

MNPEF

Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO PIAUÍ



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

ADRIANO AMARANES DOS SANTOS

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA COMO INSTRUMENTO PARA O ENSINO
POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO DE FENÔMENOS ONDULATÓRIOS NO
ENSINO MÉDIO**

**TERESINA
2025**

ADRIANO AMARANES DOS SANTOS

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA COMO INSTRUMENTO PARA O ENSINO
POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO DE FENÔMENOS ONDULATÓRIOS NO
ENSINO MÉDIO**

Dissertação de Mestrado/Produto Educacional apresentada à Coordenação do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, Polo 26, da Universidade Federal do Piauí – UFPI, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física.

Linha de Pesquisa: Ensino de Física

Orientador(a): Prof. Dr. Alexandre de Castro Maciel

**TERESINA
2025**

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências da Natureza
Serviço de Processos Técnicos

S237s Santos, Adriano Amaranes dos.
Sequência didática como instrumento para o ensino potencialmente significativo de fenômenos ondulatórios no Ensino Médio / Adriano Amaranes dos Santos. – 2025.
156 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências da Natureza, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, Teresina, 2025.
“Orientador: Prof. Dr. Alexandre de Castro Maciel.”

1. Sequência didática. 2. Aprendizagem significativa.
3. Espectro eletromagnético. 4. Ondulatória.
I. Maciel, Alexandre de Castro. II. Título.

CDD 530.1

Bibliotecário: Gésio dos Santos Barros - CRB3/1469



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ - UFPI
Pró-reitoria de Ensino de pós-Graduação - PRPG
Coordenadoria Geral de Pós-Graduação - CGP
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF – Polo 26 UFPI
ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
DE ADRIANO AMARANES DOS SANTOS

Às nove horas do dia onze de março de dois mil e vinte cinco, reuniu-se no Auditório do Departamento de Física da UFPI a Comissão Julgadora da dissertação intitulado "SEQUÊNCIA DIDÁTICA COMO INSTRUMENTO PARA O ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO DE FENÔMENOS ONDULATÓRIOS NO ENSINO MÉDIO" do discente Adriano Amaranes dos Santos, composta pelos professores Alexandre de Castro Maciel (orientador, UFPI), André Alves Lino (UFPI), Maria do Socorro Leal Lopes (UFPI) e Micaías Andrade Rodrigues (UFPI), para a sessão de defesa pública do citado trabalho, requisito para a obtenção do título Mestre em Ensino de Física. Abrindo a sessão o Orientador e Presidente da Comissão, Prof Alexandre de Castro Maciel, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares da defesa da Dissertação, passou a palavra ao discente para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos membros da Comissão Julgadora e respectiva defesa do discente. Nesta ocasião foram solicitadas correções no texto escrito, as quais foram acatadas de imediato. Logo após, a Comissão se reuniu, sem a presença do aluno e do público, para julgamento e expedição do resultado final. O aluno foi considerado APROVADO, por unanimidade, pelos membros da Comissão Julgadora, à sua dissertação. O resultado foi então comunicado publicamente a discente pelo Presidente da Comissão. Registrando que a confecção do diploma está condicionada à entrega da versão final da dissertação à CPG após o prazo estabelecido de 60 dias, de acordo com o artigo 39 da Resolução No 189/07 do CONSELHO DE ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO DA UFPI. Nada mais havendo a tratar, a Presidente da Comissão Julgadora deu por encerrado o julgamento que tem por conteúdo o teor desta Ata que, após lida e achada conforme, será assinada por todos os membros da Comissão para fins de produção de seus efeitos legais. Teresina-PI, 11 de março de 2025.

Documento assinado digitalmente
 **ALEXANDRE DE CASTRO MACIEL**
Data: 21/03/2025 16:31:23-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Alexandre de Castro Maciel (UFPI)

Documento assinado digitalmente
 **ANDRE ALVES LINO**
Data: 21/03/2025 16:57:11-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. André Alves Lino (UFPI)

Documento assinado digitalmente
 **MARIA DO SOCORRO LEAL LOPES**
Data: 22/03/2025 10:20:48-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profª. Maria do Socorro Leal Lopes (UFPI)

Documento assinado digitalmente
 **MICAÍAS ANDRADE RODRIGUES**
Data: 21/03/2025 16:46:36-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Micaías Andrade Rodrigues (UFPI)

Dedico à minha querida esposa, Larissa. Aos meus filhos, Pedro Josué e José Miguel e à minha família.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por me dar forças e condições para concluir o Mestrado Profissional em Física e me fazer superar a cada dia todas as dificuldades que apareceram ao longo dessa jornada. Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Alexandre de Castro por estar comigo essa jornada acadêmica. Agradeço à Universidade Federal do Piauí por oportunizar um mestrado tão importante para a capacitação dos professores da área. Aos companheiros da escola CETI Balduino Barbosa de Deus, por todo apoio prestado. A minha eterna gratidão à Prof. Ms. Glaucia Alves por todo apoio a mim ofertado desde o início desse projeto. Muito obrigado aos colegas de turma, coordenadores e professores do Mestrado Profissional em Física (MNPEF – Polo 26) que muito contribuíram para o meu crescimento. Agradeço à minha família pelo apoio e por me motivar a seguir em frente e principalmente a minha esposa pelo amor, companheirismo e compreensão. Esse trabalho recebeu apoio e financiamento da CAPES: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Muito obrigado!

Não fui eu que ordenei a você? Seja forte e corajoso! Não se apavore nem desanime, pois o Senhor, o seu Deus, estará com você por onde você andar".

(Josué 1:9)

RESUMO

O presente estudo teve por objetivo desenvolver e aplicar uma sequência didática para o ensino de ondulatória na disciplina de Física. As atividades visam um melhor aproveitamento por parte dos alunos, de forma a sair da aprendizagem convencional e atingir uma aprendizagem significativa através de materiais de baixo custo promovendo uma melhor percepção do mundo físico por parte do alunado. Dentre as atividades, existe a presença de um jogo de tabuleiro de perguntas e respostas que foi aplicado como última etapa na sequência didática. Para as atividades desenvolvidas foi utilizada a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. Acredita-se que com o uso de atividades práticas em sala de aula ocorra a desmistificação de que a física é uma disciplina puramente de cálculo e memorização de fórmulas prontas, o que torna seu ensino bem mais complicado. Dessa forma, esta sequência didática visava mudanças significativas na forma de ensinar, abordar um determinado assunto para facilitar o aprendizado do aluno, pois estimula o modo de pensar, criar e recriar seus conceitos físicos com mais objetividade. Os resultados da pesquisa indicaram que a aplicação das atividades contribuiu para uma melhor compreensão dos conceitos de ondulatória, além de tornar o ensino de Física mais dinâmico e acessível, desmistificando a ideia de que a disciplina se baseia exclusivamente em cálculos e memorização de fórmulas. Dessa forma, a sequência didática proposta demonstrou potencial para estimular o pensamento crítico e a reconstrução ativa dos conceitos físicos pelos alunos.

PALAVRAS-CHAVE: Sequencia didática; Aprendizagem significativa; Espectro eletromagnético; Ondulatória.

ABSTRACT

This study aimed to develop and apply a didactic sequence for teaching wave phenomena in the Physics discipline. The activities were designed to enhance students' learning experience by moving beyond conventional instruction and achieving meaningful learning through low-cost materials, promoting a better perception of the physical world. Among the activities, a board game with questions and answers was included as the final stage of the didactic sequence. The developed activities were based on David Ausubel's theory of meaningful learning. It is believed that the use of practical activities in the classroom helps to demystify the notion that Physics is solely a subject of calculations and memorization of formulas, which often makes its learning more challenging. Thus, this didactic sequence aimed at significant changes in teaching approaches, making it easier for students to learn by encouraging them to think, create, and reconstruct their physical concepts with greater objectivity. The research results indicated that the application of these activities contributed to a better understanding of wave phenomena concepts, while also making Physics education more dynamic and accessible, challenging the idea that the subject is exclusively based on calculations and rote memorization. Therefore, the proposed didactic sequence demonstrated potential in fostering critical thinking and active reconstruction of physical concepts among students.

KEYWORDS: Didactic sequence; Meaningful learning; Electromagnetic spectrum; Wave theory.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Pulso se propagando ao longo de uma corda.....	18
Figura 2 – Sequência de pulsos periódicos formando uma onda	18
Figura 3 – Exemplo de diferença de comportamento da onda mecânica entre o vácuo e meios materiais.....	19
Figura 4 – Visualização da diferença entre direção de vibração e propagação ...	20
Figura 5 – Desenho da onda mais conhecida pelo senso comum, que é chamada de onda transversal	20
Figura 6 – Ondas longitudinais, como são iniciadas e como se propagam.....	20
Figura 7 – Exemplo de onda mista, onde tem regiões de compressão simultaneamente a vibrações perpendiculares	21
Figura 8 – Ilustração das frentes de onda. Do lado esquerdo, um exemplo de frente de ondas planas e do outro lado, uma frente de ondas esférica.....	22
Figura 9 – Posição da medida da amplitude em relação à onda.....	23
Figura 10 – Possíveis medições de um comportamento de onda	24
Figura 11 – Ilustração de como ocorre a reflexão de uma onda	25
Figura 12 – Exemplificação da refração acontecendo com uma onda	25
Figura 13 – Representação de uma onda sendo refratada. Em A) quando passa por um obstáculo e B) quando passa por uma fenda.....	26
Figura 14 – Esquema da passagem de uma onda por um polarizador	27
Figura 15 – Representação do fenômeno de interferência construtiva e destrutiva.....	28
Figura 16 – Visualização do encontro de duas ondas idênticas se propagando em sentido opostos	29
Figura 17 – Dispersão da luz branca através de um prisma	29
Figura 18 – Diapasão de um estado de inércia até entrar em ressonância	30
Figura 19 – Representação do efeito Doppler no som.....	31
Figura 20 – Espectrais de uma estrela.....	32
Figura 21 – Espectro eletromagnético com frequências e comprimentos de onda e seus emissores	34
Figura 22 – Representação de como acontece as regiões de compressão e rarefação	36
Figura 23 – Representação das ondas sísmicas.....	38
Figura 24 – Representação dos buracos negros e das ondas gravitacionais	39

Figura 25 – Tabuleiro do jogo.....	45
Figura 26 – Aplicação do jogo “Que onda é essa? “ na turma do 3º ano médio ..	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantidade de acerto dos alunos de 2° ano no eixo A do pré-teste	56
Tabela 2 – Comparação dos resultados do teste diagnóstico e pós-teste no eixo temático A	57
Tabela 3 – Resultado no eixo temático B: tipos de onda	58
Tabela 4 – Quantidade de acerto dos alunos na questão 11 do teste diagnóstico ...	59
Tabela 5 – Resultado no eixo temático C: grandezas ondulatórias.....	60
Tabela 6 – Resultado no eixo temático D: grandezas fenômenos ondulatórios	61
Tabela 7 – Resultado no eixo temático D: fenômenos ondulatórios.....	62
Tabela 8 – Resultado do pós-teste na turma de 3° ano no eixo temático A.....	66
Tabela 9 – Resultado no eixo temático A: conhecimentos básicos de ondulatórios .	67
Tabela 10 – Resultado no eixo temático B: Tipos de onda	67
Tabela 11 – Resultado no eixo temático C: grandezas ondulatórias.....	70
Tabela 12 – Resultado do eixo temático D: fenômenos ondulatórios.....	71
Tabela 13 – Resultado no eixo temático D: fenômenos ondulatórios.....	73

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
DCNEM	Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio
CETI	Centro Escolar de Tempo Integral
UFPI	Universidade Federal do Piauí
TAS.	Teoria da aprendizagem significativa
PE.	Produto educacional
LDB	Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional
SD.	Sequência didática
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
SEDUC	Secretaria de Estado da Educação do Piauí
SEMEC	Secretaria Municipal de Educação de Teresina

LISTA DE SÍMBOLOS

© - copyright

@ - arroba

λ - Comprimento de onda

f - Frequência de onda

T - Período de oscilação

π - pi

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 O USO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA NA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	4
2.1 Sequência Didática Como Instrumento Para Aprendizagem Significativa.	5
2.2 A Aprendizagem Significativa Segundo Ausubel.....	7
2.3 Aprendizagem Mecânica.....	10
2.4 Organizadores Prévios.....	10
2.5 Material Potencialmente Significativo.....	13
2.6 A Gamificação Como Instrumento De Aprendizagem.....	14
3 ONDULATÓRIA	17
3.1 Conceitos Básicos.....	17
3.2 Grandezas Ondulatórias.....	22
3.3 Fenômenos Ondulatórios.....	24
3.3.1 Reflexão	25
3.3.2 Refração	25
3.3.3 Difração	26
3.3.4 Polarização	26
3.3.5 Interferência.....	27
3.4 Ondas Estacionárias.....	28
3.5 Fenômenos Ondulatórios Avançados.....	29
3.5.1 Dispersão	29
3.5.2 Ressonância	30
3.5.3 Batimento.....	30
3.5.4 Efeito Doppler.....	31
3.6 Fenômenos Específicos.....	33
3.6.1 Radiação	33
3.6.2 Acústica	36
3.6.3 Ondas Sísmicas.....	37
3.6.4 Ondas Gravitacionais (Perturbações No Campo Gravitacional).....	38
4 METODOLOGIA.....	40
4.1 Caracterização Da Pesquisa.....	42
4.2 Campo Empírico Da Pesquisa.....	42

4.3 Produto Educacional	43
4.3.1 O Jogo Didático: “Que Onda É Essa?”	43
4.3.2 As Regras Do Jogo	45
4.3.3 Participantes Da Pesquisa.....	46
4.4 Desenvolvimento Da Sequência Didática E Aplicação Do Teste Diagnostico De Conhecimentos	46
4.5 Técnicas E Instrumentos De Produção De Dados	47
4.6 Processo De Coleta De Dados.....	48
4.6.1 Primeiro Momento: Apresentação Da Pesquisa E Teste Diagnóstico.....	48
4.6.2 Segundo Momento: Estudando Os Fundamentos Da Ondulatória.....	49
4.6.3 Terceiro Momento: Aplicação Do Jogo “Que Onda É Essa?”	49
4.6.4 Quarto Momento: Avaliação Dos Alunos E Do Produto Educacional.	50
5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	52
5.1 Resultados Obtidos Na Turma De 2º Ano A Do Ensino Médio.	54
5.1.1 Resultado No Eixo Temático A: Conhecimentos Básicos De Ondulatória	56
5.1.2 Resultado No Eixo Temático B: Tipos De Onda	57
5.1.3 Resultado No Eixo Temático C: Grandezas Ondulatórias	59
5.1.4 Resultado No Eixo Temático D: Fenômenos Ondulatórios	61
5.2 Resultados Obtidos Na Turma De 3º Ano Médio.	64
5.2.1 Resultado No Eixo Temático A: Conhecimentos Básicos De Ondulatória	66
5.2.2 Resultado No Eixo Temático B: Tipos De Onda	67
5.2.3 Resultado No Eixo Temático C: Grandezas Ondulatórias	69
5.2.4 Resultado No Eixo Temático D: Fenômenos Ondulatórios	71
5.3 Resultado Da Pesquisa De Opinião	75
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	80
REFERÊNCIAS.....	81
APÊNDICE A: TESTE DIAGNÓSTICO: ONDULATÓRIA NO ENSINO MÉDIO.....	86
APÊNDICE B: PLANO DE AULA - ONDULATÓRIA NO ENSINO MÉDIO.....	90
APÊNDICE C: QUESTIONÁRIO AVALIATIVO	92
APÊNDICE D: PESQUISA DE OPINIÃO	94
APÊNDICE E: PRODUTO EDUCACIONAL.....	95

1. INTRODUÇÃO

Compreender quais formas tornam o processo de ensino/aprendizagem mais eficaz é uma das tarefas consideradas mais complexas para um professor. Identificar por quais meios os alunos assimilam os conteúdos deve ser o ponto de partida de qualquer atividade em sala de aula. Dessa forma, faz-se necessário discutir de que maneira o aluno deve ser atendido dentro dessa proposta educacional. Essa discussão deve considerar as limitações dos alunos, suas dificuldades e a busca por alternativas para aproximarmos a prática docente da eficiência pedagógica tão necessária na escola, uma vez que:

O Ensino de Física nas escolas e nas universidades não tem parecido uma tarefa fácil para muitos professores. Uma das razões para essa situação é que a Física lida com vários conceitos, alguns dos quais caracterizados por uma alta dose de abstração, fazendo com que a matemática seja uma ferramenta essencial no desenvolvimento da Física. Além disso, a Física lida com materiais que, muitas vezes, estão fora do alcance dos sentidos, do ser humano, tais como partículas subatômicas, corpos com alta velocidade e processos dotados de grande complexidade. (Medeiros; De Medeiros, 2002, p.78).

Nesse sentido, ciência está presente no cotidiano da sociedade de uma maneira bem ampla, porém, para o cidadão comum muitas vezes ela passa despercebida.

Diante dos desafios da prática docente, é essencial que o professor explore novas metodologias para tornar o aprendizado mais significativo. No ensino de Ciências, essa necessidade se destaca, pois, embora os fenômenos estudados façam parte do cotidiano, muitos estudantes têm dificuldade em estabelecer conexões com a realidade. Como resultado, veem a disciplina apenas como um exercício mecânico de fórmulas e cálculos, sem sentido prático. Essa desconexão reduz o interesse e impacta diretamente a construção do conhecimento.

Segundo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394/96), é fundamental inovar nas práticas pedagógicas para estimular a autonomia dos estudantes (BRASIL, 1996, Art. 36, II). Isso exige a constante revisão e atualização dos métodos de ensino, tornando o aprendizado mais dinâmico e significativo.

Nesse contexto, Costa e Barros (2015) apontam que o ensino de Física enfrenta diversos desafios, como a falta de experimentação prática e a predominância de materiais didáticos pouco interativos. Além disso, a escassez de educadores qualificados, a carência de recursos tecnológicos e os currículos

desatualizados contribuem para a desconexão entre teoria e prática. Esses fatores afetam especialmente as escolas públicas, comprometendo a qualidade do ensino e o interesse dos estudantes pela disciplina.

Ainda, sobre os desafios no que diz respeito ao ensino da física, é importante, por parte do docente, buscar meios alternativos para o ensino e aprendizagem. Cabrera (2006) enfatiza a importância de adotar metodologias alternativas que incentivem o aprendizado, destacando que atividades lúdicas são ferramentas eficazes para engajar os alunos em todos os níveis educacionais. Cabrera (2006) ainda afirma que o elemento lúdico introduz emoção à sala de aula, facilitando a formação de memórias de longa duração, essenciais para a efetiva aquisição de conhecimento.

Diante desse cenário, surge a necessidade de refletir sobre como tornar o ensino de Física mais atrativo e eficiente. Assim, este trabalho busca responder à seguinte questão: de que forma a aplicação de uma sequência didática baseada na metodologia de David Ausubel, por meio do jogo didático “Que onda é essa?”, pode contribuir para o ensino de Ondulatória no ensino médio? Essa questão se insere na busca por estratégias que aproximem os conteúdos científicos da vivência dos estudantes, tornando a aprendizagem mais significativa.

Ultimamente, vem se incentivando a implementação da mediação pedagógica ativa em métodos de ensino, através da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Essa abordagem destaca a relevância de conceitos expressos de maneira simbólica que se integram significativamente e de modo não aleatório ao saber já acumulado pelo estudante.

Diante disso, uma alternativa que poderá ser bastante eficaz no ensino da física é o uso de sequência didática, que equivale a um conjunto de atividades estruturadas e planejadas com o intuito de se alcançar determinado objetivo pedagógico. A sequência didática ao ser desenvolvida, deve-se relacionar de forma intrínseca aos objetivos a serem alcançados com base na necessidade dos discentes. (Stella; Bronckart, 2000).

A sequência didática aqui apresentada, foi desenvolvida sob a luz da teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, escolhida por orientar eficazmente as atividades pedagógicas em física, adaptando-se aos variados níveis de desenvolvimento dos alunos. Essa sequência incluiu uma variedade de atividades, tanto individuais quanto em grupo, com materiais de baixo custo de forma que possa

ser aplicada em diferentes realidades educacionais com o intuito de enriquecer o processo de ensino e aprendizagem.

O objetivo desse trabalho, portanto, é apresentar uma abordagem alternativa de como trabalhar o assunto: Ondulatória, no ensino médio. Com isso, se pretende correlacionar os assuntos abordados em sala de aula com os do cotidiano dos alunos. Assim, este trabalho deverá servir como subsídio para o professor no planejamento de suas aulas sobre o tema ondulatória.

O objetivo central deste estudo é analisar como essa abordagem pode contribuir para o ensino de ondulatória no ensino médio, promovendo uma aprendizagem mais contextualizada e engajadora. Para isso, a pesquisa envolve o desenvolvimento e aplicação da sequência didática, seguida de uma análise dos impactos no aprendizado dos estudantes. Além de verificar a eficácia do material desenvolvido, busca-se compreender como a inserção de elementos lúdicos e interativos pode influenciar o interesse e a participação dos alunos na disciplina.

Dessa forma, espera-se que este trabalho ofereça suporte aos professores no planejamento de suas aulas, demonstrando que metodologias ativas, como o uso de jogos didáticos e sequências didáticas bem estruturadas, podem tornar o ensino de Física mais envolvente, acessível e alinhado à realidade dos estudantes.

2. O USO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA NA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Neste tópico, apresentaremos o embasamento teórico que fundamenta o uso da aprendizagem significativa. Essa abordagem ressalta o papel dos conhecimentos prévios dos alunos, estabelecendo uma base sólida para a assimilação dos conceitos de ondulatória. O aprendizado resultante busca criar uma conexão mais profunda com os conteúdos assimilados, tornando a experiência educacional mais rica e eficaz para todos os participantes Zabala (2011). Na sequência, detalharemos a metodologia adotada e explicaremos como a sequência didática deve ser implementada.

A ciência está presente no cotidiano da sociedade de uma maneira bem ampla, porém, para o cidadão comum muitas vezes ela passa despercebida. As pesquisas científicas geram bastante tecnologia e são colocados no cotidiano da sociedade ampliando um leque de facilidade na vida das pessoas tanto no ambiente doméstico como profissional.

Compondo grande parte desse desenvolvimento tecnológico estão as ciências naturais que são responsáveis pela maior parte desse desenvolvimento tecnológico devido à sua aplicabilidade em novas tecnologias que facilitam a vida da população. Essas tecnologias reorganizam a forma de viver da sociedade facilitando cada vez mais sua maneira de viver e resolver problemas dos mais simples aos mais complexos trazendo muito mais conforto.

Ainda no campo das ciências naturais notamos que uma ciência em si traz bastante proximidade do aluno aos fenômenos naturais, essa ciência é a física. A física está presente nos corpos em movimento, na eletricidade, nos fenômenos térmicos, no som e em muitos outros temas possibilitando ainda uma interdisciplinaridade muito grande com outras áreas, trazendo para o cotidiano um pensamento mais racional, permitindo um diálogo mais inteligente com o cotidiano. (Zanetic, 1991).

Porém, existe uma distinção entre a aplicação de novas tecnologias e o que é estudado em sala de aula por diversos motivos. Um dos mais importantes é a falta de contextualização dos fenômenos físicos no dia a dia dos próprios alunos. Essa ausência de contextualização acaba gerando resistência no alunado diante da disciplina e, conseqüentemente, à introdução de novas visões ou conceitos. (Bonadiman; Nonenmachaer, 2007).

É dentro desse contexto que a busca por novas metodologias adequadas a realidade do aluno se faz necessária. Assim, o uso de sequência didática é uma alternativa viável para que o aluno deixe de ser um mero expectador e passa a se tornar o centro da aprendizagem.

2.1 Sequência didática como instrumento para aprendizagem significativa.

A relação ensino/aprendizagem de física sempre foi tida como muito complicada, de difícil execução, pois os alunos têm muitas dificuldades em relacionar tudo que se estuda em sala de aula com o cotidiano. Para que o ensino de física surta efeitos significativos é necessário que o professor programe suas atividades em sala de aula de maneira sequencial e lógica. Dessa forma, as sequências didáticas surgem como uma possibilidade que o professor tem para facilitar a relação da teoria estudada em sala de aula com o cotidiano do aluno.

De acordo com Stella e Bronckart (2000), as sequências didáticas desempenham um papel fundamental no resgate da memória dos conhecimentos prévios adquiridos pelos alunos, reorganizando e estruturando um conteúdo já assimilado na forma macroestrutural. Nesse sentido, a organização dos conteúdos de maneira sequencial não apenas facilita a compreensão, mas também permite a conexão entre os novos conceitos e os saberes já construídos pelo estudante, promovendo uma aprendizagem mais significativa e integrada ao seu repertório cognitivo.

Zabala (2011) introduziu o conceito de Sequência Didática, originado na Europa em 1996, como um método para dividir a educação em fases distintas, facilitando assim a absorção de conhecimento pelos alunos através de um sistema passo a passo bem-organizado. Essa estratégia não apenas simplifica o processo de aprendizagem, mas também o torna mais eficaz.

Zabala (2011) também define uma unidade didática como um conjunto de atividades estruturadas e sequenciais destinadas a atingir objetivos educacionais claros, com início e fim bem definidos tanto para professores quanto para alunos. O autor argumenta que as atividades dentro de uma sequência didática, que consideram as etapas de planejamento, implementação e avaliação, assim como as interações entre elas, são fundamentais para aprimorar a compreensão do processo educacional. Essas atividades também incentivam a busca por inovações e melhorias. Zabala (2011, p. 20) destaca que "As Sequências de Atividades de

Ensino/aprendizagem, ou Sequências Didáticas, representam uma forma de organizar e conectar as diversas atividades ao longo de uma unidade didática."

Segundo Zabala, o ensino segmentado em etapas atende mais precisamente às demandas dos estudantes. Ele destaca que, embora as unidades didáticas frequentemente sejam tratadas de maneira isolada em sala de aula, elas se tornam mais compreensíveis e úteis quando interligadas. Portanto, é crucial que os professores trabalhem no sentido de conectar esses segmentos de maneira integrada, aumentando assim o seu impacto formativo.

Essa organização implica que a sequência de atividades pode alterar a percepção dos alunos em relação ao conteúdo estudado. As Sequências Didáticas são um foco principal de estudo e preocupação em âmbito global, abrangendo desde o ensino de Ciências até a Matemática e outras áreas de pesquisa.

Carvalho e Perez (2001) ressaltam a necessidade dos educadores em desenvolver atividades inovadoras que promovam o desenvolvimento conceitual, habilidades e atitudes dos alunos. Eles enfatizam também a importância de orientar os estudantes de modo que realmente atinjam os objetivos educacionais propostos. De acordo com Brasil (2012) as sequências são uma ferramenta muito imprescindível para a construção do conhecimento:

Ao organizar a sequência didática, o professor poderá incluir atividades diversas como leitura, pesquisa individual ou coletiva, aula dialogada, produções textuais, aulas práticas, etc. pois a sequência de atividades visa trabalhar um conteúdo específico, um tema ou um gênero textual da exploração inicial até a formação de um conceito, uma ideia, uma elaboração prática, uma produção escrita (Brasil, 2012, p-21).

Nota-se uma interação bastante abrangente entre a sequência didática como ferramenta de aprendizagem e os elementos da aprendizagem significativa, considerando que as atividades iniciais levam em conta os conhecimentos prévios dos estudantes.

Portanto, o termo sequência didática em educação descreve um conjunto de passos ou etapas interconectadas projetadas para otimizar o processo de ensino/aprendizagem, tornando-o mais eficaz ou significativo. Essas atividades incluem uma série de questionamentos, atitudes, procedimentos e ações realizadas pelos alunos sob a orientação do professor. As atividades da sequência são organizadas de forma a intensificar a exploração do tema estudado, empregando diversas estratégias como leituras, discussões em sala, simulações por computador, experimentos, entre outros. Dessa forma, o assunto é abordado ao longo de várias

aulas, permitindo que o aluno explore profundamente e domine os conceitos trabalhados.

2.2 A aprendizagem significativa segundo Ausubel

David Paul Ausubel, psicólogo e pesquisador da educação, desenvolveu em 1963 a Teoria da Aprendizagem Significativa, que enfoca a aquisição de novos conhecimentos e o desenvolvimento do indivíduo a partir da interação de diferentes tipos de aprendizagem (cognitiva, afetiva e psicomotora). A principal ênfase da teoria está na aprendizagem cognitiva, que está diretamente associada aos métodos de ensino que facilitam o processo de integração de novos conhecimentos ao que o aluno já sabe. Ausubel acreditava que o aprendizado se torna significativo quando as novas informações se conectam de forma não literal e não arbitrária aos subsunçores existentes na estrutura cognitiva do indivíduo, formando novas compreensões e conexões.

A teoria proposta por Ausubel sugere que a aprendizagem significativa ocorre quando o aluno consegue relacionar novas informações com seus conhecimentos prévios, de modo que esses conhecimentos se entrelacem, ampliando sua compreensão sobre o conteúdo. A aprendizagem não acontece de forma imediata, mas sim como um processo gradual, que envolve a construção e a reconfiguração contínua da estrutura cognitiva do aprendiz. Esse processo progressivo exige que o aluno passe por estágios de captação, internalização, diferenciação e reconciliação de significados, para alcançar uma compreensão mais profunda e completa do conteúdo.

De acordo com Moreira (2023), a aprendizagem significativa é caracterizada pela interação substancial entre as ideias aprendidas e o conhecimento pré-existente do aluno, sendo que essa interação não deve ser aleatória ou literal, mas sim significativa. O aprendizado, nesse contexto, resulta na ressignificação do material instrucional, ou seja, na aquisição de novos significados que são incorporados à estrutura cognitiva do aluno, refletindo as etapas anteriores do processo de aprendizagem. Para que isso aconteça, é essencial que o professor desperte o interesse do aluno, pois, caso contrário, o aprendizado se limita à memorização mecânica, sem um real entendimento dos conceitos.

Pelizzari (2002) explica que a aprendizagem se torna mais significativa à medida que o novo conteúdo é integrado à estrutura cognitiva do aluno, adquirindo

significado a partir de sua relação com o conhecimento prévio. Quando os conteúdos são trabalhados de forma mais sistemática e conectados com o que o aluno já sabe, o aprendizado se torna mais sólido e duradouro. Nesse processo, à medida que novos conceitos são introduzidos, os conceitos prévios passam por um processo de diferenciação progressiva, o que permite a ampliação e a diferenciação do conhecimento, formando uma estrutura cognitiva mais robusta.

Além da diferenciação progressiva, Ausubel destaca a importância da reconciliação integrativa, que ocorre quando o aluno começa a estabelecer relações entre diferentes ideias e conceitos. Nesse momento, o aluno vai integrando e reorganizando esses elementos, criando uma rede de conhecimentos interligados dentro de sua estrutura cognitiva. Isso contribui para o desenvolvimento contínuo da aprendizagem e para a formação de uma rede de significados mais abrangente, que facilita a compreensão de novos conteúdos e a aplicação de conhecimentos em diferentes contextos.

A aprendizagem significativa também depende do uso de organizadores prévios, que são materiais introdutórios apresentados antes do conteúdo principal. Esses organizadores servem como âncoras, conectando o conhecimento prévio do aluno ao novo conhecimento que será trabalhado, facilitando a assimilação e integração do conteúdo. Ausubel propõe que o material utilizado deve ser potencialmente significativo, ou seja, ele deve estar estruturado de forma a permitir uma conexão não arbitrária e não literal com a estrutura cognitiva do aluno, garantindo que o conteúdo seja efetivamente compreendido e assimilado.

De acordo com Moreira (1999), a teoria da assimilação de Ausubel é essencial para a aquisição e retenção de conhecimento, baseando-se em conceitos fundamentais como a disposição para aprender, os subsunçores, os organizadores prévios e os processos de assimilação. Esses processos incluem diferentes tipos de aprendizagem: subordinada, superordenada e combinatória.

A teoria destaca a importância da interação entre conceitos e ideias dentro de uma estrutura cognitiva hierárquica, que facilita a aprendizagem significativa. Para que essa interação aconteça de forma eficaz, é necessário que os organizadores prévios sejam utilizados de maneira estratégica, atuando como pontes que conectam o conhecimento prévio ao novo conteúdo a ser aprendido.

Os subsunçores, conforme definido por Moreira (1999), são os conhecimentos que o aluno já possui em sua estrutura cognitiva e são fundamentais para o

processo de aprendizagem significativa. Esses subsunçores ajudam a integrar novas informações de maneira mais eficiente, pois, à medida que os conhecimentos prévios se tornam mais desenvolvidos e interconectados, o aluno consegue compreender e assimilar melhor os novos conceitos. O contínuo entre aprendizagem mecânica e significativa é um aspecto crucial da teoria de Ausubel, pois ela demonstra como os conhecimentos prévios podem ser utilizados para facilitar o aprendizado e torná-lo mais eficaz.

A teoria de Ausubel destaca a interação entre conceitos e ideias dentro de uma estrutura cognitiva hierárquica, que facilita a aprendizagem significativa. Para que isso aconteça, ele propõe o uso de organizadores prévios, que atuam como âncoras para o novo conhecimento, estimulando o desenvolvimento dos subsunçores necessários ao processo de aprendizagem. Como explica Moreira, os organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do conteúdo principal, ajudando na assimilação do novo conteúdo (Moreira, 1999, p. 155).

A interação entre novos e antigos conhecimentos é, portanto, o principal motor da aprendizagem significativa, permitindo que o aluno estabeleça conexões e compreenda o conteúdo de maneira profunda e duradoura. Esse processo é essencial para o desenvolvimento de uma estrutura cognitiva mais sólida, que facilita a integração de novos conceitos e a aplicação do conhecimento em situações reais. A teoria de Ausubel, ao enfatizar a importância da relação entre o conhecimento prévio e o novo conteúdo, oferece uma base sólida para estratégias de ensino que promovem a aprendizagem significativa e eficaz.

A utilização de organizadores prévios, por exemplo, é uma ferramenta poderosa para facilitar esse processo, ajudando o aluno a estabelecer conexões entre o que já sabe e o que está sendo aprendido. Esses organizadores agem como um ponto de partida para a construção de novos conhecimentos, tornando o aprendizado mais significativo e eficaz. Dessa forma, a teoria da aprendizagem significativa propõe uma abordagem centrada no aluno, onde o processo de ensino é ajustado para considerar seus conhecimentos prévios e facilitar a assimilação do novo conteúdo.

