onda transporta apenas energia e quantidade de movimento. Dê um exemplo de uma onda mecânica que não foi exemplificada no texto e justifique essa afirmação.

Terceiro encontro formativo (2 horas-aula):O objetivo deste encontro é utilizar o vídeo como material potencialmente significativo, na compreensão como ocorre as ondas sísmicas no interior da terra e discutir a leitura de um texto como ocorre a direção de vibração e propagação das partículas. Iniciam com a retomada e à discussão do texto e do vídeo exibido no encontro formativo anterior, solicitando que os alunos apresentassem os significados desenvolvidos por eles sobre o conceito de onda e as formas mais comuns de ondas que já haviam percebido no seu dia a dia. Após isso, o encontro foi iniciado com a exibição de um vídeo “**Ondas Sísmicas**”, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=zMcFb6Nsk0c>. Em seguida, para melhor aclarar a compreensão dos alunos iniciamos a leitura e discussão de outro texto como ocorre a direção de vibração das partículas, e um exemplo de aplicação conforme o texto abaixo “*Ondas e Terremotos*”(XAVIER; CLAÚDIO; BARRETO, 2017).

ONDAS E TERREMOTOS

Um tipo especial de onda mecânica são as ondas sísmicas produzidas por terremotos. O estudo dessas ondas tem enorme importância prática: avanços na sua compreensão tornaram possível desde investigar o interior da Terra até projetar sistemas de alarme de terremotos que podem salvar milhares de vidas.

Terremotos produzem ondas que se propagam tanto pelo interior da Terra quanto pela sua superfície. Essas ondas podem percorrer grandes distâncias e chegam a atravessar o planeta. Estudando como as ondas geradas por terremotos (e outros fenômenos sísmicos como erupções vulcânicas) se propagam pela Terra, os cientistas descobriram que o interior do planeta é formado por diferentes camadas: a crosta, o manto e o núcleo.

A crosta é a parte mais externa, com espessura de aproximadamente 5 km abaixo dos oceanos e cerca de 50 km sob os continentes. A camada seguinte é o manto, que vai até uma profundidade de 3000 km abaixo da superfície da Terra e é composto por rocha sólida. A crosta é a parte mais externa do manto formam a

litosfera, que está “partida” em placas tectônicas que se movem umas em relação às outras com velocidades que vão de 10 a 100 mm/ano. A camada mais interna da Terra é o núcleo, que começa a uma profundidade de cerca de 3.000 km e tem temperatura muito elevada. A parte superior do núcleo é líquida, mas seu centro, com raio de 1200 km, é sólido.

As regiões mais susceptíveis aos terremotos estão localizadas próximas às interfaces das placas tectônicas. Dentre os países do continente sul-americano, o Peru, o Chile e o Equador, são os que mais sofrem com a incidência de terremotos. Estes países estão próximos a uma região onde duas placas tectônicas, a de Nazca e a Sul-Americana, se encontram.

O Brasil está situado na parte central da placa Sul-Americana. Nesta região, os sismos possuem intensidade baixa. Porém, isto não significa que terremotos não ocorram no Brasil. Em geral, ocorrem pequenos terremotos que têm origem nos desgastes na placa tectônica, causando falhas. Há falhas tectônicas em todo o território brasileiro gerando terremotos de pequena magnitude, a maioria imperceptível por nós.

As ondas geradas por um terremoto são ondas mecânicas. Basicamente, são deformações elásticas que se propagam pelo interior da Terra transportando energia. Não há, porém, um deslocamento efetivo do meio que é atravessado pela onda, ou seja, não há transporte de massa. Durante a passagem de uma onda cada partícula do meio efetua um movimento oscilatório em torno da sua posição de equilíbrio. Dependendo da direção de vibração ou perturbação, podemos classificar as ondas mecânicas em transversais ou longitudinais.

