



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

PRODUTO EDUCACIONAL

UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA O
ENSINO DOS CONCEITOS BÁSICOS DE ONDULATÓRIA COM APLICAÇÃO NO
ENSINO PRESENCIAL E NO REMOTO

MATEUS SOUSA DE MEDEIROS

BRASÍLIA-DF

2022

1. Introdução

Caros colegas,

O presente produto educacional é uma sequência didática no modelo de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa. Ele possui recursos que estão à sua disposição para quaisquer alterações e adaptações, de acordo com a sua percepção do ambiente de aplicação.

O conteúdo programático desta sequência está fundamentado nos conceitos de ondulatória. Os fenômenos associados podem ser utilizados como base de aplicação para os conceitos definidos por movimentos periódicos ou como fundamentação dos conceitos a serem aplicados em todos os modelos ondulatórios, nas suas diferentes classificações: mecânica ou eletromagnética; transversal, longitudinal ou mista.

Caso o seu trabalho esteja na modalidade “a distância” (ou remota), os materiais aqui disponibilizados podem contribuir significativamente para a aprendizagem significativa dos seus alunos. Caso o seu trabalho seja presencial, o material aqui disponibilizado pode ser utilizado também como complementar, a fim de auxiliar o processo de assimilação do conteúdo, ou como formato que explicita a transição da situação concreta para a virtual, no caso de propagação de ondas em cordas.

As atividades a seguir podem ser aplicadas em duas modalidades: uma como aplicação de conceitos para movimento periódicos com suas devidas adequações, enfatizando a fenomenologia do problema e a percepção destes como sugestão para uma turma do ensino fundamental; e, outra, como fundamentação dos signos e conceitos requisitados como subsunçores no modelo ondulatório, bem como as relações entre esses conceitos que podem ser associadas a outros tipos de onda, que não necessariamente, precisam de corda para se propagar.

Os materiais virtuais estarão disponibilizados como hiperlinks incluídos ao longo deste produto educacional. Para acessá-los, é necessário conexão com a internet, sendo mais bem aproveitados se visualizados por um computador. Todos os arquivos produzidos pelo presente trabalho, estão disponibilizados nas pastas:

- [Animação de transição.](#)
- [PDF e Vídeos.](#)

2. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para o ensino dos conceitos básicos de ondulatória.

1.1. Diagnóstico e introdução

Objetivo: Verificar o conhecimento prévio e intuitivo devido às experiências do cotidiano dos alunos com os signos relacionados à ondulatória. Iniciar um processo de reflexão e construção do que seria um modelo para ondas.

Conceitos envolvidos: Ondas, movimento periódico, transmissão, oscilação, exemplificação e visualização concreta do fenômeno.

Caso seja aplicado na modalidade presencial, sugere-se dedicar a essa atividade 2 aulas de 50 minutos cada. Caso seja na modalidade de ensino remoto, a previsão é de um dia.

Disponibilize os seguintes vídeos, da plataforma Youtube, como instrumento provocador:

- I. Ondas na corda naval (BERTOLUCI, 2017)
- II. Ondas no mar (DINIZ, 2016)
- III. Som nas cordas vocais (CASTRO, 2013)
- IV. Frequência audível (TREATY, 2016)

Por meio de uma ferramenta de preenchimento de formulário, que sugiro o Google Formulários, disponibilize as seguintes questões:

1. Baseado nos 4 vídeos assistidos, marque a(s) alternativa(s) ou responda no campo "outro" aquilo que você consegue associar ao conceito de onda:

- I. É uma oscilação que se propaga em uma meio material.
- II. Não precisa necessariamente de um meio material para se propagar.
- III. Transmite energia.
- IV. Transmite matéria.
- V. É um evento que se repete no tempo.
- VI. Obedece a um padrão de repetição.
- VII. Possui pontos altos e baixos.
- VIII. É gerada por uma fonte.
- IX. Pode possuir simetria ou não.
- X. Outro:

2. Justifique as opções selecionadas e/ou escritas na questão anterior.

3. Quais diferenças você consegue observar entre as quatro ondas visualizadas nos vídeos?
4. Por que as ondas da corda naval desaparecem ao longo da propagação?
5. Por que as ondas do mar possuem a zona de quebra e como elas são formadas?
6. Tente explicar o processo de formação, propagação e percepção da onda sonora que é produzida por uma pessoa até um ouvinte. Cite os órgãos envolvidos nesse processo.
7. Qual das quatro ondas te possibilita enxergar com mais clareza o formato de uma onda?