A aprendizagem significativa, portanto, é um processo dinâmico e interativo, no qual o aluno, ao construir novas ideias, reorganiza sua estrutura cognitiva, ampliando e aprimorando seu conhecimento. Essa teoria, ao considerar os conhecimentos prévios e a importância da motivação, propõe um caminho para um ensino mais eficaz, que leva em conta a individualidade de cada aprendiz e seu processo de construção do conhecimento.

2.3 Aprendizagem Mecânica

A aprendizagem mecânica, em oposição à aprendizagem significativa, é caracterizada pela ausência de interação entre novas informações e aquelas já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Segundo Ausubel, na aprendizagem mecânica, a aquisição de informações ocorre com pouca ou nenhuma conexão com conceitos ou proposições previamente armazenados. O conhecimento é retido de forma literal e arbitrária, sem considerar a hierarquia ou a relevância das novas informações em relação ao que o aluno já sabe (Moreira; Masini, 2016, p. 105).

De acordo com Moreira (2017), a aprendizagem mecânica é caracterizada pela retenção de informações de forma isolada, sem uma conexão significativa com o conhecimento pré-existente. Nesse processo, as novas informações são armazenadas arbitrariamente e distribuídas de maneira não hierárquica na estrutura cognitiva, sem um relacionamento com conceitos ou proposições que já estejam presentes no aprendiz. Exemplos comuns de aprendizagem mecânica incluem a memorização de fatos ou fórmulas sem a compreensão de seus significados ou interrelações.

Embora haja uma diferenciação clara entre aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa, Ausubel esclarece que não se trata de uma dicotomia, mas de um contínuo. Ele argumenta que, enquanto a aprendizagem mecânica e significativa podem ser vistas como opostos, elas ocupam posições extremas em um espectro, com a aprendizagem significativa sendo mais robusta e conectada ao conhecimento prévio. À medida que a aprendizagem se torna mais significativa, os subsunçores – ou os conhecimentos já armazenados na estrutura cognitiva – se tornam mais elaborados e capazes de ancorar novas informações (Moreira, 2017).

2.4 Organizadores Prévios

Segundo Ausubel, diante de todas as variáveis que influenciam novas aprendizagens, a mais determinante é o conhecimento prévio. O conhecimento prévio é a variável isolada mais importante para a aprendizagem significativa de novos conhecimentos. Diante disso, para que a aprendizagem se torne de fato significativa, os novos conteúdos devem ser ancorados em conceitos já existentes nas estruturas mentais dos aprendizes. A estes conceitos “âncoras” Ausubel dá o nome de *subsunçores*.

David Ausubel (1980) argumenta que a aprendizagem ocorre quando novas informações se ancoram em conceitos previamente adquiridos pelo aprendiz. Esse ponto de apoio é essencial para a aprendizagem de novos conceitos. Para que um novo aprendizado seja incorporado à estrutura cognitiva do aluno, é necessário que haja uma interação com o conhecimento já firmemente estabelecido na mente do estudante. Em outras palavras, a aprendizagem de um novo conceito depende de o aluno possuir conhecimentos prévios que sirvam de base para o estabelecimento de uma relação lógica com o que está sendo apresentado (Moreira, 2009, p.11).

Segundo Vasconcelos (2003), o conhecimento prévio do indivíduo e sua capacidade de ativá-lo em situações de aprendizagem desempenham um papel determinante na construção de novos saberes. O autor destaca que a aprendizagem significativa ocorre quando novos conceitos são assimilados de forma integrada aos conhecimentos já adquiridos, possibilitando uma compreensão mais profunda e duradoura. Essa perspectiva é amplamente corroborada por diversos estudos que enfatizam a importância da aprendizagem prévia como um fator essencial para a assimilação e a consolidação de novos conhecimentos. Dessa maneira, quanto mais o aluno consegue mobilizar seus saberes anteriores, mais significativa e eficiente se torna sua aprendizagem.

Para Moreira (2011), a interação entre os conhecimentos prévios e os novos conceitos deve ocorrer de maneira não literal e não arbitrária, permitindo que o aprendiz atribua significado ao que está sendo adquirido. Esse processo não apenas enriquece a compreensão dos novos conteúdos, mas também ressignifica os saberes já existentes, tornando-os mais estáveis cognitivamente. Além disso, o autor ressalta que qualquer material utilizado como suporte na construção do conhecimento só pode ser considerado potencialmente significativo se for capaz de estabelecer conexões relevantes com o repertório prévio do estudante.

A estrutura cognitiva, conforme definida por Ausubel, refere-se ao conjunto de relações conceituais hierarquizadas que o aluno constrói a partir de suas experiências e interações com o mundo. Esse conhecimento é único e pessoal, variando de indivíduo para indivíduo, pois cada um possui um conjunto próprio de saberes e conexões entre conceitos e significados (Ausubel, 1963). Para o autor, subsunções são esses conceitos ou ideias já existentes que funcionam como “âncoras” para novas informações, permitindo que elas adquiram significado para o sujeito (Moreira, 1999, p.11).

Ausubel recomenda o uso de organizadores prévios para facilitar a aprendizagem significativa. Esses organizadores são materiais introdutórios apresentados antes do conteúdo ser estudado, funcionando como “pontes cognitivas” que conectam o conhecimento pré-existente do aluno com o novo aprendizado. A aprendizagem significativa, segundo o autor, ocorre quando o aluno consegue relacionar os novos conhecimentos com o que já sabe, o que torna a aprendizagem mais profunda e duradoura. A aprendizagem mecânica, por outro lado, se baseia na memorização sem uma conexão com a estrutura cognitiva prévia, o que a torna superficial e menos significativa.

Na idade escolar, a aprendizagem significativa é facilitada através de processos como a assimilação, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa de conceitos. A assimilação ocorre quando o novo material a ser aprendido interage com a estrutura cognitiva existente no aluno, permitindo que ele compreenda e internalize o conteúdo de forma significativa (Moreira, 1999). A teoria de Ausubel, portanto, valoriza a capacidade do aluno de construir conhecimento a partir de suas experiências anteriores, reconhecendo-o como um agente ativo no processo de aprendizagem, e não apenas como um receptor passivo de informações.

A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel propõe que a nova informação deve se relacionar de forma relevante com os conhecimentos prévios do aluno, formando uma base para o aprendizado. O processo de assimilação é facilitado quando o material didático é organizado de maneira lógica e hierárquica, permitindo que o aluno adicione as novas informações à sua estrutura cognitiva de forma coerente e significativa. Para que isso aconteça, a estrutura cognitiva do aluno precisa ser organizada de forma hierárquica, o que facilita a assimilação de novos conhecimentos.

Além disso, para que a aprendizagem significativa ocorra, é necessário que o aluno tenha conceitos prévios que sirvam de âncoras, e que o material de ensino seja desenvolvido de maneira a ser significativo e logicamente relacionável com o conhecimento do aluno. O papel dos organizadores prévios é crucial nesse processo, pois eles ajudam a estabelecer a conexão entre o que o aluno já sabe e o que está sendo aprendido, facilitando a integração do novo conhecimento.

Moreira (1999, p. 156) destaca que a aprendizagem significativa pode ser verificada por meio de avaliações que testem a compreensão do aluno, afirmando que "testes de compreensão devem, no mínimo, ser fraseados de maneira diferente

e apresentados em um contexto diferente daquele originalmente encontrado no material instrucional". Isso demonstra a importância de avaliar não apenas a memorização, mas a compreensão e a aplicação do conhecimento adquirido.

Assim, os organizadores prévios desempenham um papel essencial ao servir como uma ponte entre o conhecimento prévio do aluno e o novo conteúdo. Para que a aprendizagem significativa ocorra efetivamente, o aluno precisa estar motivado e disposto a aprender, e o material didático precisa ser significativo e adequado à sua estrutura cognitiva. Como Moreira (1999, p. 155) observa, "organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do material a ser aprendido em si", facilitando a integração entre o conhecimento existente e o novo conteúdo.

2.5 Material Potencialmente Significativo

De acordo com Ausubel (apud Moreira, 2009, p. 156), uma das condições essenciais para que a aprendizagem seja significativa é que o material a ser aprendido seja "relacionável (ou incorporável) à estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não arbitrária e não literal". Isso significa que o conteúdo deve ser estruturado de tal forma que permita sua conexão com os conhecimentos prévios dos alunos, possibilitando a assimilação e a integração dos novos conceitos. Quando isso acontece, o aprendizado se torna mais profundo, pois o novo conhecimento é realmente integrado à estrutura cognitiva do aluno, e não apenas armazenado de maneira superficial.

Esse processo de conexão entre o novo conhecimento e o saber prévio é o que caracteriza o que Ausubel chama de "material potencialmente significativo". Este tipo de material não apenas facilita a aprendizagem, mas também envolve os alunos em um processo de reflexão e argumentação sobre o conteúdo trabalhado. Além disso, o uso de materiais significativos fortalece a interação entre professor e estudante, criando um ambiente mais propício para o aprendizado, no qual o aluno pode aplicar seus conhecimentos anteriores para compreender melhor o que está sendo ensinado.

A teoria de Ausubel propõe que a aprendizagem significativa ocorre quando o aluno consegue construir os significados a partir de sua interação com o novo conteúdo. Para que isso aconteça, é necessário que o aluno esteja motivado. O processo de aprendizagem será mais eficaz quando o professor propuser uma situação que faça sentido para o aluno, fazendo com que ele se sinta motivado a

relacionar a nova informação com seus conhecimentos prévios. Esse processo de interação resulta na ampliação, atualização e reconfiguração dos conhecimentos anteriores, transformando-os em novas ideias e conceitos.

As mudanças na compreensão dos conceitos, seja de um aluno ou de um grupo de alunos, são um reflexo desse processo de aprendizagem significativa. O impacto da aprendizagem não se resume à simples memorização de novos conteúdos, mas sim ao desenvolvimento de uma compreensão mais profunda e refinada dos conceitos, o que, por sua vez, facilita a aplicação desses conhecimentos em diferentes contextos. Esse tipo de aprendizagem, conforme a teoria de Ausubel, é duradoura e mais facilmente acessada pelo aluno quando ele precisa utilizá-la.

Além disso, as avaliações desempenham um papel importante nesse processo de aprendizagem significativa, desde que sejam bem formuladas. As avaliações devem ser projetadas para não apenas testar o conhecimento do aluno, mas também para contribuir para sua aprendizagem. Ao serem bem estruturadas, as avaliações podem ajudar a reforçar a conexão entre os conceitos aprendidos, promovendo uma maior reflexão e compreensão por parte dos alunos. Dessa forma, elas se tornam uma ferramenta útil não apenas para medir o desempenho, mas para fomentar o processo de aprendizagem em si.

2.6 A gamificação como instrumento de aprendizagem

A gamificação, ou "gamification" em inglês, refere-se à utilização de elementos típicos de jogos em contextos não relacionados diretamente a jogos, como em atividades cotidianas. Esses componentes incluem, entre outros, narrativas, feedback, cooperação e sistemas de pontuação, sendo aplicados com o objetivo de aumentar a motivação e o engajamento dos indivíduos nas tarefas do dia a dia (Deterding *et al.*, 2011). Mais do que uma simples diversão, a gamificação busca transformar atividades rotineiras em experiências envolventes, promovendo uma forma mais dinâmica de interação com o conteúdo e o ambiente.

Contudo, é fundamental compreender que gamificação não se resume à simples inserção de jogos convencionais em um ambiente educacional. De acordo com Kapp (2012), a concepção contemporânea de gamificação vai além da participação em jogos, incorporando aspectos essenciais da estrutura dos jogos, como a estética, a lógica de raciocínio e a organização, para motivar

comportamentos, facilitar o aprendizado e resolver problemas. Esses métodos são utilizados tanto para desafios dentro dos jogos quanto para enfrentar questões reais, mostrando o potencial da gamificação na transformação de práticas cotidianas em experiências mais significativas.

A gamificação também pode ser vista como uma forma de simulação em contextos reais, em que as atividades cotidianas podem ser vivenciadas como jogos, sem que a pessoa perceba. O que pode parecer uma atividade trivial, como aprender um novo conceito ou realizar uma tarefa, pode, na realidade, ser uma experiência gamificada, que visa reforçar o engajamento e a motivação. Segundo Kapp (2012, p. 10), o uso da mecânica dos jogos nesse contexto não busca enganar, mas sim aproveitar a motivação lúdica para resolver desafios cotidianos, promovendo uma aprendizagem envolvente e interativa.

Essa ideia está alinhada com a perspectiva de Vygotsky (2007), que ao abordar o conceito de “brinquedo”, afirma que “o brinquedo cria uma zona de desenvolvimento proximal na criança”. A zona de desenvolvimento proximal, conforme descrita por Vygotsky, é a distância entre o nível de desenvolvimento cognitivo real de uma pessoa, determinado pela sua capacidade de resolver problemas de forma independente, e o seu nível de desenvolvimento potencial, alcançado com o auxílio de um mentor ou a colaboração com colegas mais experientes (Vygotsky, 2007). Assim, a gamificação, ao envolver o indivíduo em atividades lúdicas e desafiadoras, favorece esse processo de aprendizado colaborativo, proporcionando um ambiente no qual a aprendizagem se torna mais eficaz e significativa.

O aspecto lúdico do jogo, segundo Huizinga (2014), é profundamente integrado à nossa natureza e exerce uma influência significativa sobre o aprendizado. O autor destaca que o jogo não é apenas um reflexo fisiológico ou psicológico, mas um fenômeno cultural com implicações mais profundas, que ultrapassam a simples satisfação de necessidades imediatas. Essa perspectiva revela como o jogo, com seu caráter envolvente, pode ser uma ferramenta poderosa no processo educativo, engajando os estudantes de maneira mais efetiva.

No Brasil, a introdução da gamificação no contexto educacional formal é relativamente recente, especialmente no ensino fundamental. Torres e Lázaro (2015) argumentam que a gamificação tem o objetivo de motivar os alunos a aprender de forma autônoma e engajada, similar à forma como se envolvem com

videogames, buscando satisfação pessoal em vez de recompensas externas ou punições. Nesse sentido, a gamificação se destaca por promover um ambiente de aprendizagem mais interativo e dinâmico, estimulando os estudantes a se tornarem protagonistas de seu processo educativo.

Ao contrário dos métodos tradicionais de ensino, que frequentemente colocam os alunos em uma posição passiva, a gamificação promove a participação ativa no processo de aquisição de conhecimento. Alves e Coutinho (2016, p. 222) ressaltam que essa abordagem estimula a aprendizagem colaborativa e a resolução de problemas de forma criativa e motivadora, aumentando o engajamento dos alunos. A gamificação, portanto, representa uma poderosa ferramenta pedagógica que pode ser adaptada a diferentes faixas etárias e contextos educacionais, oferecendo novas oportunidades para tornar o ensino mais envolvente e eficaz.

Além disso, a aplicação de gamificação no processo educacional requer a combinação de vários elementos, que funcionam como peças-chave para o sucesso da metodologia. Alves (2016, p. 40-41) compara esses elementos às ferramentas usadas na construção de uma casa, em que cada um tem uma aplicação específica, mas todos são essenciais para a criação do produto final. Assim, ao combinar aspectos como pontuação, desafios, narrativa e feedback, a gamificação cria um ambiente de aprendizado imersivo, que estimula a motivação e facilita a aprendizagem.

Dessa forma, a gamificação tem se mostrado uma estratégia inovadora e eficaz para promover um ensino mais dinâmico, participativo e significativo, proporcionando aos alunos uma experiência de aprendizagem com um maior engajamento e alinhada com as práticas do cotidiano.

3. ONDULATÓRIA

Desde os primórdios da humanidade, quando o homem passou a interagir e modificar o ambiente ao seu redor, os fenômenos ondulatórios sempre estiveram presentes em sua vida. A ondulatória se manifesta em diversos aspectos do cotidiano, desde fenômenos naturais até avanços tecnológicos da era moderna. Uma das formas mais expressivas dessa presença é a música, que se baseia na propagação de vibrações sonoras pelo ar, possibilitando a comunicação e a expressão artística ao longo da história.

Atualmente, a ondulatória está presente em diversas situações do dia a dia, desde a apreciação de uma melodia em fones de ouvido até a transmissão de dados via *Wi-Fi* e a sintonia de uma estação de rádio. Embora os fenômenos ondulatórios possam se manifestar de diferentes formas, como as ondas sonoras e a propagação de sinais em redes de comunicação, todos eles seguem princípios fundamentais da física.

Neste capítulo, serão abordados os conceitos essenciais das ondas, desde os fenômenos ondulatórios mais comuns até os mais avançados, incluindo aspectos da óptica e da acústica. Além disso, serão exploradas aplicações práticas da ondulatória no mundo moderno, demonstrando como essa área do conhecimento não apenas explica fenômenos naturais, mas também possibilita avanços tecnológicos, aprimora a comunicação e influencia a arte e a sociedade.

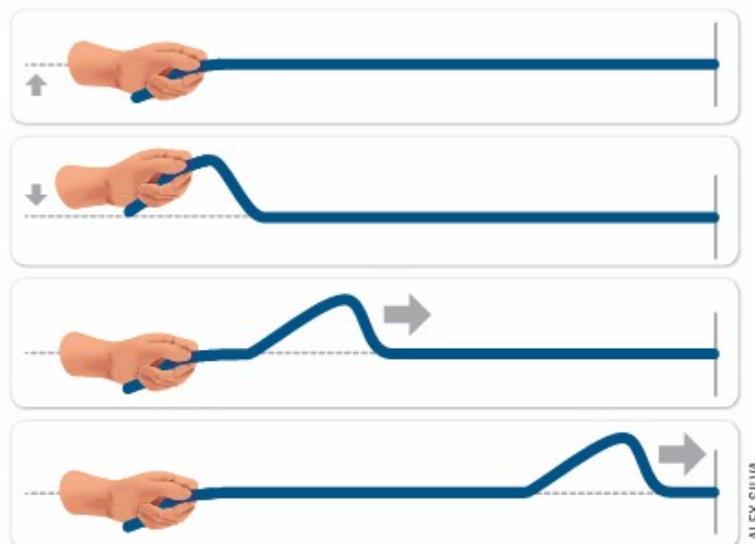
3.1 Conceitos Básicos

A propagação de uma onda, desde sua geração até sua detecção, pode ocorrer de diversas formas, apresentando características distintas conforme o meio em que se desloca. Além disso, as ondas podem transportar informações e energia sem a necessidade de um transporte efetivo de matéria.

No entanto, independentemente dessas variações, todas as ondas compartilham uma definição fundamental: trata-se de uma perturbação que se propaga em um meio entre dois pontos distintos. Conforme Nussenzveig (2002), “uma onda é qualquer sinal que se transmite de um ponto a outro de um meio, com velocidade definida”, evidenciando sua natureza essencialmente dinâmica e sua importância nos mais variados contextos científicos e tecnológicos.

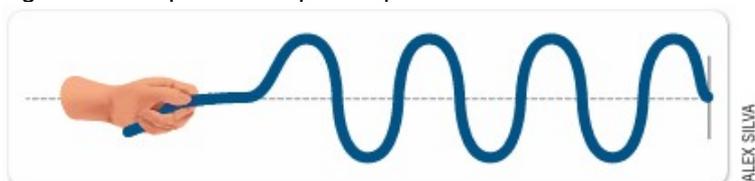
Uma outra nomenclatura que pode aparecer nos livros didáticos, que está conectada ao conteúdo de ondas e precede tal conceito, é o de *pulso*. O pulso é uma perturbação única que se propaga pelo meio de forma finita, como mostrado na figura 1. Um conjunto de pulsos forma uma onda, exemplificado na figura 2.

Figura 1 – Pulso se propagando ao longo de uma corda.



Fonte: Godoy *et al.*, 2020, p. 127.

Figura 2 – Sequência de pulsos periódicos formando uma onda.



Fonte: Godoy *et al.*, 2020, p. 127.

Quando há uma sequência de pulsos periódicos dizemos que a onda ela é uma onda periódica, que consiste em oscilações que se repetem em intervalos de tempos iguais.

Halliday *et al.* (2000) aponta que há três naturezas de uma onda sendo elas ondas: mecânicas, eletromagnéticas e ondas de matéria. Podemos definir cada uma delas como:

- Onda Mecânica: são perturbações que se propagam em meios materiais, através da vibração das partículas desse meio e são governadas pelas leis de Newton. Por exemplo: ondas sísmicas, ao longo de uma corda de violão ou, o próprio, som. A figura 3 mostra na pratica a diferença entre os dois tipos de ondas.

Figura 3 – Exemplo da diferença de comportamento da onda mecânica entre o vácuo e meios materiais.



Fonte: Godoy *et al.*, 2020, p. 132.

- Onda Eletromagnética: são oscilações formadas no campo elétrico e magnético variáveis que se propagam tanto em meios materiais como no vácuo. Por exemplo: raio X, infravermelho e a luz.
- Onda de Matéria: é um fenômeno quântico que descreve o comportamento ondulatório associado às partículas elementares, átomos e moléculas.

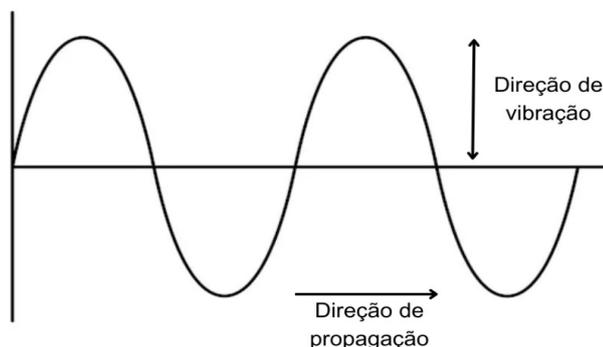
Logo percebemos que ao nosso redor existem inúmeras formas de manifestações de propagação de ondas acontecendo, até mesmo simultaneamente. Situações como ao ver o mar em movimento se aproximando da costa, ou quando tentamos jogar uma pedra sobre a água, recebendo sinais nos nossos celulares a todo momento, ligando a TV, as interações são diversas e a natureza não é a única forma de caracterizá-las.

As ondas podem ser classificadas de acordo com sua forma de propagação em dois tipos principais: ondas transversais e ondas longitudinais. A distinção fundamental entre elas está na relação entre a direção de vibração das partículas do meio e a direção de propagação da onda. A direção de propagação corresponde ao sentido no qual a onda se desloca no espaço, enquanto a direção de vibração está associada ao movimento das partículas do meio em resposta à passagem da onda.

Nas ondas transversais, a vibração ocorre perpendicularmente à direção de propagação, como é o caso das ondas eletromagnéticas e das ondas em uma corda tensionada. Já nas ondas longitudinais, a vibração acontece paralelamente à direção de propagação, como ocorre nas ondas sonoras, onde as partículas do meio sofrem compressões e rarefações ao longo do trajeto da onda. A Figura 4 ilustra essas

diferenças, destacando a relação entre os tipos de direção com base em uma das ondas que serão abordadas ao longo do estudo.

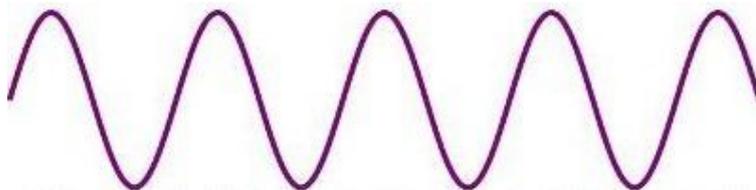
Figura 4 – Visualização da diferença entre direção de vibração e propagação.



Fonte: Elaboração própria, 2024.

A onda do tipo transversal é a mais conhecida das duas, uma vez que se qualquer pessoa perguntar uma criança o que é uma onda, ela vai fazer o seguinte desenho da figura 5.

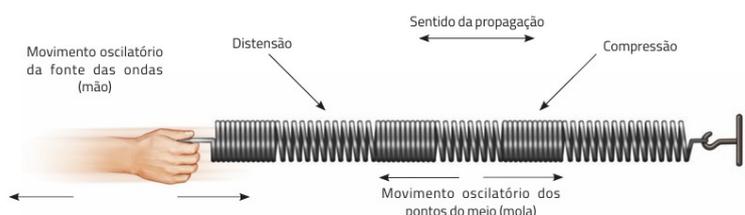
Figura 5 – Desenho da onda mais conhecida pelo senso comum, que é chamada de onda transversal.



Fonte: Disponível em: <https://www.coladaweb.com/fisica/ondas/tipos-de-ondas> . Acesso: 18 de novembro de 2024.

Em outras palavras, uma onda deste tipo tem sua direção de vibração e propagação sempre perpendiculares entre si (Halliday *et al.*, 2000). Já a onda longitudinal ela é gerada a partir de regiões de compressão que se propagam a partir de sucessivas compressões, neste caso, tanto a direção de vibração como a de propagação estarão no mesmo sentido, ou seja, paralelas entre si, como exemplificado na figura 6.

Figura 6 – Ondas longitudinais, como são iniciadas e como se propagam.



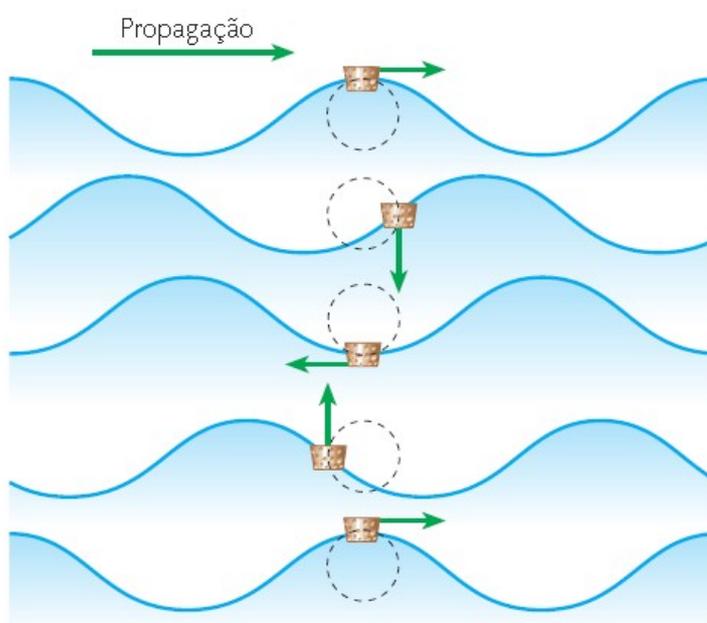
Fonte: Godoy *et al.*, 2020, p. 127.

Além das ondas transversais e longitudinais, existe também a possibilidade da composição desses dois tipos, originando as chamadas ondas mistas. Villas

Bôas *et al.* (2012, p. 203) definem esse fenômeno como “ondas mecânicas constituídas de vibrações transversais e longitudinais simultaneamente.” Esse tipo de onda combina características de ambos os movimentos, ocorrendo quando a perturbação do meio apresenta componentes perpendiculares e paralelas à direção de propagação.

Um exemplo comum desse fenômeno no cotidiano são as ondas do mar. Conforme ilustrado na Figura 7, durante a propagação da onda, observa-se a formação de regiões onde há um acúmulo de água, resultando em elevações acima do nível médio do mar, além de regiões onde ocorre uma relativa descompressão. Esse comportamento pode ser visualizado pelo deslocamento de um objeto flutuante, como um balde sobre a superfície da água: à medida que a onda passa por ele, sua trajetória de movimentação muda, seguindo o vetor representado na imagem. Esse efeito evidencia a natureza combinada das ondas mistas, nas quais as partículas do meio descrevem trajetórias circulares ou elípticas devido à superposição dos componentes transversais e longitudinais do movimento.

Figura 7 – Exemplo de onda mista, onde tem regiões de compressão simultaneamente à vibrações perpendiculares.



Fonte: Disponível em: <https://olhonavaga.com.br/flashcards/cartao?id=21461> . Acesso em: 18 de novembro de 2024.

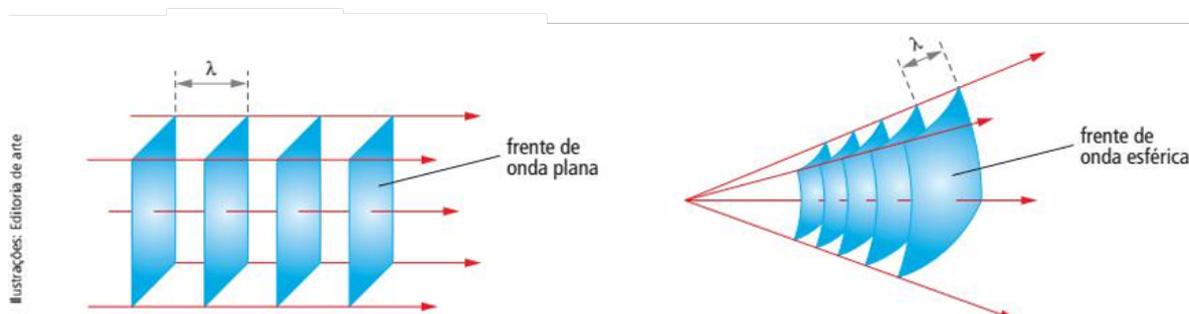
Tais tipos de ondas, independente de qual seja, formas frentes de ondas, no qual é uma descrição geométrica de um conjunto de pontos dessa propagação. Villas Bôas *et al.* (2012) classificam as ondas de maneira simplificada em três tipos

principais: ondas transversais, ondas longitudinais e ondas mistas. Essa categorização é baseada na relação entre a direção da propagação da onda e a direção da vibração das partículas do meio.

- Unidimensionais: propagação em apenas uma direção, como a onda em uma corda.
- Bidimensionais: propagação ao longo de duas direções, formando uma figura plana, como uma onda na superfície de um líquido.
- Tridimensionais: propagação em três dimensões, formando uma figura geométrica espacial, como uma onda luminosa que sai de uma lâmpada tradicional que são utilizadas em casa.

Na figura 8 as ondas bidimensionais e tridimensionais podem ser visualizadas. Do lado esquerdo da imagem, temos uma onda bidimensional, neste caso a propagação da onda plana está sendo em forma de um quadrado. Do lado direito da imagem, temos uma onda tridimensional sendo ilustrada, neste caso a figura que forma remete a uma fonte de onda tipo esférica.

Figura 8 – Ilustração das frentes de onda. Do lado esquerdo, um exemplo de frente de onda plana e do lado direito, uma frente de onda esférica.



Fonte: Barreto e Xavier, 2016, p. 237.

3.2 Grandezas Ondulatórias

Nos estudos sobre ondas, é possível aprofundar a análise ao descrever uma onda por meio de suas grandezas físicas, que são características específicas e fundamentais para a compreensão dos fenômenos ondulatórios e suas particularidades. Essas grandezas permitem identificar e diferenciar os diversos tipos de ondas, bem como prever seu comportamento em diferentes meios de propagação.

A grandeza mais simples de compreender é o período. Representado pela letra T , ele indica o intervalo de tempo que acontece uma oscilação completa. O

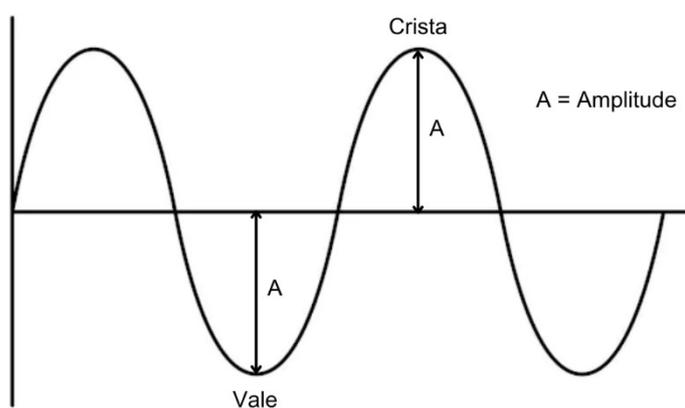
período está diretamente relacionado à frequência, representada pela letra f , que corresponde ao número de oscilações que acontecem em uma unidade de tempo. As duas se relacionam da seguinte forma:

$$f = \frac{1}{T} \quad (1)$$

a unidade de medida do período será segundo (s) e o de frequência será o Hertz (Hz)¹, ou também conhecido como (s^{-1}).

No caso de ondas transversais temos uma grandeza chamada de amplitude (A) que representa a distância máxima entre o ponto médio da oscilação e uma crista ou um vale da onda, como mostra a figura 9.

Figura 9 – Posição da medida da amplitude em relação à onda.

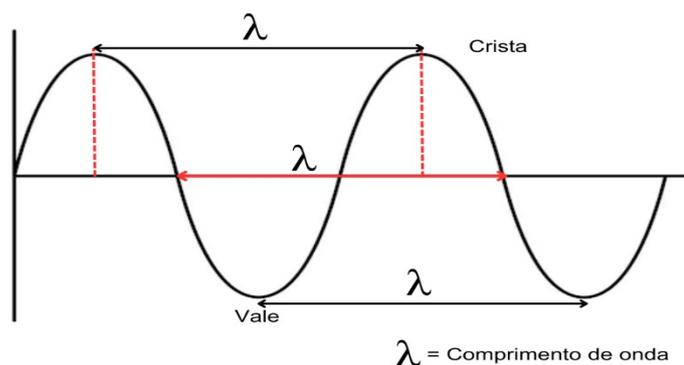


Fonte: Elaboração própria, 2024.

Como uma onda se propaga ao longo de um espaço, também teremos uma grandeza neste sentido, sendo ela o comprimento de onda, representado pela letra grega λ . Este é a medida entre dois pontos consecutivos que oscilam em fase, sendo entre cristas, entre vales ou entre dois pontos quais quer cujo o fim do ciclo indique o início do próximo (Godoy *et al.*, 2020), como exemplificado na figura 10.

¹ Em homenagem a Heinrich Rudolf Hertz, um físico alemão que descobriu em 1887 princípios básicos de emissão e recepção de sinais de ondas rádio (Villas Bôas *et al.*, 2012).

Figura 10 – Possíveis medições de um comprimento de onda.



Fonte: Elaboração própria, 2024.

A partir das grandezas descritas é possível determinar a velocidade de propagação de uma onda periódica em um meio de forma análoga a velocidade no movimento uniforme. Onde:

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad (2)$$

sabendo que a grandeza de espaço da ondulatória é λ e o tempo é o período T , temos:

$$v = \frac{\lambda}{T} \quad (3)$$

também é possível calcular a velocidade em função da frequência como expressa da eq. 1, substituindo:

$$v = \lambda f \quad (4)$$

esta equação é conhecida como equação fundamental da ondulatória (Barreto e Xavier, 2016).