Nas ondas transversais (Figura 1), as perturbações ocorrem na direção perpendicular à direção de propagação da onda, tal como ocorre em uma corda esticada.

Figura 3: Representação da propagação de uma onda transversal



Fonte: José Marcelo Gomes(adaptado)

Por outro lado, nas ondas longitudinais (Figura 2), a perturbação ocorre na mesma direção de propagação da onda.

Figura 4: Representação da propagação de uma onda longitudinal



Fonte: José Marcelo Gomes(adaptado)

As ondas sísmicas de um terremoto podem ser tanto transversais quanto longitudinais. Além disso, existem vários tipos de ondas sísmicas. Algumas se movem no interior da Terra (as chamadas ondas de corpo ou de volume), outras pela superfície. Analogamente à luz que pode ter sua trajetória alterada pela refração, os percursos das ondas de corpo também podem ser distorcidos, dependendo das propriedades do meio por onde se propagam.

Dentre as ondas que se movem no interior da Terra, as *ondas primárias* (ou ondas P) são as mais rápidas, com velocidades da ordem de 10 km/s. As ondas P são ondas longitudinais ou de compressão, tal como as ondas sonoras. Essas ondas podem se propagar através de sólidos e fluidos. Ao se deslocar através da Terra, as ondas P comprimem e distendem as rochas ao longo da direção em que se propagam. Por serem de natureza longitudinal, as ondas P de um terremoto não costumam provocar muitos danos.

As ondas secundárias (também chamadas ondas S ou ondas de cisalhamento) constituem um outro tipo de onda de corpo, que se propaga no interior da Terra. Ao contrário das ondas P, as ondas S são transversais, deformando as rochas na direção perpendicular à direção de propagação, tal como uma onda oceânica. As ondas S viajam um pouco mais devagar do que as ondas P, e só se propagam através dos sólidos, uma vez que fluidos não suportam forças de cisalhamento. Elas costumam ser mais intensas e destrutivas que as ondas P.

Além das ondas de corpo, terremotos também geram ondas que se movem ao longo da superfície da Terra. Há dois tipos de ondas de superfície, as ondas L e

R, e elas são as responsáveis pela maior parte da destruição causada por um terremoto. As ondas de superfície são mais lentas das ondas sísmicas, o que significa que elas chegam por último. Elas podem percorrer distâncias enormes; ondas de superfície geradas por grandes terremotos dão várias voltas na Terra antes de dissiparem. Após isso, abrir espaço para os questionamentos:

1) Uma caixa d'água está com $\frac{2}{3}$ da sua capacidade preenchida de água. Um rapaz brincando com uma varinha de madeira, começa a produzir ondas na superfície d'água. Como podemos classificar essa onda quanto à direção de vibração do meio de propagação com relação à direção de propagação da onda?

2) Duas crianças estão brincando de pular corda, quando decidem mudar a brincadeira. Amarram uma das extremidades em uma árvore, de modo que a mesma fique firme. Na extremidade solta começam a movimentar a corda para cima e para baixo, formando uma imagem referente a uma onda. O que você pode falar a respeito dessa onda?

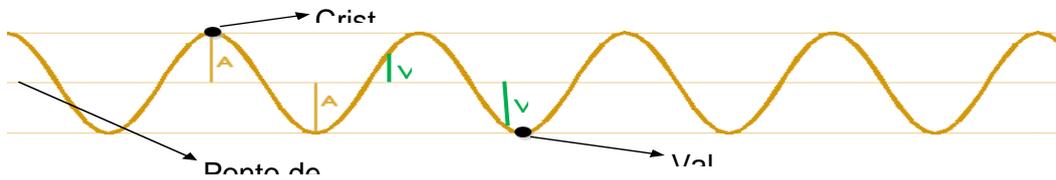
Quarto encontro formativo (2 horas-aula): O objetivo deste encontro é utilizar simulações como material potencialmente significativo na compreensão dos elementos característicos das ondas e discutir a leitura de um texto sobre as características das ondas. Iniciamos o encontro com a apresentação e discussão textual sobre os elementos característicos das ondas. Em seguida, fizemos o uso de simuladores da plataforma *phet* como ferramenta de ensino com os títulos: **Onda em Corda** disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/wave-on-a-string, e **Ondas: intro** disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/waves-intro.