Ao final do questionário, desenhe o padrão de ondas se propagando na corda naval e encaminhe o [vídeo de transição do modelo concreto para o abstrato](#).

1.2. Diferenciação progressiva: estruturas e medições

Objetivo: Promover interação dos estudantes com os conceitos de comprimento de onda, frequência e período a partir dos instrumentos de medição. O ato de medir seria a última etapa no processo de assimilação de um conceito que define uma espécie de grandeza.

Conceitos envolvidos: Medição de grandezas periódicas em geral, período, frequência, comprimento de onda e escalas.

Para a atividade 2 estão previstas 4 aulas de 50 minutos na modalidade presencial ou 2 atividades para o ensino remoto.

Essa atividade, na modalidade presencial, será aplicada em sala de aula com os recursos Data Show, lista de exercícios e quadro negro.

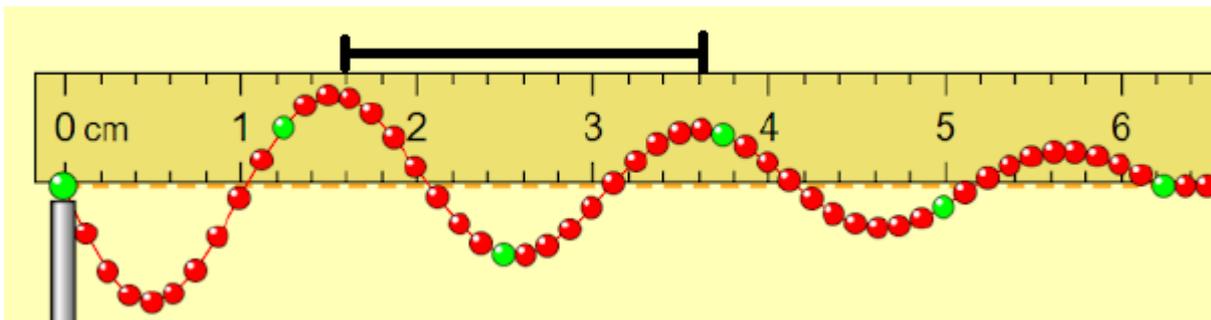
1.2.1. Etapa I – Medindo grandezas

Inicie a aula com o [vídeo de transição do modelo concreto para o abstrato](#), e enfatize os nomes dados ao topo e à base da onda como crista e vale. Conduza os alunos, por meio da diferenciação progressiva, ao entendimento do que seria um movimento completo para uma única onda, caracterizando devidamente o comprimento de onda, o período e a frequência para uma onda se propagando na corda naval.

Após essa caracterização, aplique o seguinte questionário:

QUESTIONÁRIO 1

1. Como faço para medir um objeto com a régua?
2. Na régua tradicional, existem quantas divisões para cada centímetro?
3. Cada centímetro equivale a quantos milímetros?
4. Existe diferença entre medir intervalo de tempo e horário?
5. Indique o valor aproximado do comprimento de onda, sinalizado em preto, abaixo. OBS: Atenção na quantidade de divisões para cada 1 centímetro.



6. Caso João saia da Ceilândia às 10:45 e chegue em Taguatinga às 11:15. Qual o tempo que ele levou para percorrer esse caminho?
7. Se a distância que João percorreu foi de 20 km, qual a velocidade média que ele desenvolveu no trecho Ceilândia-Taguatinga?
8. A roda de uma bicicleta gira a 120 rotações por minuto (rpm). Qual o período de giro dessa roda, em segundos?
9. Determine a frequência de rotação da Terra, em Hertz. OBS: Escreva a sua resposta na forma de fração.
10. Um praticante de crossfit oscila cada braço durante o exercício “corda naval” 4 vezes por segundo. Desconsiderando quaisquer efeitos externos ao atleta e a corda, bem como as reflexões dessas ondas no ponto de amarração, determine a frequência e o período de oscilação dessa corda durante a prática do exercício.