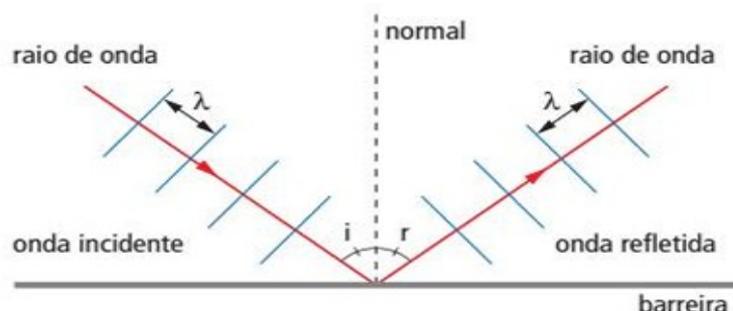
3.3 Fenômenos Ondulatórios

Após explorarmos os aspectos fundamentais das ondas, é essencial compreender como elas interagem tanto com o meio quanto entre si. Essas interações são responsáveis por uma série de fenômenos ondulatórios que ocorrem na natureza e nas aplicações tecnológicas, proporcionando uma nova perspectiva sobre a ondulatória.

3.3.1 Reflexão

O fenômeno da reflexão é amplamente observado no cotidiano, sendo comumente experimentado ao se posicionar em frente a uma superfície espelhada. De acordo com Barreto e Xavier (2016), a reflexão de uma onda ocorre quando esta atinge uma superfície e retorna ao mesmo meio no qual foi originalmente propagada.

Figura 11 – Ilustração de como ocorre a reflexão de uma onda.



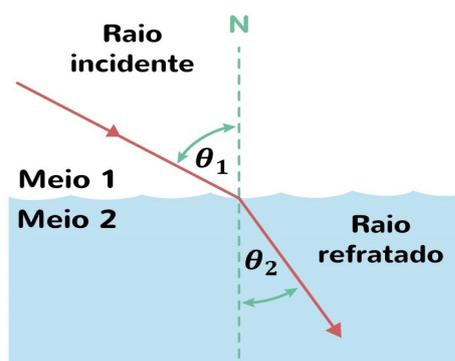
Fonte: Barreto e Xavier, 2016, p. 239.

Na figura 11 é possível visualizar que do lado esquerdo da imagem temos a onda incidente, ele chega até a barreira e retorna pelo lado direito, como onda refletida, retornando para o mesmo meio por onde incidiu.

3.3.2 Refração

A refração ocorre quando uma onda se propaga de um meio para outro, atravessando uma barreira. Dependendo das propriedades dos materiais envolvidos, a direção e a velocidade da onda refratada podem ser alteradas em relação à onda incidente, como ilustrado na Figura 12. Na imagem, observa-se que o raio incidente, localizado no meio 1, sofre uma alteração em sua direção ao atravessar a superfície de separação e adentrar o meio 2, resultando na modificação do raio refratado.

Figura 12 – Exemplificação da refração acontecendo com uma onda.



Fonte: Disponível em: <https://aprovatotal.com.br/refracao/>. Acesso em: 19 de novembro de 2024.

3.3.3 Difração

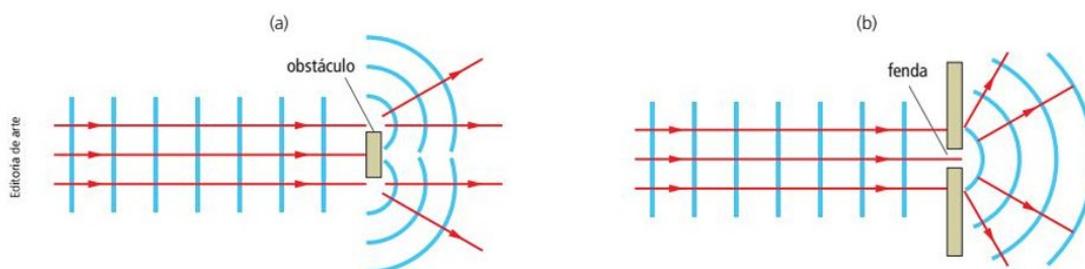
Outro fenômeno interessante da ondulatória é a difração. Já ocorreu de tentar se comunicar com alguém em um ambiente separado por uma parede? Especialmente quando há uma parede, um teto acima e um espaço entre a parede e o teto, é possível ouvir uma pessoa do outro lado da parede, embora o som não seja totalmente nítido. Godoy (2020) define que:

A difração ocorre quando uma onda encontra um obstáculo ou atravessa orifícios e fendas, sofrendo desvio (ou espalhamento). Isso acontece porque cada ponto da chamada frente de onda se comporta como se fosse uma nova fonte de ondas (Godoy *et al.*, 2020, p. 129).

Segundo Barreto e Xavier (2016), o físico e matemático Christian Huygens descobriu este fenômeno e explica que, a distribuição de energia depende do comprimento de onda da onda incidente em comparação com o tamanho do obstáculo ou fenda.

Na Figura 13, são apresentadas duas possibilidades de difração. Na Figura 13a, a onda segue um comportamento semelhante ao contorno de um obstáculo, como no exemplo citado anteriormente, quando duas pessoas conversam com uma parede ou outro obstáculo no meio, mas com uma abertura superior. Já na Figura 13b, a onda se difrata ao passar por uma fenda, um exemplo cotidiano desse fenômeno é o som que se propaga através da fresta de uma porta, permitindo que seja ouvido do outro lado, independentemente da posição na fresta.

Figura 13 – Representação de uma onda sendo refratada. Em A) quando passa por um obstáculo e B) quando passa por uma fenda.

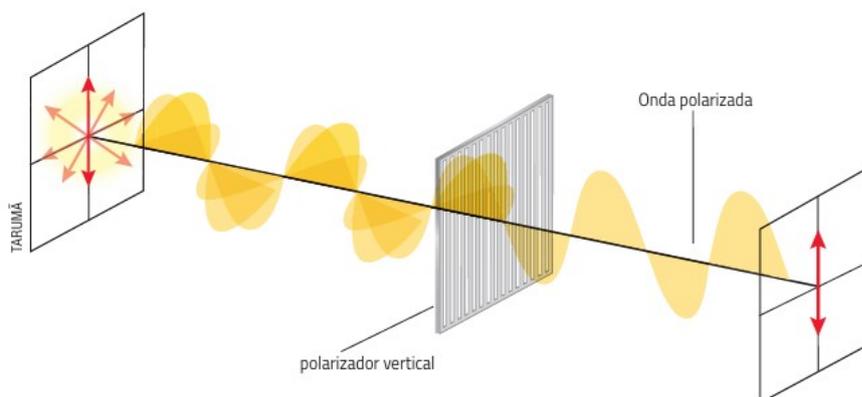


Fonte: Barreto e Xavier, 2016, p. 242.

3.3.4 Polarização

Alguns fenômenos são comuns a todos os tipos de ondas, mas um em específico acontece apenas com ondas transversais, é o fenômeno da polarização. Tal fenômeno consiste em fazer com que uma onda tenha apenas uma direção de vibração após a passagem por um anteparo (Godoy *et al.*, 2020).

Figura 14 – Esquema da passagem de uma onda por um polarizador.



Fonte: (Godoy et al., 2020, p. 129).

Na figura 14 temos inicialmente uma onda que se propaga em inúmeras direções, no meio da imagem há um aparato polarizador, notavelmente as fendas para passar os raios são verticais, logo, após o raio passar pelo objeto, é possível ver que passam apenas ondas com direção de vibração vertical.

3.3.5 Interferência

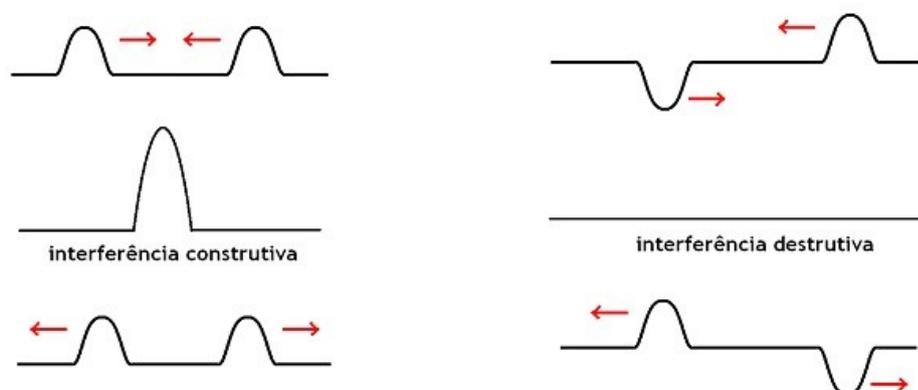
Frequentemente no nosso cotidiano nos deparamos com inúmeros estímulos sonoros, há períodos em que passam nas ruas carros de som simultaneamente a lojas tocando música, convidando clientes a entrar e quando nos deparamos com essa situação, são estímulos até difíceis de distinguir. Isso ocorre porque os nossos ouvidos recebem todas as ondas sonoras a ponto de causar uma interação entre elas, essa interação obedece ao princípio da superposição (Halliday, Resnick e Walker, 2000).

Tal princípio acontece quando duas ou mais ondas se encontram em um ponto P do espaço, dando origem a uma nova amplitude que corresponde a combinação das ondas sobrepostas. Vale ressaltar que este princípio não interfere na propagação da onda, cada pulso segue seu caminho de modo independente após o encontro. Logo o resultado desta superposição origina o que chamamos na física de interferência e esta pode acontecer de dois modos: interferência construtiva e interferência destrutiva.

De modo geral temos interferência construtiva quando há o encontro de duas cristas ou dois vales e a amplitude desse encontro equivale a soma, ou seja, a onda aumenta. Já quando há interferência destrutiva ocorre o encontro de uma crista com

um vale, de modo a resultar em uma onda menor, onde a amplitude equivale a subtração dessas ondas.

Figura 15 – Representação do fenômeno de interferência construtiva e destrutiva.



Fonte: Disponível em: <https://matrikablog.wordpress.com/2015/08/10/a-forca-da-interferencia-construtiva/> . Acesso em: 20 de novembro de 2024.

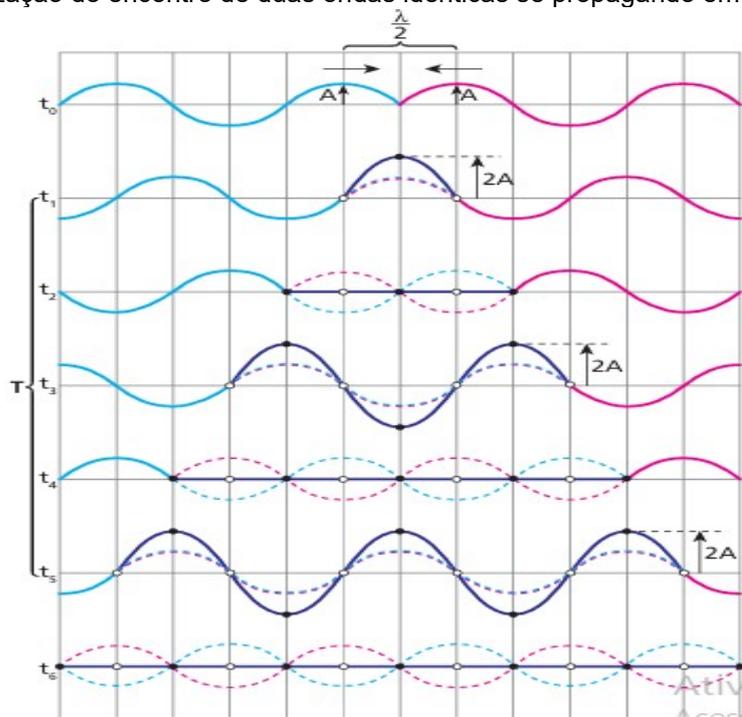
Na figura 15 podemos ver do lado esquerdo que as duas cristas, ao se encontrarem, resultam em uma onda maior e depois seguem sua direção de propagação. No lado direito da figura 15, quando uma crista e um vale se encontram resultam em uma interferência destrutiva, de forma a anular, naquele ponto, a existência uma perturbação, logo em seguida seguem sua direção de propagação.

3.4 Ondas Estacionárias

Villas Bôas *et al.* (2012) descrevem outro fenômeno relacionado à interferência e à superposição de ondas: as ondas estacionárias. Este fenômeno ocorre quando duas ondas idênticas se propagam na mesma direção, porém em sentidos opostos, resultando em uma configuração característica. A Figura 16 ilustra claramente esse processo.

Na Figura 16, dois pontos de referência, representados pelos círculos brancos e pretos, são fundamentais para a análise do gráfico apresentado. Os pontos brancos correspondem aos "nós", que são pontos fixos onde não ocorre vibração; nesses pontos, sempre se observa interferência destrutiva. Por outro lado, os círculos pretos representam os "ventres", que são pontos de máxima oscilação, os quais alternam entre cristas e vales, em uma sucessão de interferências construtivas, atingindo a amplitude máxima.

Figura 16 – Visualização do encontro de duas ondas idênticas se propagando em sentidos opostos.



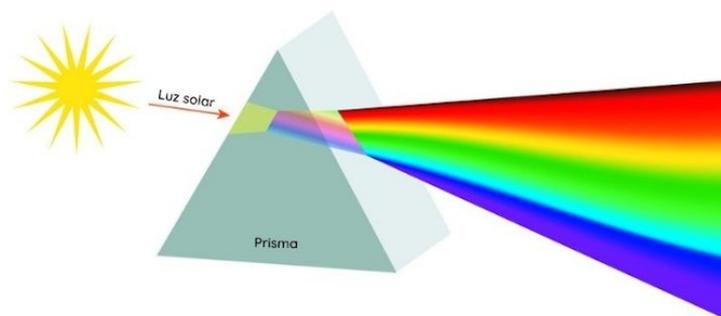
Fonte: Villas Bôas *et al.*, 2012.

3.5 Fenômenos Ondulatórios Avançados

3.5.1 Dispersão

Existem também fenômenos associados a outros, como por exemplo a dispersão. Ela ocorre quando acontece a refração de um raio ao incidir em um meio dispersivo. Quando ocorre tal fenômeno, o comprimento de onda muda e consequentemente a velocidade de propagação também. O exemplo mais conhecido é quando uma luz branca passa por um prisma, como na figura 17.

Figura 17 – Dispersão da luz branca através de um prisma.



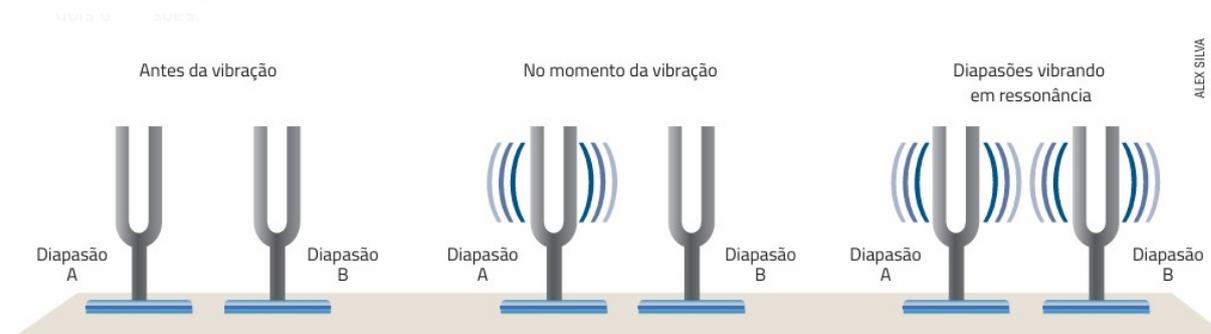
Fonte: Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/ondulatoria.htm> . Acesso em: 20 de novembro de 2024.

3.5.2 Ressonância

Todo corpo é composto por moléculas, átomos e partículas e tais elementos possuem uma frequência de vibração, que são conhecidas como frequências naturais de vibração, que ocorre por conta da constante movimentação das partículas. Quando um corpo material é exposto a uma vibração externa de frequência igual, ou próxima, a frequência natural, o corpo absorve a energia da vibração externa consequentemente aumentando a amplitude de vibração do material.

Quando tal efeito acontece chamamos de ressonância. Para materiais rígidos, como taças de cristal ou vidro, este efeito provoca rupturas no material, fazendo com que quebre. A figura 18 mostra como ocorre o fenômeno de ressonância em um diapasão.

Figura 18 – Diapasão de um estado de inércia até entrar em ressonância.



Fonte: (Godoy *et al.*, 2020, p. 130).

3.5.3 Batimento

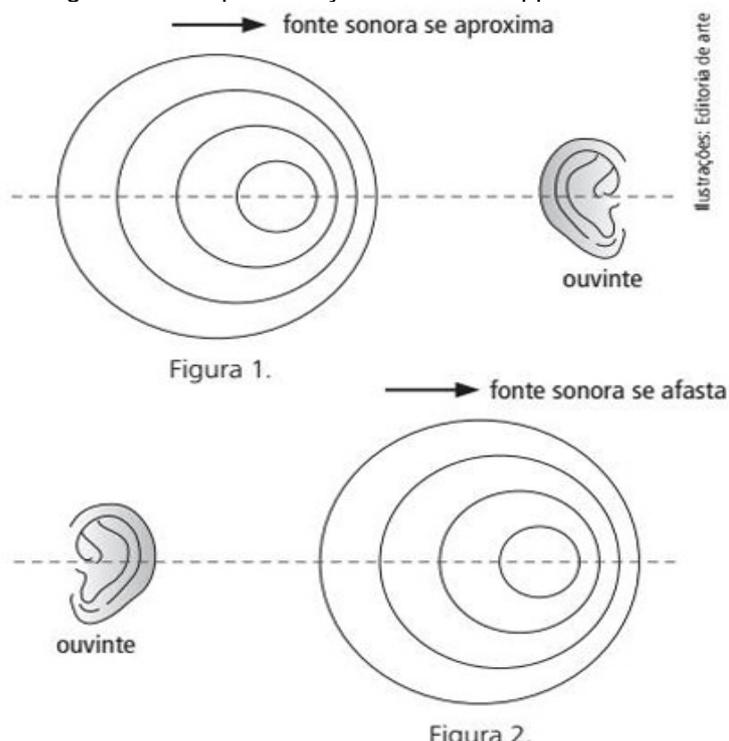
O fenômeno físico conhecido como batimento ocorre quando duas ondas de frequências ligeiramente diferentes se superpõem, resultando em uma variação perceptível na intensidade do som ao longo do tempo. Esse efeito é frequentemente observado quando ouvimos duas notas musicais tocadas em sequência próxima ou duas cordas de violão vibrando de forma quase simultânea. Nesse caso, as ondas de frequências diferentes interferem entre si, criando uma oscilação na intensidade do som, que é percebida como uma variação do tom. Segundo Villas Bôas et al. (2012), o batimento ocorre quando duas ondas de frequências distintas são percebidas como uma só, devido à alternância entre interferência construtiva e destrutiva, o que provoca o aumento e diminuição periódicos da intensidade sonora.

3.5.4 Efeito Doppler

Muitas vezes de longe conseguimos identificar quando uma ambulância ou um carro da polícia está na região, geralmente ao escutar o som da sirene nos questionamos “está se aproximando ou afastando?”. Isso ocorre devido a um fenômeno da ondulatória quando ocorre movimento relativo entre a fonte emissora de som e o receptor, tal fenômeno é conhecido como efeito Doppler.

Este efeito do movimento relativo causa uma variação da frequência aparente da onda, podendo ocorrer tanto com ondas mecânicas como eletromagnéticas. Há duas possibilidades para compreender: quando acontece uma aproximação entre emissor e receptor ou afastamento entre emissor e receptor.

Figura 19 – Representação do efeito Doppler no som.



Fonte: Barreto e Xavier, 2016, p. 273.

A figura 19 ilustra o funcionamento do efeito Doppler em dois casos distintos. Na parte superior da imagem, é mostrado o primeiro caso, em que ocorre a aproximação entre a fonte e o receptor. Nesse cenário, observa-se um encurtamento do comprimento de onda, resultando em um aumento na frequência percebida, mesmo com a frequência da fonte permanecendo constante.

Na parte inferior da figura 19, temos o caso oposto, em que ocorre o afastamento entre a fonte e o receptor. Nesse caso, o comprimento de onda se

alarga, o que implica uma diminuição da frequência em relação à frequência real da fonte.

O físico e matemático austríaco Christian Andreas Doppler (1803-1853) foi o primeiro a descrever o efeito Doppler para ondas sonoras. No entanto, foi o físico francês Armand Hippolyte Louis Fizeau (1819-1896), em 1848, quem descobriu a modificação da frequência da luz devido ao movimento relativo, sem ter conhecimento prévio do trabalho de Doppler (Fernandes *et al.*, 2016).

Anos depois, o astrônomo americano Edwin Powell Hubble (1889-1953) fez contribuições significativas para a compreensão desse fenômeno. Ele observou que as galáxias em afastamento apresentam um desvio para o vermelho em sua luz, em relação às linhas espectrais, confirmando a expansão do universo.

Figura 20 – Espectrais de uma estrela.



Fonte: Disponível em: <https://webfisica.com/laravel/public/fisica/curso-de-fisica-basica/aula/12-95> .
Acesso em: 21 de novembro de 2024.

Para compreender melhor vamos tomar como base a figura 20. Diante mão, esta faixa é do espectro de luz visível, onde a luz pode se decompor em algumas destas cores. Nesta figura foi utilizada uma técnica de espectroscopia de consiste em um experimento de interação da luz com uma matéria, que pode gerar um espectro de absorção ou de emissão. Neste caso temos o espectro de absorção, que ao passar a luz branca por uma substância, os comprimentos de onda provenientes da fonte são absorvidos gerando essas linhas escuras (Paganelli, 2022).

Logo, na figura 20, a primeira imagem temos o espectro de absorção de uma determinada estrela parada. Esta mesma estrela quando tiver um movimento de afastamento do observador vai gerar linhas de absorção com padrões mais aproximados do lado vermelho do espectro. Perceba que a distância entre as linhas são as mesmas, elas só estão desviadas de sua posição de origem. O mesmo acontece no terceiro espectro mostrado, só que nele a estrela estaria aproximando do observador. Neste caso podemos ver que as linhas desviaram mais para o azul. Tais fenômenos na astronomia são conhecidos como *redshift* e *blueshift*.

3.6 Fenômenos Específicos

Os estudos dos fenômenos Físicos revelaram à humanidade que as ondas estão relacionadas para além do cotidiano, abrangendo processos fundamentais que moldam o universo em que vivemos em diversas escalas. A partir da compreensão de conceitos como propagação, superposição, características ondulatórias e interações das ondas com o meio, é possível explorar aplicações específicas, algumas até que necessitam de uma abstração teórica.

Nesta seção será abordado aplicações específicas dos fenômenos ondulatórios que demonstram inúmeras manifestações das ondas desde o cotidiano, em situações do dia a dia até eventos distintos como luz, som e abalos sísmicos. Serão apresentados sobre a radiação e como interagimos com ela, acústica e como olhamos para as aplicações dos conceitos nesse fenômeno, ondas sísmicas que são pouco conhecidas, mas causam até um certo medo no senso comum e ondas gravitacionais que abriram novas possibilidades de estudo do cosmos.

3.6.1 Radiação

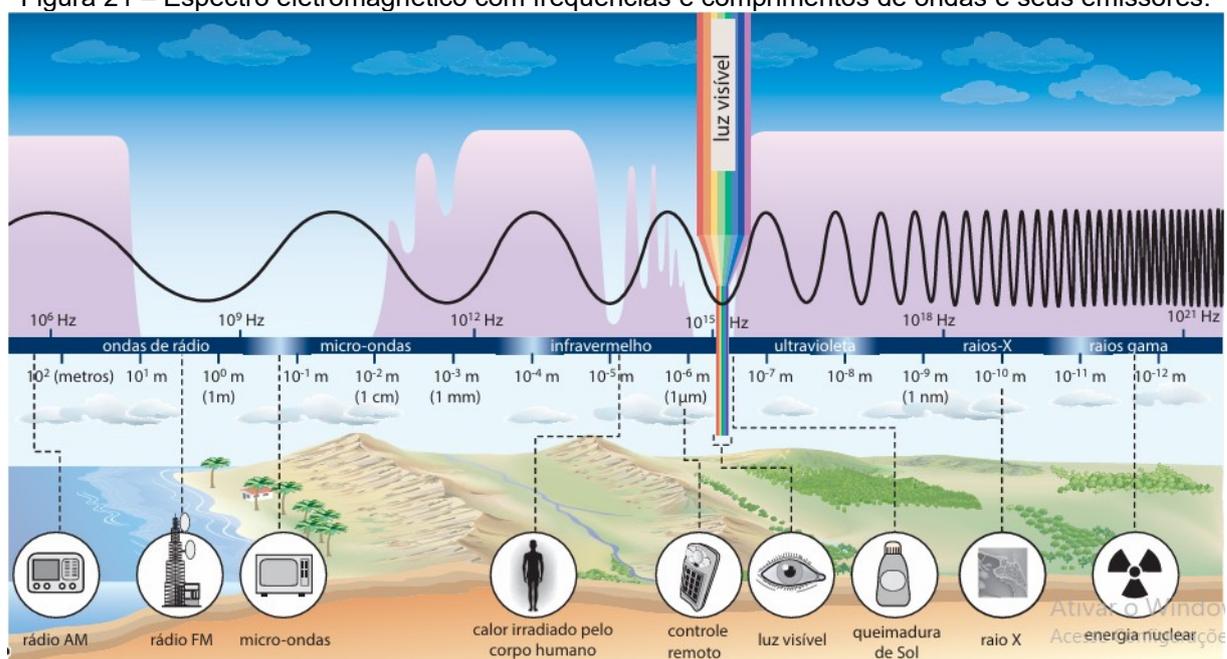
Muito embora o senso comum associe radiação de maneiras diversas e crie uma sensação de medo nas pessoas, a radiação não é sempre tão complexa e maléfica como podem imaginar. Radiação é a emissão e propagação de energia através do meio ou vácuo. Essa energia pode ocorrer de inúmeras formas, mas em sua essência tem origem Física, Química ou Biológica.

Uma energia assim ela pode ser alta ou não, em alguns casos ela pode ser alta o suficiente para arrancar elétrons de alguns materiais, se isso ocorrer a radiação é chamada de ionizante pois após a saída de elétrons o material ficará ionizado (Godoy *et al.*, 2020).

Existem dois tipos de radiação: a corpuscular e a eletromagnética. A radiação corpuscular tem sua origem em uma matéria e é formada por partículas alfa (α) e beta (β). A radiação eletromagnética tem sua origem a partir da oscilação de campos elétricos e magnéticos e são representadas por meio do espectro eletromagnético como na figura 21.

Sabendo que todas radiações eletromagnéticas se propagam no vácuo com a mesma velocidade $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ e que $v = \lambda f$, é possível concluir que o comprimento de onda λ e a frequência f são inversamente proporcionais. Assim, a radiação gama (γ) tem a maior frequência e consequentemente o menor comprimento de onda (Godoy *et al.*, 2020, p. 136).

Figura 21 – Espectro eletromagnético com frequências e comprimentos de ondas e seus emissores.



Fonte: Godoy *et al.*, 2020, p. 136.

Como Godoy *et al.* (2020) ressalta, podemos ver na figura 21 que os raios gama tem uma frequência bem maior comparado as ondas de rádio AM no outro extremo da figura, assim observamos que, dentre todas as radiações eletromagnéticas, apenas uma faixa bem específica é vista pelo olho humano, mais precisamente entre $740 \times 10^{-9} \text{ m}$ e $380 \times 10^{-9} \text{ m}$, enquanto todo o restante pode auxiliar ou beneficiar a vida humana de alguma forma por meio de tecnologia.

Uma das tecnologias mais comuns e cotidianas são as ondas de TV que operam em frequências analógicas de 30 MHz a 300 MHz e frequências digitais que vão de 300 MHz e 3 GHz , onde por terem o menor comprimento de onda sofrem menos reflexão na ionosfera e consequentemente um sinal bem melhor que o analógico (Godoy *et al.*, 2020).

Outra aplicação extremamente útil nos lares atualmente é nos fornos micro-ondas. Variando entre 1 m e 1 mm de comprimento de onda, o micro-ondas emite frequências em torno de $2,45\text{ GHz}$ por um magnetron, um equipamento que gera campo magnético a partir de vibrações de elétrons. Quando as moléculas de água absorvem a energia e assumem uma frequência de vibração próxima a do magnetron, ocasiona o aquecimento do alimento.

Ou seja, a radiação permeia a rotina do homem há bastante tempo, porém o termo radiação ainda precisa ser mais disseminado em todos os seus aspectos pois existem inúmeros benefícios, não somente tecnológicos que auxiliam a vida humana no seu dia a dia, mas também nas áreas da saúde e indústria.

Okuno (2018) afirma que algumas das aplicações industriais mais importantes são a da radiação ionizante na esterilização de dispositivos médicos como materiais cirúrgicos, um procedimento que visa eliminar micro-organismos presentes nos materiais como vírus, bactérias, fungos, protozoários e esporos. Focando na parte da medicina o autor afirma que:

Na medicina, as aplicações da radiação são feitas em um campo genericamente denominado radiologia, que por sua vez compreende a radiologia diagnóstica, a Medicina Nuclear e a radioterapia. As técnicas usadas na radiologia diagnóstica e na Medicina Nuclear permitem a obtenção de imagens do corpo, com a diferença que no primeiro caso a imagem é anatômica e, no segundo, funcional (Okuno, 2018, p. 128).

A radiação pode permear todo o processo de atendimento médico, desde o diagnóstico até o tratamento, e um dos procedimentos mais conhecidos da radiologia diagnóstica são os exames de raio X, que pelo alto poder de penetração da onda nos materiais, permite a visualização de como está a região como por exemplo nos exames de tórax e mama (Okuno, 2018). Uma outra aplicação, não médica, do raio X são nos aeroportos, é utilizado para verificações de segurança e identificação de objetos dentro das malas (Godoy *et al.*, 2021).

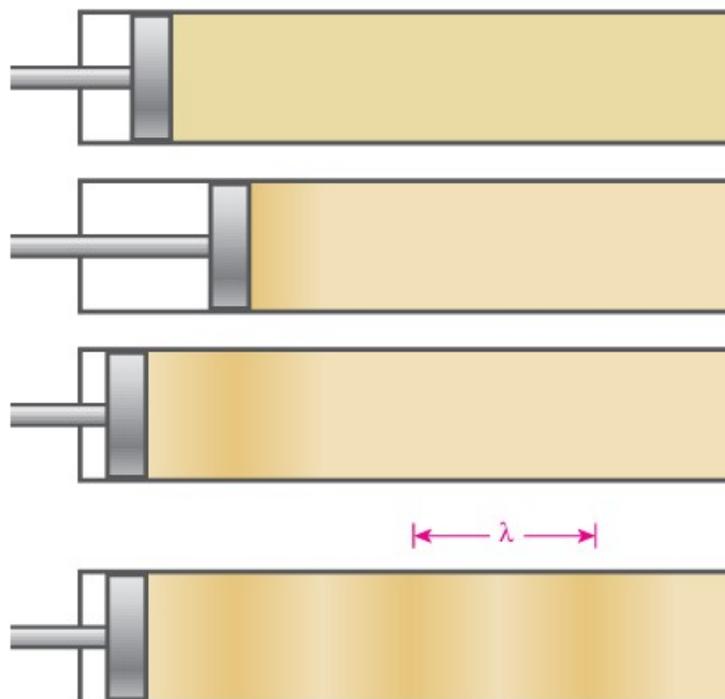
Já na radioterapia a radiação ionizante é utilizada para tratar tumores, principalmente os malignos, um procedimento que consiste em destruir o tumor pela transferência de energia da radiação. Quanto mais profundo e de difícil acesso for o tumor, mais energia vai demandar para sua destruição e o objetivo sempre é causar danos nas células danificadas e o mínimo possível nas células saudáveis.

A radiação ionizante danifica o DNA do tecido cancerígeno para provocar sua morte. As células cancerígenas são menos diferenciadas, reproduzem-se mais rapidamente e têm capacidade diminuída de reparo quando comparadas às células normais (Okuno, 2018, p. 132).

3.6.2 Acústica

Reunindo todos os conceitos menores que foram vistos anteriormente vamos delimitar melhor o que acontece com o som. Este tipo de onda se trata de uma vibração longitudinal que acontece a partir de regiões de compressão e rarefação do meio, como mostra a figura 22.

Figura 22 – Representação de como acontece as regiões de compressão e rarefação.



Fonte: Villas Bôas *et al.*, 2012.

A onda utilizada na figura 22 não é o som, mas podemos perceber que no primeiro tubo não há perturbação alguma, já no segundo se inicia uma compressão do que há no interior do tubo, na terceira imagem há a propagação da compressão feita e na quarta imagem é possível observar o comprimento de onda entre um pico de compressão e outro e nas regiões mais claras a rarefação mencionada.

Segundo Villas Bôas *et al.* (2012) “Nas compressões, a pressão é mais elevada do que seria caso não houvesse ondas (meio em equilíbrio). Nas rarefações, a pressão é mais baixa que no equilíbrio.” A situação de equilíbrio mencionada significa como estava a situação anterior ao início das compressões, como visto na figura 21, as regiões mais claras estão bem mais claras do que no início da figura, indicando que ali tem bem menos material do que inicialmente.

Vale ressaltar que a onda sonora que vale ressaltar é que ela não arrasta partículas do meio ou carrega matéria. Outra característica importante é que toda onda sonora ela é tridimensional, se propaga em três dimensões no espaço, contudo

algumas análises e representações podem ser feitas em uma dimensão para facilitar a exemplificação.

3.6.3 Ondas sísmicas

São vibrações que se propagam pela superfície, ou interior da Terra, a partir de um ponto gerando ondulações de círculos concêntricas (Dias *et al.*, 2014). Podem ser causadas por terremotos, erupções vulcânicas e erosões e se dividem em duas categorias: ondas internas e de superfície.