Para ilustrar o movimento de uma corda, levaremos em conta uma sequência de pulsos iguais sendo produzidos. Essa corda então será denominada periódica, pois ocorrerão repetições de forma idêntica em intervalos de tempos iguais e sucessivos.

As ondas possuem alguns elementos característicos como: Elongação (Y): é a distância de um ponto qualquer da curva até o eixo de equilíbrio. está representado na figura 1 pela letra Y. Amplitude (A): é o valor máximo da elongação, ou seja, é a distância entre o ponto de equilíbrio e uma crista (ponto mais alto de uma onda) ou de um vale (ponto mais baixo de uma onda), conforme representação

na figura 1 pela letra A. Está relacionada com a energia transportada pela onda. Quanto maior a amplitude maior a energia transportada.

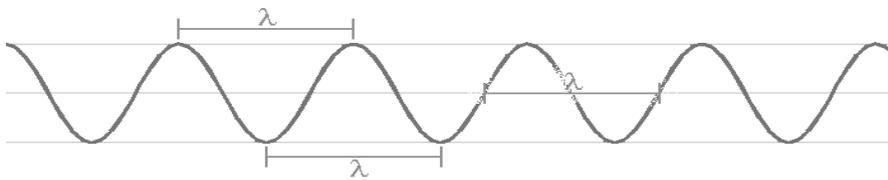
Figura 5: Ilustração de uma onda periódica



Fonte: Autor Adaptado (2021)

Comprimento de onda (λ): é a distância percorrida pela onda durante uma oscilação completa, ou seja, a distância entre dois pontos equivalentes. Na figura 2, representamos o comprimento de onda entre duas cristas consecutivas, ou dois vales consecutivos, ou ainda dois pontos sobre o eixo de equilíbrio, na qual a onda está crescendo.

Figura 6: Onda periódica representando o comprimento de onda



Fonte: Autor Adaptado

Período (T): quando completamos um ciclo, ou seja, um comprimento de onda (duas cristas consecutivas, por exemplo), em um determinado tempo, tem o que chamamos de período. O período ocorre em um determinado intervalo de tempo, então sua unidade é representada por alguma medida de tempo (segundos, minutos, horas, dias, ...). Se uma onda periódica produzida em uma corda tiver um período de 1 segundo, significa dizer que a cada 1s uma crista passará por certo ponto. Quanto maior o período, menos ondas completas passa por um mesmo ponto da corda em um certo período de tempo, conseqüentemente, quanto menor o período mais ondas passarão por um determinado ponto da corda em um determinado intervalo de tempo.

Frequência (f): é o número de oscilações completas (ondas completas) que passam em um determinado ponto da corda em um intervalo de tempo

correspondente. Quanto mais rápido for o movimento para cima e para baixo executado por uma pessoa (fonte) na parte livre de uma corda, maior será a frequência da fonte e por consequência maior será a frequência. Se tivermos o período da onda de 1s, implica dizer que teremos 60 ciclos completos (60 ondas) a cada 1 minuto. Utilizando as unidades de medidas do Sistema Internacional, a frequência será medida em hertz (Hz), pois estaremos medindo em ciclos completos por 1 segundo.

RELAÇÃO ENTRE PERÍODO E FREQUÊNCIA

Quanto maior for o período, menor será a frequência e consequentemente, quanto menor for o período maior será a frequência. Um é inversamente proporcional ao outro.

$$f = \frac{1}{T} \text{ ou } T = \frac{1}{f}$$

EQUAÇÃO FUNDAMENTAL DA ONDULATÓRIA

A velocidade V de uma onda ela é constante em um determinado meio e está relacionada com as demais grandezas – comprimento de onda, frequência e período.