1.2.2. Etapa II – Avaliando o entendimento de certas grandezas

A atividade a seguir pode ser aplicada em teste impresso ou em formulário virtual, ficando a cargo do professor, baseado na estrutura da escola, fazer a devida escolha.

Após a aplicação do questionário acima, disponibilize a [atividade de medidas de grandezas](#) para verificar se os alunos assimilaram os conceitos abordados na aula

anterior. Para essa atividade, disponibilize o [GIF](#) que sintetiza todas as informações apresentadas como organizador prévio. Ao final, avise os alunos de que a próxima atividade será no laboratório de informática ou em sala com pelo menos um projetor datashow. Não se esqueça de reservar o ambiente com tempo hábil no seu planejamento.

1.3. Reconciliação integrativa: uso do simulador para experimentar comprimento de onda, período e frequência.

Objetivo: Consolidar os conceitos anteriores em torno de um mesmo modelo, o uso do simulador tem o potencial de desenvolver a capacidade de interpretação que é responsável por simplificar um problema dinâmico em um estático.

Conceitos envolvidos: Medição de grandezas no modelo ondulatório, período, frequência, comprimento de onda e uso de recursos virtuais.

Para a atividade 3 estão previstas 4 aulas de 50 minutos na modalidade presencial ou 1 atividade para o ensino remoto.

O ambiente de trabalho para a modalidade presencial é o laboratório de informática, ou, caso inexistente, pode ser adaptado com a utilização de um Datashow em sala, com o prejuízo da impossibilidade de cada aluno poder experimentar o simulador. Para a modalidade a distância, a [videoaula](#) tratará dos aspectos que serão requisitados durante os questionários, mas você pode gravar uma outra videoaula, tomando como ponto de partida os pontos que considerar fortes e os fracos dessa que gravei, além disso, a atividade avaliativa se encontra na etapa II da presente seção.

Verifique no dia anterior, no laboratório de informática de sua escola, a disponibilidade de computadores em funcionamento, faça o download do simulador nas máquinas para evitar quaisquer problemas associados à falta de conexão a internet no dia seguinte e deixe tudo organizado para que não seja perdido tempo com essa organização inicial.

1.3.1. Etapa I – Definindo as funcionalidades do simulador

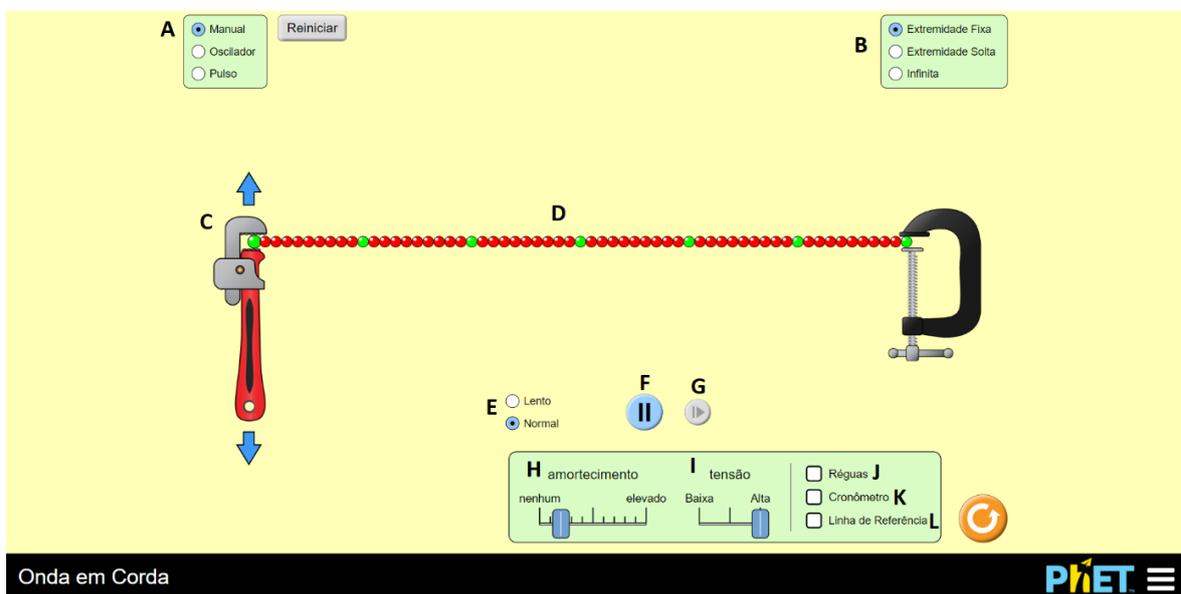
Conduza os alunos ao laboratório de informática para utilizarem o simulador. Ao chegar na sala, tenha um projetor multimídia para apresentar um simulador que será utilizado por você, professor(a). Com essa projeção, faça uma breve abordagem sobre o significado de comprimento de onda, do período e da frequência para uma situação no simulador. Mencione a influência da grandeza amortecimento no