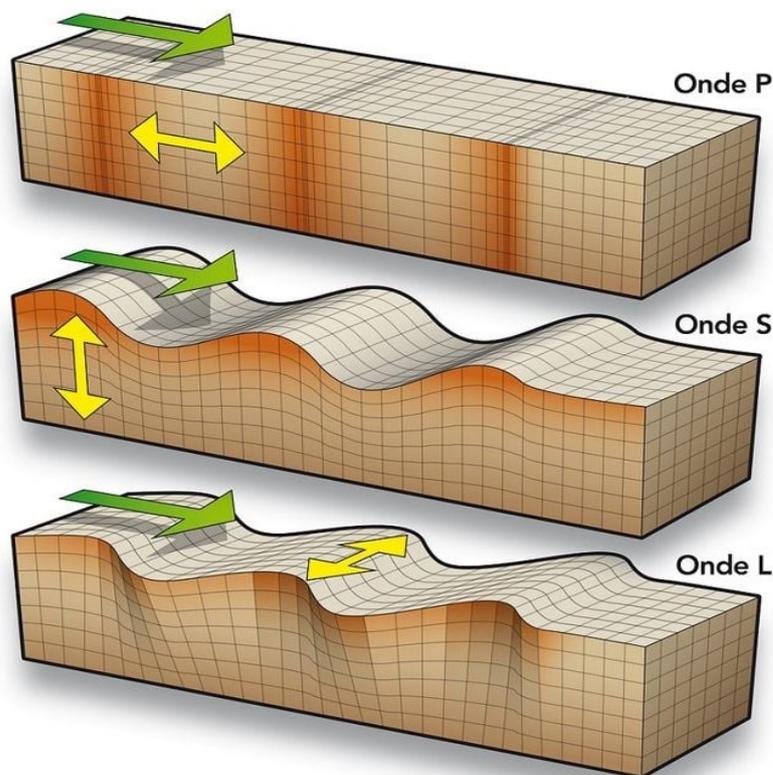
Segundo Dias *et al.* (2014) as ondas internas se propagam no interior terrestre e se subdividem em dois tipos. O primeiro tipo são ondas do tipo P, ondas primárias, que são as mais fáceis de serem registradas em sismógrafos. São ondas do tipo longitudinais, formadas a partir da compressão de uma região.

O segundo tipo mencionado pelo autor são as ondas secundárias, ondas S, são registradas após as primárias pelo sismógrafo. São ondas do tipo transversais que se propagam apenas em meios sólidos e são capazes de deformar as rochas do solo sem alteração do volume delas.

Há também as ondas de superfície, ondas L, que se propagam na superfície da Terra e são consequências das ondas internas. Dias *et al.* (2014) afirma que “são mais lentas e de grande amplitude, responsáveis pela maior parte dos danos”, elas se subdividem em dois tipos: ondas de Love e ondas de Rayleigh.

As ondas do tipo Love se propagam horizontalmente apenas no meio sólido, causando movimentos laterais na superfície da terra, são ondas mais rápidas. Já as ondas Reyleigh se propagam também em meios líquidos, causando movimentos elípticos se deslocando horizontal e vertical, são ondas mais lentas e com maior poder de devastação (Dias *et al.*, 2014).

Figura 23 – Representação das ondas sísmicas.



Fonte: Disponível em: <https://www.tempo.com/noticias/ciencia/terremoto-na-turquia-e-siria-as-ondas-sismicas-atravesaram-o-planeta.html>.

Na figura 23 representa como ocorre a propagação das ondas citadas por Dias. A onda P, é possível ver a propagação longitudinal, que ocorre a partir de regiões de compressão e rarefação do solo, sendo vista nas regiões escuras a compressão e as regiões mais claras a rarefação da vibração. As ondas S já são as ondas transversais, que provocam deformação por conta da movimentação vertical do solo por conta da vibração. Nesta figura as ondas L estão sendo representadas juntas apenas pela última parte da imagem, onde mostra que há abalos em inúmeras orientações, indicadas pelas setas verde e amarela.

3.6.4 Ondas Gravitacionais (perturbações no campo gravitacional).

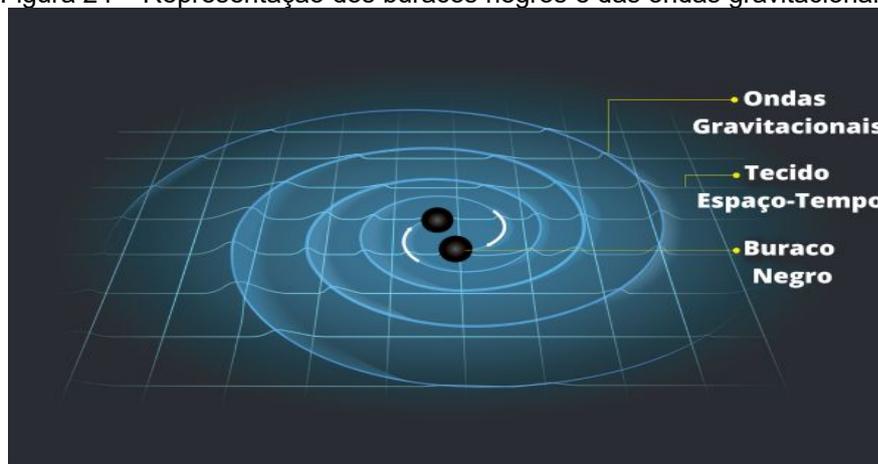
Descritas por Albert Einstein em 1916, as ondas gravitacionais compõem a Teoria da Relatividade Geral. É um fenômeno Físico que faz parte de uma das quatro interações fundamentais da natureza e tem uma complexidade de conceitos em torno para entender, mas em resumo ondas gravitacionais são oscilações no

tecido do espaço tempo (Toniato, 2021) que são provocadas por qualquer movimentação ou mudança de um corpo celeste ou sistema.

Para melhor compreensão vamos a exemplos: uma estrela que chegou ao seu limite de queima de elementos e decaiu em uma anã branca, pela mudança drástica do seu tamanho e massa, conseqüentemente a deformação do espaço-tempo que ela provoca também muda. Normalmente, objetos menos massivos não emitem ondas tão perceptíveis, como os do sistema solar, muito embora eles estejam emitindo essas ondas o tempo todo, para captar se fez necessários objetos bem mais massivos.

Segundo Toniato (2021), a detecção das ondas gravitacionais ocorreu por meio da pesquisa dos cientistas Rainer Weiss, Barry Barish e Kip Thorne, na qual eles observaram dois buracos negros. Os objetos observados formavam um sistema binário, no qual um orbita o outro que, devido a essa órbita e emissão de ondas, ambos foram perdendo energia e conseqüentemente a distância entre eles foram diminuindo. Quanto mais próximos eles ficaram, mais intensa foi ficando a interação gravitacional, formando assim ondas com amplitude cada vez maior. A aproximação aconteceu até que eles colidiram, resultando em apenas um buraco negro supermassivo, maior do que os anteriores.

Figura 24 – Representação dos buracos negros e das ondas gravitacionais.



Fonte: Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/ondas-gravitacionais.htm>.

Tal fenômeno está representado na figura 24 onde consta os dois buracos negros, o tecido do espaço-tempo, que são as grades na imagem e as ondas gravitacionais sendo formadas. É possível observar a formação das ondas do tipo transversal e a amplitude da onda, sendo as regiões mais claras as cristas desta onda na imagem. São essas cristas que aumentam de tamanho, de acordo com a diminuição da distância entre os corpos celestes.

4 METODOLOGIA

A metodologia é definida como “[...] o caminho do pensamento e a prática exercida na abordagem da realidade” (De Souza Minayo, 2011). O termo método, de origem grega, é composto pelas palavras “met” (através de) e “odos” (caminho), significando um percurso traçado “através de um caminho”. Com base nesses conceitos, a presente pesquisa teve como principal objetivo implementar novas metodologias para o ensino de ondulatória, promovendo a interação entre alunos e professores, com o docente atuando como mediador do processo de aprendizagem.

A pesquisa teve início com uma revisão bibliográfica para fundamentar a literatura pertinente ao tema, que orientou o desenvolvimento das práticas pedagógicas. O papel do mediador foi facilitado pela familiaridade do pesquisador com os alunos, pois este também foi o professor da turma que participou do experimento. Essa proximidade estabeleceu uma relação de confiança ao longo do processo, o que contribuiu para uma experiência rica em significados compartilhados entre todos os envolvidos.

Nesta seção, será descrito o percurso metodológico desenvolvido, que está organizado em cinco subseções: caracterização da pesquisa, campo empírico, participantes da pesquisa, técnicas e instrumentos para coleta de dados, e os procedimentos de análise de dados. O detalhamento desses procedimentos tem como objetivo garantir que os resultados esperados sejam alcançados, tanto no desenvolvimento da pesquisa quanto na elaboração do produto educacional.

A sequência didática proposta neste estudo inclui o uso de um jogo de tabuleiro, ferramenta pedagógica reconhecida por sua capacidade de promover a aprendizagem de forma lúdica e interativa. O jogo “Que onda é essa?”, desenvolvido para o ensino de ondulatória, foi projetado para ser de baixo custo e fácil aplicação. Com materiais simples como dados e peões, o jogo pode ser impresso em papel A4, o que permite sua utilização em diversos contextos educacionais.

A dinâmica do jogo consiste em avançar por uma trilha composta por casas, sendo o progresso dos jogadores condicionado à resolução de questões relacionadas aos conceitos de ondulatória. O vencedor é aquele que chega primeiro ao final do percurso, o que além de promover a compreensão do conteúdo, cria um ambiente de competição saudável e engajamento coletivo.

Para fundamentar a escolha por esse tipo de abordagem, recorre-se à teoria de Ausubel (1980, p.8), que destaca a complexidade do ato de ensinar, afirmando que ele não pode ser resumido a procedimentos ou fórmulas fixas. A aprendizagem significativa, proposta por Ausubel, se caracteriza por conectar o novo conhecimento aos conhecimentos prévios do aluno, favorecendo a construção de um aprendizado duradouro e relevante.

Com base nisso, a metodologia adotada busca proporcionar aos alunos oportunidades de aprendizagem que sejam significativas, partindo de atividades mais simples para as mais complexas, promovendo uma aprendizagem progressiva e interdisciplinar. A teoria de Ausubel também contribui para a estruturação das atividades, que foram planejadas para garantir uma progressão contínua e sólida no entendimento dos conceitos de ondulatória.

A escolha do tema de ondulatória para a pesquisa se deu por sua relevância e relação com o cotidiano dos alunos. Fenômenos como o som, as ondas de rádio e a radiação ultravioleta estão presentes no dia a dia, o que facilita a compreensão dos conceitos e a aplicação dos conhecimentos adquiridos. A sequência didática foi estruturada em quatro momentos, cada um correspondente a uma fase da aprendizagem do conteúdo de ondulatória.

O objetivo é que a aprendizagem ocorra de forma significativa, com base nos conhecimentos prévios dos alunos, ou seja, nos subsunçores, conforme definido por Ausubel. A metodologia foi desenhada para ativar esses subsunçores, promovendo o desenvolvimento da capacidade de fixação dos conteúdos, o que vai além da simples memorização. A ideia é criar um ambiente em que os alunos possam perceber seu progresso e fazer novas conexões com os conhecimentos adquiridos.

No desenvolvimento dessa metodologia, foram adotados os princípios da aprendizagem significativa, com atividades dispostas de forma gradativa, respeitando o nível de conhecimento dos alunos. Cada etapa da sequência didática foi planejada para apresentar um grau crescente de complexidade, facilitando a progressão do aprendizado. O foco foi proporcionar aos alunos uma compreensão profunda dos conceitos de ondulatória, utilizando a forma dedutiva para organizar os conteúdos de maneira sistemática.

4.1 Caracterização da Pesquisa

A fim de obtermos dados sobre o uso dessa sequência didática com a aplicação de um jogo de tabuleiro que aborda o conteúdo de ondulatória, especificamente do ensino médio, realizamos uma pesquisa, com abordagem qualitativa e, por isso, descritiva.

Para Chizzotti (2018, p. 82),

O pesquisador é parte fundamental da pesquisa qualitativa. Ele deve, preliminarmente, despojar-se de preconceitos, predisposições para assumir uma atitude aberta a todas as manifestações que observa, sem adiantar explicações nem conduzir-se pelas aparências imediatas, a fim de alcançar uma compreensão global dos fenômenos. Essa compreensão será alcançada com uma conduta participante que partilhe da cultura, das práticas, das percepções e experiências dos sujeitos da pesquisa, procurando compreender a significação social por eles atribuída ao mundo que os circunda e aos atos que realizam.

É importante ressaltar que os dados aqui coletados foram descritos e interpretados seguindo uma análise de conteúdo, pois, de acordo com Bardin (2011), esse tipo de análise permite revelar aquilo que está subjacente nos dados coletados, ou seja, o que está implícito nas respostas dos envolvidos na pesquisa.

4.2 Campo Empírico da Pesquisa

A pesquisa foi realizada no Centro Escolar de Tempo Integral Balduíno Barbosa de Deus, situado na zona leste de Teresina, no bairro Vale Quem Tem, na capital do Piauí. A instituição possui uma infraestrutura adequada, com quadra de esportes, biblioteca, refeitório, além de laboratórios de ciências e artes, o que contribui para a realização de atividades pedagógicas diversificadas.

A escola é voltada para o ensino médio, oferecendo turmas de 1^a a 3^a série na modalidade integral, além de cursos técnicos integrados ao nível médio nas áreas de Informática e Recursos Humanos. Com uma média de 56 docentes, o corpo docente é composto por profissionais qualificados, acompanhados de 2 coordenadoras e uma diretora. A equipe administrativa conta ainda com profissionais da secretaria e portaria.

Em relação ao espaço físico, a escola dispõe de um laboratório de informática, um laboratório de arte, um laboratório de ciências, uma quadra de esportes coberta, uma sala de vídeo, biblioteca e 13 salas de aula. Para garantir o acesso dos alunos que residem em áreas rurais, a instituição oferece transporte escolar, atendendo a uma parte significativa de seu público.

4.3 Produto Educacional

O produto educacional foi produzido a partir dos resultados de uma pesquisa desenvolvida objetivando a recolha de dados que embasaram a escrita da dissertação e do produto educacional a serem defendido como requisito do Curso de Mestrado Profissional Nacional em Ensino de Física da Universidade Federal do Piauí, com a finalidade de proporcionar aos docentes de física uma alternativa viável para o ensino de ondulatória no ensino médio.

O material aqui exposto tem por tema: fenômenos ondulatórios, o qual está fundamentado na teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel e Moreira. As atividades são compostas por 4 momentos, como segue: 1) aplicação de teste diagnóstico; 2) aulas expositivas sobre o assunto; 3) aplicação do jogo de tabuleiro e 4) avaliação.

Este produto foi desenvolvido com o objetivo de enriquecer o ensino de Ondulatória, oferecendo aos educadores mais uma ferramenta pedagógica. A intenção é despertar o interesse dos alunos pela disciplina de ciências/física, incentivando um envolvimento mais ativo e participativo. Com a finalidade de contribuir para o protagonismo dos estudantes em seu próprio aprendizado, cultivando neles o espírito científico.

Dessa forma, o produto não apenas fornece informações sobre Ondulatória, mas também busca criar um ambiente educacional que encoraje os alunos a se tornarem construtores do seu próprio conhecimento. Acredita-se que essa ferramenta educacional terá um impacto significativo no processo de ensino e aprendizado dos conceitos de ondulatória no ensino médio. O produto foi elaborado com uma sequência didática específica, que será aplicada na escola.

É importante salientar que os educadores têm a liberdade de adaptar e ajustar conforme necessário. No entanto, caso o professor opte por seguir a sequência proposta, ela está organizada de forma passo a passo para simplificar a implementação no contexto educacional.

4.3.1 O jogo didático: “QUE ONDA É ESSA?”

O jogo "Que onda é essa?" foi desenvolvido como uma ferramenta didática de baixo custo, utilizando recursos simples e acessíveis. O jogo de tabuleiro consiste em uma trilha composta por 34 cartas contendo perguntas sobre ondulatória, com o

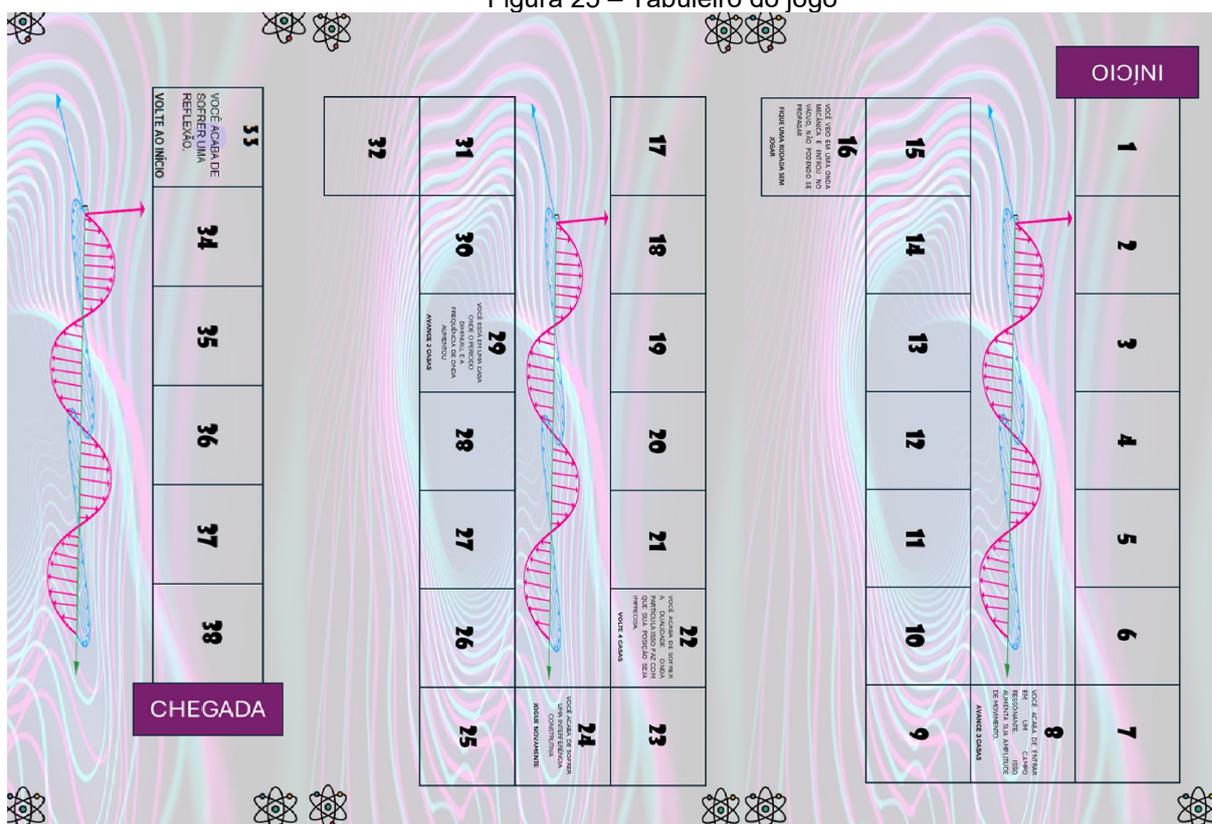
objetivo de proporcionar ao aluno uma aprendizagem por meio do lúdico, de forma prática e dinâmica. Todo o material necessário para sua execução foi criado utilizando o programa de edição de texto Microsoft Word, versão 2019, tanto para a elaboração do tabuleiro quanto para a confecção das cartas com as perguntas.

Para a aplicação do jogo em sala de aula, foram impressos em papel cartão quatro tabuleiros e quatro conjuntos de 34 cartas, permitindo que várias equipes joguem simultaneamente. Para a execução do jogo, são necessários peões de plástico, que representam os jogadores no tabuleiro. Na ausência dos peões, tampinhas de garrafas PET podem ser utilizadas como substitutos, reforçando o caráter sustentável e acessível do projeto.

Além disso, é utilizado um dado tradicional, facilmente encontrado no comércio local. Caso o dado físico não esteja disponível, é possível baixar modelos pela internet e imprimi-los, mantendo a funcionalidade do jogo. O jogo pode ser realizado em duplas ou trios, favorecendo a interação entre os participantes e o trabalho em equipe.

Por fim, um juiz é responsável por conduzir a partida, realizando a leitura das perguntas presentes nas cartas e verificando as respostas por meio de gabaritos previamente elaborados. A estrutura prática e o design acessível do jogo permitem sua aplicação em diferentes contextos, promovendo o engajamento e a aprendizagem dos alunos no estudo de ondulatória.

Figura 25 – Tabuleiro do jogo



Fonte: Elaboração própria, 2024.

4.3.2 As Regras Do Jogo

Para a aplicação do jogo "que onda é essa?", os tabuleiros foram entregues aos alunos, e as regras foram explicadas pelo professor. O tabuleiro contém 38 casas, algumas das quais oferecem benefícios ou impõem punições aos jogadores. Além disso, as casas destacadas têm a função de transmitir informações sobre o conteúdo de ondulatória, de forma que, ao longo do jogo, os alunos possam aprender não apenas com as perguntas das cartas, mas também com as instruções presentes no tabuleiro.

Para a aplicação do jogo, recomendamos que seja formado equipes de dois ou até três participantes. É importante que também seja escolhido um aluno como juiz, que juntamente com o professor mediará o jogo. As regras do jogo são bem simples:

I – Cada participante (ou equipe) jogará o dado; aquele que obtiver a maior pontuação começará a jogar.

II – A equipe, então, retira um cartão e responde à pergunta. Se a resposta for correta, o grupo lança o dado novamente e avança o número de casas correspondentes com a peça representante da equipe. Caso a resposta esteja errada, a equipe permanece na mesma posição.

III – As demais equipes jogam em seguida.

IV – Ao chegar em uma casa que possua alguma instrução, o jogador deverá executar a ação proposta.

V – Vencerá o jogo a equipe que chegar ao final do tabuleiro.

É importante destacar a função do aluno juiz, que, junto com o professor, tem a responsabilidade de organizar o jogo e anunciar o gabarito das questões. Cabe ao professor organizar a participação das duplas e verificar quem está demonstrando interesse em participar, além de sanar eventuais dúvidas que possam surgir.

4.3.3 Participantes da Pesquisa

A aplicação da sequência didática foi realizada na escola CETI Balduino Barbosa de Deus, com a participação dos alunos da 2ª série A e da 3ª série C do Ensino Médio. A escola oferece quatro turmas de 2ª série e três turmas de 3ª série do Ensino Médio, todas no formato de tempo integral, divididas nas turmas A, B e C. A escolha das turmas participantes foi feita de forma aleatória, sem critérios específicos para a seleção.

O trabalho envolveu 76 alunos, e o produto educacional foi aplicado ao longo de três semanas consecutivas, durante o horário da disciplina, que tem uma carga horária de 2 horas semanais. Alunos que faltaram em determinados dias não foram incluídos na análise da pesquisa.

4.4 Desenvolvimento da sequência didática e aplicação do teste diagnóstico de conhecimentos

No Quadro abaixo apresentamos a forma em que a aplicação da sequência didática foi realizada.

Quadro 1 – Organização da sequência didática

MOMENTO	TEMAS	PROCEDIMENTOS DIDATICOS
1º (MOMENTO)	Fenômenos ondulatórios	Teste diagnóstico
2º (MOMENTO)	Fenômenos ondulatórios	Plano de aula
3º (MOMENTO)	Jogo didático	Aplicação do jogo
4º (MOMENTO)	Avaliação	Aplicação do questionário avaliativo e pesquisa de opinião

Fonte: Elaboração própria, 2024.

O produto foi aplicado durante 3 semanas consecutivas no mês de outubro de 2024, no horário da disciplina, que possui carga horaria de 2 horas semanais. O primeiro momento serviu para a aplicação do teste diagnóstico para em seguida darmos início ao conteúdo propriamente dito. Em seguida, foi aplicado o jogo e por fim, feita a avaliação qualitativa por parte dos alunos bem como do pós-teste.

Antes da aplicação do produto educacional, este foi previamente testado por uma colega de turma, que utilizou a turma dela para a aplicação do jogo didático. A colega relatou algumas dificuldades observadas durante a aplicação, como o excesso de texto em algumas questões, que tornavam a leitura e compreensão mais complexas. Além disso, algumas alternativas das questões apresentavam opções muito longas, o que pode ter dificultado a escolha das respostas pelos alunos. Esses *feedbacks* foram considerados para ajustes no produto antes de sua aplicação final nesta pesquisa.

4.5 Técnicas e instrumentos de produção de dados

Para realizar a coleta de dados necessária, a pesquisa utilizou questionários, como o teste diagnóstico e o questionário avaliativo qualitativo. Ao aplicar o teste diagnóstico, os professores podem identificar lacunas no entendimento dos estudantes, o que possibilita uma personalização mais eficaz do processo de ensino.

Além disso, esses métodos avaliativos fornecem *insights* valiosos sobre as áreas que necessitam de maior atenção durante a construção do conhecimento.

De acordo com Oliveira (2008, p. 83), o questionário é uma técnica que visa obter informações sobre sentimentos, crenças, expectativas, situações vividas e outros dados que o pesquisador julga necessários para alcançar os objetivos do estudo. Normalmente, seu principal objetivo é descrever características de indivíduos ou grupos sociais.

O primeiro questionário que foi aplicado foi o teste diagnóstico, com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios que os alunos possuíam sobre ondulatória. O segundo questionário foi respondido pelos alunos logo após a aplicação do jogo. Por fim, o último questionário foi respondido pelos alunos de maneira mais aberta e com possibilidade de respostas livres.

4.6 Processo de coleta de dados

O produto educacional foi aplicado durante três semanas utilizando a própria carga horaria da disciplina que são de duas horas semanais do 3° ano do ensino médio e de duas aulas nas turmas de 2° ano do ensino médio. Cada aula possuía 60 minutos de duração.

É importante ressaltar que a aplicação da sequência didática é flexível podendo o professor que a utilize adequá-la à sua realidade. Assim a sequência didática foi proposta para quatro momentos distintos e não para um determinado número de aulas.

A análise de dados corresponde ao que foi proposto por Bardin que afirmar que dados obtidos em questionários, por exemplo, possam apresentar informações importantes para o pesquisador. Após essa etapa, inicia-se o processo de interpretação, que consiste em definir um novo significado dessas características. Bardin (2011) explica que, na Análise de Conteúdo, a interpretação busca revelar, sob o discurso explícito — muitas vezes simbólico e com diversas camadas de significado —, um sentido que não é imediatamente visível. Esse trabalho demanda um esforço interpretativo aprofundado do pesquisador.

4.6.1 Primeiro momento: apresentação da pesquisa e teste diagnóstico

A primeira etapa da execução da atividade foi realizada em uma aula de 60 minutos, na qual foi apresentada aos alunos a proposta da sequência didática, com

o objetivo de introduzir uma nova metodologia para o ensino de Ondulatória, utilizando um jogo de tabuleiro como recurso pedagógico. Logo após, ainda na mesma aula, foi aplicado um teste diagnóstico para avaliar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o conteúdo.

A aplicação desse teste permitiu estabelecer uma conexão entre os conhecimentos prévios dos alunos e os novos conceitos a serem aprendidos. Nesse processo, é fundamental que os alunos possuam uma base de conhecimentos anteriores, que sirva como apoio para a assimilação do novo aprendizado. Como observa Moreira (2011, p. 28), "essa sustentação, ou suporte, foi designada de 'ancoragem'".

4.6.2 Segundo momento: estudando os fundamentos da ondulatória.

O segundo momento consistiu em quatro aulas presenciais: duas horas semanais regulares e duas de reposição, conforme o calendário letivo da escola. Com essa carga horária, foram abordados todos os fenômenos ondulatórios, bem como os princípios que regem as leis da ondulatória.

Os princípios fundamentais da Ondulatória foram apresentados no decorrer das aulas, explorando as características das ondas, como a frequência, a amplitude e o comprimento de onda, além das classificações de ondas, como mecânicas e eletromagnéticas. Também foram discutidos conceitos de interferência, refração, difração e o efeito Doppler. Curiosidades foram apresentadas, como o fato das ondas sonoras exigirem um meio para se propagarem, enquanto ondas eletromagnéticas, como a luz, podem se deslocar na forma de pequenos pacotes. Os alunos demonstraram grande interesse, fazendo perguntas sobre ondas de rádio, propriedades do som e suas aplicações tecnológicas. Foram incentivados a reflexão sobre questões como o eco, a formação de núcleos em bolhas de sabão e a interferência em diversas situações. As dúvidas foram esclarecidas ao longo da aula.

4.6.3 Terceiro momento: aplicação do Jogo “Que onda é essa?”

Para a aplicação do jogo foi utilizada duas aulas com duração de uma hora cada. Ao todo, 28 alunos participaram da aplicação do jogo na turma do 2º ano do ensino médio e 32 alunos na turma do 3º ano. A aplicação do jogo ocorreu sem nenhuma alteração significativa nas das turmas. O jogo: “Que onda é essa?” foi apresentado aos alunos, bem como o detalhamento de suas regras. O professor,

com o auxílio de um estagiário, orientou a formação de grupos e na escolha do aluno juiz para cada grupo. Mais detalhes da aplicação, serão discutidos na seção de resultados e discussões.

Figura 26 – Aplicação do jogo "Que onda é essa?" na turma de 3° ano médio



Fonte: Elaboração própria, 2024.

4.6.4 Quarto momento: avaliação dos alunos e do produto educacional.

Na última aula de aplicação da sequência didática, foram realizadas duas atividades avaliativas sobre o conteúdo de ondulatória. A primeira avaliação foi aplicada após os alunos participantes de um jogo didático que abordava os principais conceitos de ondulatória, como frequência, amplitude, tipos de ondas e fenômenos como interferência e difração.

Após o primeiro teste, foi realizada uma segunda avaliação em que os alunos foram convidados a avaliar o próprio jogo didático, dando seu *feedback* sobre aspectos do jogo, relevância dos conteúdos e quanto ele contribuiu para o entendimento dos temas de ondulatória. No teste, foi permitido que os alunos compartilhassem suas opiniões e sugestões para possíveis aprimoramentos. Essa dinâmica proporcionou um momento de reflexão sobre o processo de aprendizagem.

e de engajamento com o conteúdo. As respostas dos alunos sobre o jogo, serão discutidas na seção de resultados.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A seção de análise e a interpretação dos dados têm como objetivo principal revelar as conclusões extraídas das informações coletadas por meio dos instrumentos de observação e dos questionários aplicados nas turmas na qual a sequência didática foi aplicada. Esse processo é conduzido de maneira criteriosa, orientando-se pelos objetivos definidos anteriormente na pesquisa e pela fundamentação teórica que sustenta sua estrutura. Desta forma, busca-se não apenas validar os resultados obtidos, mas também compreender como eles se relacionam com as hipóteses formuladas, contribuindo para um entendimento mais profundo das características investigadas e para o avanço do conhecimento na área.

Os resultados apresentados a seguir referem-se às aplicações do teste diagnóstico (TD) e pós-teste (PT) aplicados nas turmas de 2º ano A e 3º ano A do ensino médio. Os questionários foram organizados na seguinte sequência: resultados do TD e do PT aplicados na turma do 2º ano A do ensino médio, representados pelos gráficos 1 e 2; em seguida, os resultados do teste diagnóstico e do pós-teste realizados na turma do 3º ano A representados pelos gráficos 3 e 4.

Posteriormente, são listados os resultados em uma tabela, que tem como objetivo analisar a relevância deste trabalho em relação à metodologia utilizada, apresentando os percentuais das duas turmas. Por fim, serão apresentados alguns questionários respondidos pelos alunos das respectivas turmas.

O teste diagnóstico consistiu em 15 questões objetivas sobre o conteúdo proposto de ondulatória. Esse questionário foi fundamental para o trabalho, pois seu objetivo era identificar os subsunçores, ou seja, os conhecimentos prévios dos discentes sobre o tema de ondulatória. A análise dos questionários foi indispensável, pois orientou a elaboração das etapas subsequentes realizadas durante a sequência didática do avanço.

Diante do exposto, verificamos que os alunos possuem concepções prévias. Neste contexto, aborda-se o trabalho científico educacional de Ausubel, voltado para a aprendizagem significativa, que enfatiza a importância dos conhecimentos prévios no processo de ensino. Como destaca Moreira (2016, p. 64), “o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Averigüe isso e ensine-o de acordo”.

Conforme discutido no referencial teórico, a abordagem adotada foi a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, que enfatiza a importância dos conhecimentos prévios no processo de aprendizagem. Por meio da aplicação do questionário inicial, buscamos identificar esses conhecimentos prévios, com o objetivo de integrá-los e hierarquizá-los com os novos conteúdos a serem abordados, proporcionando uma experiência de aprendizagem mais significativa para os alunos.

Como afirma Ausubel (2003), "a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação é relacionada de forma não arbitrária e substancial a um conceito relevante, que faz parte da estrutura cognitiva do aluno". Nesse sentido, a aplicação do questionário inicial foi essencial para que pudéssemos organizar e expandir o conhecimento dos alunos de maneira eficaz.

Os questionários foram aplicados em dois momentos distintos: o primeiro avaliou os conhecimentos iniciais ou prévios dos discentes, enquanto o segundo evidenciou os resultados alcançados após a realização de todas as atividades propostas. No final do processo aplicamos uma pesquisa de opinião para saber a percepção dos alunos em relação ao método que foi aplicado.

A seguir, serão apresentados os resultados obtidos pelas turmas submetidas ao TD e ao PT, destacando-se a quantidade de acertos realizados em cada etapa. Esses dados serão exibidos por meio de gráficos e tabelas. Em todos os testes, os percentuais de acertos foram calculados em uma escala de 0% a 100%, com base na quantidade de questões respondidas corretamente por turma.

As questões do PT abordaram o conteúdo de ondulatória e estavam divididos por grupos temáticos da seguinte forma: as questões 1 e 3 tratam de conhecimentos básicos; as questões 2 e 15 trata sobre os tipos de ondas; as questões 4, 5 e 9 sobre a quantificação de frequências, período e comprimento de onda e equação fundamental da onda e por fim, as demais questões abordam os conteúdos relativos aos fenômenos ondulatórios.

Para facilitar a compreensão, iremos chamá-los de eixos temáticos A, B, C e D como disposto no quadro abaixo:

Quadro 2 – Divisão dos eixos temáticos no teste diagnóstico e no pós-teste

Eixos Temáticos (A,B,C,D)	Questões	Descrição
Conhecimentos básicos sobre ondas (A)	1 e 3	Aborda os conceitos fundamentais das ondas, como sua definição, propriedades e classificação.
Tipos de onda (B)	2 e 15	Explora os diferentes tipos de ondas, como mecânicas e eletromagnéticas, e suas características.
Grandezas ondulatórias (C)	4, 5 e 9	Relaciona as grandezas associadas às ondas, como período, frequência e comprimento de onda, e como elas são medidas e calculadas.
Fenômenos ondulatórios (D)	6,7,8,10,11,12,13 e 14	Examina os fenômenos que envolvem ondas, como reflexão, refração, difração e interferência.