Sabemos que a velocidade é obtida pela razão (divisão) entre a variação de posição e um intervalo de tempo (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2015), ou seja:

$$V = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

Considerando o deslocamento igual ao comprimento de onda (λ) e o intervalo de tempo igual ao período (T) (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2015), teremos:

$$V = \frac{\lambda}{t}$$

O período T se relaciona inversamente com a frequência, como vimos

anteriormente:

$$V = \lambda \cdot f$$

Após isso, abrir espaço para os questionamentos:

1) (UFRGS-adaptada) Um trem de ondas senoidais, gerado por um dispositivo mecânico oscilante, propaga-se ao longo de uma corda. A tabela a seguir descreve quatro grandezas que caracterizam essas ondas mecânicas. Relacione a grandeza quanto ao período, frequência, comprimento de onda e amplitude.

Grandeza	Descrição
1	número de oscilações completas por segundo de um ponto da corda
2	duração de uma oscilação completa de um ponto da corda
3	distância que a onda percorre durante uma oscilação completa
4	deslocamento máximo de um ponto da corda

2) - Uma onda representada na imagem abaixo tem velocidade igual a 24 cm/s. Determine:



- a amplitude da onda;
- o comprimento de onda da onda;
- a frequência da onda;
- o período da onda.

3) O comprimento de onda, representado pela letra grega lambda (λ) pode ser definida como:

- A distância percorrida pela onda em um segundo.
- A distância entre dois pontos da onda, consecutivos e correspondentes.
- A distância entre seu ponto mais alto (crista) e seu ponto mais baixo (vale).
- A distância de ondas completas na unidade de tempo

Quinto encontro formativo (2 horas-aula): O objetivo deste encontro é aplicar o jogo de tabuleiro como material potencialmente significativo em situações problemas no estudo de ondas mecânicas. Iniciamos o encontro com a socialização e explicação sobre o jogo de tabuleiro sobre o estudo de ondas mecânicas, dando destaque à sua definição, a sua classificação e elementos característicos, destacando os seus objetivos e comandos necessários à sua utilização. Fizemos o início com a aplicação do jogo de tabuleiro. Após isso, abrimos espaço para discussão (no coletivo) sobre a resolução das situações-problema constantes nas cartas do tabuleiro. Foi papel do professor, durante toda a dinâmica de aplicação do supracitado jogo, criar as condições de mediação, fazendo a mediação e levantando possíveis problematizações.

Sexto encontro formativo (2 horas-aula): O objetivo deste encontro é verificar a partir das atividades propostas aos alunos na sequência didática, mediada pelo tabuleiro, se houve (ou não) a apropriação dos conceitos. Iniciamos com a aplicação de um questionário pós-teste para identificar as significações produzidas pelos alunos no desenvolvimento desta Sequência Didática envolvendo o conceito de onda mecânica e, assim, fazer uma avaliação da mesma.

8 AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

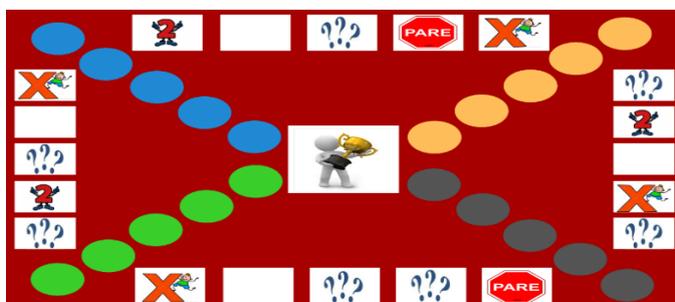
Na avaliação serão considerados tanto os aspectos qualitativos quanto os quantitativos. Especificamente sobre os aspectos qualitativos deverão ser empregados os instrumentos: observações acerca da participação interação, disciplina e assiduidade dos alunos no desenvolvimento das atividades propostas na Sequência Didática. E, sobre os aspectos quantitativos, propomos que sejam utilizados os instrumentos: o próprio jogo de tabuleiro, uma produção textual sobre a o conceito de onda, as classificações e suas características e uma avaliação escrita sobre as potencialidades da Sequência Didática.

