


$$\Sigma F = M \cdot a$$

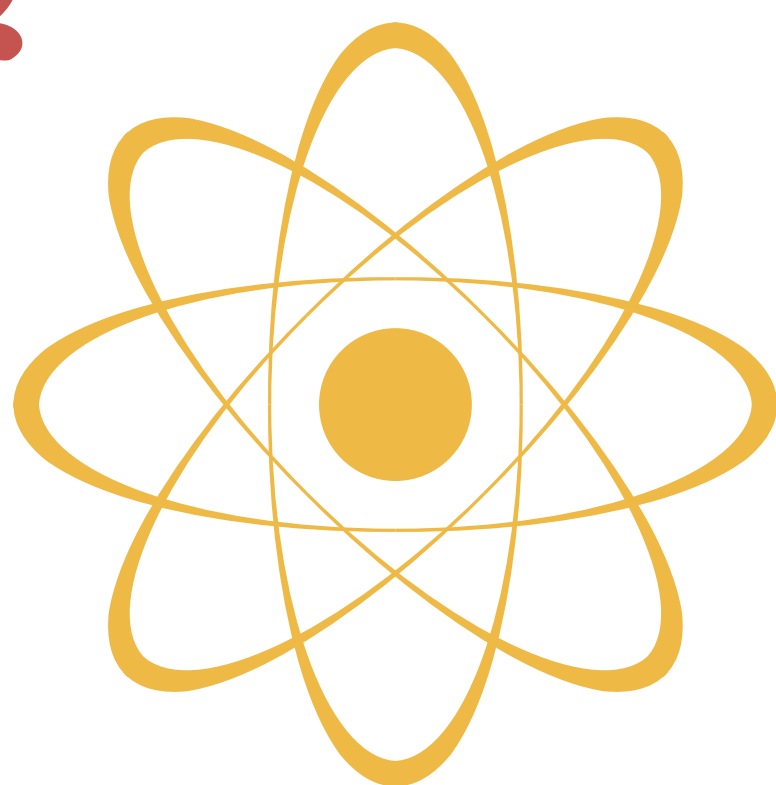
$$W = F \times S$$

$$f = \frac{n}{t}$$

CARTILHA DIGITAL:
SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS COM
PHET PARA UMA
APRENDIZAGEM
SIGNIFICATIVA DE
ONDULATORIA NO ENSINO
MÉDIO

$$E = m \cdot c^2$$

$$f_k = M_k \cdot N$$



$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO PIAUÍ



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

MNPEF

Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

CARTILHA DIGITAL: SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS COM PHET PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE ONDULATÓRIA NO ENSINO MÉDIO

Fernando Gérson Libânio Mendes

Esta cartilha é parte do Produto Educacional
desenvolvido no Mestrado Nacional em
Ensino de Física sob orientação da professora
Maria do Socorro Leal Lopes

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Sistema de Bibliotecas UFPI – SIBi /UFPI
Biblioteca Setorial do CCN

M538p Mendes, Fernando Gérson Libanio.
O PhET como instrumento de ensino de ondulatória através
de sequências didáticas / Fernando Gérson Libanio Mendes. –
Teresina, 2025.
161 f. : il.
Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Federal
do Piauí. Centro de Ciências da Natureza. Programa de Pós-
Graduação em Ensino de Física, Teresina, 2025.
“Orientadora: Profa. Dra. Maria do Socorro Leal Lopes”.
1. Física - Estudo e Ensino. 2. Simuladores PhET. 3.
Ondulatória. 4. Sequência Didática. I. Lopes, Maria do Socorro
Leal. II. Título.

CDD 530.7

Bibliotecária: Caryne Maria da Silva Gomes - CRB3/1461



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO PIAUÍ



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001, apoio financeiro concedido por meio da bolsa de estudos, essencial para a continuidade e desenvolvimento desta pesquisa. O investimento em ciência e formação de pesquisadores é fundamental para o avanço do conhecimento em nosso país.

À minha orientadora, Prof(a). Dr(a). Maria do Socorro Leal Lopes, agradeço pela dedicação, paciência, orientação cuidadosa e por compartilhar seu conhecimento com generosidade ao longo de toda a caminhada. Suas palavras de incentivo, rigor acadêmico e apoio constante foram fundamentais para a superação dos desafios e para o crescimento pessoal e profissional.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	6
INTRODUÇÃO A CARTILHA.....	7
2. ACESSANDO O PhET.....	8
3. SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS USANDO O PhET.....	10
4. AS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TIC) NO ENSINO DE ONDULATÓRIA: POTENCIALIZANDO SEQUENCIAS DIDÁTICAS	13
5. SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS EM ONDULATÓRIA.....	15
5.1. Sequência Didática Baseada na Teoria de David Ausubel utilizando a Simulação PhET "Introdução às Ondas.....	16
5.2. Sequência Didática Baseada na Teoria de David Ausubel utilizando a Simulação PhET "Onda em uma Corda".....	24
5.3. Sequência Didática Baseada na Teoria de David Ausubel utilizando a Simulação PhET "Ondas Sonoras”.....	33
5.4. Sequência Didática Baseada na Teoria de David Ausubel utilizando a Simulação PhET "Interferência de Ondas”	34
5.3. Sequência Didática Baseada na Teoria de David Ausubel utilizando a Simulação PhET "Fourier - Construindo Ondas”.....	35
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36
REFERÊNCIAS.....	38



APRESENTAÇÃO

Esta cartilha digital foi elaborada com o propósito de oferecer aos professores e estudantes do Ensino Médio uma abordagem inovadora e significativa para o ensino de ondulatória, integrando as simulações interativas do PhET a sequências didáticas cuidadosamente planejadas. O material parte dos pressupostos da aprendizagem significativa, buscando superar os desafios tradicionais do ensino de ondas — frequentemente marcados pelo excesso de abstração e dificuldade de visualização — ao promover experiências concretas, colaborativas e contextualizadas em sala de aula. Por meio de roteiros passo a passo, exemplos práticos, orientações sobre o acesso e uso das simulações e modelos de avaliação, esta cartilha visa facilitar a mediação do professor e o protagonismo dos estudantes, tornando o aprendizado de ondulatória mais acessível e dinâmico. Ao conectar teoria, prática e tecnologia, esta cartilha pretende contribuir para a formação de sujeitos críticos, autônomos e preparados para compreender e aplicar os conceitos ondulatórios em diferentes contextos da vida real.





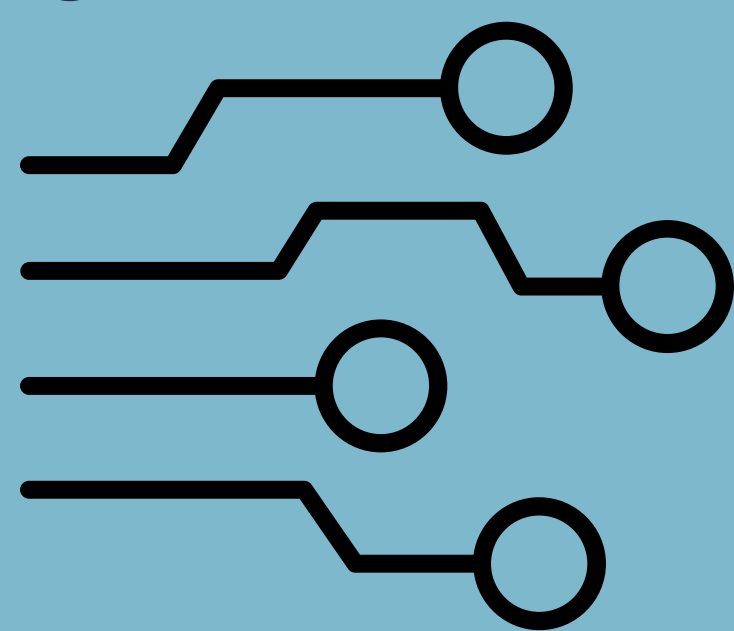
INTRODUÇÃO

A utilização de recursos digitais no processo educativo tem se mostrado uma ferramenta eficaz para engajar os alunos e proporcionar uma aprendizagem mais dinâmica. Nesse contexto, a Cartilha Digital propõe o uso das Simulações Interativas PhET como uma sequência didática para o ensino de ondulatória, ampliando o entendimento dos estudantes sobre as questões relacionadas às ondas.

O ensino de ondulatória muitas vezes enfrenta desafios, sendo percebido como abstrato e difícil de visualizar. Uma abordagem tradicional, centrada em equações e diagramas, pode resultar em uma compreensão limitada por parte dos alunos. A Cartilha Digital surge como resposta a essa problemática, oferecendo uma alternativa interativa e interativa que facilita a compreensão das características ondulatórias.

A Cartilha Digital e o uso do PhET através de sequências didáticas para o ensino de ondulatória destina-se a estudantes do ensino médio, especialmente aqueles em turmas de física. A abordagem interativa visa atender às diferentes formas de aprendizagem, proporcionando uma experiência de ensino mais inclusiva, por meio de uma aprendizagem significativa.

Como visto, a Cartilha Digital o uso do PhET utilizando sequências didáticas para o ensino de ondulatória oferece uma abordagem inovadora e envolvente que poderá superar desafios comuns nessa área do conhecimento. Ao integrar tecnologia e educação, busca-se não apenas transmitir conhecimento, mas tornar o aprendizado de ondulatória mais acessível, interessante e significativo para os alunos.



2.

ACESSANDO O PHET

O PhET Interactive Simulations é um laboratório virtual desenvolvido pela University of Colorado at Boulder (Universidade do Colorado em Boulder). O PhET oferece simulações interativas e divertidas de forma gratuita na área de Ciências da Natureza e Matemática.

A utilização do PhET é bastante simples, o professor só precisa possuir um computador, com java flash instalado e conexão com a internet para download das simulações ou utilizar de forma on-line. O download das simulações serve para serem utilizados na ausência da conexão com a internet.

Segundos Santos (2016, p. 8) o uso do PhET,



[...] pode ser de grande auxílio para o professor da educação básica, que necessita da utilização de experimentos para fundamentar e aperfeiçoar sua metodologia de ensino, procurando atribuir significado ao conceito físico, inter-relacionando-o com o cotidiano do estudante, dando significado a teoria que está sendo trabalhada.

Nesse sentido, de acordo com Araújo et al (2015) uso do software em sala de aula favorece uma aprendizagem por descoberta possibilitando aos alunos uma verificação dos conteúdos, permitindo que eles apresentem soluções para os problemas propostos, pois os mesmos podem verificar, por si só, todas as funções do simulador, e até mesmo questioná-las.

O PhET é disponibilizado gratuitamente e pode ser acessado através do seu navegador web de sua preferência pelo link (<https://phet.colorado.edu>) sendo esse link a versão em inglês, porém o mesmo também está disponibilizado em português no link (<https://phet.colorado.edu/pt-BR/>). Para acessar o PhET o professor necessita de um computador com internet e java flash instalado para ter acesso as simulações.

Ao abrir a página (inglês ou português) o professor encontrará uma variedade de simulações interativas todas possuindo embasamento teórico e sendo revisadas de forma periódica para tornar sua fidelidade à teoria trabalhada.

Após escolher a simulação desejada o professor só precisa clicar na simulação e uma nova aba será aberta com a simulação escolhida, para interagir com ela basta utilizar os controles e ajustes fornecidos pela simulação na própria aba.