Fonte: Elaboração própria, 2024.

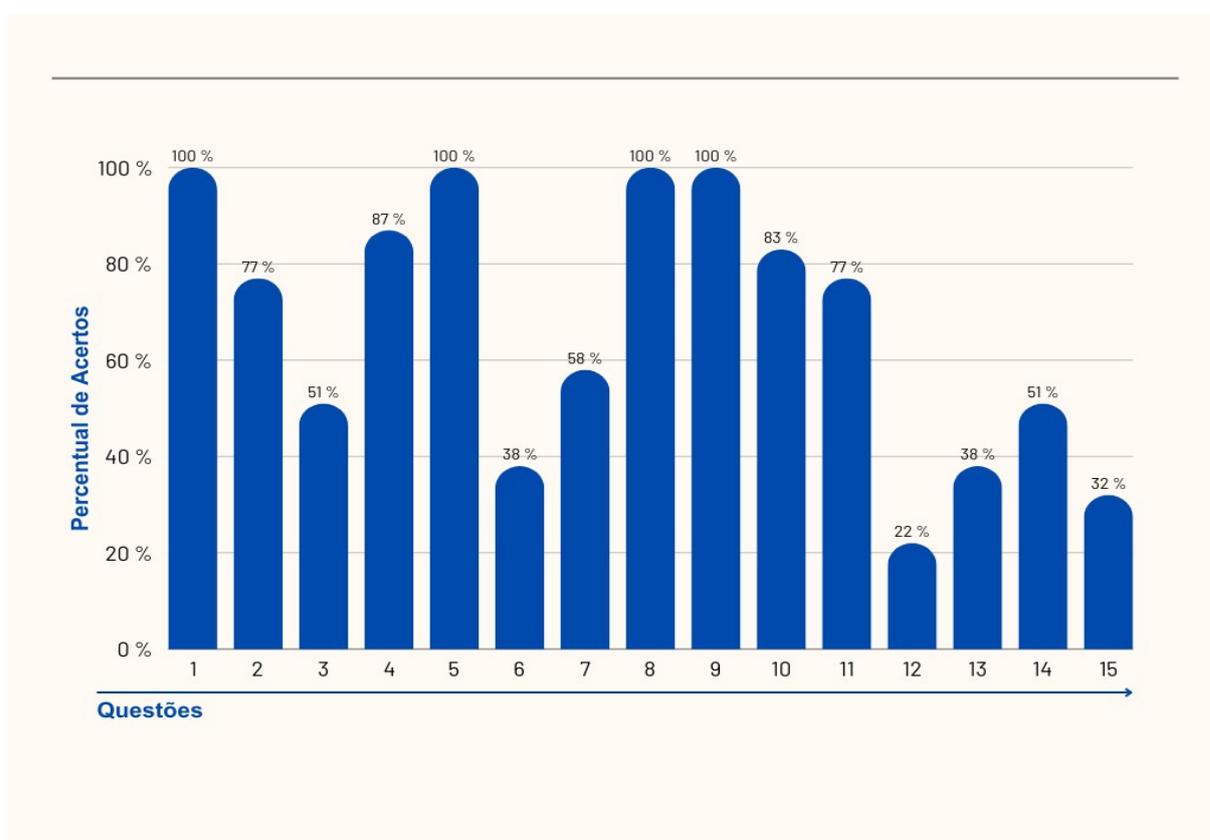
O pós-teste foi composto também por 15 questões dentre questões objetivas e subjetivas procurando abordar os mesmos conteúdos do teste diagnóstico. Para que os resultados esperados fossem mais fidedignos, o conteúdo avaliado em cada questão no pós-teste, também foram separados e agrupados da mesma forma que no teste diagnóstico. As questões 1, 2, 3 e 4 tratam de conhecimentos básicos; as questões 5, 6 e 9 trata sobre os tipos de ondas; as questões: 11, 14 e 15 e sobre as grandezas ondulatórias e por fim, as demais questões 7, 8, 10, 12 e 13 abordam os conteúdos relativos aos fenômenos ondulatórios.

Nos gráficos 1 e 2, a cor azul ilustra a quantidade de acertos no pré-teste e no teste diagnóstico de cada turma. Os questionários aplicados no pré-teste e no pós-teste estão disponíveis nos anexos. Por fim, serão apresentados os resultados relacionados à aplicação da metodologia proposta.

5.1 Resultados obtidos na turma de 2º ano A do ensino médio.

Na turma do 2º ano A, participaram da pesquisa um quantitativo de 31 alunos. O gráfico 1 exibe os percentuais de acertos no teste diagnóstico, que foi composto por 15 questões objetivas que abordam os conteúdos de ondulatória. No gráfico abaixo, podemos observar a quantidade de questões respondidas corretamente pelos alunos na turma de 2º ano durante o teste diagnóstico.

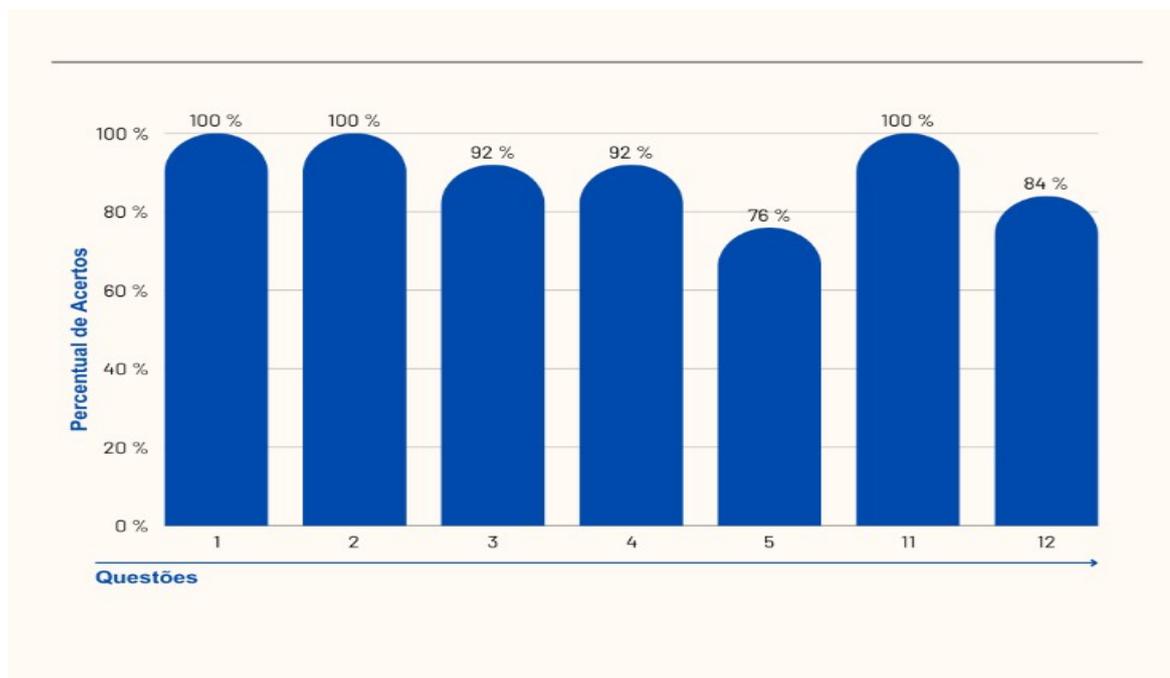
Gráfico 1 – Percentual de acertos dos alunos no pré-teste na turma de 2º ano médio



Fonte: Elaboração própria, 2024.

No pós-teste, na turma de 2º ano, participaram 26 alunos. Estes 26 alunos foram os que participaram também da aplicação do jogo didático. O gráfico abaixo mostra o percentual de acerto entre os alunos mencionados no pós-teste, nas questões objetivas.

Gráfico 2 – Percentual de acertos dos alunos no pós-teste na turma de 2º ano médio nas questões objetivas



Fonte: Elaboração própria, 2024.

5.1.1 Resultado no eixo temático A: conhecimentos básicos de ondulatória

Primeiramente, ao comparar os dois testes aplicados na turma do 2º ano, vamos analisar os conhecimentos básicos a respeito de ondulatória que foram evidenciados pelas questões: 1 e questão 3 no teste diagnóstico e nas questões 1,2,3 e 4 do pós-teste.

Percebe-se que no teste diagnóstico 100% dos alunos acertaram a questão 1 e 51% acertaram a questão 3, resultando uma média de acertos em 75%. Já no pós-teste, temos o resultado das questões 1,2,3 e 4 que tratam de conhecimentos básicos expresso na tabela abaixo, o que resulta em 96,25% na média de acertos como disposto na tabela abaixo:

Tabela 1 – Quantidade de acerto dos alunos de 2º ano no eixo A do pré-teste

Quantidade de acertos dos alunos nas questões 1,2,3 e 4 do pós-teste	
Perguntas	2º ano (%)
1) O que é uma onda?	100%
2) Qual é a unidade de medida da frequência de	100%

uma onda?	
3) Qual é a velocidade da luz no vácuo?	95%
4) O que é amplitude de uma onda?	90%

Fonte: Elaboração própria, 2024.

A tabela abaixo mostra a média de acerto dos alunos nas questões objetivas no pré-teste e no pós-teste.

Tabela 2 – Comparação dos resultados do teste diagnóstico e pós-teste no eixo temático A

Média de acertos	
Teste diagnóstico	75%
Pós-teste	96,25%

Fonte: Elaboração própria, 2024.

É possível observar que no pós-teste os resultados alcançaram uma média de 96,25% de acertos, superando os resultados obtidos no teste diagnóstico, que obteve 75% de acertos, resultando em um aumento médio de 21,25%. Como Ausubel (2003) aponta, a aprendizagem significativa ocorre quando o novo conhecimento se integra de forma substantiva aos conhecimentos prévios dos alunos, o que favorece a construção de um aprendizado mais sólido.

Com isso, é perceptível que os alunos possuíam uma certa familiaridade com o conteúdo de ondulatória, mas que esses conhecimentos ficaram mais consolidados após a aplicação do jogo didático. Essa familiaridade com o conteúdo facilitou a aplicação do jogo didático, bem como a interação dos alunos durante a aplicação. Segundo Moreira (2011), o processo de "ancoragem" de novos conhecimentos nos esquemas cognitivos já existentes é essencial para a aprendizagem significativa, e foi justamente essa "ancoragem" que permitiu a maior assimilação dos conceitos trabalhados.

5.1.2 Resultado no eixo temático B: tipos de onda

Nas questões do teste diagnóstico, em relação os conhecimentos sobre os tipos de ondas, abordados pelas questões: 2 e 15, percebemos que no teste diagnóstico 77% dos alunos acertaram a questão 2 e 32% acertaram a questão 15, resultando em uma média de acertos de 54,5%. Já no pós-teste, sobre as questões

da mesma temática, obtivemos como resultado de 76%, ocasionado um aumento de 21,5% nas questões objetivas. Com isso, na tabela 3 temos a comparação dos resultados no eixo temático B.

Tabela 3 – Resultado no eixo temático B: Tipos de onda

Média de acertos	
Teste diagnóstico	54,5%.
Pós-teste	76%

Fonte: Elaboração própria, 2024.

Pode-se observar que houve um aumento de 21,5% de aumento nos acertos das questões objetivas sobre tipos de ondas após a aplicação do jogo.

Já nas questões subjetivas do pós-teste sobre o tema em questão, quando perguntado qual a diferença entre uma onda transversal e uma onda longitudinal, tem-se como a maioria das respostas alguns exemplos abaixo:

Aluno 2ºA 1: “transversais: são ondas cujas vibrações são perpendiculares à direção de propagação.

Longitudinais: são ondas cujas vibrações coincidem com a direção de propagação.”

Aluno 2ºA 2: “transversais: são ondas cujas vibrações são perpendiculares à direção de propagação.

Longitudinais: são ondas onde vibrações coincidem com a direção de propagação.

Aluno 2ºA 3: “A diferença é a direção de vibração em relação a direção de propagação.”

Quanto a questão sobre como as ondas sísmicas são usadas para estudar o interior da Terra, a maioria das respostas foram:

Aluno 2ºA 4: “são usadas para estudar o interior da terra porque suas velocidades e trajetórias variam conforme a densidade e o estado físico das camadas”

Aluno 2ºA 5: “é possível utilizando os resultados da teoria da elasticidade estudar a variação desses parâmetros também em função da profundidade do interior da terra”

Aluno 2ºA 5: “*analisando ondas e a propagação revelando e mapeando o interior da terra e a estrutura para avaliar a evolução*”

Houve um aumento significativo de 21,25% nos acertos das questões objetivas sobre o tema "tipos de ondas" após a aplicação do jogo didático. Esse resultado demonstra uma melhoria considerável no entendimento dos conceitos básicos sobre ondas, indicando que o jogo foi eficaz em promover a aprendizagem ativa e a fixação do conteúdo. Como afirma Nussenzweig (2002), “uma onda é qualquer efeito ou perturbação que se transmite de um ponto a outro de um meio, ou seja, a transmissão do efeito entre dois pontos distantes ocorre sem que haja transporte direto de matéria de um desses pontos ao outro”.

Os resultados do pós-teste, tanto em questões objetivas quanto subjetivas, evidenciam avanços significativos na compreensão dos conceitos sobre ondas após a aplicação do jogo didático. No caso das questões subjetivas, as respostas mostram que os alunos assimilaram os conceitos principais, embora algumas apresentassem erros gramaticais ou ligeira falta de precisão técnica. Além disso, alguns alunos demonstraram dificuldade em elaborar explicações mais detalhadas ou em utilizar termos técnicos de forma consistente.

5.1.3 Resultado no eixo temático C: grandezas ondulatórias

Em relação os conhecimentos sobre as grandezas ondulatórias, abordados nas questões: 4,5 e 9; no teste diagnóstico. Percebemos que no teste diagnóstico 87% dos alunos acertaram a questão 4, 100% dos alunos acertaram a questão 5, e 100% acertaram a questão 9. Resultado uma média de acertos de 95%.

Já no pós-teste sobre o mesmo conteúdo temático abordados nas questões: 11, 14 e 15 (sendo a questão 11 objetiva) 100% de média de acertos, como expresso na tabela abaixo:

Tabela 4 – Quantidade de acertos dos alunos na questão 11 do pós-teste

Quantidade de acertos dos alunos nas questão 11 do pós-teste	
perguntas	2º ano (%)
11) Qual é a relação entre a frequência, o comprimento de onda e a velocidade de uma onda, de acordo com a equação fundamental da ondulatória?	100%

Fonte: Elaboração própria, 2024.

Tabela 5 – Resultado no eixo temático C: grandezas ondulatórias

Média de acertos	
Teste diagnóstico	95%
Pós-teste	100%

Fonte: Elaboração própria, 2024.

Quando questionado ao aluno para explicar como os instrumentos musicais produzem diferentes notas com base nos princípios das ondas sonoras, obtemos como a maioria das respostas alguns exemplos abaixo:

Aluno 2ºA 1: *“o corre devido ao som se formando por vários harmônicos com diferentes amplitudes”.*

Aluno 2ºA 2: *“pela vibração das cordas com a passagem de ar”.*

Aluno 2ºA 3: *“o som é formado por vários harmônicos com diferentes amplitudes”.*

Quando pedido ao aluno para descrever o que é um espectro eletromagnético e como as diferentes regiões do espectro eletromagnético são usadas em aplicações do mundo real, obtemos como a maioria das respostas alguns exemplos abaixo:

Aluno 2ºA 4: *“é uma escala de radiação eletromagnética”*

Aluno 2ºA 2: *“é uma escala de radiação de frequência eletromagnética”*

Aluno 2ºA 3: *“é o intervalo completo de todas as possíveis frequências de radiações eletromagnéticas. Ondas de rádio, micro-ondas...”*

Analisando as respostas, observa-se que os alunos compreendem como as grandezas em ondulatória estão relacionadas. Os resultados mostram que os alunos que participaram da aplicação do produto educacional (PE) na turma do 2º ano médio já possuíam uma certa familiaridade com o conteúdo, visto que no teste diagnóstico o percentual de acerto sobre o tema do eixo C foi de 95%. Isso nos leva a deduzir que a maior parte dos alunos já compreendia, de modo geral, o conteúdo de ondulatória.

De acordo com Bardin (2011), a análise de conteúdo permite identificar e interpretar os elementos presentes nas respostas dos alunos, destacando a forma

como os conhecimentos prévios se manifestam e são reorganizados durante o processo de aprendizagem. Nesse caso, a alta taxa de acerto no diagnóstico reflete a existência de uma estrutura cognitiva prévia que facilitou a compreensão do conteúdo abordado.

5.1.4 Resultado no eixo temático D: fenômenos ondulatórios

Por fim, em relação aos conhecimentos sobre fenômenos ondulatórios, abordados pelas questões: 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13 e 14 no teste diagnóstico e nas questões 7, 8, 10, 12, 13 e 14 e no pós-teste. A tabela abaixo expressa os resultados do TD.

Tabela 6 – Resultado no eixo temático C: grandezas ondulatórias

Perguntas	Quantidade de acertos 2° ano (%)
6. O que é difração em relação às ondas?	38%
7. Qual dos seguintes fenômenos é um exemplo de interferência?	58%
8. O que é ressonância?	100%
10. O que acontece com a velocidade das ondas quando passam de um meio mais rápido para um meio mais lento?	83%
11. Qual dos seguintes tipos de onda requer um meio material para se propagar?	77%
12. O que é um nodo em uma onda estacionária?	22%
13. O que é um anti-nodo em uma onda estacionária?	34%
14. Quando duas ondas	51%

estão em fase, o que acontece quando se combinam	
--	--

Fonte: Elaboração própria, 2024.

O que resulta em uma média de 57,9% de acertos.

Já no pós-teste, quando perguntado sobre a mesma temática dos fenômenos ondulatórios, nas questões 7, 8, 10, 12 e 13 (sendo a questão 12 objetiva) obtemos como média de acertos nas questões objetivas 84%. Comparando-se os resultados, temos o exposto na tabela 7.

Tabela 7 – Resultado no eixo temático D: Fenômenos ondulatórios

Média de acertos	
Teste diagnóstico	57,9%
Pós-teste	84%

Fonte: Elaboração própria, 2024.

Nas questões subjetivas representadas no pós-teste, obtemos como resposta em média o que é apresentado abaixo como respostas nas questões:

Primeiramente, quando questionado para o aluno por que podemos ouvir o som de uma sirene de ambulância antes de vê-la? Explique com base nos princípios de ondulatória. Obtemos como a maioria das respostas alguns exemplos abaixo:

Aluno 2ªA 1: “O efeito Doppler quanto mais perto estamos da ambulância maior a facilidade do som se propagar para conseguirmos escutar

Aluno 2ªA 2: “+: O efeito Doppler quanto mais perto estamos da ambulância maior a facilidade do som se propagar para conseguirmos escutar”.

Aluno 2ªA 3: “O efeito Doppler na frequência de uma onda devido ao movimento relativo entre a fonte e o observador”

Quando na questão 8 foi pedido ao aluno para descrever como ocorre a formação de um arco-íris com base nos princípios de reflexão, refração e dispersão da luz. Como respostas alguns exemplos abaixo puderam ser notados:

Aluno 2ªA 1: “O arco-íris é formado pela combinação da reflexão, refração e dispersão da luz solar quando passa pelas gotas de água no ar”

Aluno 2ºA 2: “A luz branca do sol refratada refletida e dispersa pelas gotas de água na atmosfera”

Aluno 2ºA 5: “A luz branca entra no interior dessas gotículas e sofre refração em seguida sofre uma reflexão interna total sendo por fim refratada novamente para o ar”

Na pergunta o que é ressonância? Dê um exemplo de um fenômeno de ressonância na vida cotidiana. As respostas de alguns alunos são demonstradas abaixo:

Aluno 2ºA 1: “ É um fenômeno físico que ocorre quando a frequência de oscilação de uma fonte é igual ou muito próxima a frequência natural de oscilação de um receptor”

Aluno 2ºA 5: “ É um fenômeno físico que ocorre quando uma onda externa tem a mesma vibração que há vibração de um corpo ”

Aluno 2ºA 6: “ Ocorre quando a frequência de oscilação de uma fonte é igual à frequência fundamental de oscilação”

E por fim, quando questionado ao aprendiz qual é a diferença entre difração e interferência de ondas, obtemos como a maioria das respostas alguns exemplos abaixo:

Aluno 2ºA 2: “ Difração: fenômeno onde é o desvio ou espelhamento de uma onda. Interferência de onda: ocorre em virtude do encontro simultâneo de duas ondas”

Aluno 2ºA 3: “ Difração: desvio ou espelhamento de ondas, interferência encontra de duas ondas”

Aluno 2ºA 4: “ Difração: fenômeno onde há o desvio ou espalhamento de uma onda, interferência de ondas: ocorre em virtude do encontro simultâneo de duas ondas”

Analisando as respostas dos alunos no teste diagnóstico, constatamos que, no eixo D, ao abordar os fenômenos ondulatórios, houve uma maior dificuldade em comparação com os outros eixos, nos quais os alunos demonstraram um domínio razoável do conteúdo. No eixo D, especificamente, o percentual de acertos foi de 57,9%, indicando lacunas no entendimento desses conceitos. Como explica Ausubel (2003), o processo de aprendizagem depende da capacidade de conectar novos conhecimentos aos conceitos prévios existentes na estrutura cognitiva do aluno, e a dificuldade nesse eixo pode refletir a falta de "ancoragem" adequada de alguns conceitos fundamentais. No entanto, após a aplicação do jogo didático, o percentual de acertos nas questões objetivas aumentou para 84%, indicando uma evolução significativa na compreensão dos fenômenos.

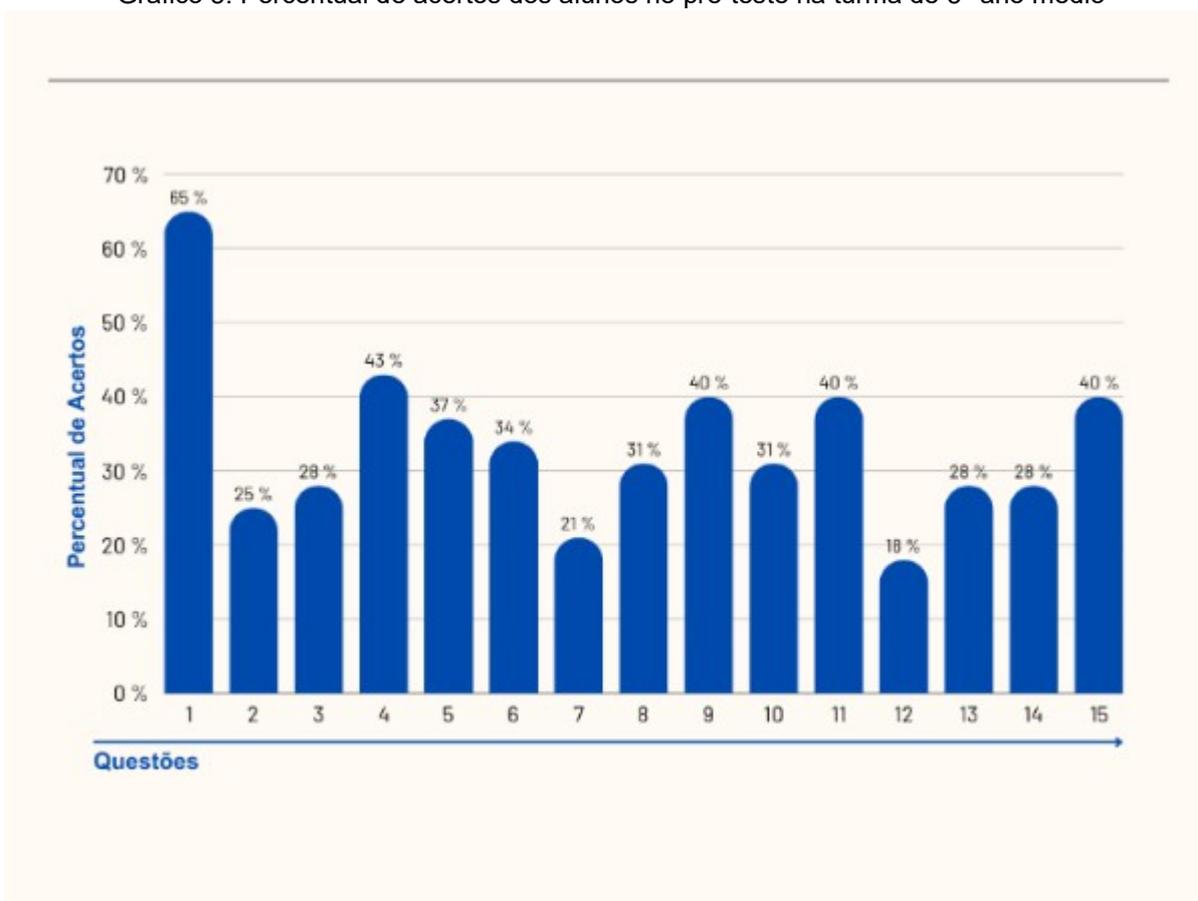
Além disso, nas questões subjetivas, as respostas apresentaram essencialmente o mesmo sentido, evidenciando que os alunos passaram a compreender os fenômenos de forma mais consistente. Bardin (2011) destaca que a análise de conteúdo permite avaliar a reorganização dos saberes pelos alunos, refletindo a maneira como os conceitos são internalizados e reinterpretados após a exposição a novos métodos de ensino.

Esse resultado sugere que o jogo, ao abordar de maneira dinâmica e repetitiva os conceitos relacionados aos fenômenos ondulatórios, contribuiu significativamente para a assimilação e fixação do conteúdo, proporcionando uma experiência de aprendizagem mais efetiva. Como Moreira (2011) também aponta, é fundamental que a aprendizagem se baseie em um processo contínuo de interação entre os conhecimentos prévios e novos, algo que o jogo didático ajudou a promover de forma eficaz.

5.2 Resultados obtidos na turma de 3º ano médio.

Na turma do 3º ano A, participaram da pesquisa um quantitativo de 32 alunos. Os testes aplicados foram os mesmos que foram aplicados na turma do 2º ano médio. No gráfico abaixo podemos observar a quantidade de acertos dos alunos do 3º ano médio no teste diagnóstico.

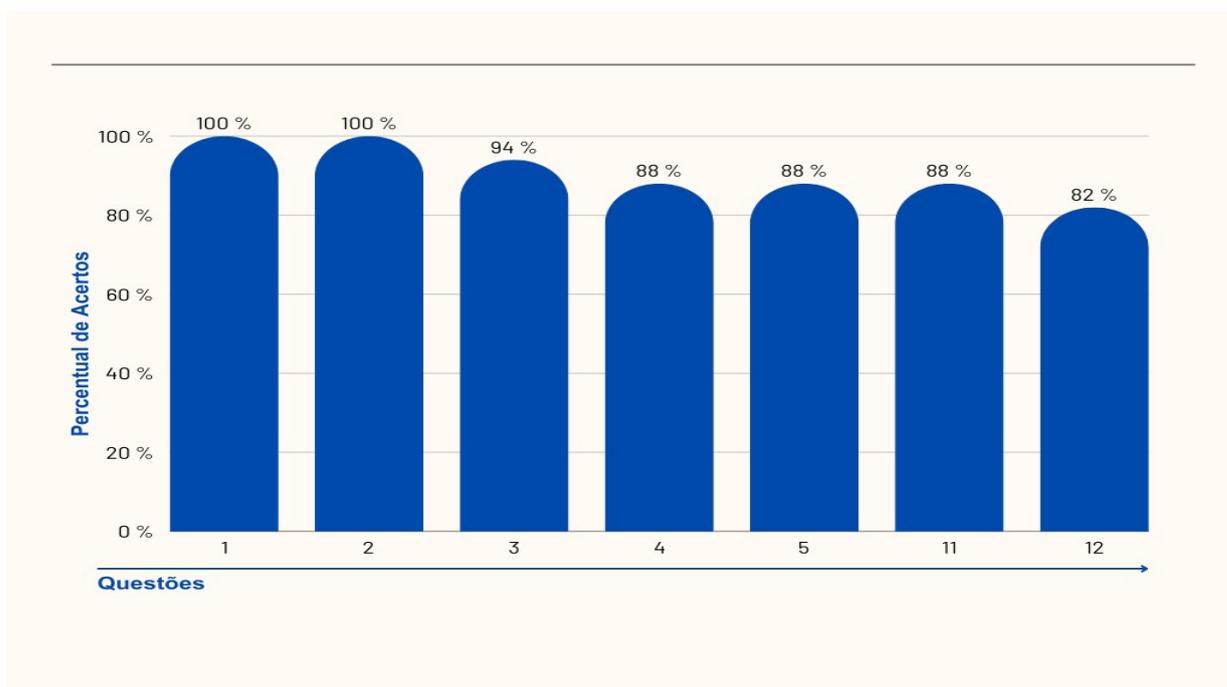
Gráfico 3: Percentual de acertos dos alunos no pré-teste na turma de 3° ano médio



Fonte: Elaboração própria, 2024

O pós-teste aplicado na turma de 3 ano médio, foi o mesmo teste aplicado na turma de 2° ano seguindo o mesmo padrão: composto também por 15 questões dentre objetivas e subjetivas. Como resultado das questões objetivas, temos o gráfico abaixo:

Gráfico 4: Percentual de acertos dos alunos no pós-teste na turma de 3º ano médio



Fonte: Elaboração própria, 2024

5.2.1 Resultado no eixo temático A: conhecimentos básicos de ondulatória

Primeiramente, ao comparar os dois testes aplicados na turma do 3º ano, vamos analisar os conhecimentos básicos a respeito de ondulatória que foram evidenciados pelas questões: 1 e 3 do teste diagnóstico e 1, 2, 3 e 4 no pós-teste. Percebemos que no teste diagnóstico 65% dos alunos acertaram a questão 1 e 29% acertaram a questão 3, resultando uma média de 47%. Já no pós-teste, temos o resultado expresso na tabela abaixo:

As questões 1, 2, 3 e 4 tratam de conhecimentos básicos.

Tabela 8 – Resultado do pós-teste na turma de 3º ano no eixo temático A

Quantidade de acertos dos alunos nas questões 1,2,3 e 4 do pós-teste	
perguntas	3º ano (%)
1) O que é uma onda?	100%
2) Qual é a unidade de medida da frequência de uma onda?	100%
3) Qual é a velocidade da luz no vácuo?	94%
4) O que é amplitude de uma onda?	88%

Fonte: Elaboração própria, 2024

Como resultado, temos uma média de 95,5%, como resultado temos o exposto na tabela abaixo:

Tabela 9 – Resultado no eixo temático A: conhecimentos básicos de ondulatória

Média de acertos	
Teste diagnóstico	47%
Pós-teste	95,5%

Fonte: Elaboração própria, 2024

É perceptível que, ao comparar com a turma do 2º ano do ensino médio, a turma do 3º ano demonstrou ter mais dificuldade com a temática do eixo A. Contudo, com a aplicação do jogo didático, o percentual de acertos aumentou consideravelmente, o que nos leva a crer que os novos conhecimentos foram adquiridos e construídos a partir dos conhecimentos prévios, conforme o esperado.

5.2.2 Resultado no eixo temático B: tipos de onda

Em relação os conhecimentos sobre os tipos de ondas, abordados pelas questões: 2 e 15 no teste diagnóstico e nas questões 5,6 e 9 no pós-teste. Percebemos que no teste diagnóstico 25% dos alunos acertaram a questão 2 e 40% acertaram a questão 15, resultando uma média de 32,5%. Já no pós-teste temos o resultado uma média de 88%. De acordo com a tabela 10, podemos comparar o resultado da questões objetivas no eixo temático B.

Tabela 10 – Resultado no eixo temático B: tipos de onda

Média de acertos	
Teste diagnóstico	32,5%
Pós-teste	88%

Fonte: Elaboração própria, 2024,

Quando perguntado na questão 6 para explicar a diferença entre uma onda transversal e uma onda longitudinal, obtemos como a maioria das respostas alguns exemplos abaixo:

Aluno 3ºA1: “ É a direção de vibração da onda em relação à sua propagação”

Aluno 3ºA3: “ As ondas transversais são aquelas cuja direção de propagação de onda é perpendicular de vibração”

Aluno 3ºA2: “ A principal diferença é a direção de vibração da onda em relação a sua direção de propagação ”

Quando perguntado na questão 9 para explicar como as ondas sísmicas são usadas para estudar o interior da Terra, obtemos como a maioria das respostas alguns exemplos abaixo:

Aluno 3ºA1: “ São definidos pela densidade pelos parâmetros é possível utilizando os resultados da teoria da elasticidade estima a variação desses parâmetros também em função da profundidade ”

Aluno 3ºA2: “Através da vibração é possível mapear ”

Aluno 3ºA5: “ Porque a velocidade com que ela se propaga varia de acordo com o material que atravessa”

Na temática do eixo B, que abordou os tipos de onda, os resultados do teste diagnóstico aplicado à turma do 3º ano revelaram uma dificuldade significativa na compreensão dos conceitos relacionados. A média de acertos foi de apenas 32%, indicando que a maioria dos alunos não dominava de forma satisfatória os princípios fundamentais da ondulatória abordados nessa seção. Este desempenho sugere uma lacuna no entendimento sobre as características e classificações dos tipos de onda, bem como na aplicação prática desses conceitos.

Como explicam Young e Freedman (2003), as vibrações e oscilações podem se espalhar em meios elásticos, como no caso das ondas mecânicas, e também no vácuo, nesse último caso sendo classificadas como ondas eletromagnéticas, que não precisam de um meio material para se propagar. Essa distinção entre ondas mecânicas e eletromagnéticas é essencial para compreender os diferentes tipos de propagação, o que pode ter sido um dos fatores que dificultaram a compreensão dos alunos no teste diagnóstico.

Entretanto, após a aplicação do jogo didático, foi observado um aumento expressivo no desempenho dos alunos. A taxa de acertos nas questões objetivas aumentou para 88%, demonstrando que o uso do recurso lúdico contribuiu de maneira significativa para a assimilação dos conteúdos. O jogo parece ter favorecido a fixação dos conceitos, promovendo uma aprendizagem mais dinâmica e

motivadora. A compreensão sobre a propagação das ondas também se mostrou mais consolidada, considerando que, conforme Resnick, Halliday e Krane (2013), as ondas transportam energia sem transportar matéria, um conceito fundamental para diferenciar os tipos de ondas e compreender sua importância nos fenômenos físicos cotidianos.