9 JOGO DE TABULEIRO SOBRE O ESTUDO DE ONDAS MECÂNICAS

Sobre o jogo de tabuleiro (trilha) - onda mecânica, esclarecemos que esse deve ser organizado com trinta e cinco casas, excluindo as casas de início e fim. O

referido jogo, enquanto recurso didático, pode ser jogado por duas ou mais equipes, com a ajuda de dois colegas do grupo: um para ler as perguntas e o outro para respondê-las. Os jogadores devem percorrer o circuito fechado, cumprindo as atividades que aparecerem no supracitado jogo. Porém, vencerá o jogador que percorrer todo o circuito.

Figura 7: Jogo de tabuleiro



Fonte: Adaptado Soares (2020)

Dessa forma, tal jogo se apresenta como mediador do ensino e aprendizagem, a fim de que ocorra a internalização do referido estudo. De acordo com Cavalcanti (2005), na atividade do jogo, duas das funções psicológicas são as que mais se desenvolvem: a memória e o pensamento. Logo os alunos devem ter a memória do conteúdo e saber pensar para solucionar as situações-problema postas, criando as estratégias para solucioná-las.

REGRAS DO JOGO

- Número de jogadores: 04 (quatro);
- jogo inicia com o jogador que ao lançar o dado obtiver o maior número. Caso haja empate, os jogadores repetirão o procedimento até desempatar;
- Os jogadores caminham em sentido horário, de acordo com o que tirar ao lançar o dado;

- Durante o caminho há espaços com perguntas. Onde o jogador deverá responder, ou outras ações que deve realizar;
- Está na reta final. Jogue o dado e responda para passar adiante.
- Acertou: avance 1 casa.
- Errou: volte 1 casa.
- Ganhará o jogador que conseguir dar uma volta inteira no retângulo e chegar ao centro do caminho que tem sua cor.

CARTAS COM SITUAÇÕES-PROBLEMA

1) Na propagação de uma onda há, necessariamente, transporte de:

- a) massa e energia
- b) quantidade de movimento e partículas
- c) energia e quantidade de movimento
- d) massa e partículas
- e) partículas e vibrações

2) Ondas que vibram na mesma direção em que se propagam:

- a) transversais;
- b) longitudinais;
- c) oblíquas;
- d) perpendiculares

3) Quando uma pedra cai num lago tranquilo, formam-se ondas circulares. O fato de as ondas serem circulares é uma evidência de que:

- a) as ondas transportam energia;
- b) as ondas transportam matéria;
- c) a velocidade de propagação das ondas é a mesma em todas as direções;
- d) a velocidade de propagação das ondas depende da densidade da pedra;

4) Qual das ondas citadas é longitudinal:

- a) ondas na superfície da água;
- b) ondas luminosas;
- c) ondas eletromagnéticas;
- d) ondas sonoras;

5) Uma onda mecânica é dita transversal se as partículas do meio movem-se:

- a) perpendicularmente a sua direção de propagação;
- b) paralelamente à direção de propagação da onda;
- c) transportando matéria na direção de propagação da onda;
- d) com a velocidade da luz na direção de propagação da onda;

6) O número de ondas que passa por um ponto na unidade de tempo, é denominado:

- a) frequência;
- b) amplitude;
- c) período;
- d) velocidade de propagação;

7) O som se propaga com maior velocidade:

- a) nos sólidos;
- b) na atmosfera;
- c) no vácuo;
- d) nos líquidos;