movimento da onda e demonstre que, independentemente do amortecimento, o comprimento de onda permanecerá o mesmo.

Após essa abordagem, retomando o que foi estudado nas aulas anteriores, explique de forma sucinta as funcionalidades disponibilizadas pelo simulador e separe a turma em grupos de 2 ou 3 alunos aplicando o seguinte questionário para que eles registrem por escrito as funcionalidades de cada descritor.

QUESTIONÁRIO 2

Caro(a) aluno(a), preencha com suas palavras o que cada descritor apontado pelas letras de A a L, possibilita fazermos ou observarmos no simulador que está aberto em seu computador.



Utilize a tabela abaixo para registrar suas respostas. E lembre-se, quando tentamos definir por escrito, podemos encontrar dificuldades, mas tente organizar suas ideias com clareza.

Descritor A	
Descritor B	
Descritor C	
Descritor D	

Descritor E	
Descritor F	
Descritor G	
Descritor H	
Descritor I	
Descritor J	
Descritor K	
Descritor L	

Permita que os alunos interajam com o simulador após a descrição por escrito. Caso julgue interessante, avise-os de que na aula seguinte serão feitas atividades de gerar ondas e medir seus comprimentos, períodos e frequências, ainda no laboratório de informática.

1.3.2. Etapa II – Avaliação de mensuração

Para a próxima etapa dessa atividade, conduza-os ao laboratório de informática. Faça uma breve explanação a respeito da utilização da régua e do cronômetro digitais, caso não tenha sido questionado sobre isso pelos alunos na etapa anterior. Demonstre como medir comprimento de onda, período e frequência utilizando esses recursos.

Proponha que cada aluno produza uma imagem de uma onda para que outro(s) possa(m) fazer a leitura do comprimento de onda, frequência e período. Disponibilize o tempo que for conveniente para esse momento (sugestivamente, 20 minutos para a finalização dessa interação).

Após esse momento, aplique a [atividade de mensuração](#) como avaliação.

1.4. Reconciliação integrativa: relação entre velocidade de propagação, comprimento de onda e frequência.

Objetivo: Relacionar todas as grandezas estudadas dentro de um modelo matemático expresso pela equação $v = \lambda f$, que permite os alunos compreenderem a evolução de um modelo ondulatório no tempo, além da compreensão do fenômeno de reflexão de onda, bem como a interferência promovida para este fenômeno.

Conceitos envolvidos: Relações entre grandezas, função linear, função periódica (trigonométrica), período, frequência, comprimento de onda, velocidade, aceleração, movimento periódico, ondas transversais, propagação, oscilação de onda e interferência.

Para a atividade 4, estão previstas 4 aulas de 50 minutos na modalidade presencial ou 1 atividade para o ensino remoto.