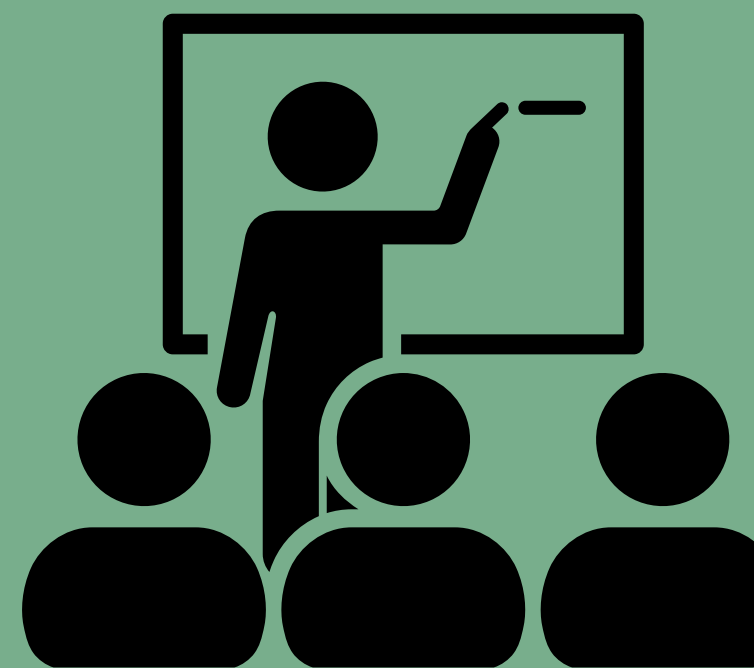
3.

SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS USANDO O PHET

A educação contemporânea busca métodos constantemente inovadores para promover uma aprendizagem significativa e envolvente. Nesse contexto, as Sequências Didáticas, especialmente quando incorporam ferramentas interativas como o PhET, emergem como instrumentos valiosos para alcançar esse objetivo. Estas sequências são séries de atividades pedagógicas planejadas que visam promover a construção do conhecimento de forma progressiva, conectando os conceitos teóricos com a prática e a experiência do aluno.

Nesse sentido, as sequências didáticas garantiram uma organização estruturada do conteúdo, permitindo que os professores introduzissem, desenvolvessem e consolidassem os conceitos de maneira sequencial. Isso facilita a compreensão progressiva e evolutiva do conhecimento, construindo uma base sólida para aprendizados mais avançados.

Ademais, a contextualização é fundamental para a compreensão dos conceitos. Nessa direção, as sequências didáticas procuraram oportunidades para vincular o conteúdo a situações do cotidiano, tornando-o mais acessível e relevante para os alunos. A contextualização estimula o interesse e a aplicação prática do conhecimento.

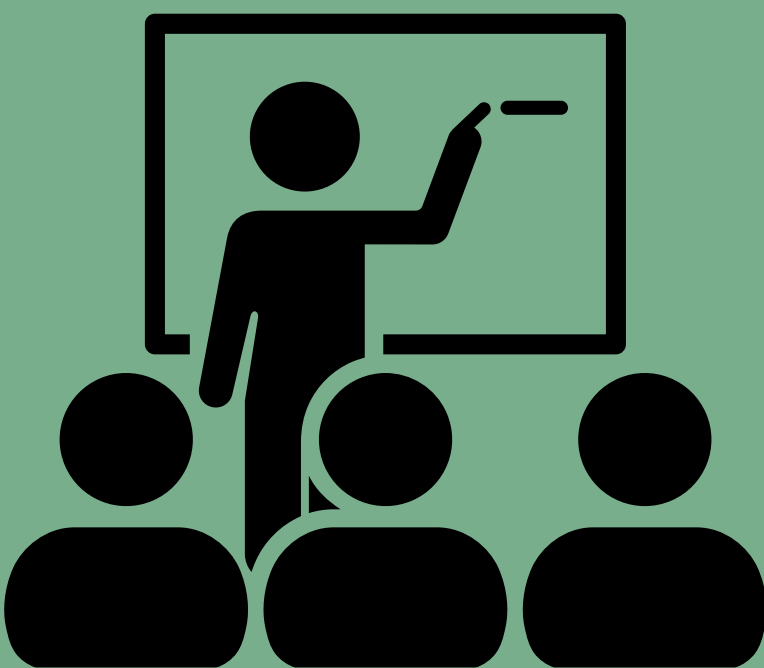


Ao integrar diferentes tipos de atividades, como experimentos virtuais, debates em grupo, resolução de problemas e projetos práticos, as sequências didáticas garantem que os alunos possam abordar os conceitos de maneiras variadas. Essa diversidade de abordagens atende a diferentes estilos de aprendizagem, promoção de inclusão e engajamento dos alunos nas atividades de ensino e aprendizagem

Como visto, as sequências didáticas, quando bem elaboradas, proporcionam uma abordagem de aprendizado ativo. Nessa direção, O PhET, por exemplo, oferece simulações interativas que permitem aos alunos explorarem e experimentarem conceitos, tornando a aprendizagem mais dinâmica, participativa e abrangente.

Ao incorporar o PhET ao uso de sequências didáticas, os educadores podem potencializar ainda mais os benefícios considerados abordados. O PhET oferece simulações interativas em diversas áreas, desde física e matemática, biologia até e química. Isso permite que os alunos explorem especificidades complexas de maneira prática, visualizando o impacto das variáveis e experimentando de forma virtual.

Essa abordagem não apenas fortalece a compreensão conceitual, mas também desenvolve habilidades práticas, como a resolução de problemas e a aplicação do conhecimento em contextos do mundo real. Além disso, ao utilizar o PhET, os educadores podem criar um ambiente de aprendizagem inclusivo, no qual, os alunos têm liberdade de explorar e aprender em seu próprio ritmo.

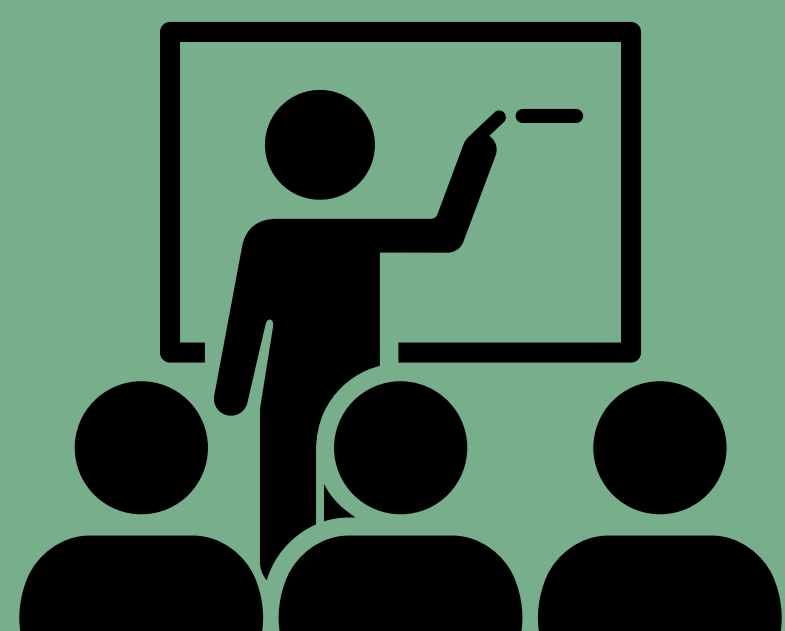


A incorporação de sequências didáticas usando o PhET representa uma estratégia educacional eficaz para promover uma aprendizagem mais envolvente, significativa e alinhada às necessidades e expectativas dos alunos na era da tecnologia. Essa abordagem, que une organização, contextualização e experiência prática, contribui para a formação de indivíduos mais preparados e motivados para enfrentar os desafios do século XXI.

As sequências didáticas são uma ferramenta valiosa para promover a aprendizagem significativa dos estudantes e quando aliadas as simulações do PhET, as sequências ganham um potencial ainda maior para engajar os alunos e aprimorar o processo educacional.

Ao utilizar o PhET em uma sequência didática o professor pode iniciar a abordagem de um novo tópico com a simulação, permitindo que os alunos explorem e observem os fenômenos antes de introduzir conceitos teóricos. Nesse sentido, possibilita que os estudantes criem suas próprias questões e busquem respostas, desenvolvendo um entendimento mais profundo dos conteúdos.

Em seguida, o professor pode conduzir discussões em sala de aula e promover atividades práticas propondo desafios relacionados à simulação. Dessa forma, o PhET se torna um suporte valioso para o desenvolvimento de habilidades na resolução de problemas, no trabalho em equipe e no pensamento crítico.



4 AS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TICS) NO ENSINO DE ONDULATÓRIA: POTENCIALIZANDO SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS

A introdução das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) na educação revolucionou a forma como os professores abordam os conteúdos. E no ensino de Ondulatória, não é diferente. A utilização estratégica das TICs, como simulações interativas, softwares educativos e recursos online, desempenha um papel crucial no enriquecimento das sequências didáticas, oferecendo vantagens significativas para o aprendizado dos alunos.

As simulações interativas e softwares específicos, como os disponíveis no PhET, permitem que os alunos visualizem e experimentem virtualmente as características ondulatórias. Isso facilita a compreensão de conceitos abstratos, como amplitude, frequência e comprimento de onda, por meio de representações gráficas e interações dinâmicas.

Como visto fica evidenciado que, as TICs possibilitam uma abordagem de aprendizagem ativa, na qual os alunos podem explorar, manipular e testar diferentes cenários. Isso estimula a curiosidade, a investigação e a descoberta, tornando o processo de aprendizagem mais envolvente e participativo.

Nesse sentido a integração de TICs enriquece as sequências didáticas ao oferecer uma variedade de recursos, como vídeos explicativos, simulações, jogos educativos e plataformas interativas. Essa diversidade atende a diferentes estilos de aprendizagem, tornando o ensino mais inclusivo e adaptado às necessidades individuais dos alunos.

As TICs permitem a contextualização dos conceitos de Ondulatória em situações do cotidiano, aproximando-se da teoria e da prática. Através de simulações, os alunos podem aplicar os conhecimentos adquiridos em contextos reais, compreendendo a relevância e as aplicações dos ondulatórios.

Os softwares educativos oferecem a vantagem de fornecer feedback imediato e personalizado aos alunos. Isso permite que eles identifiquem erros, compreendam conceitos específicos e ajustem seu aprendizado de forma independente, promovendo uma aprendizagem mais eficaz.

Em uma sequência didática sobre ondulatória, os professores podem incorporar simulações interativas do PhET para explorar a propagação de ondas, demonstrando como diferentes variações no comportamento ondulatório. Os alunos, então, utilizam softwares para realizar experimentos virtuais, analisar resultados e discutir em grupos online. A sequência pode culminar em projetos práticos, nos quais os alunos aplicam os conhecimentos adquiridos na resolução de problemas do mundo real.