9) Quando assistimos a filmes em que ocorrem batalhas espaciais, tipo Star Wars, notamos que em locais do espaço onde existe vácuo, uma espaçonave de combate atira contra outras, provocando grandes estrondos. A respeito, podemos dizer que:

- a) esses estrondos realmente existem, pois o som se propaga no vácuo;
- b) esses estrondos são muito mais intensos que os exibidos no cinema, porque surgem da emissão de ondas eletromagnéticas que se originam na desintegração das espaçonaves;
- c) esses estrondos são mais fracos que os exibidos no cinema, pois no vácuo os sons se propagam com baixa velocidade;
- d) esses estrondos não existem, pois o som não se propaga no vácuo;

10) As radiações eletromagnéticas, no vácuo, caracterizam-se por possuir:

- a) mesma frequência;
- b) mesma velocidade;
- c) mesmo comprimento de onda;
- d) mesma amplitude;

8) Numa experiência clássica, coloca-se em uma campânula de vidro, onde se faz o vácuo, uma lanterna acesa e um despertador que está despertando. A luz da lanterna é vista, mas o som do despertador não é ouvido. Isso acontece porque:

- a) o comprimento de onda da luz é menor que o do som;
- b) nossos olhos são mais sensíveis que nossos ouvidos;
- c) o som não se propaga no vácuo e a luz sim;
- d) o vidro da campânula serve de blindagem para o som, mas não para a luz;

11) Luz é onda eletromagnética:

- a) mecânica;
- b) transversal;
- c) longitudinal;
- d) material;

12) Considere os seguintes fenômenos ondulatórios:

I) Luz

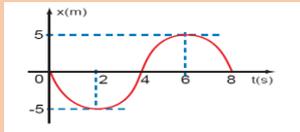
II) Som (no ar)

III) Perturbação propagando-se numa mola helicoidal esticada.

Podemos afirmar que:

- a) I, II e III necessitam de um suporte material para propagar-se.
- b) I é transversal, II é longitudinal e III tanto pode ser transversal como longitudinal.
- c) I é longitudinal, II é transversal e III é longitudinal.
- d) I e III podem ser longitudinais.
- e) Somente III é longitudinal.

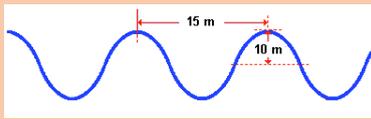
13) O gráfico representa a propagação de uma onda.



A amplitude, o período e a frequência para esse movimento são dados, respectivamente, por:

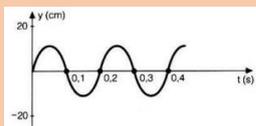
- a) 10 m, 4 s, 1/8 Hz
- b) 5 m, 8 s, 1/4 Hz
- c) 10 m, 8 s, 1/4 Hz
- d) 5 m, 8 s, 1/8 Hz

14) Uma onda se propaga ao longo de uma corda com frequência de 60 Hz, como ilustra a figura.



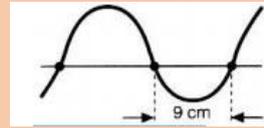
- A) Qual a amplitude da onda?
- B) Qual o valor do comprimento de onda?
- C) Qual a velocidade de propagação dessa onda?

15) Uma onda produzida na superfície de um tanque de água, de 40 cm de comprimento de onda, faz com que uma pequena rolha sofra deslocamentos verticais, em relação ao nível da superfície. Conforme diagrama abaixo. A velocidade da onda, em cm/s, é:



- a) 50
- b) 180
- c) 200
- d) 500
- e) 800

16) Uma onda se propaga ao longo de uma corda com frequência de 30 Hz, conforme a figura. Nessas condições podemos afirmar que sua velocidade e comprimento de onda são, respectivamente:



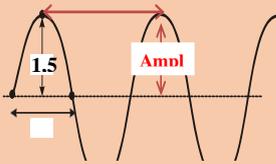
- a) 320 cm/s e 18 cm
- b) 540 cm/s e 18 cm
- c) 270 cm/s e 9 cm
- d) 90 cm/s e 3 cm
- e) 30 cm/s e 3 cm

17) Uma bola estava flutuando no meio de uma piscina. Um estudante na beirada da piscina desejava fazer com ela se deslocasse para a outra beirada. Bateu, então, várias vezes na água com a mão movendo-a para cima e para baixo, gerando uma onda que se propagou na superfície da piscina, para que a bola, ao ser atingida pela onda, fosse levada por ela. O estudante conseguiu o que desejava? Por quê?

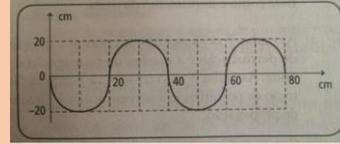
18) Uma criança coloca um barquinho de papel em uma grande bacia com água. Ela começa a agitar levemente a bacia e percebe a formação de pequenas ondas, no entanto, seu barquinho não sai do lugar. Justifique sua resposta por meio de argumentos científicos.

19) Uma onda é estabelecida em uma corda mostrada na figura ao lado. O ponto A destacado na figura oscila com uma frequência $f = 20$ Hz. Observe a figura e diga se cada uma das afirmativas seguintes é verdadeira ou falsa. Para aquelas que estiverem erradas, apresente o valor correto da grandezamencionada.

- O comprimento de onda é igual a 1,5 m.
- O período da onda é igual a 5 segundos.
- A amplitude da onda é igual a 0,8 m.
- A velocidade de propagação é 30 m/s.



21) A figura a seguir representa uma onda que se propaga com frequência de 25Hz, ao longo de uma corda homogênea. Determine para essa onda, os valores:



- Do comprimento;
- Da Amplitude;
- Do período;

20) Ondas eletromagnéticas propagam-se no vácuo na velocidade da luz. Assinale a alternativa que apresenta apenas ondas eletromagnéticas:

- raios X, infravermelho, micro-ondas, ondas de rádio.
- raios β , radiação γ , ultravioleta.
- ultrassom, laser, luz visível, micro-ondas.
- raios α , raios β , ondas de rádio.
- raios X, infrassom, ultrassom, infravermelho

REFERÊNCIAS

AMORIM, Alex. **Ondas longitudinais e transversais - ondulatória experimental**. Youtube, 19 fev. 2014. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=zMcFb6Nsk0c> >. Acesso em: 15 ago. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/BNCC_19dez2018_site.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2018.

CAVALCANTI, L. **Geografia e práticas de ensino**. Goiânia: Alternativa, 2005.

COLORADO, University. **Onda em corda**. PhETinteractivesimulations. Disponível em: < https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/wave-on-a-string >. Acesso em 15 ago. 2021.

FERRARO, Nicolau; TOLEDO, Paulo; FOGO, Ronaldo. **Física básica: volume único**. 4. ed. São Paulo: Atual, 2013

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física, volume 2: gravitação, ondas e termodinâmica**. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

MORAES, J. U. P.; ARAÚJO, M. S. T. **O ensino de Física e o enfoque CTSA: caminhos para a educação cidadã**. São Paulo: Livraria da Física, 2012.

MUNDO, Misterios. **Essas são as maiores ondas do mundo**. Youtube, 7 abr. 2021. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=AgBULdFDQLg> >. Acesso em: 15 ago. 2021.

Scientific American Brasil – Aula Aberta n. 12 (2012, p. 57-58) 18 de abril de 2018. Antonio Carlos F. Santos, Carlos Eduardo Aguiar

SEARS, YOUNG & FREEDMAN. **Física II - Termodinâmica e Ondas** – 12 ed. São Paulo: Pearson, 2008.

XAVIER; Cláudio; BARRETO; Benigno. **360° Física aula por aula**. São Paulo: FTD, 2017.