Nas questões subjetivas, embora as respostas dos alunos apresentassem variações em sua formulação, o sentido das respostas foi coerente e consistente. Isso evidencia que, além de terem compreendido os conceitos, os alunos foram capazes de expressá-los de maneiras diversas, mas com alinhamento ao que foi perguntado. As respostas apresentaram elementos condizentes com os princípios físicos relacionados aos tipos de onda. Segundo Tipler e Mosca (2009), a descrição matemática das ondas permite entender suas características fundamentais, como frequência, comprimento de onda e velocidade de propagação, aspectos que foram observados nas respostas dos alunos após a aplicação do jogo didático.

5.2.3 Resultado no eixo temático C: Grandezas ondulatórias

Em relação os conhecimentos relativos as grandezas ondulatórias, abordados pelas questões: 4, 5 e 9 no teste diagnóstico e nas questões 11, 14 e 15 no pós-teste. Percebemos que no teste diagnóstico 43% dos alunos acertaram a questão 4, 37% dos alunos acertaram a questão 5, e 40% acertaram a questão 9, resultando uma média de 40%. Já no pós-teste temos o resultado uma média de 88% nas questões objetivas como expresso na tabela abaixo:

As questões: 11, 14 e 15 e sobre a quantificação de frequências, período e comprimento de onda pela equação fundamental da onda, sendo a questão 11 objetiva. Na questão objetiva do pós-teste foi possível notar uma quantidade de acertos em 88%. De acordo com a tabela 11, é possível comparar os resultados dos dois testes aplicados.

Tabela 11 – Resultado no eixo temático C: Grandezas ondulatórias

Média de acertos	
Teste diagnóstico	40%
Pós-teste	88%

Fonte: Elaboração própria, 2024.

Quando perguntado na questão 14 para explicar como os instrumentos musicais produzem diferentes notas com base nos princípios das ondas sonoras, obtemos como a maioria das respostas alguns exemplos abaixo:

Aluno 3ºA3: “Pelo som que é produzido a partir das cordas quando acionados provocando diferentes frequências ”

Aluno 3ºA4: “ Por causa da variação de frequência e amplitude”

Aluno 3ºA6: “ Por conta da mudança de frequência velocidade e comprimento de onda”

Quando perguntado na questão 15 para o aluno descrever o que é um espectro eletromagnético? Como as diferentes regiões do espectro eletromagnético são usadas em aplicações do mundo real, obtemos um grande número de respostas em um mesmo sentido. Podemos citar alguns exemplos abaixo:

Aluno 3ºA4: “É uma escala que representa todas as frequências e comprimento de onda das ondas eletromagnéticas. São usadas em diversas aplicações ondas de rádio raio 10 e luz visível por exemplo ”

Aluno 3ºA7: “É a classificação das ondas eletromagnéticas de acordo com a sua frequência e comprimento de onda ”

Aluno 3ºA5: “É a escala que representa todas as frequências e comprimento de ondas eletromagnéticas ”

Através da análise da tabela de resultados, é possível observar que a média de acertos no pré-teste foi de 40%. Este dado evidencia uma dificuldade inicial dos alunos em compreender e aplicar os conceitos relacionados à ondulatória,

especialmente em questões que envolviam cálculos matemáticos. Muitos alunos demonstraram limitações em estabelecer relações adequadas entre as grandezas físicas abordadas, como frequência, comprimento de onda e velocidade. Além disso, identificou-se uma dificuldade adicional no momento de realizar operações matemáticas, em especial divisões que envolviam números decimais, o que reforça a necessidade de maior atenção ao desenvolvimento de habilidades básicas de cálculo no contexto do ensino de física.

Após a aplicação do jogo didático “Que onda é essa?”, os resultados mostraram um avanço significativo no desempenho dos alunos, com o percentual de acertos no pós-teste atingindo 88%. Essa melhora sugere que o jogo contribuiu de maneira eficaz para a compreensão dos conteúdos, promovendo uma aprendizagem mais ativa e significativa. Além disso, nas questões subjetivas, as respostas apresentaram maior consistência, com a presença de palavras-chave específicas como “frequência”, “comprimento de onda”, “eletromagnética” e “escala”. A utilização dessas expressões evidencia que os alunos não apenas memorizaram os termos, mas também passaram a compreender melhor os conceitos, demonstrando maior domínio sobre os temas trabalhados durante a aplicação do jogo. Essa evolução reflete o potencial do recurso lúdico como estratégia pedagógica para superar dificuldades e engajar os alunos no processo de aprendizagem.

5.2.4 Resultado no eixo temático D: fenômenos ondulatórios

Por fim, em relação os conhecimentos sobre fenômenos ondulatórios, abordados pelas questões: 6, 7, 8, 10, 11, 12 e 13 no teste diagnóstico e nas questões 7, 8, 10, 12, 13 e 14 no pós-teste. Na tabela abaixo temos as perguntas que foram feitas no pre teste e o seu percentual de acerto:

Tabela 12 – Resultado no eixo temático D: fenômenos ondulatórios

perguntas	Quantidade de acertos 3° ano (%)
6. O que é difração em relação às ondas?	34%
7. Qual dos seguintes fenômenos é um exemplo de	21%

interferência?	
8. O que é ressonância?	31%
10. O que acontece com a velocidade das ondas quando passam de um meio mais rápido para um meio mais lento?	31%
11. Qual dos seguintes tipos de onda requer um meio material para se propagar?	40%
12. O que é um nodo em uma onda estacionária?	18%
13. O que é um anti-nodo em uma onda estacionária?	28%
14. Quando duas ondas estão em fase, o que acontece quando se combinam	29%

Fonte: Elaboração própria, 2024.

Percebemos que no teste diagnóstico 34% os alunos acertaram questão 6, 21% acertaram a questão 7, 31% acertaram a questão 8, 31% acertaram a questão 10, 40% acertaram a questão 11, 18% acertaram a questão 12 e 28% acertaram a questão 13, resultando uma média de 29% de acertos.

No pós teste, Nas questões 7, 8, 10, 12 e 13 que abordaram os conteúdos relativos aos fenômenos ondulatórios, sendo a questão 12 objetiva, temos o resultado uma média de 88% de acerto. Com isso, temos um aumento significativo de 53% de aumento entre os testes realizados, como indicado na tabela abaixo.

Tabela 13 – Resultado no eixo temático D: fenômenos ondulatórios

Média de acertos	
Teste diagnóstico	29%
Pós-teste	82%

Fonte: Elaboração própria, 2024

Ainda sobre a mesma temática, nas questões subjetivas apresentadas no pós-teste, obtivemos como resposta média dos alunos o que é apresentado abaixo como respostas nas questões

Quando perguntado para o aluno por que podemos ouvir o som de uma sirene de ambulância antes de vê-la? Explique com base nos princípios de ondulatória. Obtemos respostas em um mesmo sentido. Seguem alguns exemplos abaixo:

Aluno 3°A1: *“Por que quando uma onda sonora se aproxima a frequência nós percebemos mais forte”*

Aluno 3°A2: *“Porque quando a ambulância se aproxima a sirene é aguda quando se afasta o som torna-se mais grave”*

Aluno 3°A4: *“Ocorre a diminuição do comprimento de onda e conseqüentemente, o aumento da frequência de onde de onda aumenta também o volume da sirene”*

As respostas indicam que os alunos adquiriram uma compreensão básica do efeito Doppler, ainda que de maneira superficial e com algumas imprecisões conceituais. Os alunos demonstraram avanços na identificação e descrição do efeito Doppler, mas algumas respostas revelam confusões conceituais, como a associação do fenômeno à intensidade sonora (volume). Isto foi um erro bastante comum na turma do 3° ano.

Quando foi pedido ao aluno para descrever como ocorre a formação de um arco-íris com base nos princípios de reflexão, refração e dispersão da luz. Muitas respostas obtidas, seguiam o mesmo sentido das respostas que foram colocadas como exemplo abaixo:

Aluno 3°A1: *“Ocorre a refração que é quando a luz branca desacelera ao atravessar a superfície transparente da água e a dispersão a luz se separa em várias cores ao sair ”*

Aluno 3°A6: *“Acontece que, um lado da onda de luz desacelera antes do outro, causando a separação das cores de acordo com a frequência”*

Aluno 3°A8: *“Quando a luz branca entra em contato com as gotas de água na superfície, sofrendo os fenômenos de reflexão e refração da luz”*

As respostas revelam que os alunos compreenderam os fenômenos básicos envolvidos na formação do arco-íris, com destaque para refração e dispersão. Entretanto, há uma lacuna na descrição detalhada do processo, especialmente no papel da reflexão interna nas gotas de água.

Quando indagado ao aluno na questão 10 O que é ressonância? Dê um exemplo de um fenômeno de ressonância na vida cotidiana. Obtemos respostas muitos semelhantes às listadas abaixo:

Aluno 3°A3: *“ocorre quando a frequência de oscilação de uma fonte é a frequência natural de oscilação de um receptor”*

Aluno 3°A4: *“Ocorre quando a frequência de oscilação de uma fonte é igual à frequência fundamental de oscilação de m corpo”*

Aluno 3°A6: *“É um fenômeno físico que ocorre quando uma onda tem a mesma vibração que há vibração de um corpo”*

As respostas indicam um bom nível de entendimento do conceito de ressonância, ainda que com variações na formulação. Refletem um entendimento sólido do conceito de ressonância, embora algumas formulações sejam mais simplistas. Isso demonstra que o jogo conseguiu consolidar o conceito de forma geral, mas há espaço para aprofundamento na aplicação prática.

E por fim quando questionado ao aprendiz na 13 qual é a diferença entre difração e interferência de ondas. Obtemos como a maioria da resposta alguns exemplos abaixo:

Aluno 3ºA5: “A difração é um fenômeno que ocorre quando uma onda encontra um obstáculo enquanto a interferência é uma interação entre uma ou mais ondas”

Aluno 3ºA2: “A difração é causada por um obstáculo, enquanto a interferência é o resultado da interação entre duas ou mais ondas”

Aluno 3ºA7: “Difração é o fenômeno ocorrido devido à interação de uma onda com obstáculo interferência refere-se a mais de uma interação entre duas ou mais ondas”.

No pré-teste, os alunos apresentaram um baixo índice de acertos, com uma média de apenas 29%. Isso indica uma compreensão inicial limitada dos conceitos de ondulatória e de fenômenos físicos relacionados, possivelmente devido à ausência de estratégias didáticas que conectassem teoria e prática de forma significativa.

No pós-teste, a média de acertos aumentou expressivamente para 82%. Esse progresso reflete uma evolução significativa no entendimento dos conteúdos trabalhados, especialmente após a aplicação do jogo didático. Além do aumento no percentual de acertos, as respostas às questões subjetivas demonstraram uma maior apropriação conceitual por parte dos alunos, evidenciada pela capacidade de explicar os fenômenos físicos com mais clareza e embasamento.

A evolução significativa no desempenho do pré-teste para o pós-teste, tanto em questões objetivas quanto subjetivas, evidencia o impacto positivo do jogo didático "Que onda é essa?" No ensino de ondulatória. As respostas subjetivas mostram que os alunos conseguiram compreender e aplicar os conceitos de maneira mais clara e consistente, embora algumas imprecisões ainda estejam presentes.

5.3 Resultado da pesquisa de opinião

Por fim, no final da pesquisa foi aplicado um teste em forma de pesquisa de opinião, de modo a extrair de acordo com Bardin (2011) o que os alunos aproveitaram durante todo o processo de ensino aprendizagem. As perguntas que constam na pesquisa de opinião são as seguintes:

1) Com relação à metodologia utilizada com o produto educacional em sala de aula, você Conseguiu compreender o conteúdo de ondulatória?

- a) Sim.
- b) não.
- c) razoavelmente.

A maioria dos alunos de ambas as turmas demonstrou ter compreendido o conteúdo de ondulatória, embora uma parcela significativa tenha avaliado sua compreensão como "razoável". O percentual de alunos que respondeu "não" foi baixo (6,7%) e restrito ao 3º ano. Esse resultado indica que a metodologia foi eficiente para a maioria, mas ainda há espaço para melhorar a clareza de alguns tópicos para alcançar os alunos com maior dificuldade. Como destaca Bardin (2011), "a análise de conteúdo permite compreender como os sujeitos atribuem significados e percebem o aprendizado, revelando as lacunas e os pontos de dificuldade que podem ser trabalhados para melhorar a efetividade das intervenções pedagógicas". Assim, a análise das respostas sugere que, apesar do sucesso da metodologia, a identificação das áreas de maior dificuldade é fundamental para um aprimoramento contínuo.

Na questão 2 quando perguntado:

2) sobre o ensino de ondas com o produto educacional, como você classificaria a experiência?

- a) muito bom.
- b) Bom.
- c) Normal.
- d) ruim.
- e) Péssimo.

A avaliação da experiência com o produto educacional foi predominantemente positiva em ambas as turmas. Mais de 75% dos alunos do 2º ano e 57% do 3º ano consideraram a experiência entre "muito boa" e "boa". No entanto, o maior número de respostas classificando a experiência como "normal" no 3º ano (33,3%) sugere que ajustes poderiam ser feitos para tornar a metodologia mais envolvente ou adaptada a essa turma.

De acordo com Bardin (2011), a análise de conteúdo busca interpretar as mensagens transmitidas pelos participantes, levando em consideração não apenas as respostas em si, mas também os significados subjacentes que elas carregam.

Nesse sentido, a predominância de respostas positivas indica uma boa recepção geral do produto educacional, mas a categoria "normal", particularmente no 3º ano, revela que, embora a experiência tenha sido funcional, há elementos que poderiam ser aprimorados para atender de forma mais eficaz as expectativas e necessidades desse grupo de alunos. A análise, portanto, não apenas reflete as impressões dos alunos, mas também sugere a necessidade de ajustes para melhorar a eficácia do material didático em contextos específicos.

Na pergunta 3, quando perguntado:

3) O uso do jogo contribuiu para a sua compreensão do conteúdo?

a) Sim.

b) não.

c) razoavelmente.

Na turma de 2º ano médio 20 alunos (76,9%) responderam que sim, 6 alunos (23,1%) responderam que razoavelmente e nenhum aluno responde não. Na turma de 3º ano médio 15 alunos (50%) responderam que sim, 10 alunos (33,3%) responderam que razoavelmente e 2 alunos (6,7%) responderam que não. A percepção sobre o impacto do jogo foi amplamente positiva no 2º ano, com 76,9% dos alunos reconhecendo que o jogo contribuiu significativamente para a compreensão do conteúdo. No 3º ano, embora a maioria tenha respondido "sim", a porcentagem foi menor (50%), com um aumento no número de respostas "razoavelmente" (33,3%) e "não" (6,7%). Isso pode refletir diferenças no engajamento entre as turmas ou na adequação do jogo ao nível de maturidade dos alunos.

Na pergunta 4, quando perguntado:

4) A utilização de experimentos em sala de aula facilitou a sua compreensão do conteúdo de ondas?

a) Sim.

b) não.

c) razoavelmente.

Na turma de 2º ano médio 24 alunos (92,3%) responderam que sim, 2 alunos (7,7%) responderam que razoavelmente e nenhum aluno responde não. Na turma de 3º ano médio 15 alunos (50%) responderam que sim, 12 alunos (40%) responderam que razoavelmente e nenhum aluno respondeu que não. Os experimentos foram muito bem avaliados pelos alunos do 2º ano, com 92,3%

afirmando que eles facilitaram a compreensão do conteúdo. No 3º ano, a percepção foi mais equilibrada, com metade dos alunos respondendo "sim" e 40% avaliando como "razoável". Essa discrepância pode ser atribuída a diferenças na complexidade dos experimentos ou na forma como foram apresentados às turmas.

Quando perguntado na questão 5:

5) Você gostaria que essa metodologia fosse aplicada a outros tópicos de Física?

- a) Sim.
- b) não.
- c) às vezes.

Na turma de 2º ano médio 20 alunos (76,9%) responderam que sim, 6 alunos (23,1%) responderam que razoavelmente e nenhum aluno responde não. Na turma de 3º ano médio, 23 alunos (76,7%) responderam que sim, 4 alunos (13,3%) responderam que razoavelmente e nenhum aluno respondeu que não. A maioria dos alunos de ambas as turmas demonstrou interesse em que essa metodologia fosse aplicada a outros tópicos de Física. Esse dado reflete a aceitação da abordagem didática e sugere que sua replicação em outros conteúdos pode ser bem-sucedida.

Nas perguntas 6 e 7 foram realizados os seguintes questionamentos:

6) Descreva sua percepção das aulas de Física sobre ondas com a implementação do produto educacional.

7) Que sugestões ou feedback você pode fornecer sobre as atividades realizadas em sala de aula

Como Feedback qualitativo dos alunos (Perguntas 6 e 7) os alunos destacaram que o produto educacional e o jogo ajudaram a tornar o conteúdo mais claro e interessante. Muitos mencionaram que o uso de exemplos visuais e atividades interativas facilitou o entendimento, especialmente em um tema abstrato como ondulatória.

As sugestões mais comuns à pergunta 7 (Sugestões) foram inserir mais experimentos práticos nas aulas, utilizar jogos para outros temas de Física e tornar as aulas mais dinâmicas e interativas, reduzindo a quantidade de teoria. Tais sugestões indicam que os alunos valorizam abordagens práticas e interativas, alinhadas às propostas de ensino ativo e contextualizado.

Por fim, a pesquisa de opinião revelou que a metodologia aplicada, baseada no produto educacional, no jogo, foi bem recebida pelos alunos, promovendo

melhorias significativas no aprendizado de ondulatória. Embora o impacto tenha sido mais evidente no 2º ano, os dados do 3º ano também apontam resultados positivos, mas com margem para ajustes e melhorias na abordagem. As respostas qualitativas confirmam que a combinação de diferentes estratégias didáticas foi eficaz e que há grande potencial para a replicação dessa metodologia em outros conteúdos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo encontrar meios práticos para o ensino Física, especificamente o conteúdo de ondulatória, de forma mais interativa e atrativa para os alunos. Tornar o aprendizado mais dinâmico e significativo é uma estratégia essencial para que o ensino alcance os melhores resultados, além de contribuir para o engajamento da turma.

A produção do educacional, que consiste em uma sequência didática aliada a um jogo de tabuleiro com 34 cartas de perguntas e respostas, foi desenvolvida como uma solução para o problema proposto neste trabalho acadêmico. A aplicação ocorreu em quatro momentos diferentes, totalizando 8 horas/aula, e foi cuidadosamente planejada para estimular a participação ativa dos alunos e promover a fixação do conteúdo de maneira lúdica e interativa.

Os resultados obtidos com a aplicação do produto indicaram avanços no aprendizado dos estudantes, evidenciados pela comparação entre os desempenhos no pré-teste e no pós-teste. Além disso, a dinâmica do jogo favoreceu o desenvolvimento de habilidades como raciocínio lógico, trabalho em equipe e comunicação.

Uma das limitações do estudo foi o tamanho da amostra, que pode não representar a totalidade das possíveis reações ao uso do jogo em diferentes contextos escolares. Além disso, fatores como o nível de engajamento inicial dos alunos e as condições de infraestrutura disponível puderam ter comprometido os resultados.

Para trabalhos futuros, sugere-se a aplicação do jogo em outras turmas e níveis de ensino, bem como sua adaptação para conteúdo de outras áreas da Física. Por fim, estudos complementares com análises qualitativas mais desenvolvidas, como entrevistas com alunos e professores, podem enriquecer a compreensão sobre os impactos desse tipo de metodologia no processo de ensino-aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- ALVES, Lynn. COUTINHO, Isa De Jesus. (ORGS). **Jogos digitais e aprendizagem: fundamentos para uma prática baseada em evidências**. Campinas: papirus, 2020.
- ALVES, P.; COUTINHO, C. **Gamificação no ensino: teoria e prática**. São Paulo: Editora Educacional, 2016.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**, Lisboa: Editora Plátano, 2003.
- AUSUBEL, David Paul. Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento. Elam, S.(Comp.) La educación y la estructura del conocimiento. Investigaciones sobre el proceso de aprendizaje y la naturaleza de las disciplinas que integran el currículum. Ed. El Ateneo. Buenos Aires. Págs, v. 211, p. 239, 1973.
- AUSUBEL, D. P; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio De Janeiro – Rj, Interamericana, 1980.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa, Portugal: Edições 70, 2011.
- BARRETO, Benigno, XAVIER, Claudio. **Física aula por aula: termologia, óptica e ondulatória**. 3. Ed. - São Paulo: FTD, 2016.
- BONADIMAN, H.; NONENMACHAER, S. O gostar e o aprender no ensino de física: uma proposta metodológica. **Caderno Brasileiro De Ensino De Física**, Florianópolis, v. 24, n. 2, p. 194-223, Agosto 2007.
- BONJORNO, J. R. et al. **Física: mecânica, 2º ano**. 3. Ed. São Paulo: Ftd, 2016.
- BRASIL. Ministério da educação. Lei de diretrizes e bases da educação nacional. LEI N. 9.394/96. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 12 abril. 2024.
- BRASIL. Secretaria de educação fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: física. 2. Ed. Rio De Janeiro: Dp&A, 2000.
- 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: 11 Abril. 2024.
- BRASIL. PCN+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Secretaria de educação média e tecnológica. Brasília: mec; semtec, 2002.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; GIL-PÉREZ, Daniel. **Formação de Professores de Ciências**. São Paulo: Cortez, 2001.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa Em Ciências Humanas E Sociais**. São Paulo: Cortez, 2018.

COSTA, L. G; BARROS, M. A. **O ensino da física no brasil: problemas e desafios**. Enducere: XII Congresso Nacional De Educação. PUCPR, 2015.

DE SOUZA MINAYO, Maria Cecília; DESLANDES, Suely Ferreira; GOMES, Romeu. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Editora Vozes Limitada, 2011.

DETERDING, Sebastian; DIXON, Dan; KHALED, Rilla; NACKE, Lennart. From game design elements to gamefulness: defining “gamification”. In: **Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference**. ACM, 2011. p. 9-15.

DIAS, António Guerner, FREITAS, Maria Conceição, GUEDES, Florisa, BASTOS, Maria Cristina. Onda Sísmica. **Revista Ciência Elementar**. Vol. 2, nº 1. 2014.

FERNANDES, AC DE P. et al. Efeito doppler com tablet e smartphone. **Revista Brasileira De Ensino De Física**, v. 38, p. e3504, 2016.

FIALHO, N. N. Os jogos pedagógicos como ferramentas de ensino. In: **Congresso Nacional De Educação**. 2008. P. 12298-12306. Disponível em: <http://quimimoreira.net/jogos%20pedagogicos.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2024.

GODOY, Leandro Pereira de, AGNOLO, Rosana Maria Dell', MELO, Wolney Candido de. **Multiversos: ciências da natureza:ciência, tecnologia e cidadania: ensino médio**. 1. ed. – São Paulo: FTD, 2020.

GONZAGA, G. et al. Jogos didáticos para o ensino de ciências. **Revista Educação Pública**, v. 17, n. 7, p. 1-11, 2017.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física: gravitação, ondas e termodinâmica**. Vol. 2. Grupo gen-ltc, 2000.

HUIZINGA, Johan. **Homo ludens: o jogo como elemento da cultura**. 8. ed. São Paulo: Perspectiva, 2014.

KAPP, K. M. **The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education**. San Francisco: Pfeiffer, 2012.

MARCONI, M. DE A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2017.

MENDES, Marcelo Simões. Da inclusão à evasão escolar: o papel da motivação no ensino médio. **Estudos de Psicologia (Campinas)**, v. 30, p. 261-265, 2013.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. DE. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino de física. **Revista Brasileira De Ensino De Física**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 77-86, jun. 2002.

MENEZES, LC de. Ensino de Física: reforma ou revolução. **Física ainda é cultura**, p. 26-45, 2009.

MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem significativa: conceitos e aplicações**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999.

MOREIRA, Marco Antônio; MASINI, Elcie F.S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. 3ª ed. São Paulo: Editora Centauro, 2016. MOREIRA,

MOREIRA, Marco Antônio. **O que é afinal aprendizagem significativa?**. 2017. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/oqueeafinal.pdf>.

Marco Antônio. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. Lf Editorial, 2023.

MIRANDA, Jean Carlos *et al.* **Jogos didáticos para o ensino de Astronomia no Ensino Fundamental**. Scientia Plena, v. 12, n. 2, 2016.

MOURA, Manoel Oriosvaldo de. **A atividade de ensino como ação formadora. Ensinar a ensinar: didática para a escola fundamental e média**, 2001.

NASCIMENTO, Tatiana Galieta; ALVETTI, Marco AS. Temas científicos contemporâneos no ensino de Biologia e Física. **Ciência & Ensino**, v. 1, n. 1, p. 29-39, 2006.

NASCIMENTO, Aline Pereira do; **Experimentos de baixo custo no ensino de física na educação básica**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Programa de pós-graduação em ensino de física. Mestrado Nacional Profissional Em Ensino De Física. Universidade Federal De Goiás - Regional Catalão - Instituto De Física E Química. Catalão - GO - 2015.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de física básica: ótica, relatividade e física quântica**. São Paulo: Edgard Blücher, 2002.

NUSSENZVEIG, H. MOYSÉS. **Curso De Física Básica: Fluidos, Oscilações E Ondas, Calor**. Editora Blucher, 2002.

OKUNO, Emico. **Radiação: efeitos, riscos e benefícios**. Oficina de Textos, 2018.

OLIVEIRA, C. DOS S. **Metodologia científica, planejamento e técnicas de pesquisa: uma visão holística do conhecimento humano**. São Paulo: LTR, 2000.

OLIVEIRA, C. L. DE. Um apanhado teórico-conceitual sobre a pesquisa qualitativa: tipos, técnicas e características. **Travessias**, v. 2, n. 3, 2008.

OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico**. Scipione, 2010.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. Porto Alegre: ARTMED, 2009.

PAGANELLI, Eduardo. **Astronomia e Espectroscopia**. 2022.

PELIZZARI, Adriana et al. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **revista PEC**, v. 2, n. 1, p. 37-42, 2002.

RAMALHO JUNIOR, F.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. DE T. **Os fundamentos da física 1**. 7. ed. Rev. E Ampl. São Paulo: Moderna, 1999.498P.

REGO, Teresa Cristina. **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação**. Editora Vozes Limitada, 2013.

RESNICK, Robert; HALLIDAY, David; KRANE, Kenneth S. **Physics**. 5ª ed. Volume 1. Hoboken: Wiley, 2013.

SCHETTINI, R. H. A contribuição de Vygotsky para a teoria da atividade sócio-cultural. In: **Schettini, R. H. et al. Vygotsky: Uma Revista No Início Do Século Xxi**. São Paulo: Andross, 2009. P. 219-232.

SERRÃO, M. I. B. **Aprender a ensinar: a aprendizagem do ensino no curso de pedagogia sob o enfoque histórico-cultural**. São Paulo: Cortez, 2006.

STELLA, Paulo. BRONCKART, Jean-Paul. Atividade de linguagem, textos e discursos. Por um interacionismo sócio-discursivo. Trad. de Anna Rachel Machado e Péricles Cunha. **Revista da Anpoll**, v. 1, n. 8, 2000.

TIPLER, Paul A.; MOSCA, Gene, **Física Para Cientistas E Engenheiros - Vol. 2**, 5A ed. Rio De Janeiro: LTC, 2009.

TONIATO, Júnior Diniz. O que são ondas gravitacionais?. **Cadernos de Astronomia**, v. 2, n. 2, p. 6-6, 2021.

TORRES, A. F.; LÁZARO, R. **Gamificação E Ensino: Práticas E Perspectivas No Brasil**. Rio De Janeiro: Editora Penso, 2015.

VASCONCELOS, Clara; PRAIA, João Félix; ALMEIDA, Leandro S.. Teorias de aprendizagem e o ensino/aprendizagem das ciências: da instrução à aprendizagem. **Psicologia Escolar Educacional**. Campinas , v. 7, n. 1, p. 11-19, jun. 2003 .

YVYGYTSKY, L. S. **Pensamento E Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

YVYGYTSKY, Lev Semenovich. **A formação social da mente**. Tradução de José Cipolla Neto, Luis Silveira Menna Barreto e Solange Castro Afeche. 2007.

YVYGYTSKY, L. S. **A CONSTRUÇÃO DO PENSAMENTO E DA LINGUAGEM**. SÃO PAULO: WMF MARTINS FONTES, 2009.

VILLAS BÔAS, Newton; DOCA, Ricardo Helou; BISCUOLA, Gualter José. **Tópicos de física: volume 2**. 19. ed. — São Paulo: Saraiva, 2012.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. **University Physics with Modern Physics**. 11^a ed. San Francisco: Addison-Wesley, 2003.

ZANELLA, L. **Aprendizagem: uma introdução. Psicologia e educação: o significado de aprender**. Porto Alegre: Edipucrs, 2003, p. 23-38.

ZANETIC, J. **Física também é cultura**, 1989. Tese De Doutorado (Doutorado Em Educação) – Instituto De Física - Universidade De São Paulo, São Paulo, 1989.

ZANETIC, João. **Qual o papel da ciência na formação básica**. Atas, 1991.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto alegre: Editora artes médicas sul ltda, 2011.

ZABALA, Antoni. **Como trabalhar os conteúdos procedimentais em aula**. Artmed Editora, 2016.

APÊNDICE A: Teste Diagnóstico: Ondulatória no Ensino Médio

Instruções: Marque a resposta correta para cada pergunta.

1. O que é uma onda?
 - A. Um movimento apenas de partículas.
 - B. Um movimento apenas de energia.
 - C. Uma forma de energia que se propaga através de um meio ou do vácuo.
 - D. Um movimento apenas de luz.

2. Qual dos seguintes não é um exemplo de onda eletromagnética?
 - A. Luz visível.
 - B. Onda de rádio.
 - C. Som.
 - D. Raios X.

3. O que representa a amplitude de uma onda?
 - A. A distância entre dois pontos consecutivos em uma onda.
 - B. O número de ciclos por segundo.
 - C. A metade da distância entre dois pontos consecutivos em uma onda.
 - D. A altura máxima da onda a partir da linha de equilíbrio.

4. O que é o período de uma onda?
 - A. A distância entre dois pontos consecutivos em uma onda.
 - B. O número de ciclos por segundo.
 - C. O tempo necessário para um ciclo completo da onda.
 - D. A altura máxima da onda a partir da linha de equilíbrio.

5. Qual das seguintes grandezas está relacionada à frequência de uma onda?
 - A. Segundos.
 - B. Metros.
 - C. Hertz (Hz).
 - D. Joules.

6. O que é difração em relação às ondas?

A. A mudança na direção de propagação das ondas quando encontram uma superfície.

B. A formação de um padrão de interferência devido à superposição de duas ondas.

C. A amplificação de uma onda devido à ressonância.

D. A alteração da frequência da onda ao passar por um meio diferente.

7. Qual dos seguintes fenômenos é um exemplo de interferência?

A. A difração de uma onda sonora.

B. O arco-íris formado devido à refração da luz.

C. O som produzido quando duas ondas sonoras se encontram.

D. A velocidade da luz mudando ao passar de um meio para outro.

8. O que é ressonância?

A. A mudança na direção de propagação das ondas quando encontram uma superfície.

B. A formação de um padrão de interferência devido à superposição de duas ondas.

C. A amplificação de uma onda devido à vibração natural de um objeto.

D. A alteração da frequência da onda ao passar por um meio diferente.

9. Qual é a velocidade de uma onda se a frequência é 50 Hz e o comprimento de onda é 2 metros?

A. 25 m/s.

B. 100 m/s.

C. 150 m/s.

D. 200 m/s.

10. O que acontece com a velocidade das ondas quando passam de um meio mais rápido para um meio mais lento?

A. Aumenta.

B. Diminui.

C. Permanece a mesma.

D. Depende da frequência da onda.

11. Qual dos seguintes tipos de onda requer um meio material para se propagar?

- A. Onda de luz.
- B. Onda de rádio.
- C. Onda sonora.
- D. Onda eletromagnética.

12. O que é um nodo em uma onda estacionária?

- A. Um ponto com amplitude máxima.
- B. Um ponto com amplitude mínima.
- C. Um ponto onde a onda não se move.
- D. Um ponto onde ocorre interferência construtiva.

13. O que é um anti-nodo em uma onda estacionária?

- A. Um ponto com amplitude máxima.
- B. Um ponto com amplitude mínima.
- C. Um ponto onde a onda não se move.
- D. Um ponto onde ocorre interferência destrutiva.

14. Quando duas ondas estão em fase, o que acontece quando se combinam?

- A. Interferência construtiva.
- B. Interferência destrutiva.
- C. Difração.
- D. Ressonância.

15. Qual é a diferença entre uma onda transversal e uma onda longitudinal?

A. As ondas transversais se movem na mesma direção que a energia da onda, enquanto as ondas longitudinais se movem perpendicularmente à energia da onda.

B. As ondas transversais se movem perpendicularmente à direção da energia da onda, enquanto as ondas longitudinais se movem na mesma direção que a energia da onda.

C. As ondas transversais não têm amplitude, enquanto as ondas longitudinais têm.

D. As ondas transversais são ondas de luz, enquanto as ondas longitudinais são ondas de som.

Respostas:

C; 2. C; 3. D; 4. C; 5. C; 6. A; 7. C; 8. C; 9. A; 10. B; 11. C; 12. B; 13. A; 14. A; 15. B.

APÊNDICE B: Plano de Aula - Ondulatória no Ensino Médio

Objetivo: Compreender os conceitos fundamentais da ondulatória, incluindo tipos de ondas, propriedades das ondas, interferência, difração e ressonância. Desenvolver a capacidade dos alunos em aplicar esses conceitos em situações do cotidiano e em problemas práticos.

Público-Alvo: Alunos do 2º ano do Ensino Médio.

Duração: 2 aulas de 50 minutos cada.

Aula 1: Introdução às Ondas

Objetivos Específicos:

Compreender o que são ondas e suas características básicas.

Diferenciar entre ondas mecânicas e eletromagnéticas.

Entender os parâmetros de uma onda: amplitude, frequência, período, comprimento de onda e velocidade.

Atividades:

- Discussão Inicial (15 minutos):
- Apresentar exemplos de ondas no cotidiano (ex: ondas sonoras, ondas na água).
- Perguntas para discussão em grupo: O que é uma onda? Como as ondas se movem? O que determina a altura e a largura de uma onda?
- Explicação Teórica (20 minutos):
- Introdução aos tipos de ondas (mecânicas e eletromagnéticas).
- Explicação dos parâmetros das ondas: amplitude, frequência, período, comprimento de onda e velocidade.
- Atividade Prática (15 minutos):
- Experimento simples para observar ondas em uma corda ou mola.
- Medição da amplitude, frequência e comprimento de onda.