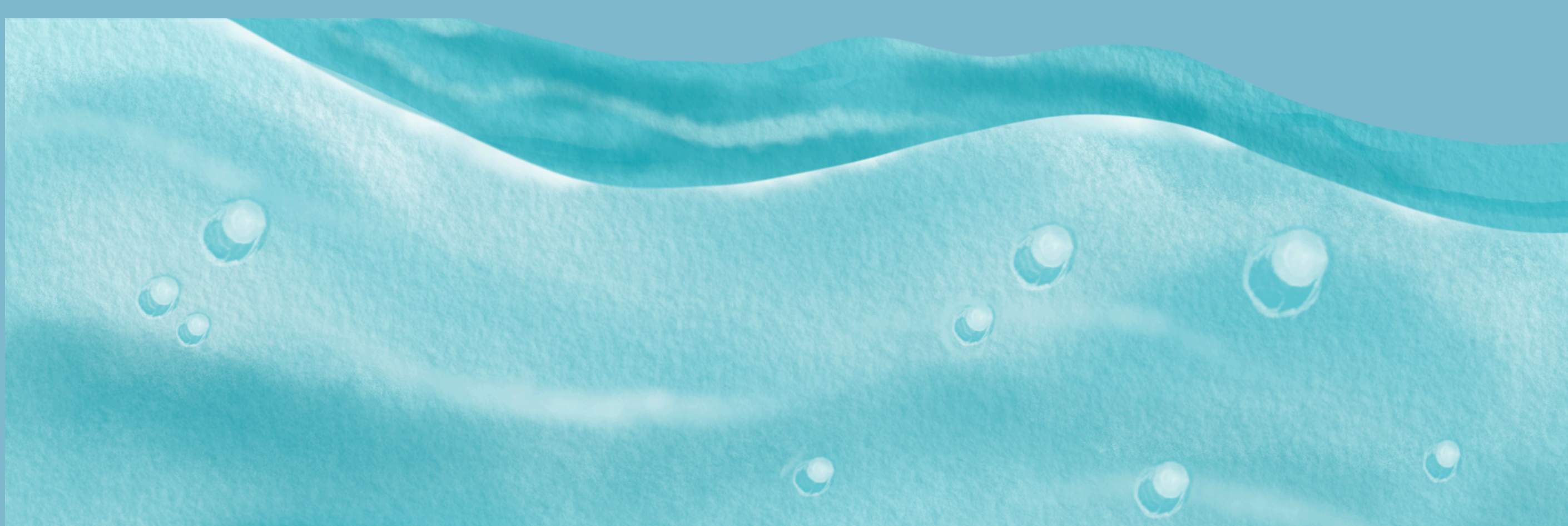
Diante disso, importa destacar que a integração das TICs nas sequências didáticas de Ondulatória potencializa o ensino, tornando-o mais acessível, dinâmico e alinhado às expectativas da geração digital. Ao aproveitar as ferramentas tecnológicas disponíveis, os educadores adquiriram uma experiência de aprendizado enriquecedor, capacitando os alunos para enfrentar os desafios do século XXI com uma compreensão sólida e aplicável ao estudo de ondulatória.



5.

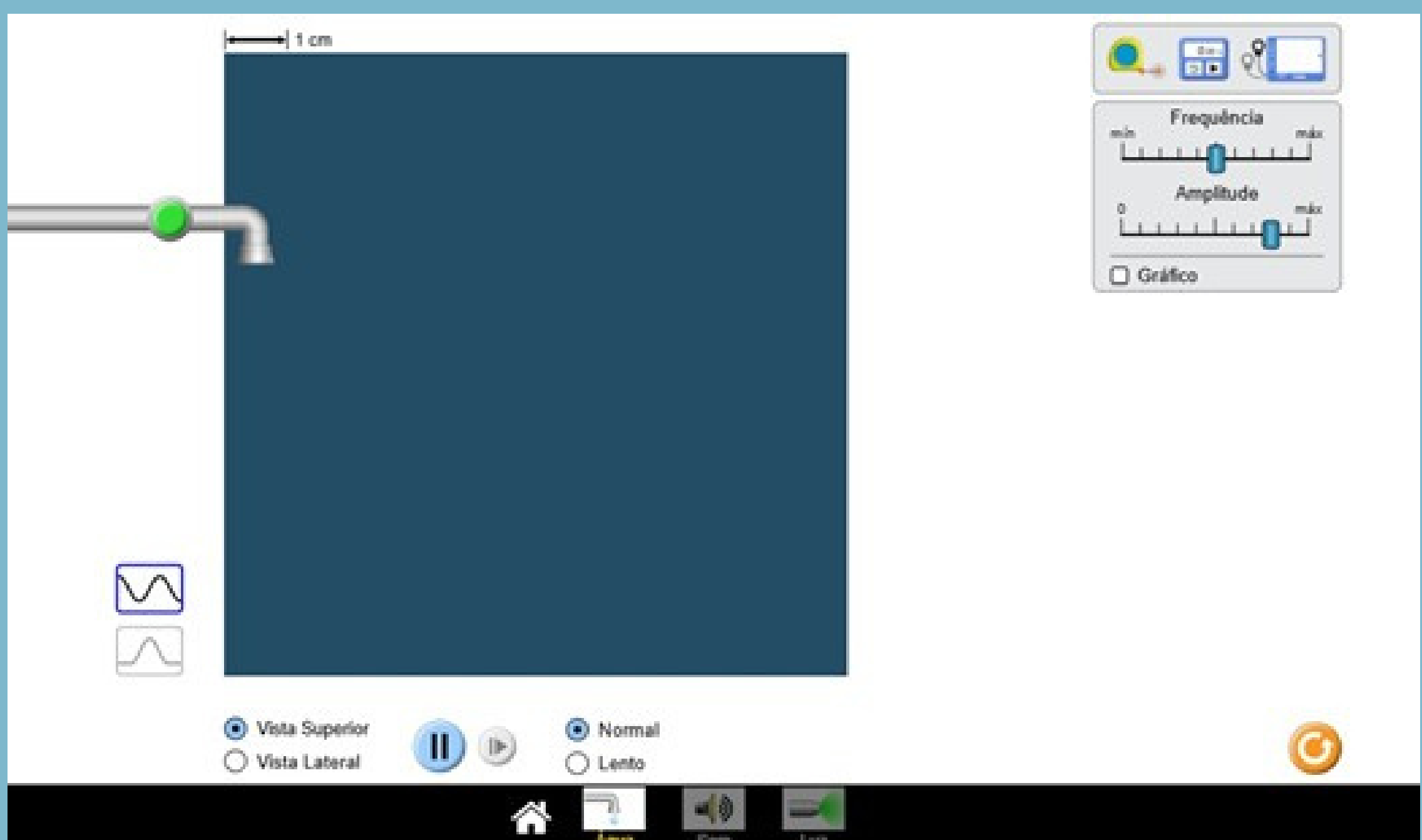
SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS EM ONDULATÓRIA

O desenvolvimento e a aplicação de sequências didáticas interativas para o ensino de ondas no Ensino Médio, fundamentadas nas teorias de Aprendizagem Significativa de David Ausubel. O foco central é proporcionar a compreensão aprofundada dos conceitos fundamentais de ondas mecânicas — como frequência, amplitude, comprimento de onda e velocidade de propagação — por meio da articulação entre organizadores prévios, experimentação digital e atividades reflexivas, utilizando as simulações PhET “Introdução às Ondas” e “Onda em uma Corda”. Ao longo de dez aulas estruturadas (cinco aulas para cada uma das simulações), os estudantes são convidados a resgatar conhecimentos prévios, explorar fenômenos ondulatórios em ambientes virtuais, construir significados a partir de discussões colaborativas e resolver desafios práticos que integram teoria e prática. Assim, o estudo busca evidenciar como a mediação ativa do professor, o uso de recursos tecnológicos e a valorização das experiências dos alunos contribuem para uma aprendizagem mais significativa, contextualizada e duradoura dos conteúdos de ondulatória.



5.1 SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA NA TEORIA DE DAVID AUSUBEL UTILIZANDO A SIMULAÇÃO PHET "INTRODUÇÃO ÀS ONDAS"

Essa sequência didática onde foi trabalhado a essa simulação do PhET “Introdução a Ondas” foi dividida em cinco aulas. A imagem a seguir mostra a ilustração de como é a simulação Introdução à Ondas quando se abre a simulação no PhET.



Fonte: PhET Interactive Simulations, 2025.

A sequência tem como objetivo geral: compreender os conceitos fundamentais de ondas mecânicas (frequência, amplitude, comprimento de onda e velocidade), desenvolvendo a aprendizagem significativa por meio de sequências didáticas baseadas na teoria de David Ausubel, articuladas à experimentação digital com a simulação PhET "Introdução às Ondas".

AULA 1: PREPARAÇÃO E DIAGNÓSTICO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS

Objetivo da Aula: Identificar os conhecimentos prévios dos alunos, estabelecendo uma base para a construção de novos conceitos sobre ondas.

Atividades:

- **Organizadores prévios:** Aplicação de um questionário diagnóstico sobre movimento harmônico simples, som e luz.
- **Revisão dialogada:** Apresentação de exemplos do cotidiano (ondas no mar, sons do ambiente), relacionando-os aos conceitos básicos.
- **Vídeo ou ilustração:** Exibição de material audiovisual curto sobre tipos de ondas (longitudinal e transversal)
 - **Sugestão de vídeos**
 - Ondas numa Corda | Experimentos - Mola Slinky ondas transversais estacionárias (https://www.youtube.com/watch?v=OEFK_vZTpio&t=1s)
 - Intro to Wave Simulation PHET (<https://www.youtube.com/watch?v=cuEScVTAC-8>)
 - Equação fundamental da Ondulatória (<https://www.youtube.com/watch?v=9aYwssYY2jE>)
- **Atividade individual:** Alunos anotam exemplos de ondas do cotidiano e compartilham com a turma.
- **Mediação do professor:** Discussão orientada com perguntas investigativas para estimular o interesse, conforme Ausubel (2003).