1.4.1. Etapa I – Compreendendo os movimentos presentes na onda

Essa aula propõe a modalidade expositiva para o ensino presencial e, para a modalidade remota, o formato de uma [videoaula teórica expositiva](#) sobre as relações, tratando da aplicação dos conceitos estudados até o presente momento. Para as duas formas de aplicação, a atividade prática será um questionário caracterizado como avaliação.

Inicie com o [vídeo de transição do modelo concreto para o abstrato](#), retomando o modelo abstrato para a propagação de uma onda. A partir do vídeo e do modelo de onda definido na aula anterior, comece mencionando a diferença entre os dois tipos de movimentos contidos em uma onda: o de oscilação e o de propagação.

Aponte para as atividades anteriores a observação de que o movimento de propagação de onda era uniforme, não existiam ondas “atropelando” e nem sendo “quebra molas” de outras. Pelo contrário, existia um fluxo constante de energia que tinha sua velocidade alterada quando se mudava a tensão da corda. Mas, enquanto isso, deveria existir algum tipo de aceleração que faria a corda oscilar em torno do ponto de equilíbrio, sendo essa oscilação perpendicular a corda.

Defina, a partir dessa constatação, o que seria uma onda transversal (movimentos de oscilação e propagação perpendiculares entre si) e mencione que existirá um outro tipo de onda, que possui movimento de oscilação e propagação paralelos entre si, classificado como longitudinal, a ser estudado em outro momento.

Mostre para os alunos que em cada região, acima e abaixo do eixo da onda, existe um momento de desaceleração e outro de aceleração, relacionados ao movimento de oscilação. Os momentos de aceleração ocorrerão quando a oscilação estiver a caminho do eixo, enquanto os momentos de desaceleração serão caracterizados quando a oscilação estiver se distanciando desse mesmo eixo.

Exponha a equação de Taylor associando a velocidade a tensão e densidade linear da corda, para, por fim, aplicar a atividade de avaliação para essa etapa.

Após esse momento de exposição, selecione alguns exercícios para resolução em sala de aula e/ou aplique a seguinte [atividade avaliativa](#).

1.4.2. Etapa II – Analisando o fenômeno de reflexão e interferência

Para a modalidade à distância, proponha a seguinte [videoaula](#). Ela se baseia no uso do simulador como ponto de partida, permitindo a visualização do que seria a representação do fenômeno de reflexão, bem como os processos de interferência associados a oposição e concordância de fase entre pulsos.

Se o seu caso é a modalidade presencial, utilize um projetor multimídia conectado a um computador para projetar o simulador em sala de aula. Para essa aula, o objetivo seria aprender as diferenças entre os tipos de reflexão de onda com relação a uma extremidade fixa ou a uma livre, disponíveis pelo simulador.

Apesar dessa possibilidade, demonstre para eles as diferenças da interação de um pulso de onda com os dois tipos de extremidade, enfatizando a classificação como “mudança de fase”, para a extremidade fixa, ou “manutenção de fase”, para a extremidade livre. Esse fenômeno constituirá um subsunçor importante associado a interação de ondas eletromagnéticas com superfícies refletoras.

Após a demonstração dessa interação da onda com a extremidade refletora, introduza os conceitos de interferência, diferenciando a construtiva da destrutiva e utilizando o simulador como ponto de partida e ancoragem visual para o fenômeno.

Ao final dessa etapa, aplique a [atividade](#) para avaliar o entendimento sobre as figuras formadas devido aos padrões de interferência.

1.5. Avaliação final

A avaliação final proposta por esta UEPS está na condição somativa. Para as duas modalidades, presencial ou remota, o formato é o de resolução de questões associadas aos conceitos abordados durante toda a sequência. Acesse a [avaliação](#) para verificar as questões sugeridas e disponibilizadas por ela.

Por fim, adote o processo de avaliação com o método que julgar conveniente e que seja o mais pertinente para a sua turma, se possível, incluindo avaliações das participações dos alunos ao longo de todo o semestre letivo.