Aula 2: Propriedades das Ondas e Fenômenos Ondulatórios

Objetivos Específicos:

- Compreender os princípios da interferência, difração e ressonância.
- Analisar problemas práticos relacionados a esses fenômenos.

- Relacionar os conceitos aprendidos com aplicações do mundo real.
- Atividades:
- Revisão (10 minutos):
- Breve revisão dos conceitos aprendidos na primeira aula.
- Interferência e Difração (20 minutos):
- Explicação dos conceitos de interferência e difração.
- Demonstração prática: interferência de ondas em uma superfície de água.
- Ressonância (15 minutos):
- Explicação do fenômeno de ressonância e sua aplicação em instrumentos musicais e na engenharia.
- Estudo de Caso (20 minutos):
- Análise de exemplos práticos de fenômenos ondulatórios na vida real, como o funcionamento de um micro-ondas ou a formação de padrões de interferência em películas de sabão.
- Atividade Prática (15 minutos):
- Experimento: Construção de um instrumento musical simples que explore o princípio da ressonância.

Avaliação:

- Os alunos serão avaliados com base na participação durante as discussões em grupo e nas atividades práticas.
- Uma pequena avaliação escrita pode ser administrada para verificar a compreensão dos conceitos fundamentais e sua aplicação em problemas práticos.

Conclusão: Ao final dessas aulas, os alunos deverão ter uma compreensão sólida dos princípios da ondulatória, além de serem capazes de aplicar esses conceitos em situações reais. É fundamental enfatizar a importância desses conhecimentos em diversas áreas, desde a tecnologia até a música, para motivar os alunos a explorarem futuros estudos nesses campos.

APÊNDICE C: Questionário avaliativo

- 1) O que é uma onda?
 - a. Uma partícula em movimento.
 - b. Uma perturbação que se propaga através do espaço ou de um meio material.
 - c. Um objeto em rotação.
 - d. Um fenômeno estático.
- 2) Qual é a unidade de medida da frequência de uma onda?
 - a. Hertz (Hz)
 - b. Newton (N)
 - c. Pascal (Pa)
 - d. Watt (W)
- 3) Qual é a velocidade da luz no vácuo?
 - a. 300,000 km/s
 - b. 150,000 km/s
 - c. 500,000 km/s
 - d. 1,000,000 km/s
- 4) O que é amplitude de uma onda?
 - a. A distância entre duas cristas consecutivas.
 - b. A altura da onda, medida do ponto de equilíbrio até o ponto mais alto ou mais baixo.
 - c. O número de ciclos por segundo.
 - d. A distância percorrida pela onda em um determinado tempo.
- 5) Qual das seguintes ondas não requer um meio material para se propagar?
 - a. Onda sonora.
 - b. Onda de rádio.
 - c. Onda de luz.
 - d. Onda em uma corda.
- 6) Explique a diferença entre uma onda transversal e uma onda longitudinal.

- 7) Por que podemos ouvir o som de uma sirene de ambulância antes de vê-la?
Explique com base nos princípios de ondulatória.

- 8) Descreva como ocorre a formação de um arco-íris com base nos princípios de reflexão, refração e dispersão da luz.
- 9) Explique como as ondas sísmicas são usadas para estudar o interior da Terra.
- 10) O que é ressonância? Dê um exemplo de um fenômeno de ressonância na vida cotidiana.
- 11) Qual é a relação entre a frequência, o comprimento de onda e a velocidade de uma onda, de acordo com a equação fundamental da ondulatória?
- Frequência = Velocidade \times Comprimento de Onda
 - Frequência = Velocidade / Comprimento de Onda
 - Comprimento de Onda = Velocidade / Frequência
 - Comprimento de Onda = Velocidade \times Frequência
- 12) O que é interferência de ondas?
- Ondas que se movem em diferentes direções.
 - Ondas que se combinam para formar uma onda resultante com uma amplitude maior ou menor.
 - Ondas que mudam de direção ao passar por um meio diferente.
 - Ondas que se anulam mutuamente.
- 13) Qual é a diferença entre difração e interferência de ondas?
- 14) Explique como os instrumentos musicais produzem diferentes notas com base nos princípios das ondas sonoras.
- 15) O que é um espectro eletromagnético? Como as diferentes regiões do espectro eletromagnético são usadas em aplicações do mundo real?

APÊNDICE D: Pesquisa de Opinião

- 1) Com relação à metodologia utilizada com o produto educacional em sala de aula, você conseguiu compreender o conteúdo de ondulatória?
 - a) Sim.
 - b) Não.
 - c) Razoavelmente.
- 2) Sobre o ensino de ondas sonoras com o produto educacional, como você classificaria a experiência?
 - a) Muito bom.
 - b) Bom.
 - c) Normal.
 - d) Ruim.
 - e) Péssimo.
- 3) O uso do jogo contribuiu para a sua compreensão do conteúdo?
 - a) Sim.
 - b) Não.
 - c) Razoavelmente.
- 4) A utilização de experimentos em sala de aula facilitou a sua compreensão do conteúdo de ondas?
 - a) Sim.
 - b) Não.
 - c) Razoavelmente.
- 5) Você gostaria que essa metodologia fosse aplicada a outros tópicos de Física?
 - a) Sim.
 - b) Não.
 - c) Às vezes.
- 6) Descreva sua percepção das aulas de Física sobre ondas com a implementação do produto educacional

- 7) Que sugestões ou feedback você pode fornecer sobre as atividades realizadas em sala de aula?

APÊNDICE E: PRODUTO EDUCACIONAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 26

PRODUTO EDUCACIONAL

QUE ONDA É ESSA?
SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ONDULATÓRIA

ADRIANO AMARANES DOS SANTOS

Orietador: Prof. Dr. Alexandre de Castro Maciel

TERESINA
2025

ADRIANO AMARANES DOS SANTOS

Que onda é essa?

Sequencia didática para o ensino de ondulatória

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: Sequência didática como instrumento para o ensino potencialmente significativo de fenômenos ondulatórios no ensino médio, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 26 – UFPI, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:

Prof. Dr. Alexandre de Castro Maciel

TERESINA

2025

AO ALUNO

Esta sequência didática é composta por uma série de 4 momentos distribuídos em aulas expositivas, aplicação de teste diagnóstico com perguntas a respeito do assunto que irá se discutir e posteriormente com o auxílio do professor o aluno, irá participar de um jogo de tabuleiro sobre os fenômenos relacionados a ondulatória.

A vida escolar do aluno é permeada pela necessidade de relacionar o conhecimento adquirido em sala de aula com o cotidiano que o cerca. A ferramenta aqui explanada tem como função auxiliar nesse processo, tomando como premissa uma aprendizagem significativa, onde é possível ter a oportunidade de relacionar um conhecimento prévio dos alunos sobre um fenômeno com um conhecimento científico a partir das aulas expositivas/explicativas e atividade lúdica, a exemplo, o jogo de tabuleiro.

Se espera que esse trabalho possa contribuir de maneira significativa na compreensão física dos fenômenos que são abordados nessa sequência didática.

AO PROFESSOR

O trabalho aqui apresentado está no formato de um produto educacional que foi pensado inicialmente para atender as mais variadas dificuldades enfrentadas por docentes da área de ciências exatas, em especial ao ensino de ondulatória, conteúdo da disciplina de Física. Tais dificuldades são trazidas ainda do ensino fundamental, o que dificulta muito a aprendizagem de física no ensino médio.

É um fato que a maioria das escolas no Brasil não possuem laboratórios de ciências ou um espaço próprio para a prática de aulas experimentais, o que contribui para que muitos alunos o que gera um empasse, desmotivação e rejeição pela disciplina de física devido ao fato de acharem as aulas monótonas com a utilização apenas de aulas teóricas, diante desse exposto foi elaborado essa sequência didática com a pretensão de ensino de ondulatória, com a utilização de material lúdico que seja possível dispensar o uso de laboratórios.

A importância de se construir trabalhos alternativos para o ensino de física é possibilitar formas mais pensadas, testadas e criadas mediante a realidade de sala de aula, com uma linguagem de fácil compreensão pelos alunos e professores e com resultados satisfatórios.

Desse modo, esse material tem a finalidade de lhes apresentar uma alternativa metodológica educacional que possa auxiliar na abordagem dos conteúdos de fenômenos ondulatórios através de atividade lúdica.

Sumário

1 Apresentação	01
2 Aplicação da Sequência Didática	02
3 Referências.....	07
4 Apêndices	09
Apêndice A: Teste Diagnóstico	09
Apêndice B: Plano de Aula - Ondulatória no Ensino Médio	13
Apêndice C: Questionário avaliativo Teste Diagnóstico	15
Apêndice D: Pesquisa de Opinião.....	18
Apêndice E: cartinhas com perguntas e respostas	20
Apêndice F: Regras do jogo.....	41

1. APRESENTAÇÃO

Este produto educacional foi produzido a partir de uma pesquisa do Mestrado Profissional Nacional em Ensino de Física da Universidade Federal do Piauí, com a finalidade de proporcionar aos docentes de física uma alternativa para o ensino de ondulatória no ensino básico.

O material aqui exposto tem por tema: fenômenos ondulatórios, onde a metodologia empregada está sob a luz da teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel e Moreira. As atividades são compostas por 4 momentos, como segue: 1) aplicação de teste diagnóstico; 2) aulas expositivas sobre o assunto; 3) aplicação do jogo de tabuleiro e 4) avaliação.

Este produto foi desenvolvido com o objetivo de enriquecer o ensino de Ondulatória, oferecendo aos educadores mais uma ferramenta pedagógica. A intenção é despertar o interesse dos alunos pela disciplina de ciências/física, incentivando um envolvimento mais ativo e participativo. A ideia é transformar os estudantes em protagonistas do próprio aprendizado, cultivando um espírito científico neles.

Dessa forma, o produto não apenas fornece informações sobre Ondulatória, mas também busca criar um ambiente educacional que encoraje os alunos a se tornarem construtores do seu próprio conhecimento. Acredita-se que essa ferramenta educacional terá um impacto significativo no processo de ensino e aprendizado dos conceitos de ondulatória no ensino médio. O produto foi elaborado com uma sequência didática específica, que será aplicada na escola. Na Tabela 1, encontram-se detalhes minuciosos da sequência didática experimental, como o número de aulas, os tópicos abordados, a metodologia empregada em cada sessão, a duração estimada de cada aula, além dos questionários que podem ser administrados antes e depois da sequência de ensino.

É importante salientar que os educadores têm a liberdade de adaptar e ajustar conforme necessário. No entanto, caso o professor opte por seguir a sequência proposta, ela está organizada de forma passo a passo para simplificar a implementação no contexto educacional.

Quadro 1 - Sequência Didática

MOMENTO	TEMAS	PROCEDIMENTOS DIDATICOS
1º (MOMENTO)	Fenômenos ondulatórios	Teste diagnóstico
2º (MOMENTO)	Fenômenos ondulatórios	Plano de aula
3º (MOMENTO)	Jogo didático	Aplicação do jogo
4º (MOMENTO)	Avaliação	Aplicação de questionário e pesquisa de opinião

2. Aplicação da sequência didática

1º MOMENTO

Teste diagnóstico

No primeiro momento deve ser aplicado o teste diagnóstico. Para isso o professor dispõe de uma aula, tendo em vista que o teste consiste em perguntas objetivas. Os testes diagnósticos voltados para o ensino de Física, desempenham um papel crucial no processo educacional, permitindo aos educadores avaliar o conhecimento prévio dos alunos sobre o tema. Ao aplicar um teste diagnóstico, os professores podem identificar lacunas no entendimento dos estudantes, permitindo uma personalização mais eficaz do processo de ensino. Além disso, esses métodos avaliativos oferecem *insights* valiosos sobre as áreas que precisam de maior atenção durante a construção do conhecimento.

No que desrespeito ao conhecimento de física do ensino médio, onde a ondulatória é uma parte fundamental do currículo, os testes diagnósticos não apenas medem o conhecimento inicial dos alunos, mas também orientam os educadores na elaboração de estratégias de ensino mais eficazes e adaptadas às necessidades específicas de cada classe.

Com base nos resultados do teste diagnóstico, é possível aplicar a sequência didática personalizada para o ensino da ondulatória. Essa sequência deve ser cuidadosamente ministrada, levando em consideração as áreas em que os alunos demonstraram dificuldades. A abordagem deve ser progressiva, começando pelos conceitos fundamentais, como tipos de ondas e parâmetros ondulatórios, antes de avançar para fenômenos mais complexos, como interferência e ressonância.

Atividades práticas, experimentos e estudos de caso podem ser integrados para tornar o aprendizado mais envolvente e aplicado à vida real. Desse modo, estratégias diferenciadas, como vídeos educacionais, simulações interativas e discussões em grupo, podem ser implementadas para atender às diversas necessidades de aprendizado dos alunos.

Uma sequência didática personalizada, baseada nos resultados do teste diagnóstico, oferece diversos benefícios aos alunos. Ao abordar suas dificuldades específicas, os estudantes se sentem mais apoiados e motivados a aprender. Além disso, o ensino personalizado promove um ambiente de aprendizado inclusivo, onde cada aluno pode progredir no seu próprio ritmo, sem sentir-se sobrecarregado por conceitos que não compreendeu completamente.

Esse método também fortalece a autoconfiança dos alunos, pois eles percebem sua melhoria contínua ao longo da sequência didática. Em última análise, a personalização do ensino não apenas melhora o desempenho acadêmico, mas também cultiva um amor duradouro pelo aprendizado, preparando os alunos para desafios mais complexos no campo da física e além.

2º MOMENTO

Aula expositiva

Nesse segundo momento, o professor deve explicar todo o conteúdo sobre ondulatória, como exposto no plano de aula. Para isso, poderá utilizar uma aula expositiva e dialogada. Pode, também, partir do teste diagnóstico para resolver as questões que foram respondidas pelos alunos no momento 1. Assim, o professor estará partindo dos conhecimentos prévios dos alunos para uma aprendizagem mais significativa.

Para isso, o docente dispõe de duas aulas de 50 minutos. É importante saber que logo após a aula, os alunos terão um espaço para debater o conteúdo ou sanar possíveis dúvidas que possam aparecer.

3º MOMENTO

Aplicação do jogo

O jogo didático é reconhecido como uma ferramenta valiosa no processo de ensino e aprendizagem. De acordo com Melo (2011, p. 36), acredita-se que, quando devidamente planejado, o jogo pode ser um aliado eficaz para os professores em sala de aula, merecendo atenção especial por ser um objeto de interesse popular. Apesar desse potencial, o uso do jogo como recurso didático ainda é limitado, e isso pode ser atribuído à escassez de jogos adequados, à falta de preparo dos professores para incorporar essa estratégia e à falta de habilidade dos educadores na criação de jogos quando estes se mostram úteis como ferramenta de ensino.

Lima (2008) destaca que os professores, de maneira geral, frequentemente alegam que os processos de formação inicial ou continuada não os equiparam com o suporte teórico necessário para utilizar o jogo como recurso pedagógico. Além disso, muitos afirmam que as escolas não oferecem as condições materiais, espaciais e temporais adequadas para a integração do jogo como atividade pedagógica (Lima, 2008, p. 11).

Para a aplicação do jogo “Que onda é essa!”, os tabuleiros serão entregues aos alunos e as regras serão explicadas pelo professor. O tabuleiro possui 38 casas e algumas delas são de benefícios ou de punições para os jogadores. As casas destacadas, também têm a função de repassar algumas informações do próprio conteúdo de ondulatória, afim de que, com o decorrer do jogo o aluno consiga aprender o conteúdo não só com as perguntas das cartas, mas também com o tabuleiro.

Para a aplicação do jogo, recomendamos que seja formado equipes de dois ou até três participantes. É importante que também seja escolhido um aluno como juiz, que juntamente com o professor mediará o jogo.

As regras do jogo são bem simples:

I – Cada participante (ou equipe) jogará o dado aquele que obtiver maior pontuação começa a jogar.

II – A equipe então, retira um cartão e responde a pergunta, se correta, joga o dado para cima e avança o número de casas correspondentes com a peça representante do grupo. Caso a resposta esteja errada, a equipe permanece na mesma posição.

III- As demais equipes jogam em seguida.

IV- ao chegar em uma casa que possua alguma instrução o jogador deverá executar a ação proposta.

V- Vencerá o jogo a equipe que chegar ao final do tabuleiro.

É importante destacar a função do aluno juiz que junto com o professor tem a função de organizar o jogo e anunciar o gabarito das questões. Cabe ao professor organizar a participação das duplas e verificar quem está demonstrando interesse em participar e sanar algumas dúvidas que venham a ocorrer.

4º MOMENTO

Avaliação

O último momento de aplicação da sequência didática ficou reservado para a avaliação. Em anexo, dispomos de uma avaliação qualitativa bem como uma avaliação quantitativa que devem ser aplicadas juntas. Ao final da sequência didática dedicada à ondulatória, a aplicação de uma avaliação é crucial para medir o progresso dos alunos e consolidar o conhecimento adquirido. Essa avaliação serve como uma oportunidade para os alunos demonstrarem sua compreensão dos conceitos estudados, aplicando-os em diferentes contextos e situações-problema. Além de avaliar o conhecimento teórico, a avaliação pode incluir questões práticas que exigem a aplicação dos princípios ondulatórios em experimentos ou cálculos.

Através dessa avaliação, os educadores podem não apenas verificar se os alunos alcançaram os objetivos de aprendizagem estabelecidos, mas também identificar áreas que necessitam de revisão ou reforço. Além disso, a avaliação oferece aos alunos a oportunidade de refletir sobre seu próprio progresso, consolidando sua confiança nas habilidades que desenvolveram durante a sequência didática.

Em última análise, essa avaliação não apenas valida a eficácia do processo de ensino, mas também prepara os alunos para enfrentar desafios mais complexos no campo da ondulatória e desenvolver habilidades analíticas essenciais para suas futuras jornadas acadêmicas e profissionais.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, LYNN. COUTINHO, ISA DE JESUS. (ORGS). **Jogos digitais e aprendizagem: fundamentos para uma prática baseada em evidências**. CAMPINAS: PAPIRUS, 2016.

AUSUBEL, D. P; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. RIO DE JANEIRO – RJ, INTERAMERICANA, 1980.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa, Portugal: Edições 70, 2011.

BARRETO, BENIGNO, XAVIER, CLAUDIO. **Física aula por aula: termologia, óptica e ondulatória**. 3. Ed. - São Paulo: Ftd, 2016.

BONADIMAN, H.; NONENMACHAER, S. O gostar e o aprender no ensino de física: uma proposta metodológica. **Caderno brasileiro de ensino de física**, Florianópolis, v. 24, n. 2, p. 194-223, Agosto 2007.

DE SOUZA MINAYO, Maria Cecília; DESLANDES, Suely Ferreira; GOMES, Romeu. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Editora Vozes Limitada, 2011.
MOREIRA, Marco Antônio. *Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

FERNANDES, AC DE P. et al. Efeito doppler com tablet e smartphone. **Revista Brasileira De Ensino De Física**, v. 38, p. e3504, 2016.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física: gravitação, ondas e termodinâmica. Vol. 2**. Grupo gen-ltc, 2000.

KAPP, K. M. **The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education**. San Francisco: Pfeiffer, 2012.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. **Curso de Física Básica: fluidos, oscilações e ondas, calor**. Editora Blucher, 2002.

KAPP, K. M. The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education. San Francisco: Pfeiffer, 2012.

LIMA, J. M. O jogo como recurso pedagógico no contexto educacional. São paulo: cultura acadêmica, 2008.

MELO, M. G. A. A física no ensino fundamental: utilizando o jogo educativo “viajando pelo universo”. Dissertação de mestrado. 2011. Disponível em: acesso em: 06 de out de 2023.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. de. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 77-86, jun. 2002.

MENEZES, Luis Carlos de. Ensino de Física: Reforma ou Revolução. In: MARTINS, André Ferrer P. (Org.). **Física ainda é cultura?** São Paulo: Livraria da Física, p. 27 – 45, 2009.

TIPLER, Paul A.; MOSCA, Gene, **Física para Cientistas e Engenheiros - Vol. 2**, 5a ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda, 2011.

ZABALA, Antoni. **Como trabalhar os conteúdos procedimentais em aula**. Artmed Editora, 2016.

Apêndice A: Teste Diagnóstico: Ondulatória no Ensino Médio

Instruções: Marque a resposta correta para cada pergunta.

1. O que é uma onda?
 - A. Um movimento apenas de partículas.
 - B. Um movimento apenas de energia.
 - C. Uma forma de energia que se propaga através de um meio ou do vácuo.
 - D. Um movimento apenas de luz.

2. Qual dos seguintes não é um exemplo de onda eletromagnética?
 - A. Luz visível.
 - B. Onda de rádio.
 - C. Som.
 - D. Raios X.

3. O que representa a amplitude de uma onda?
 - A. A distância entre dois pontos consecutivos em uma onda.
 - B. O número de ciclos por segundo.
 - C. A metade da distância entre dois pontos consecutivos em uma onda.
 - D. A altura máxima da onda a partir da linha de equilíbrio.

4. O que é o período de uma onda?
 - A. A distância entre dois pontos consecutivos em uma onda.
 - B. O número de ciclos por segundo.
 - C. O tempo necessário para um ciclo completo da onda.
 - D. A altura máxima da onda a partir da linha de equilíbrio.

5. Qual das seguintes grandezas está relacionada à frequência de uma onda?
 - A. Segundos.
 - B. Metros.
 - C. Hertz (Hz).
 - D. Joules.

6. O que é difração em relação às ondas?

A. A mudança na direção de propagação das ondas quando encontram uma superfície.

B. A formação de um padrão de interferência devido à superposição de duas ondas.

C. A amplificação de uma onda devido à ressonância.

D. A alteração da frequência da onda ao passar por um meio diferente.

7. Qual dos seguintes fenômenos é um exemplo de interferência?

A. A difração de uma onda sonora.

B. O arco-íris formado devido à refração da luz.

C. O som produzido quando duas ondas sonoras se encontram.

D. A velocidade da luz mudando ao passar de um meio para outro.

8. O que é ressonância?

A. A mudança na direção de propagação das ondas quando encontram uma superfície.

B. A formação de um padrão de interferência devido à superposição de duas ondas.

C. A amplificação de uma onda devido à vibração natural de um objeto.

D. A alteração da frequência da onda ao passar por um meio diferente.

9. Qual é a velocidade de uma onda se a frequência é 50 Hz e o comprimento de onda é 2 metros?

A. 25 m/s.

B. 100 m/s.

C. 150 m/s.

D. 200 m/s.

10. O que acontece com a velocidade das ondas quando passam de um meio mais rápido para um meio mais lento?

A. Aumenta.

- B. Diminui.
- C. Permanece a mesma.
- D. Depende da frequência da onda.

11. Qual dos seguintes tipos de onda requer um meio material para se propagar?

- A. Onda de luz.
- B. Onda de rádio.
- C. Onda sonora.
- D. Onda eletromagnética.

12. O que é um nodo em uma onda estacionária?

- A. Um ponto com amplitude máxima.
- B. Um ponto com amplitude mínima.
- C. Um ponto onde a onda não se move.
- D. Um ponto onde ocorre interferência construtiva.

13. O que é um anti-nodo em uma onda estacionária?

- A. Um ponto com amplitude máxima.
- B. Um ponto com amplitude mínima.
- C. Um ponto onde a onda não se move.
- D. Um ponto onde ocorre interferência destrutiva.

14. Quando duas ondas estão em fase, o que acontece quando se combinam?

- A. Interferência construtiva.
- B. Interferência destrutiva.
- C. Difração.
- D. Ressonância.

15. Qual é a diferença entre uma onda transversal e uma onda longitudinal?

A. As ondas transversais se movem na mesma direção que a energia da onda, enquanto as ondas longitudinais se movem perpendicularmente à energia da onda.

B. As ondas transversais se movem perpendicularmente à direção da energia da onda, enquanto as ondas longitudinais se movem na mesma direção que a energia da onda.

C. As ondas transversais não têm amplitude, enquanto as ondas longitudinais têm.

D. As ondas transversais são ondas de luz, enquanto as ondas longitudinais são ondas de som.

Respostas:

C; 2. C; 3. D; 4. C; 5. C; 6. A; 7. C; 8. C; 9. A; 10. B; 11. C; 12. B; 13. A; 14. A; 15. B.

Apêndice B: Plano de Aula - Ondulatória no Ensino Médio

Objetivo: Compreender os conceitos fundamentais da ondulatória, incluindo tipos de ondas, propriedades das ondas, interferência, difração e ressonância. Desenvolver a capacidade dos alunos em aplicar esses conceitos em situações do cotidiano e em problemas práticos.

Público-Alvo: Alunos do 2º ano do Ensino Médio.

Duração: 2 aulas de 50 minutos cada.

Aula 1: Introdução às Ondas

Objetivos Específicos:

Compreender o que são ondas e suas características básicas.

Diferenciar entre ondas mecânicas e eletromagnéticas.

Entender os parâmetros de uma onda: amplitude, frequência, período, comprimento de onda e velocidade.

Atividades:

- Discussão Inicial (15 minutos):
- Apresentar exemplos de ondas no cotidiano (ex: ondas sonoras, ondas na água).
- Perguntas para discussão em grupo: O que é uma onda? Como as ondas se movem? O que determina a altura e a largura de uma onda?
- Explicação Teórica (20 minutos):
- Introdução aos tipos de ondas (mecânicas e eletromagnéticas).
- Explicação dos parâmetros das ondas: amplitude, frequência, período, comprimento de onda e velocidade.
- Atividade Prática (15 minutos):
- Experimento simples para observar ondas em uma corda ou mola.
- Medição da amplitude, frequência e comprimento de onda.

Aula 2: Propriedades das Ondas e Fenômenos Ondulatórios

Objetivos Específicos:

- Compreender os princípios da interferência, difração e ressonância.
- Analisar problemas práticos relacionados a esses fenômenos.

- Relacionar os conceitos aprendidos com aplicações do mundo real.
- Atividades:
- Revisão (10 minutos):
- Breve revisão dos conceitos aprendidos na primeira aula.
- Interferência e Difração (20 minutos):
- Explicação dos conceitos de interferência e difração.
- Demonstração prática: interferência de ondas em uma superfície de água.
- Ressonância (15 minutos):
- Explicação do fenômeno de ressonância e sua aplicação em instrumentos musicais e na engenharia.
- Estudo de Caso (20 minutos):
- Análise de exemplos práticos de fenômenos ondulatórios na vida real, como o funcionamento de um micro-ondas ou a formação de padrões de interferência em películas de sabão.
- Atividade Prática (15 minutos):
- Experimento: Construção de um instrumento musical simples que explore o princípio da ressonância.

Avaliação:

- Os alunos serão avaliados com base na participação durante as discussões em grupo e nas atividades práticas.
- Uma pequena avaliação escrita pode ser administrada para verificar a compreensão dos conceitos fundamentais e sua aplicação em problemas práticos.

Conclusão: Ao final dessas aulas, os alunos deverão ter uma compreensão sólida dos princípios da ondulatória, além de serem capazes de aplicar esses conceitos em situações reais. É fundamental enfatizar a importância desses conhecimentos em diversas áreas, desde a tecnologia até a música, para motivar os alunos a explorarem futuros estudos nesses campos.

Apêndice C: Questionário avaliativo

- 16) O que é uma onda?
- Uma partícula em movimento.
 - Uma perturbação que se propaga através do espaço ou de um meio material.
 - Um objeto em rotação.
 - Um fenômeno estático.
- 17) Qual é a unidade de medida da frequência de uma onda?
- Hertz (Hz)
 - Newton (N)
 - Pascal (Pa)
 - Watt (W)
- 18) Qual é a velocidade da luz no vácuo?
- 300,000 km/s
 - 150,000 km/s
 - 500,000 km/s
 - 1,000,000 km/s
- 19) O que é amplitude de uma onda?
- A distância entre duas cristas consecutivas.
 - A altura da onda, medida do ponto de equilíbrio até o ponto mais alto ou mais baixo.
 - O número de ciclos por segundo.
 - A distância percorrida pela onda em um determinado tempo.
- 20) Qual das seguintes ondas não requer um meio material para se propagar?
- Onda sonora.
 - Onda de rádio.
 - Onda de luz.
 - Onda em uma corda.
- 21) Explique a diferença entre uma onda transversal e uma onda longitudinal.
- 22) Por que podemos ouvir o som de uma sirene de ambulância antes de vê-la?
Explique com base nos princípios de ondulatória.

- 23) Descreva como ocorre a formação de um arco-íris com base nos princípios de reflexão, refração e dispersão da luz.
- 24) Explique como as ondas sísmicas são usadas para estudar o interior da Terra.
- 25) O que é ressonância? Dê um exemplo de um fenômeno de ressonância na vida cotidiana.
- 26) Qual é a relação entre a frequência, o comprimento de onda e a velocidade de uma onda, de acordo com a equação fundamental da ondulatória?
- Frequência = Velocidade \times Comprimento de Onda
 - Frequência = Velocidade / Comprimento de Onda
 - Comprimento de Onda = Velocidade / Frequência
 - Comprimento de Onda = Velocidade \times Frequência
- 27) O que é interferência de ondas?
- Ondas que se movem em diferentes direções.
 - Ondas que se combinam para formar uma onda resultante com uma amplitude maior ou menor.
 - Ondas que mudam de direção ao passar por um meio diferente.
 - Ondas que se anulam mutuamente.
- 28) Qual é a diferença entre difração e interferência de ondas?
- 29) Explique como os instrumentos musicais produzem diferentes notas com base nos princípios das ondas sonoras.

30) O que é um espectro eletromagnético? Como as diferentes regiões do espectro eletromagnético são usadas em aplicações do mundo real?

Apêndice D: Pesquisa de Opinião

- 8) Com relação à metodologia utilizada com o produto educacional em sala de aula, você conseguiu compreender o conteúdo de ondulatória?
- a) Sim.
 - b) Não.
 - c) Razoavelmente.
- 9) Sobre o ensino de ondas sonoras com o produto educacional, como você classificaria a experiência?
- a) Muito bom.
 - b) Bom.
 - c) Normal.
 - d) Ruim.
 - e) Péssimo.
- 10) O uso do jogo contribuiu para a sua compreensão do conteúdo?
- a) Sim.
 - b) Não.
 - c) Razoavelmente.
- 11) A utilização de experimentos em sala de aula facilitou a sua compreensão do conteúdo de ondas?
- a) Sim.
 - b) Não.
 - c) Razoavelmente.
- 12) Você gostaria que essa metodologia fosse aplicada a outros tópicos de Física?
- a) Sim.
 - b) Não.
 - c) Às vezes.
- 13) Descreva sua percepção das aulas de Física sobre ondas com a implementação do produto educacional

14) Que sugestões ou feedback você pode fornecer sobre as atividades realizadas em sala de aula?

Apêndice E: cartinhas com perguntas e respostas

O que é uma onda?

- A) Uma oscilação que se propaga no espaço.
- B) Um objeto em movimento.
- C) Uma partícula subatômica.
- D) Uma substância gasosa.

GAB: A

Qual das seguintes grandezas está relacionada ao som?

- A) Intensidade luminosa.
- B) Intensidade sonora.
- C) Velocidade da luz.
- D) Massa específica.

GAB: B

O que é amplitude em uma onda?

- A) A distância entre dois pontos consecutivos na onda.
- B) A máxima distância que as partículas do meio se deslocam a partir da posição de equilíbrio.
- C) A menor distância entre dois pontos na onda.
- D) A frequência da onda.

GAB: B

Qual é a unidade de frequência no Sistema Internacional de Unidades?

- A) Hertz (Hz).
- B) Watts (W).
- C) Joules (J).
- D) Ohms (Ω).

GAB: A

Como ocorre a difração de ondas?

- A) Quando as ondas contornam obstáculos e se espalham em todas as direções.
- B) Quando as ondas mudam de direção ao passar de um meio para outro.
- C) Quando as ondas se refletem em uma superfície plana.
- D) Quando as ondas mudam de cor ao passar por um prisma.

GAB: A**O que é um batimento?**

- A) A diferença entre as frequências de duas ondas.
- B) A interferência construtiva de duas ondas com frequências ligeiramente diferentes.
- C) A interferência destrutiva de duas ondas com frequências ligeiramente diferentes.
- D) A diferença de amplitude entre duas ondas.

GAB: A**O que é o efeito Doppler?****GAB:**

O aumento da frequência percebida de uma onda sonora devido ao movimento da fonte em relação ao observador.

O que é ressonância?**GAB:**

Quando uma onda atinge a mesma frequência natural de um objeto e ocorre um aumento significativo na amplitude da onda.

O que é um ultrassom?

A) Ondas sonoras com frequência abaixo do limite audível humano. B) Ondas sonoras com frequência acima do limite audível humano. C) Ondas sonoras na faixa audível para os humanos. D) Ondas sonoras que não têm frequência.

GAB: A

O que é um eco?

A) Uma onda sonora que atinge um objeto e é refletida de volta ao seu ponto de origem.
B) Uma onda sonora que é absorvida por um objeto e não é refletida.
C) Uma onda sonora que se propaga em linha reta sem sofrer reflexão.
D) Uma onda sonora que se propaga em todas as direções.

GAB: A

Ondas eletromagnéticas são exemplos de:

A) Ondas mecânicas.
B) Ondas longitudinais.
C) Ondas transversais.
D) Ondas sonoras.

GAB: B

Qual é a diferença entre ondas transversais e ondas longitudinais?**GAB:**

Ondas transversais se propagam em direção perpendicular à direção de vibração, enquanto ondas longitudinais se propagam na mesma direção da vibração.

O que é reflexão de ondas?

- A) O fenômeno pelo qual as ondas contornam obstáculos e se espalham em todas as direções.
- B) O fenômeno pelo qual as ondas mudam de direção ao passar de um meio para outro.
- C) O fenômeno pelo qual as ondas se refletem em uma superfície plana.
- D) O fenômeno pelo qual as ondas mudam de cor ao passar por um prisma.

GAB: C**O que é interferência de ondas?**

- A) Quando duas ondas se encontram e formam uma onda com amplitude zero.
- B) Quando duas ondas se encontram e formam uma onda com amplitude máxima.
- C) Quando duas ondas se encontram e se anulam parcialmente.
- D) Quando duas ondas se encontram e se multiplicam.