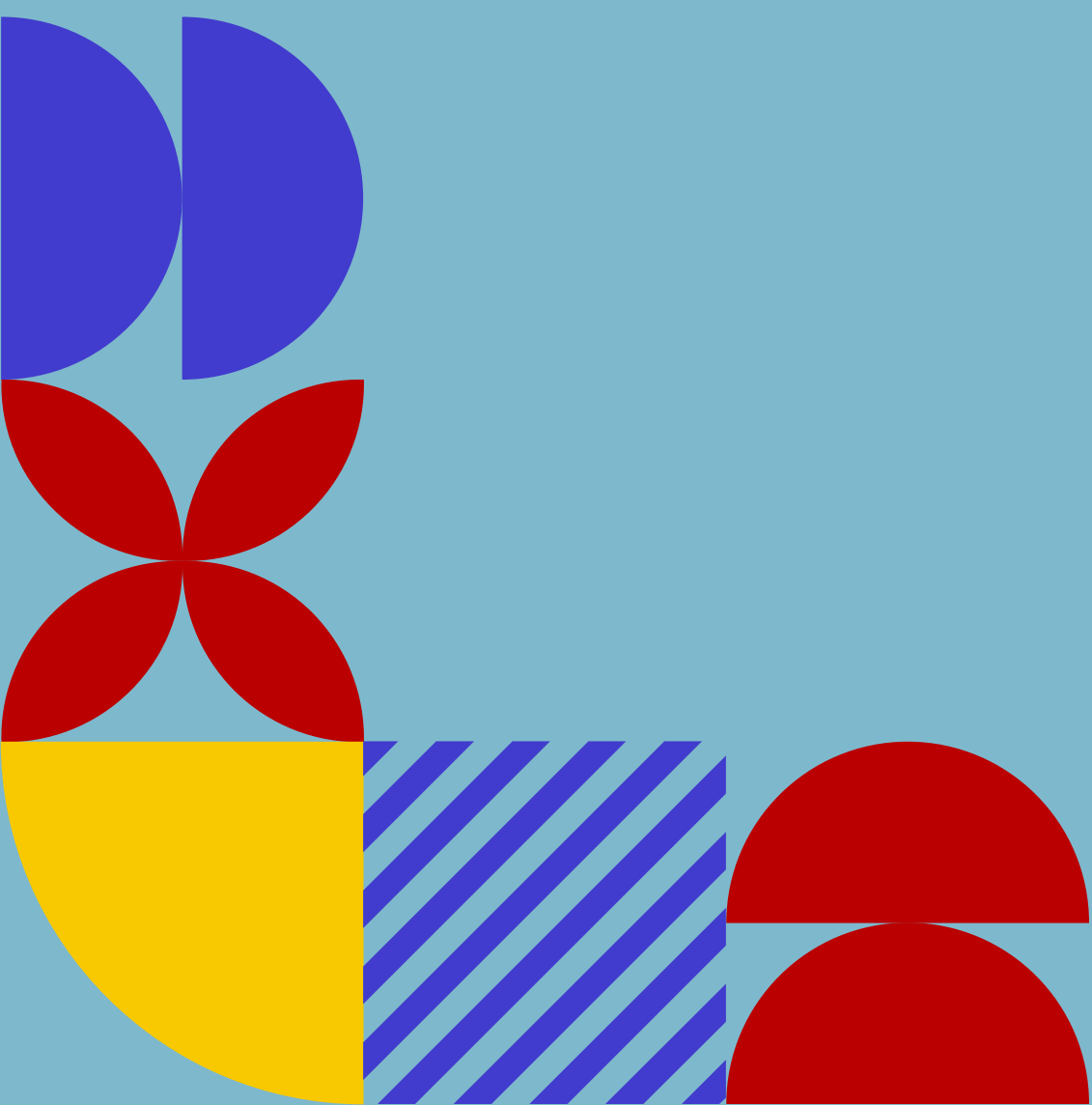


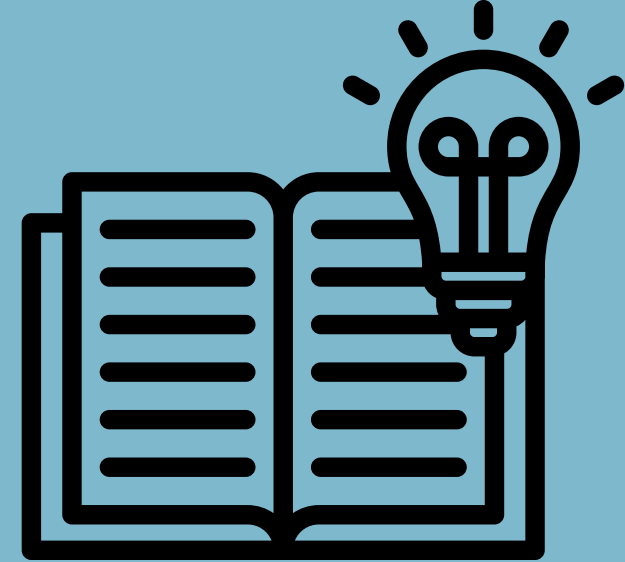
AULA 2: EXPLORAÇÃO INICIAL E ATIVAÇÃO COGNITIVA

Objetivo da Aula: Promover a exploração autônoma da simulação PhET para que os alunos construam hipóteses e observem o comportamento das ondas.

Atividades:

- **Pergunta-problema:** “Como a velocidade de uma onda depende da sua frequência ou comprimento de onda?”
- **Exploração livre da simulação:** Os alunos manipulam parâmetros (frequência, amplitude, comprimento de onda) observando as alterações nas ondas.
- **Registro de observações:** Alunos anotam relações percebidas e constroem hipóteses.
- **Acompanhamento do professor:** Mediação ativa para orientar, provocar reflexão e garantir a construção do significado (Ausubel, 2003).
- **Discussão rápida:** Compartilhamento inicial das descobertas e possíveis dúvidas.



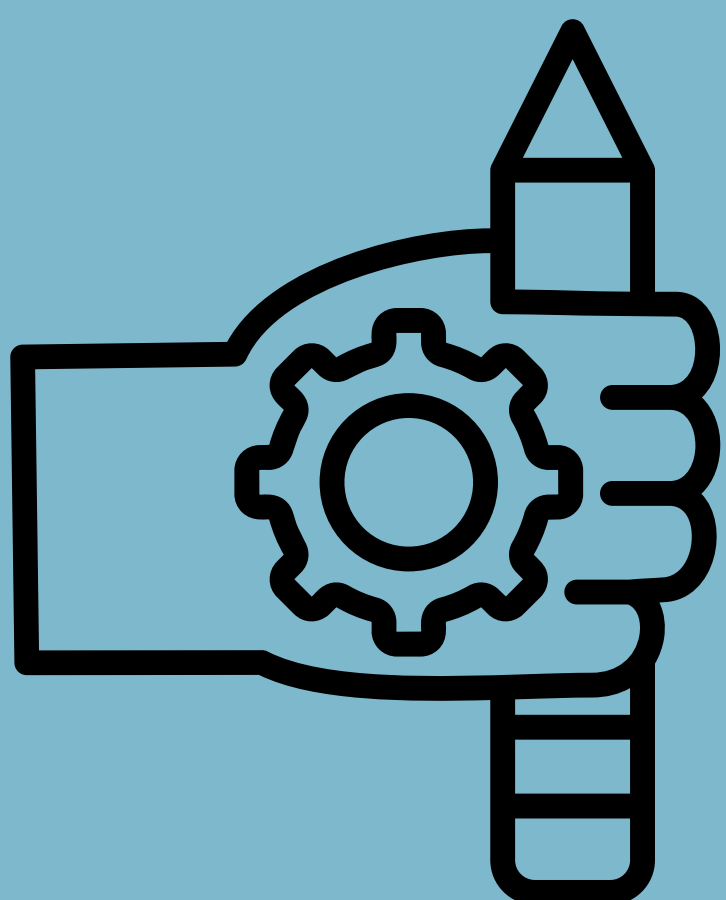


AULA 3: DISCUSSÃO E CONSTRUÇÃO DO SIGNIFICADO

Objetivo da Aula: Consolidar os conceitos fundamentais de ondas, relacionando as observações práticas com os modelos matemáticos e teóricos.

Atividades:

- **Discussão em grupo:** Compartilhamento das observações da simulação e análise das relações entre frequência, comprimento de onda e velocidade.
- **Apresentação da equação $v = f \cdot \lambda$:** Explicação guiada pelo professor, ilustrando com exemplos práticos.
- **Relação teoria-prática:** Mediação do professor para conectar as experiências dos alunos à formalização matemática, de acordo com Moreira (2011).
- **Síntese colaborativa:** Grupos elaboram pequenos resumos relacionando o que observaram ao conceito formal.



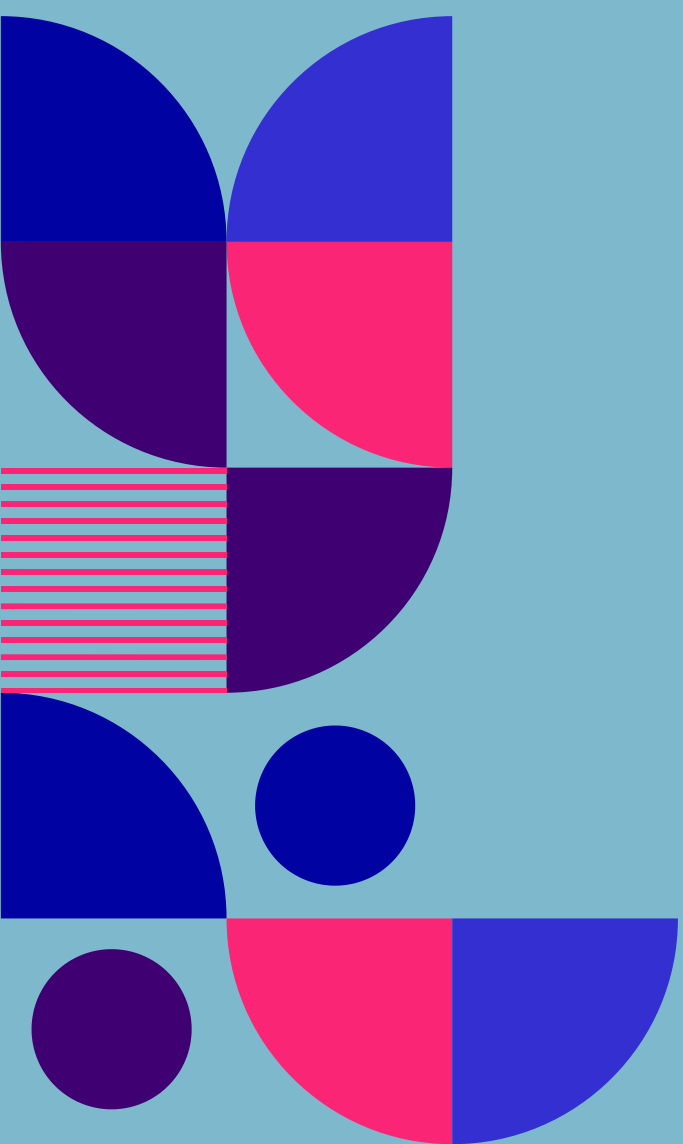
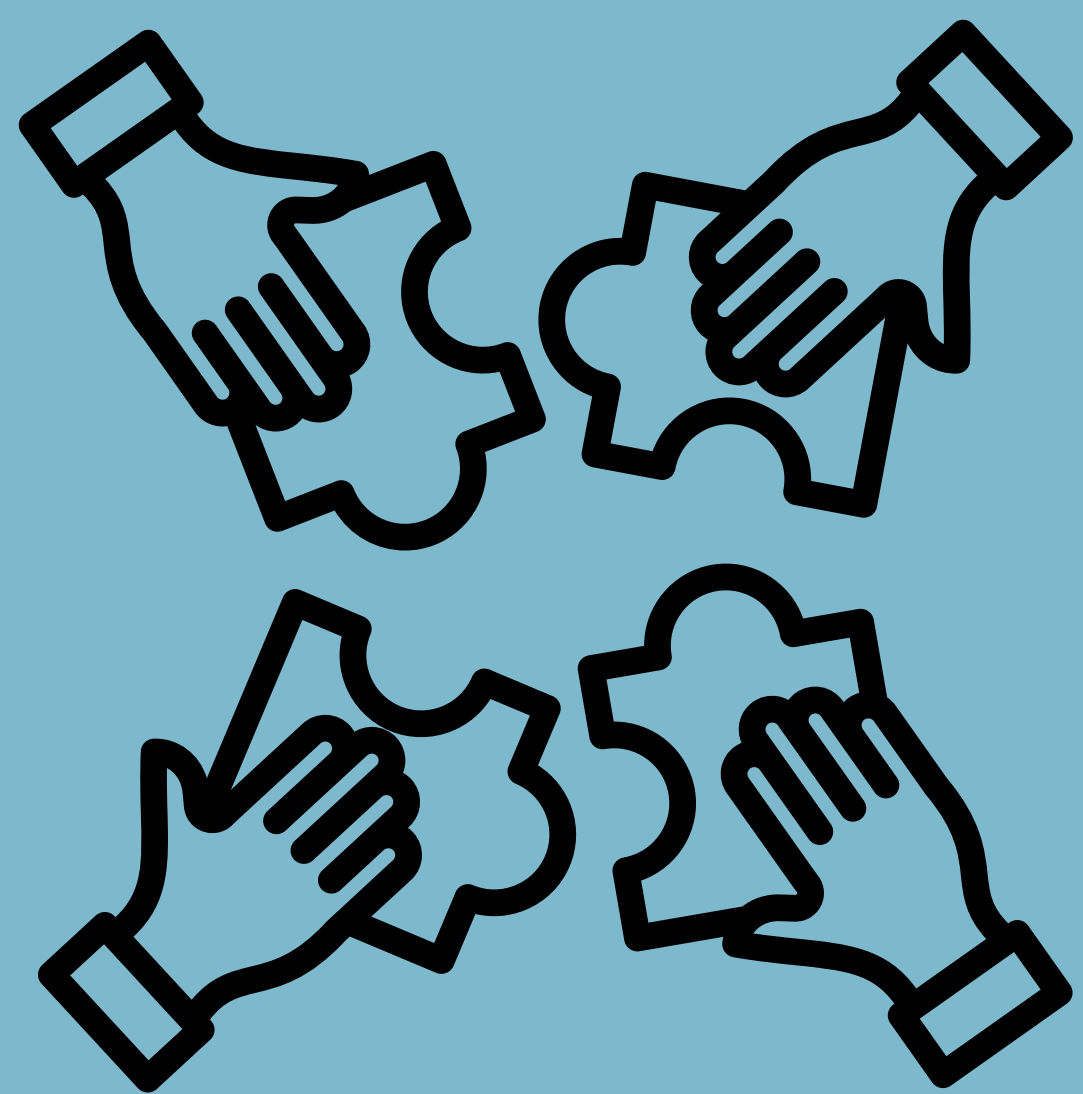
AULA 4: FIXAÇÃO E APLICAÇÃO PRÁTICA



Objetivo da Aula: Consolidar o aprendizado por meio de resolução de problemas práticos e experimentação colaborativa utilizando a simulação.

Atividades:

- **Atividade em grupo:** Resolver problemas usando a simulação. Os alunos devem prever a velocidade de uma onda variando a frequência e o comprimento de onda e comparar valores teóricos e simulados.
- **Apresentação dos resultados:** Cada grupo apresenta cálculos, hipóteses e confronta suas respostas com os conceitos teóricos.
- **Discussão orientada:** O professor incentiva a análise de erros, correções e justificativas, promovendo a aprendizagem significativa.
- **Integração teoria e prática:** Reforço das conexões entre conceitos, fórmulas e observações feitas na simulação.




AULA 5: AVALIAÇÃO E REFLEXÃO FINAL

Objetivo da Aula: Avaliar a aprendizagem, promover reflexão crítica e consolidar os conceitos de ondas trabalhados ao longo da sequência.

Atividades:

- **Avaliação subjetiva:** Questionário com questões que exijam a relação entre frequência, amplitude, comprimento de onda e velocidade, incluindo situações-problemas e questões reflexivas.
- **Discussão coletiva:** Compartilhamento e análise das respostas, dúvidas e dificuldades.
- **Mediação final:** O professor esclarece conceitos centrais, retoma relações importantes e estimula os alunos a refletirem sobre o que aprenderam e sua aplicação em contextos práticos.
- **Reflexão individual ou em grupo:** Alunos expressam por escrito, como a sequência contribuiu para sua aprendizagem.





Abaixo segue um modelo de pré-teste e pós-teste utilizado para essa simulação, ressaltando ainda que o professor pode fazer adaptações nos modelos abaixo ou criar seu próprio pré-teste e pós-teste.

Pré-Teste – Introdução às Ondas

Aluno(a): _____

Questão 1: O que é uma onda mecânica e quais são seus principais tipos?

Questão 2: Dê exemplos de ondas mecânicas presentes no cotidiano e explique como elas se propagam.

Questão 3: O que você entende por frequência e comprimento de onda? Como você acha que esses dois parâmetros se relacionam?

Questão 4: Como você acha que a velocidade de uma onda depende de sua frequência e comprimento de onda?

Questão 5: Explique como você acredita que a amplitude de uma onda influencia a energia transportada por ela.

Questão 6: Como você explicaria a diferença entre uma onda que se propaga no ar e uma onda que se propaga na água? Quais características você acha que mudam?



Pós-Teste – Conceitos de Ondas

Aluno(a): _____

Questão 1: Após utilizar a simulação, explique como a frequência de uma onda afeta o seu comprimento de onda e, conseqüentemente, sua velocidade de propagação.

Questão 2: Na simulação, você ajustou a amplitude de uma onda. Como a amplitude afeta a energia transportada pela onda? Dê exemplos do que foi observado.

Questão 3: Descreva a diferença observada no comportamento de uma onda quando você ajustou a frequência em diferentes níveis. Como isso afetou a visualização da onda na simulação?

Questão 4: Usando o que aprendeu com a simulação, como você explicaria a relação entre a velocidade de uma onda, sua frequência e seu comprimento de onda?

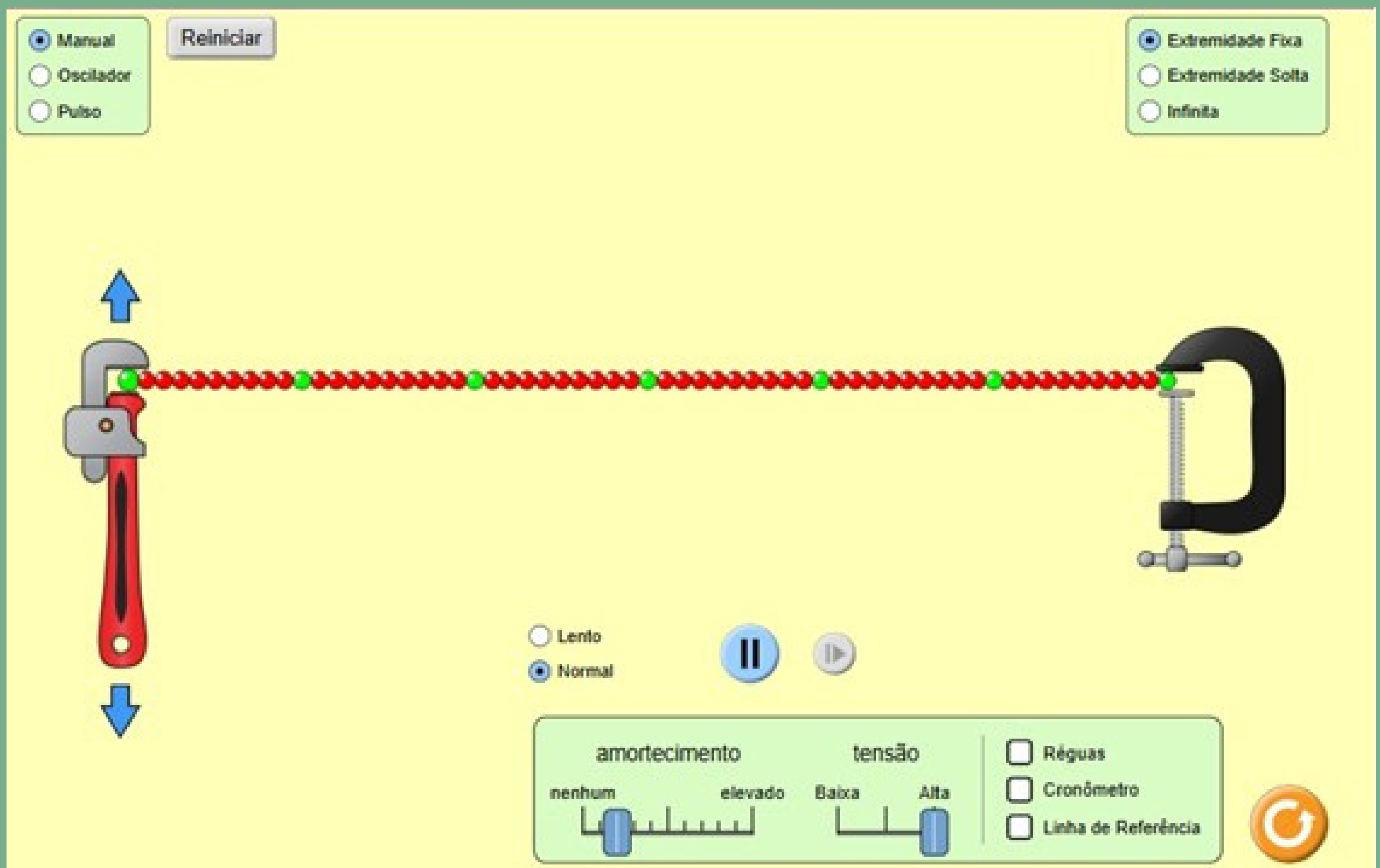
Questão 5: Durante a simulação, você observou ondas em diferentes meios. Como a velocidade de propagação de uma onda varia entre diferentes meios (por exemplo, ar, água, e sólidos) e o que você pôde observar na simulação?

Questão 6: Relacione a simulação com o movimento harmônico simples (MHS). Como a simulação ajudou você a entender melhor o conceito de MHS em ondas?



5.2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA NA TEORIA DE DAVID AUSUBEL UTILIZANDO A SIMULAÇÃO PHET "ONDA EM UMA CORDA"

Essa sequência didática onde foi trabalhado a essa simulação do PhET “Onda em uma corda” foi dividida em cinco aulas. A imagem a seguir mostra a ilustração de como é a simulação Ondas em uma corda quando se abre a simulação no PhET.



Fonte: PhET Interactive Simulations, 2025.

A sequência tem como objetivo geral: Compreender os conceitos fundamentais de ondas em uma corda — frequência, amplitude, comprimento de onda, velocidade de propagação e tipos de ondas — utilizando a simulação "Onda em uma Corda" do PhET para promover uma aprendizagem significativa baseada nas teorias de David Ausubel.