GAB: C**O que é polarização de ondas?**

- A) O fenômeno pelo qual as ondas contornam obstáculos e se espalham em todas as direções.
- B) O fenômeno pelo qual as ondas mudam de direção ao passar de um meio para outro.
- C) O fenômeno pelo qual as ondas se confinam em uma única direção de vibração.
- D) O fenômeno pelo qual as ondas mudam de cor ao passar por um prisma.

GAB: C**O que é um telescópio?**

- A) Um dispositivo que amplifica ondas sonoras.
- B) Um dispositivo que amplifica ondas mecânicas.
- C) Um dispositivo que amplifica ondas de calor.
- D) Um dispositivo que amplifica a luz para observar objetos distantes no espaço.

GAB: D

O que é um pulso em uma corda esticada?

- A) Uma onda estacionária.
- B) Uma onda que se move continuamente na corda.
- C) Uma única perturbação na corda.
- D) Uma onda que muda de direção.

GAB: C

Qual é a velocidade de uma onda que tem uma frequência de 50 Hz e um comprimento de onda de 10 metros?

- A) 500 m/s.
- B) B) 5 m/s.
- C) C) 50 m/s.
- D) D) 10 m/s.

GAB: A

O que é um espectro eletromagnético?

- A) Uma lista de diferentes tipos de ondas sonoras.
- B) Uma lista de diferentes tipos de ondas mecânicas.
- C) Uma lista de diferentes tipos de ondas eletromagnéticas organizadas de acordo com suas frequências.
- D) Uma lista de diferentes tipos de partículas subatômicas.

GAB: C

O que é um radar?

- A) Um dispositivo que emite ondas sonoras para detectar objetos distantes.
- B) Um dispositivo que emite ondas de calor para detectar objetos distantes.
- C) Um dispositivo que emite ondas de rádio para detectar objetos distantes e medir suas distâncias.
- D) Um dispositivo que emite ondas mecânicas para detectar objetos subterrâneos.

GAB: C

O que é um filtro de luz?

- A) Um dispositivo que bloqueia algumas cores e permite a passagem de outras.
- B) Um dispositivo que amplifica todas as cores da luz.
- C) Um dispositivo que cria luz artificial.
- D) Um dispositivo que bloqueia toda a luz.

GAB: A**O que é interferência construtiva de ondas?**

- A) Quando duas ondas se encontram e se anulam parcialmente.
- B) Quando duas ondas se encontram e formam uma onda com amplitude zero.
- C) Quando duas ondas se encontram e formam uma onda com amplitude máxima.
- D) Quando duas ondas se encontram e mudam de direção.

GAB: A**O que é um laser?**

- A) Uma fonte de luz que emite ondas sonoras.
- B) Uma fonte de luz que emite ondas de calor.
- C) Uma fonte de luz que emite ondas eletromagnéticas coerentes e monodirecionais.
- D) Uma fonte de luz que emite ondas mecânicas.

GAB: C**O que é interferência destrutiva de ondas?**

- A) Quando duas ondas se encontram e se anulam parcialmente.
- B) Quando duas ondas se encontram e formam uma onda com amplitude zero.
- C) Quando duas ondas se encontram e formam uma onda com amplitude máxima.
- D) Quando duas ondas se encontram e mudam de direção.

GAB: A

O que é a luz polarizada?

- A) Luz que se propaga em todas as direções.
- B) Luz que se propaga em uma única direção de vibração.
- C) Luz que muda constantemente de direção.
- D) Luz que muda constantemente de cor.

GAB: B

O que é um prisma?

- A) Um dispositivo que separa a luz em suas cores componentes devido à difração.
- B) Um dispositivo que separa a luz em suas cores componentes devido à refração.
- C) Um dispositivo que cria um espectro contínuo de luz.
- D) Um dispositivo que amplifica a luz.

GAB: B

Qual é a fórmula da velocidade de uma onda?

GAB:

$v = \lambda f$, onde v é a velocidade, f é a frequência e λ é o comprimento de onda.

Como a frequência de uma onda está relacionada ao seu período?

GAB: A

$f = \frac{1}{T}$, onde f é a frequência e T é o período.

Qual é a principal diferença entre ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas?

Gabarito:

Ondas mecânicas necessitam de um meio para se propagar, enquanto ondas eletromagnéticas não.

Qual fenômeno ondulatório explica a formação de padrões de cores em uma bolha de sabão?

- a) Polarização
- b) Interferência
- c) Refração
- d) Absorção

Gabarito: B

Quando duas ondas se encontram e combinam suas amplitudes, este fenômeno é conhecido como:

- a) Refração
- b) Reflexão
- c) Interferência
- d) Difração

Gabarito: c

Em qual das situações abaixo ocorre a difração de ondas?

- a) Quando uma onda sonora é refletida em uma parede.
- b) Quando uma onda luminosa passa por uma abertura estreita e se espalha.
- c) Quando uma onda de rádio é transmitida através do vácuo.
- d) Quando uma onda de luz é refratada ao entrar em um prisma.

Gabarito: B

O que ocorre com a frequência e o comprimento de onda da luz quando ela passa de um meio menos denso para um meio mais denso?

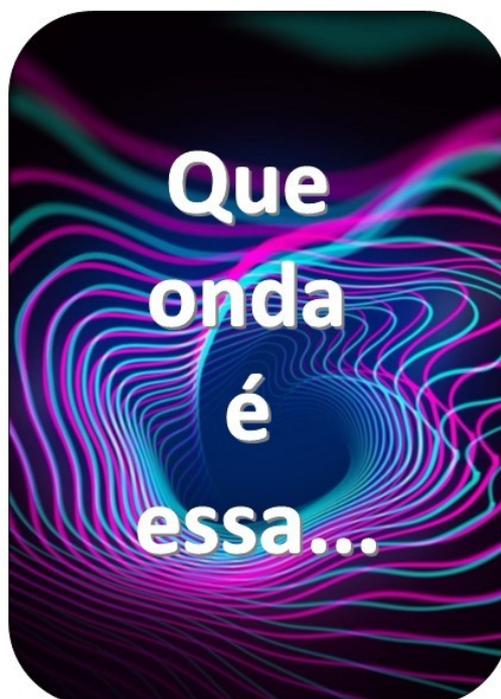
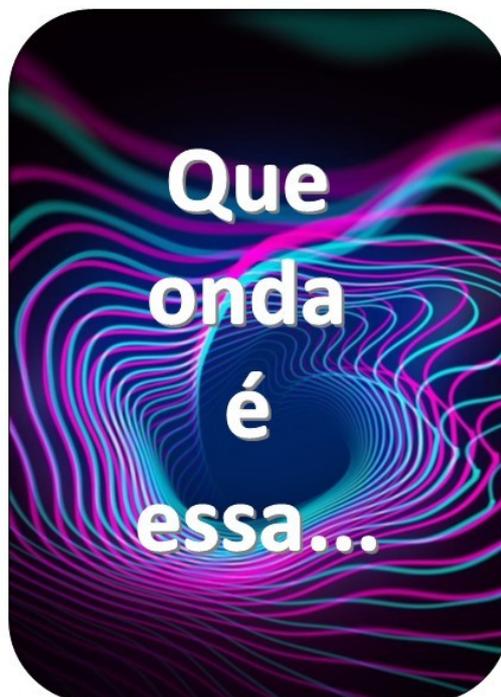
Gabarito:

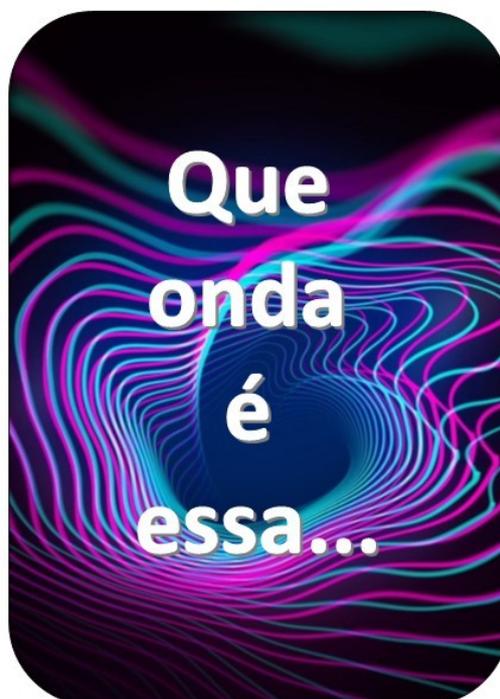
A frequência permanece a mesma e o comprimento de onda diminui.

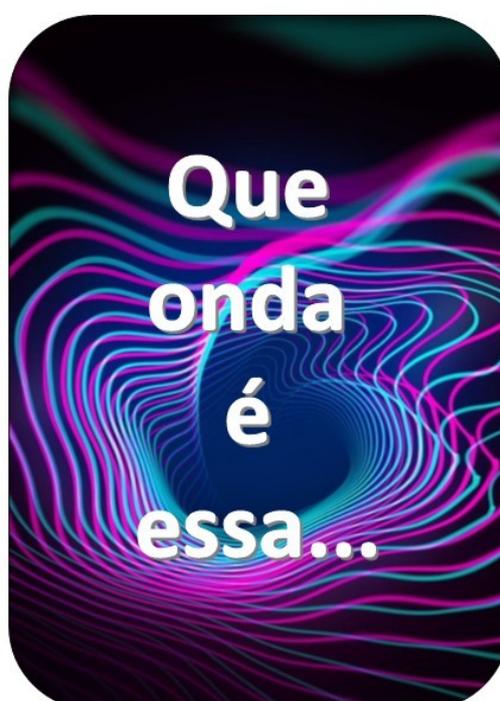
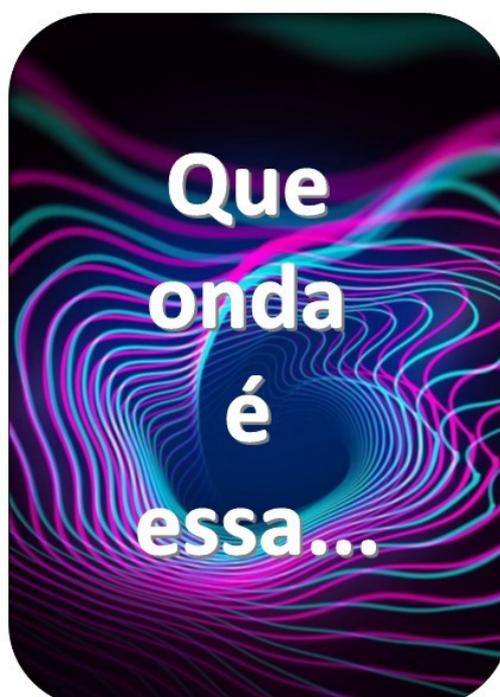
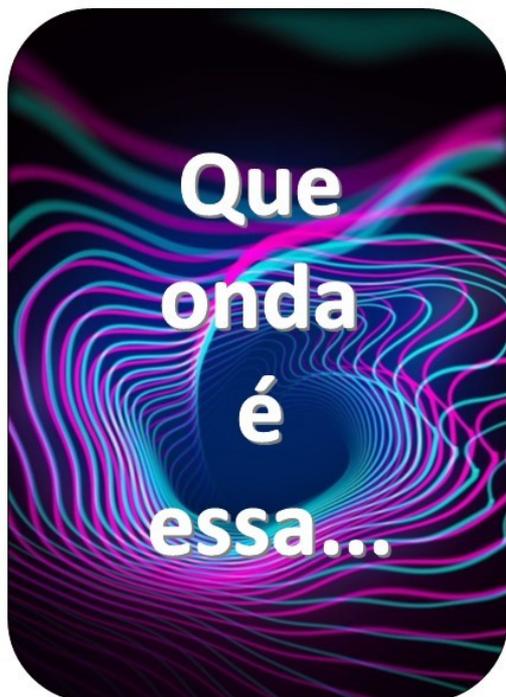
O efeito Doppler é observado quando:

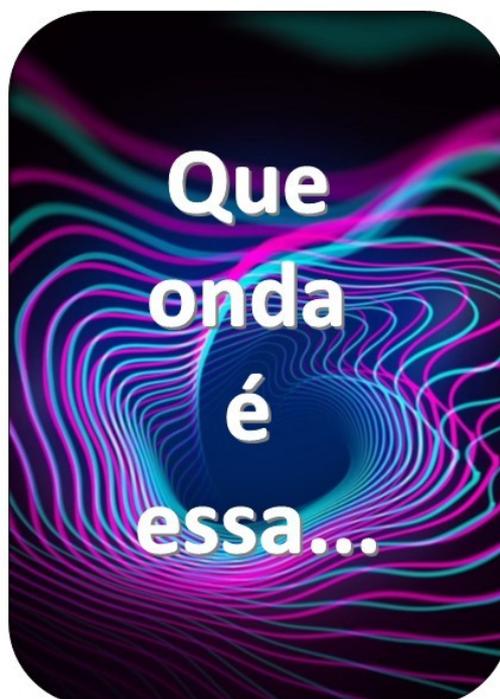
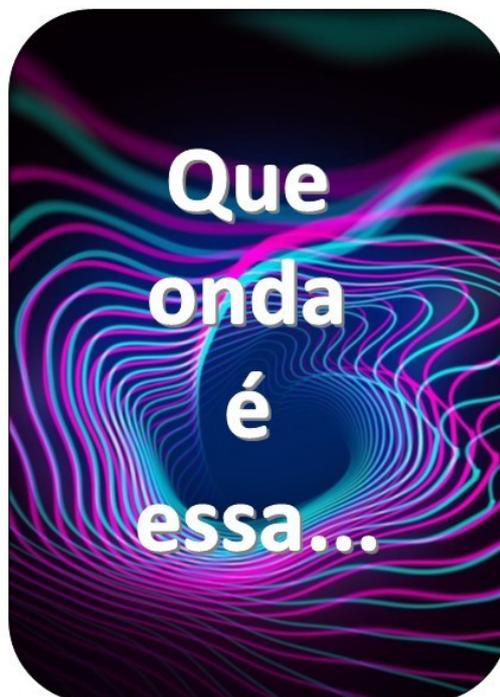
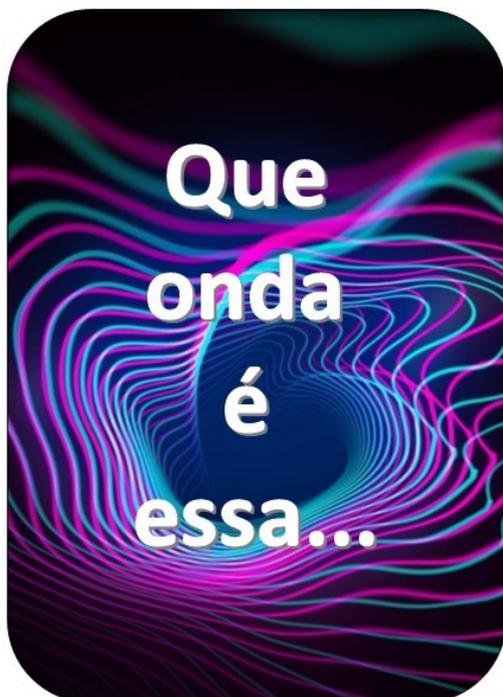
Gabarito:

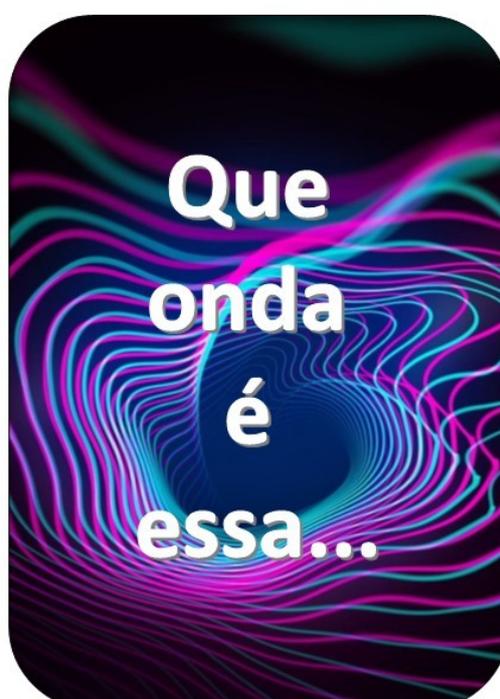
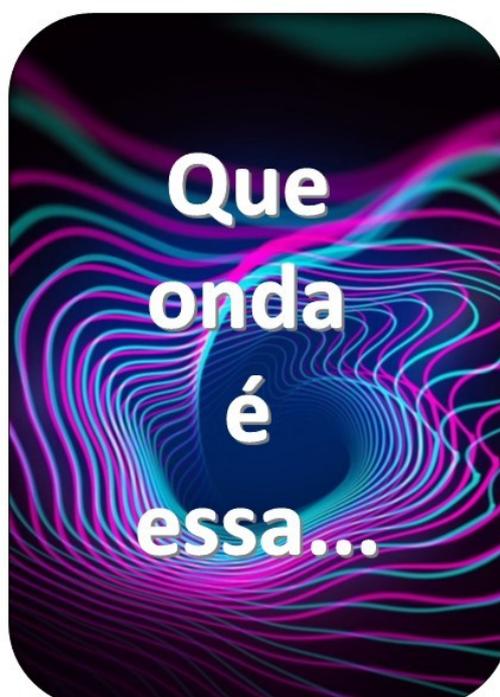
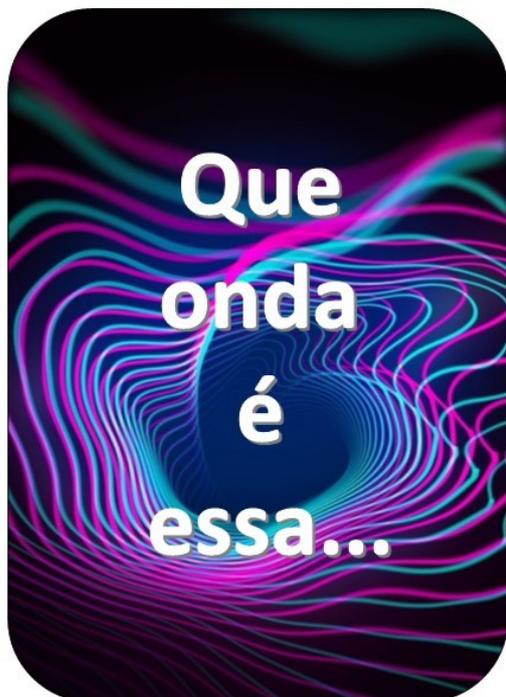
A frequência percebida de uma onda muda devido ao movimento relativo entre a fonte e o observador.

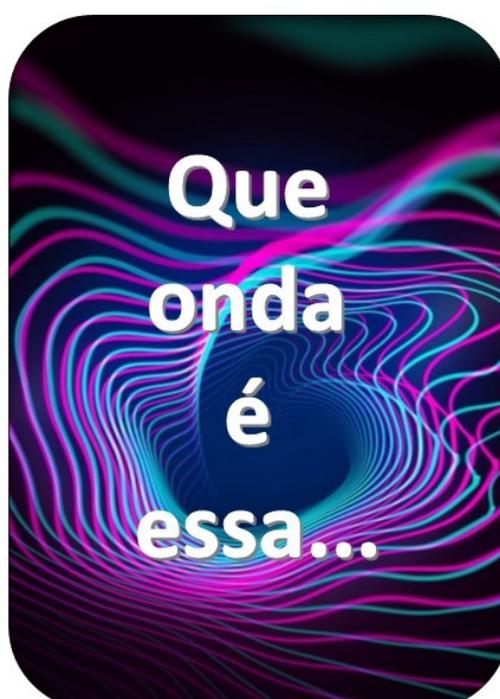
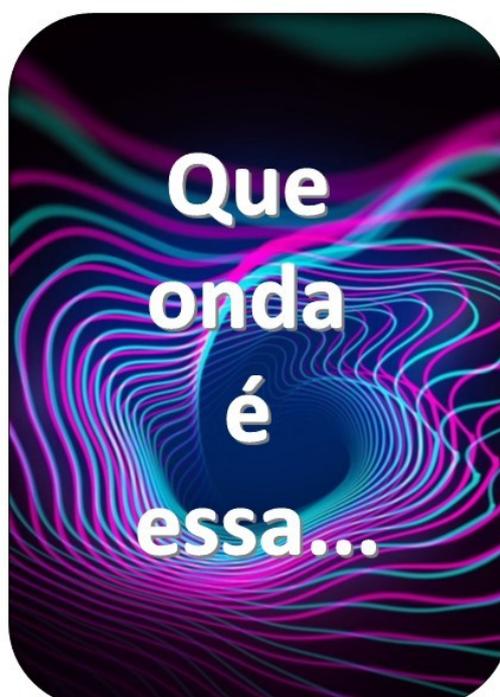
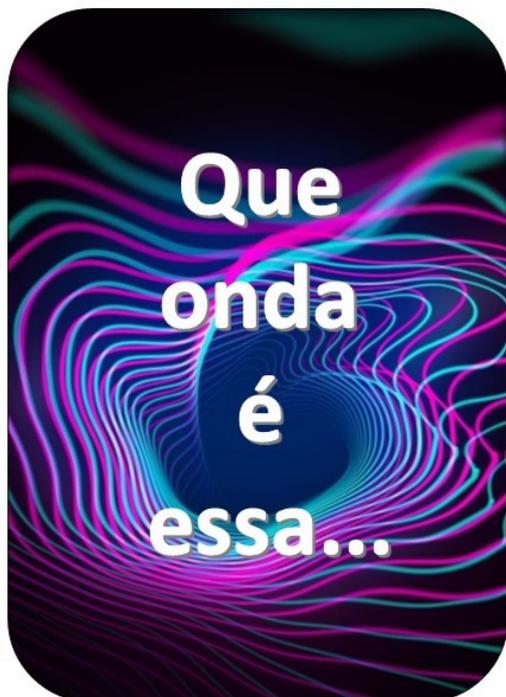


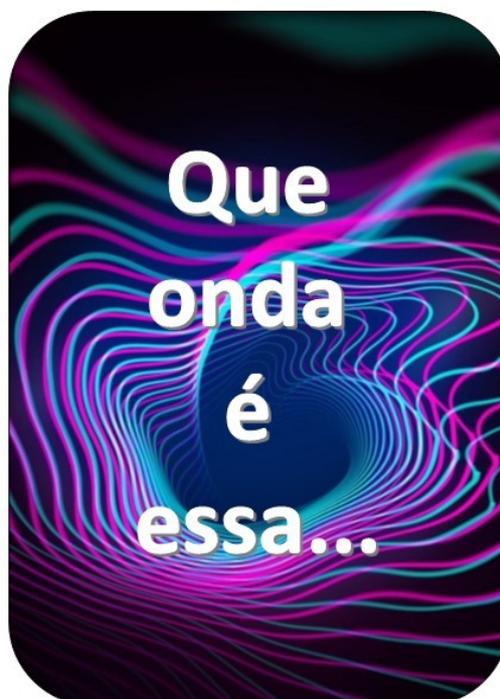


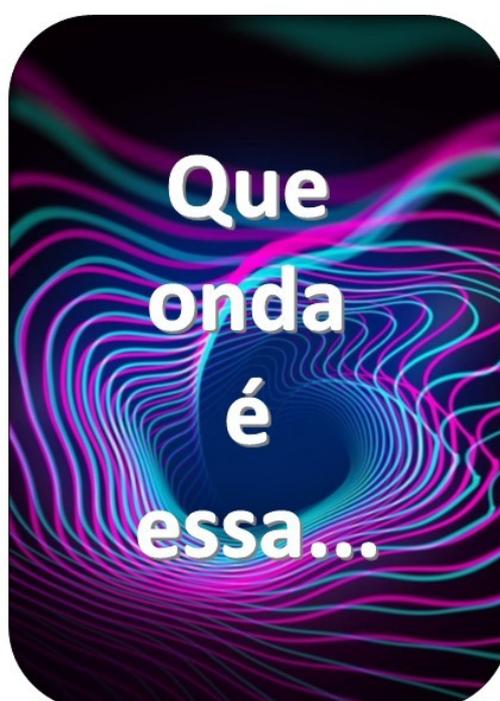
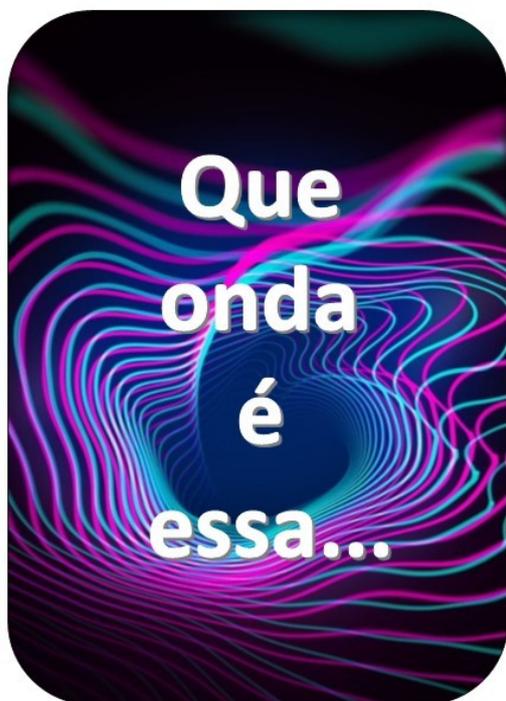
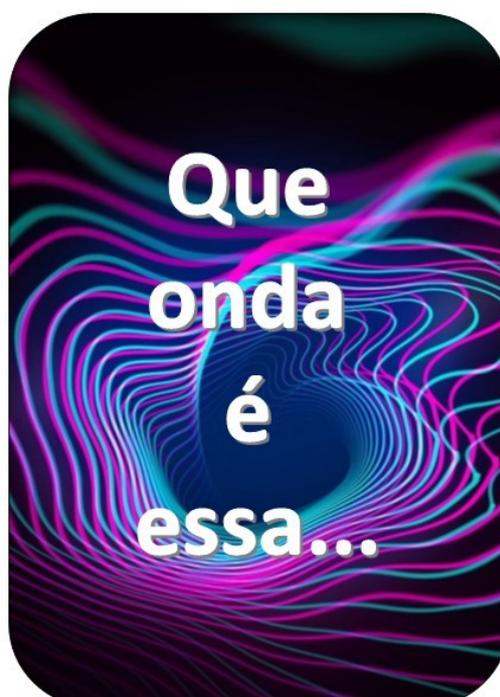
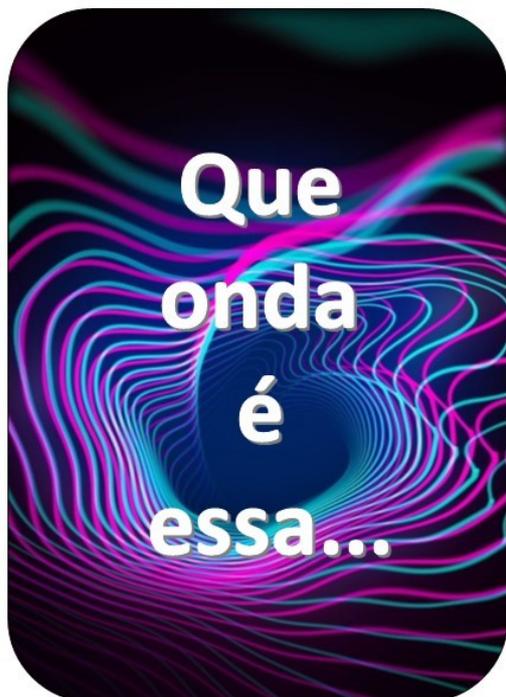


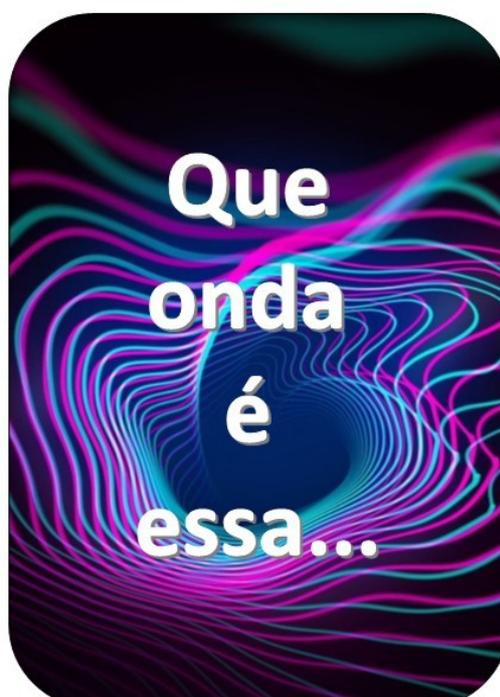
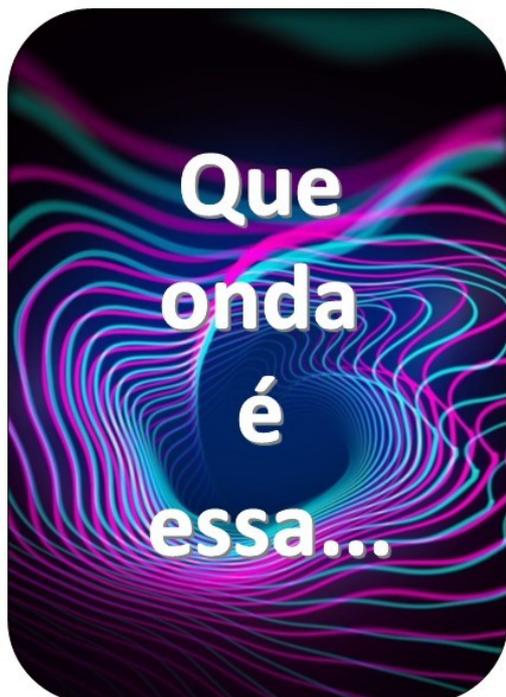






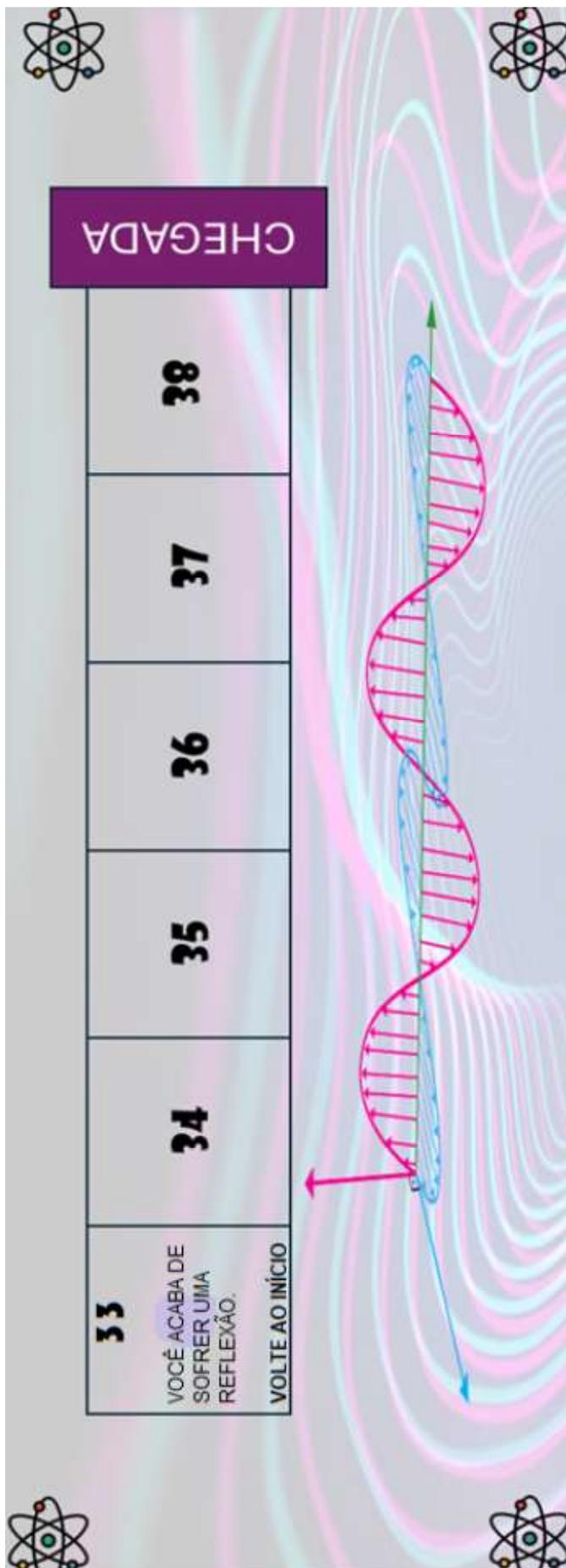






INÍCIO	1	2	3	4	5	6	7	8 VOCÊ ACABA DE ENTRAR EM UM CAMPO RESSONANTE. ISSO AUMENTA SUA AMPLITUDE DE MOVIMENTO. AVANCE 3 CASAS.
15	14	13	12	11	10	9	16 VOCÊ VEIO EM UMA ONDA MECÂNICA E ENTROU NO VÁCUO. NÃO PODENDO SE PROPAGAR. FIQUE UMA RODADA SEM JOGAR.	

17	18	19	20	21	22 VOCÊ ACABA DE SOFRER A DUALIDADE ONDA PARTÍCULA ISSO FAZ COM QUE SUA POSIÇÃO SEJA IMPRECISA. VOLTE 4 CASAS	23
31	30	29 VOCÊ ESTÁ EM UMA CASA ONDE O PERÍODO DIMINUIU, E A FREQUÊNCIA DE ONDA AUMENTOU AVANCE 3 CASAS	28	27	26	25 VOCÊ ACABA DE SOFRER UMA INTERFERÊNCIA CONSTRUCTIVA JOGUE NOVAMENTE
32						



CHEGADA					
33	34	35	36	37	38
VOCÊ ACABA DE SOFRER UMA REFLEXÃO.					
VOLTE AO INÍCIO					

Apêndice F: As regras do jogo:

I – Cada participante (ou equipe) jogará o dado aquele que obtiver maior pontuação começa a jogar.

II – A equipe então, retira um cartão e responde a pergunta, se correta, joga o dado para cima e avança o número de casas correspondentes com a peça representante do grupo. Caso a resposta esteja errada, a equipe permanece na mesma posição.

III- As demais equipes jogam em seguida.

IV- ao chegar em uma casa que possua alguma instrução o jogador devera executar a ação proposta.

V- Vencerá o jogo a equipe que chegar ao final do tabuleiro.