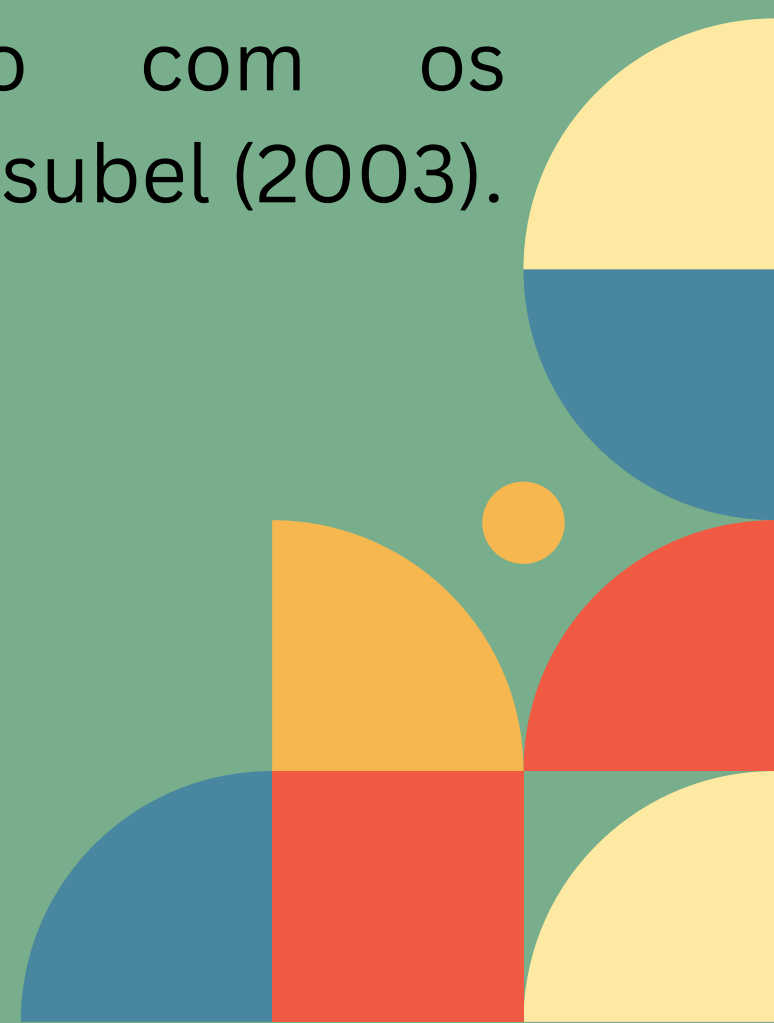



AULA 1 – PREPARAÇÃO E DIAGNÓSTICO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS

Objetivo da aula: Ativar os conhecimentos prévios dos alunos, estabelecendo conexões iniciais com os temas a serem estudados.

Atividades:

- Aplicação de um questionário diagnóstico (organizador prévio) sobre conceitos básicos de ondas, movimento harmônico simples e exemplos cotidianos (cordas, molas, instrumentos).
- Discussão inicial sobre experiências pessoais dos alunos com vibração de cordas em instrumentos musicais. Pergunta disparadora: "O que vocês já observaram sobre como a vibração de uma corda produz som?".
- Exploração breve dos conceitos de frequência, amplitude e tipos de ondas (transversais e longitudinais), conectando-os a situações do cotidiano.
- Exibição de vídeo ou animação curta sobre ondas em cordas.
 - **Sugestão de Vídeos:**
 - Onda em Corda - Simulações Interativas PhET (<https://www.youtube.com/watch?v=3StZ24s5io>)
 - Ondas numa corda: propriedades e reflexão (<https://www.youtube.com/watch?v=Jb6a0KE7HQM>)
- Mediação do professor: estimulação da curiosidade, incentivo à participação e relação com os conhecimentos prévios, segundo David Ausubel (2003).





AULA 2 – EXPLORAÇÃO LIVRE E ATIVAÇÃO COGNITIVA COM A SIMULAÇÃO

Objetivo da aula: Explorar de maneira autônoma, os comportamentos das ondas em uma corda por meio da simulação, desenvolvendo hipóteses e observando relações entre parâmetros.

Atividades:

- **Início com uma questão instigante:** "Como a frequência, a amplitude ou a tensão influenciam o comportamento de uma onda em uma corda?"
- Exploração livre da simulação "Onda em uma Corda" do PhET, onde os alunos ajustam parâmetros e observam efeitos, anotando suas observações.
- **Professor circula, media e provoca reflexões:** "O que você nota quando aumenta a frequência? Como a amplitude afeta a onda?"
- Registro das principais hipóteses e observações dos alunos, preparando terreno para a construção teórica posterior.
- Encorajamento para que os alunos relacionem o observado na simulação com situações reais (instrumentos, molas etc.).



AULA 3 – DISCUSSÃO, MEDIAÇÃO E CONSTRUÇÃO DO SIGNIFICADO

Objetivo da aula: Consolidar conceitos fundamentais de ondas, formalizando-os a partir das observações práticas e conectando teoria e prática.

Atividades:

- **Discussão em grupo sobre as observações feitas na simulação:** compartilhamento e debate de hipóteses.
- Mediação do professor para apresentar formalmente conceitos como ondas transversais e longitudinais, frequência, amplitude, comprimento de onda e velocidade de propagação, utilizando a simulação em tempo real como apoio visual.
- Apresentação e explicação da equação $v = f \cdot \lambda$, com exemplos práticos retirados das simulações e de situações cotidianas.
- **Atividade:** Grupos discutem e registram como os parâmetros manipulados influenciaram os comportamentos observados na simulação.
- Integração entre o novo conhecimento e os saberes prévios dos alunos, promovendo a aprendizagem significativa.

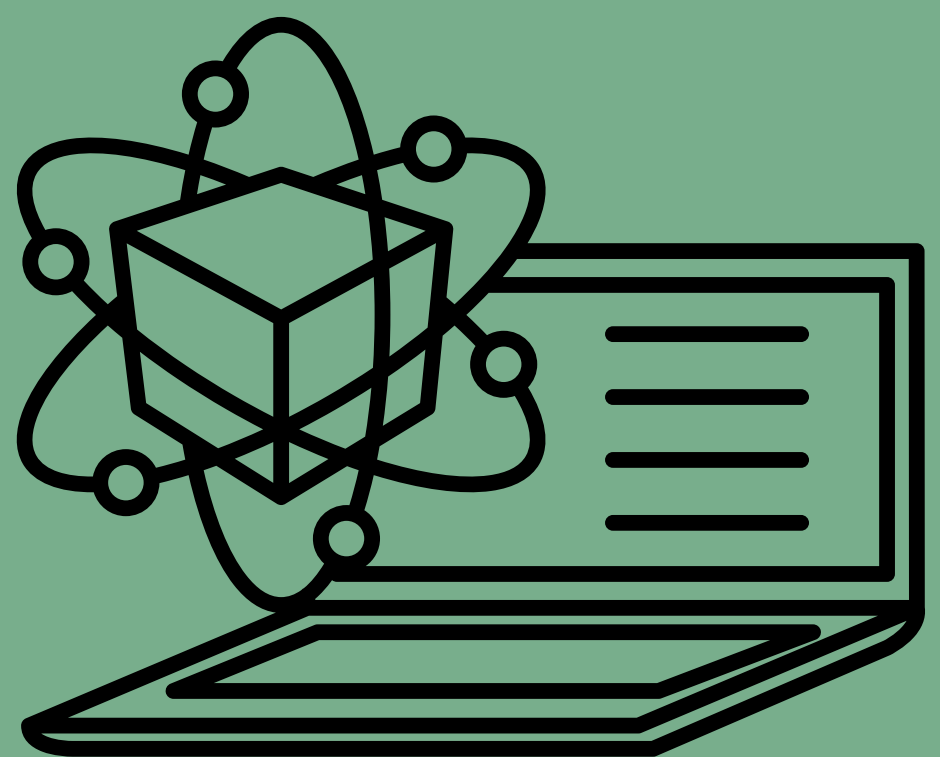


AULA 4 – ATIVIDADES DE FIXAÇÃO E APLICAÇÃO PRÁTICA

Objetivo da aula: Consolidar o aprendizado por meio de resolução de problemas, desafios práticos e aplicação dos conceitos em diferentes contextos.

Atividades:

- **Proposição de um desafio prático:** “Utilizando a simulação, como determinar a velocidade de propagação de uma onda em uma corda variando frequência e comprimento de onda?”
- **Atividade em grupos:** variar parâmetros (frequência, amplitude, tensão) na simulação, identificar e explicar diferenças entre ondas estacionárias e propagantes, registrar resultados.
- Apresentação e discussão dos resultados dos grupos, relacionando teoria e prática, identificando possíveis erros e propondo correções.
- Professor incentiva reflexão sobre como os conceitos estudados aparecem em diferentes situações do cotidiano e reforça o papel do trabalho colaborativo.
- Ênfase na construção coletiva do significado e na contextualização do aprendizado.



AULA 5 – AVALIAÇÃO E REFLEXÃO FINAL

Objetivo da aula: Avaliar a aprendizagem, promovendo a reflexão crítica e consolidando os conceitos de ondas trabalhados na sequência.

Atividades:

- Aplicação de uma avaliação subjetiva, com questões abertas que envolvam explicações sobre frequência, amplitude, comprimento de onda, velocidade e tipos de ondas, sempre conectando a experiência prática da simulação com a teoria.
- **Discussão final:** alunos compartilham suas respostas, analisam interpretações diferentes e refletem sobre como podem aplicar os conceitos em novos contextos.
- **Mediação ativa do professor:** esclarecimento de dúvidas, retomada dos principais conceitos, identificação de avanços e dificuldades.
- **Reflexão conjunta:** alunos expressam por escrito como a sequência contribuiu para a aprendizagem e onde podem perceber a aplicação dos conceitos em sua vida.
- Encerramento reforçando a importância da aprendizagem significativa, da mediação do professor e do uso de recursos digitais para o ensino de Física.



Abaixo segue um modelo de pré-teste e pós-teste utilizado para essa simulação, ressaltando ainda que o professor pode fazer adaptações nos modelos abaixo ou criar seu próprio pré-teste e pós-teste.

Pré-Teste – Onda em uma Corda

Aluno(a): _____

Questão 1: O que você entende por uma onda? Cite alguns exemplos de ondas que você conhece.

Questão 2: Você já observou cordas vibrando em algum instrumento musical, como um violão? O que você acha que influencia o comportamento dessas cordas quando elas vibram?

Questão 3: O que você acha que acontece com a onda em uma corda quando a frequência aumenta? Como isso afetaria o som produzido por um instrumento de cordas?

Questão 4: O que é amplitude em uma onda? Como você acha que a amplitude influencia o comportamento de uma onda em uma corda?

Questão 5: Você acredita que a tensão em uma corda influencia a velocidade da onda? Explique sua resposta.

Questão 6: O que você imagina ser a diferença entre uma onda que se propaga e uma onda estacionária em uma corda?



Pós-Teste – Onda em uma Corda (Após a Simulação)

Aluno(a): _____

Questão 1: Depois de usar a simulação, explique como a frequência da onda em uma corda afeta o comprimento de onda. O que você observou quando aumentou a frequência?

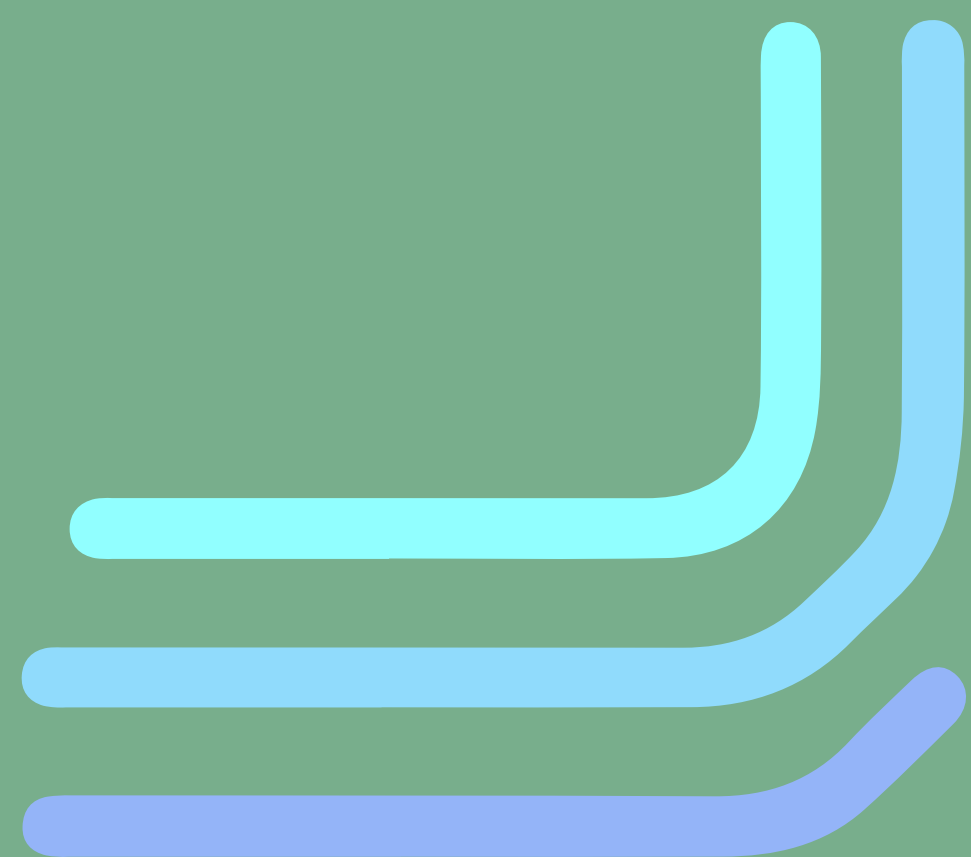
Questão 2: Com base na simulação, como a tensão da corda influenciou a velocidade da propagação da onda? O que você pôde concluir?

Questão 3: Descreva como a amplitude de uma onda em uma corda afeta sua altura (ou "tamanho"). Isso influenciou a velocidade da onda? Explique com base no que observou na simulação.

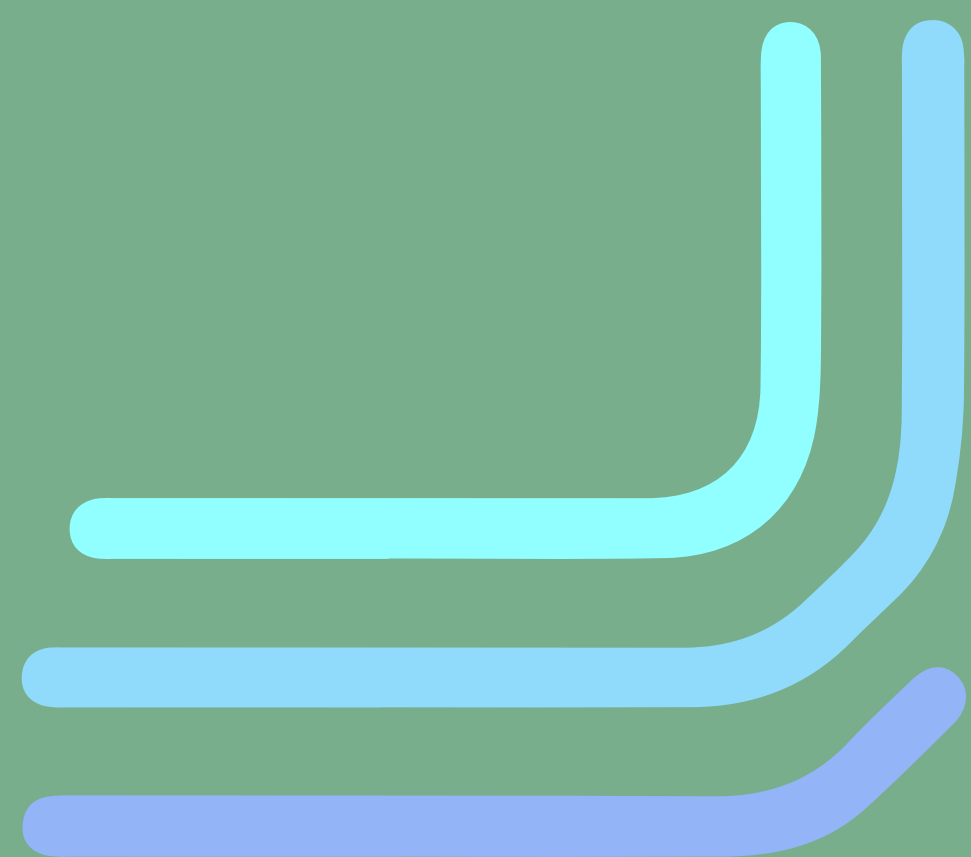
Questão 4: Usando o que aprendeu na simulação, explique a diferença entre uma onda estacionária e uma onda que se propaga em uma corda.

Questão 5: Durante a simulação, você observou ondas em diferentes tensões e frequências. Como esses dois parâmetros influenciam a velocidade de propagação da onda?

Questão 6: Com base na equação $v=f \times \lambda$, relacione os conceitos de frequência, comprimento de onda e velocidade de propagação. Como esses conceitos foram demonstrados na simulação?



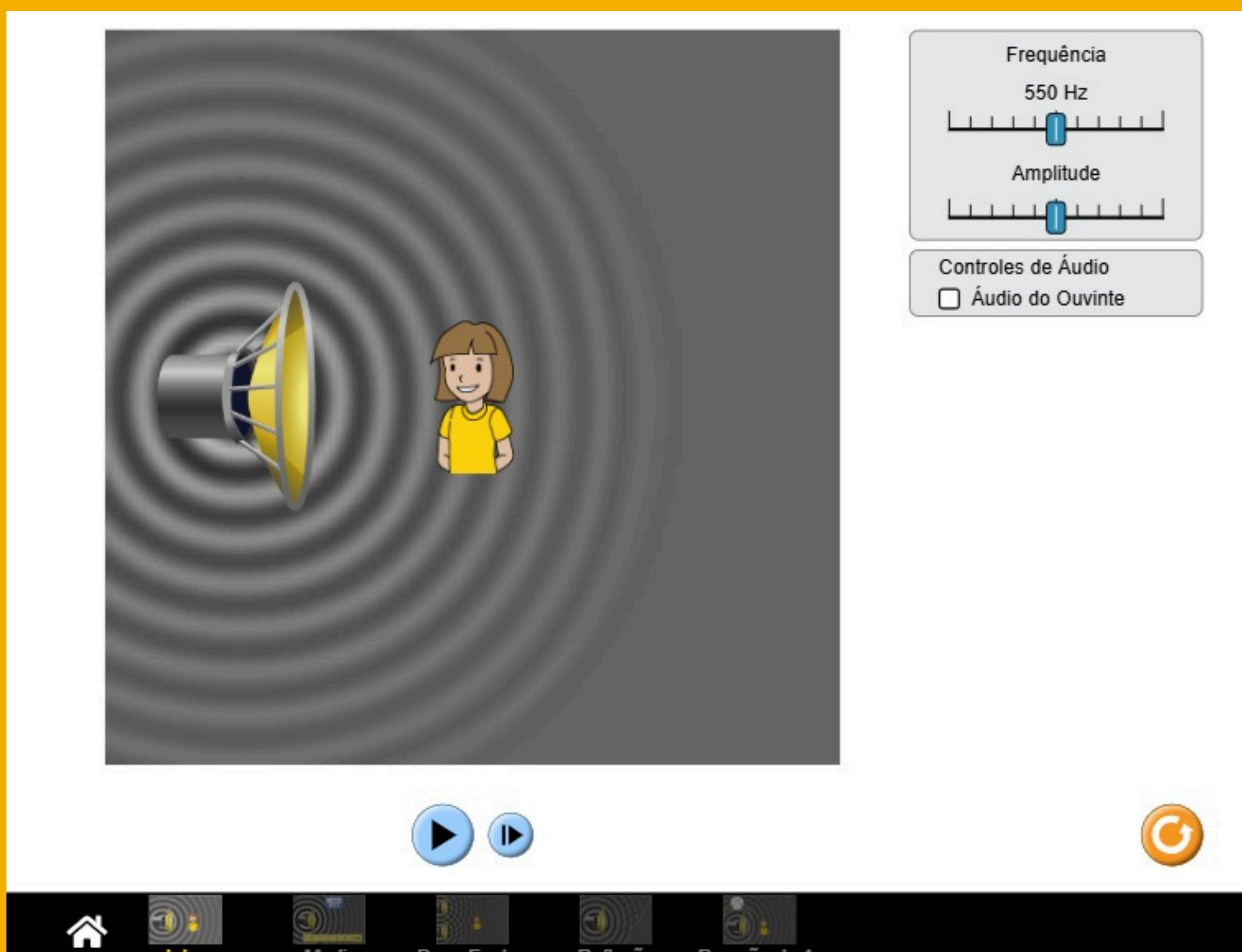
As Simulações a seguir também fazem parte do conteúdo sobre Ondulatória e para serem trabalhadas essas simulações o professor pode se basear na mesma estrutura das Sequências Didáticas trabalhadas nas Simulações acima o professor é livre para fazer as adaptações, acrescentar mais aulas na estrutura da sequência, em decorrências da realidade de cada sala de aula.



5.3

SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA NA TEORIA DE DAVID AUSUBEL E MARCO ANTÔNIO MOREIRA UTILIZANDO A SIMULAÇÃO PHET "ONDAS SONORAS"

Essa sequência didática onde foi trabalhado a essa simulação do PhET “Ondas Sonoras” pode ser trabalhadas seguindo o padrão das simulações anteriores. A imagem a seguir mostra a ilustração de como é a simulação Ondas Sonoras quando se abre a simulação no PhET.



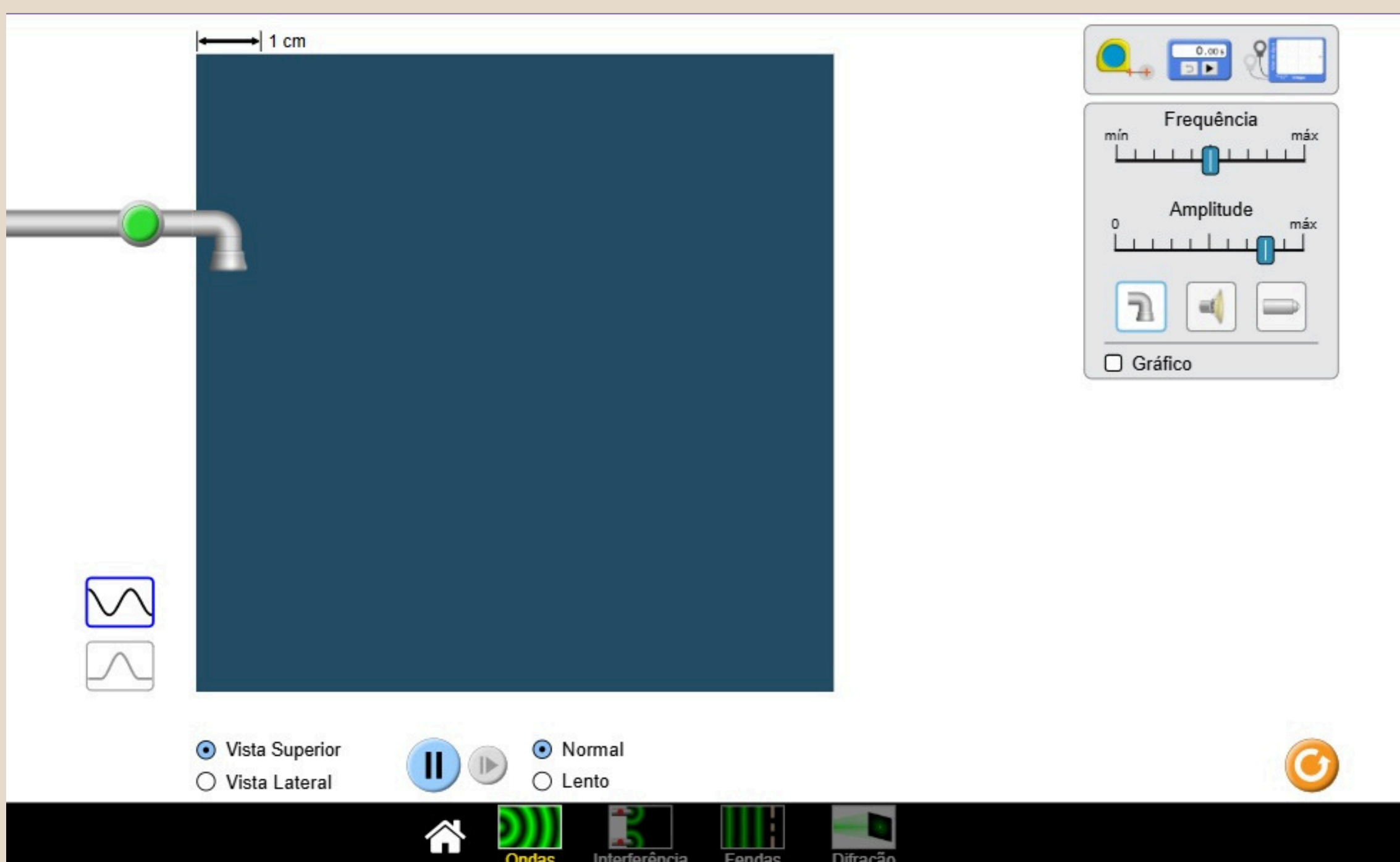
Fonte: PhET Interactive Simulations, 2025.

A sequência tem como objetivo geral: Compreender as características e comportamento das ondas sonoras, como frequência, amplitude, comprimento de onda e velocidade, utilizando a simulação PhET e desenvolvendo uma aprendizagem significativa com base nas teorias de David Ausubel e Marco Antônio Moreira.



5.4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA NA TEORIA DE DAVID AUSUBEL E MARCO ANTÔNIO MOREIRA UTILIZANDO A SIMULAÇÃO PHET "INTERFERÊNCIA DE ONDAS"

Essa sequência didática onde foi trabalhado a essa simulação do PhET “Interferência de Ondas” pode ser trabalhadas seguindo o padrão das simulações anteriores. A imagem a seguir mostra a ilustração de como é a simulação interferência de ondas quando se abre a simulação no PhET.



Fonte: PhET Interactive Simulations, 2025.

A sequência tem como objetivo geral: Compreender os conceitos de interferência construtiva e destrutiva, padrões de interferência e superposição de ondas, utilizando a simulação "Interferência de Ondas" do PhET para promover uma aprendizagem significativa, segundo as teorias de David Ausubel.



5.5

SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA NA TEORIA DE DAVID AUSUBEL UTILIZANDO A SIMULAÇÃO PHET "FOURIER - CONSTRUINDO ONDAS"

Essa sequência didática onde foi trabalhado a essa simulação do PhET “Onda em uma corda” pode ser trabalhadas seguindo o padrão das simulações anteriores. A imagem a seguir mostra a ilustração de como é a simulação Introdução à Ondas quando se abre a simulação no PhET.

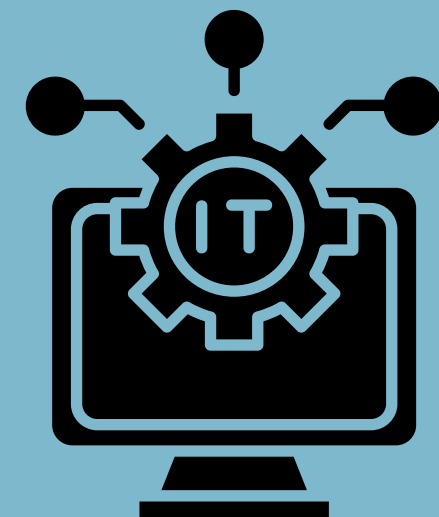


Fonte: PhET Interactive Simulations, 2025.

A sequência tem como objetivo geral: Desenvolver a compreensão significativa dos conceitos de ondas, frequência, amplitude, fase e superposição de ondas através da simulação de ondas de Fourier, com foco na relação entre os componentes harmônicos e a forma da onda resultante.



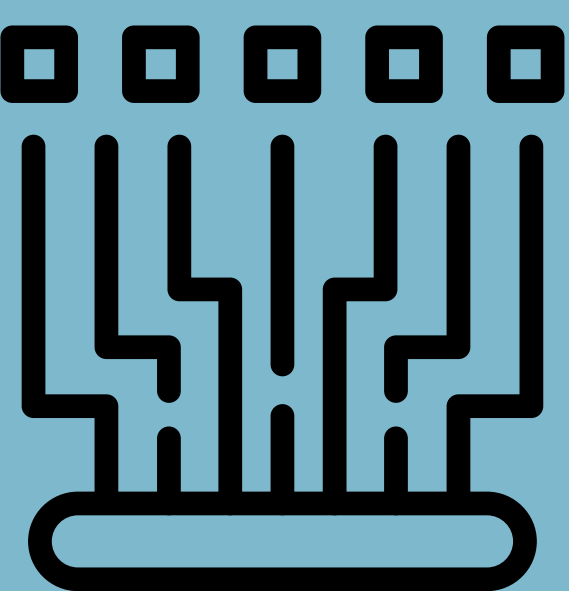
CONSIDERAÇÕES FINAIS

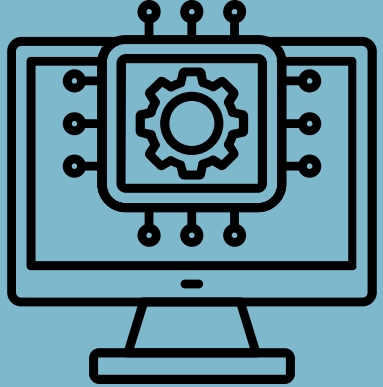


A utilização de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) no ensino de ondulatória, por meio da Cartilha Digital com Simulações Interativas usando o PhET, apresenta uma abordagem inovadora e eficaz para superar desafios comuns nessa área do conhecimento. A busca por métodos de ensino mais dinâmicos e inclusivos encontra nas TICs um aliado poderoso, e a integração dessas tecnologias nas sequências didáticas oferece uma série de benefícios para o aprendizado dos estudantes.

A Cartilha Digital, ao ilustrar a utilização o PhET aliada a uma sequência didática para o ensino de ondulatória, atende a uma demanda por alternativas mais interativas e acessíveis. O ensino centrado em equações e diagramas, muitas vezes torna abstratos os conceitos de ondas, dificultando a compreensão por parte dos alunos. A abordagem interativa da Cartilha Digital proporciona uma experiência concreta e visual, contribuindo para o aprofundamento dos estudantes sobre as questões relacionadas às ondas.

O PhET, enquanto laboratório virtual, oferece um ambiente rico em simulações interativas que permitem aos alunos explorar e experimentar conceitos de ondulatória de maneira prática. A acessibilidade do PhET, disponibilizada gratuitamente e de fácil acesso pela internet, torna essa ferramenta uma aliada valiosa para os professores da educação básica. A possibilidade de realizar experimentos virtuais, analisar resultados e discutir em grupo promove uma aprendizagem por descoberta, incentivando a participação ativa dos alunos no processo educativo.



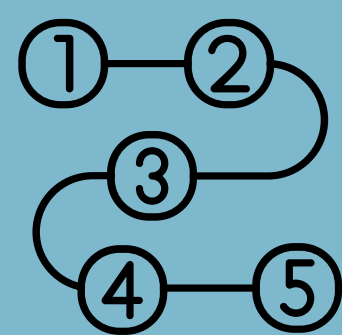


As sequências didáticas, incorporando ferramentas interativas como o PhET, surgem como instrumentos que favorece a promoção de uma aprendizagem significativa e envolvente. A organização estruturada do conteúdo, a contextualização dos conceitos em situações do cotidiano e a diversidade de abordagens, que incluem experimentos virtuais, debates em grupo e resolução de problemas, que poderão garantir uma compreensão progressiva e evolutiva do conhecimento.

A introdução das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) no ensino de ondulatória, especialmente por meio do PhET, revoluciona a aprendizagem do aluno. A utilização estratégica de simulações interativas, softwares educativos e recursos online oferece vantagens significativas para o aprendizado dos alunos. A aprendizagem ativa, possibilitada pelas TICs, estimula a curiosidade, a investigação e a descoberta, tornando o processo de ensino mais envolvente e participativo.

A abordagem prática e aplicada das sequências didáticas utilizando o PhET nas aulas de ondulatória não apenas fortalece a compreensão conceitual, mas também desenvolve habilidades práticas essenciais para o século XXI. A resolução de problemas, o trabalho em equipe e o pensamento crítico são fomentados, preparando os alunos para os desafios do mundo contemporâneo.

Em resumo, a integração das TICs, representadas pelo PhET, nas sequências didáticas de ondulatória potencializa o ensino, tornando-o mais acessível, sonoro e alinhado às expectativas da geração digital. Ao proporcionar uma experiência de aprendizagem enriquecedora, os educadores dispõem de uma ferramenta que poderá potencializar a formação de indivíduos mais preparados e motivados, capazes de enfrentar os desafios de uma aprendizagem mecânica com um conhecimento significativo e aplicável dos conceitos de ondas.



REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. (2003). Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.

LIMA, Marília Freires de; ARAÚJO, Jefferson Flora Santos de. A utilização das tecnologias de informação e comunicação como recurso didático-pedagógico no processo de ensino e aprendizagem. Revista Educação Pública, v. 21, nº 23, 22 de junho de 2021. Disponível em: < <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/21/23/a-utilizacao-das-tecnologias-de-informacao-e-comunicacao-como-recurso-didatico-pedagogico-no-processo-de-ensino-aprendizagem> > Acesso em: 26 nov 2023.

MORAN, José M.; ALMEIDA, Maria E. B. (2005). Integração das Tecnologias na Educação. Salto para o futuro. Secretaria de Educação à Distância. Brasília: MEC, SEED.

MOREIRA, M. A. (2011). Teorias de Aprendizagem. São Paulo: Editora Livraria da Física.

MOREIRA, M. A., & Masini, E. F. S. (2006). Aprendizagem significativa: A teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro.

NUSSENZVEIG, H. M. Curso de Física Básica, 2: Fluido, oscilações e ondas, calor. 5ª ed. São Paulo: Blucher, 2014

PHET. Interactive Simulations da Universidade do Colorado. 2023. Disponível em: < <https://phet.colorado.edu/pt-BR/> >. Acesso em 20 out 2023

SANTOS, G. H.; ALVES, L. e MORET, M. A. Modellus: Animação Interativas mediando a Aprendizagem Significativa dos Conceitos de Física no Ensino Médio. Revista Científica da escola de administração do exército, v. 2, p. 88-108, 2006.

SANTOS, M. E. K. L. dos; AMARAL, L. H. Avaliação de objetos virtuais de aprendizagem no ensino de matemática. REnCiMa, v. 3, n. 2, p. 83- 93, jul./ dez. 2012.

ZABALA, A. A prática educativa: como ensinar. Trad. Ernani F da Rosa. Porto Alegre: ArtMed, 1998.