

INSTITUTO FEDERAL

Sertão Pernambucano

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SERTÃO
PERNAMBUCANO
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA
CAMPUS SERRA TALHADA**

KÍVINA REGINA GOMES DE MEDEIROS

**O ENSINO DE FÍSICA NO CONTEXTO DA DEFICIÊNCIA VISUAL: UMA
PROPOSTA INCLUSIVA DE MAQUETES TÁTEIS-VISUAIS PARA O ESTUDO DA
ONDULATÓRIA**

SERRA TALHADA

2025

KÍVINA REGINA GOMES DE MEDEIROS

**O ENSINO DE FÍSICA NO CONTEXTO DA DEFICIÊNCIA VISUAL: UMA
PROPOSTA INCLUSIVA DE MAQUETES TÁTEIS-VISUAIS PARA O ESTUDO DA
ONDULATÓRIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Coordenação do curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, campus Serra Talhada, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciada em Física.

Orientador(a): Prof. Ma. Daniela Santos Silva

Coorientador(a): Dr. Emerson José Freitas da Silva

SERRA TALHADA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M488 Medeiros, Kívina Regina Gomes de.

O ensino de física no contexto da deficiência visual: uma proposta inclusiva de maquetes táteis-visuais para o estudo da ondulatória / Kívina Regina Gomes de Medeiros. - Serra Talhada, 2025.
95 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) -Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Serra Talhada, 2025.

Orientação: Prof^a. Msc. Daniela Santos Silva.
Coorientação: Dr. Emerson José Freitas da Silva.

1. Ensino de Física. 2. Inclusão escolar. 3. Oficina. 4. Ondulatória. 5. Deficiência Visual. I. Título.

CDD 530.07

KÍVINA REGINA GOMES DE MEDEIROS

**O ENSINO DE FÍSICA NO CONTEXTO DA DEFICIÊNCIA VISUAL: UMA
PROPOSTA INCLUSIVA DE MAQUETES TÁTEIS-VISUAIS PARA O ESTUDO DA
ONDULATÓRIA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a Coordenação do curso de
Licenciatura em Física do Instituto Federal
de Educação, Ciência e Tecnologia do
Sertão Pernambucano, Campus Serra
Talhada, como requisito parcial à obtenção
do título de Licenciada em Física.

Aprovado em: 09/04/2025

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 DANIELA SANTOS SILVA
Data: 16/04/2025 19:15:40-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^a. Me. Daniela Santos Silva
Orientadora
IFSertãoPE - Campus Serra Talhada

Documento assinado digitalmente
 EMERSON JOSÉ FREITAS DA SILVA
Data: 17/04/2025 14:34:33-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Emerson José Freitas da Silva
Coorientador
IFSertãoPE - Campus Serra Talhada

Documento assinado digitalmente
 DANIEL DE SOUZA SANTOS
Data: 19/04/2025 11:36:02-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Daniel de Souza Santos
Examinador Interno
IFSertãoPE - Campus Serra Talhada

Documento assinado digitalmente
 LUAN DOUGLAS DA SILVA BRITO
Data: 16/04/2025 19:58:01-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Esp. Luan Douglas da Silva Brito
Examinador Interno
IFSertãoPE - Campus Serra Talhada

Documento assinado digitalmente
 ALESSIO TONY BATISTA CELESTE
Data: 17/04/2025 20:20:53-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Aléssio Tony Batista Celeste
Examinador Externo
IFPB

SERRA TALHADA

2025

Dedico este trabalho com todo meu amor aos meus pais, Rejane Gomes e Kildere Medeiros, que sempre se dedicaram incansavelmente para me proporcionar uma educação de qualidade. Minha gratidão também vai para minha saudosa tia Maria (In memoriam), que sempre acreditou em mim e foi uma fonte constante de apoio.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus, pois tenho a certeza de que nada seria possível sem Ele. Sou grata até pelos dias difíceis, nos quais me concedeu discernimento, força de vontade e, acima de tudo, coragem para superar os desafios ao longo do caminho. Também expresso minha gratidão à minha intercessora, Nossa Senhora Aparecida, que nunca me deixou desamparada, acalmando meus anseios e meu coração. Sem sua constante proteção e intercessão, nada disso teria sido possível.

Expresso minha eterna gratidão aos meus pais, em especial a Rejane Gomes, mulher íntegra, honesta e humilde e, acima de tudo, uma mãe presente em cada momento da minha vida. Ela sempre me incluiu em suas orações e nunca deixou de acreditar em mim, mesmo quando eu mesma duvidava. Lutou ao meu lado pela realização deste sonho, sempre reforçando que a educação deveria ser minha prioridade e que minha formação não se limitava apenas a um diploma, mas sim à concretização do meu maior desejo. O desejo daquela menina de 5 anos que, em meio a seus brinquedos, já sonhava em ser professora.

Há um ditado clichê que diz que o primeiro amor de uma menina sempre será seu pai, e isso se aplica perfeitamente a mim. Gratidão meu pai, Kildere Medeiros, pelo exemplo de força, coragem e discernimento, e por me ensinar que nenhum obstáculo é maior do que nossa determinação. Mesmo sem ter todas as respostas, ele me ensinou lições valiosas, e sou profundamente grata por seu apoio incondicional, pelo primeiro livro que me deu e por tudo que fez para que eu chegasse até aqui. Pai e mãe, conseguimos!

Ao meu irmão, Caio César Medeiros, expresso minha profunda gratidão por tudo. Você e nossos pais são o que tenho de mais precioso, são minha base, meu alicerce, minha estrutura, tudo o que mais prezo em minha vida.

Ao meu noivo, Valdeilton França, meu maior exemplo tanto profissional quanto pessoal, aquele que sempre esteve ao meu lado, tornando meus dias melhores e marcando presença em cada momento. Sua paciência, dedicação e apoio inabalável foram constantes do início ao fim desta etapa, incentivando-me nos dias

difíceis e celebrando comigo cada pequena conquista. Sua força me impulsionou a seguir em frente, seu carinho tornou essa jornada mais leve.

Esta conquista também é sua, Tia Maria (in memoriam). Você foi símbolo de força, amor, cuidado e alegria. Agradeço pelos ensinamentos, pelos gestos de carinho e por tudo que representa em meu coração. Embora não possa estar presente para testemunhar nossa conquista, jamais esquecerei o quão importante você foi em minha vida. Enquanto eu viver, lembrarei dos seus ensinamentos, do seu amor e das nossas boas lembranças.

Aos meus avós maternos, Dona Cândida e Seu Luís de Firmino (in memoriam), expresso minha mais profunda admiração e respeito. Vocês sempre foram bens meus mais preciosos. A vida, por vezes, nos impõe despedidas inesperadas, e, próximo ao parágrafo desta etapa, Seu Luís precisou partir antes de ver sua neta formada. No entanto, suas palavras continuam vivas em mim: “As coisas acontecem no seu tempo”. E com a graça de Deus, concluo esta jornada acadêmica.

Aos meus tios e tias, quero expressar minha gratidão, mesmo sem perceberem, contribuíram diretamente ou indiretamente para minha formação, seja com conselhos, lugar para dormir ou um simples abraço. Vocês são extremamente importantes, e sinto um profundo orgulho da minha família.

Agradeço profundamente à minha orientadora, professora Me. Daniela Santos Silva, ela foi símbolo de alegria, sorrisos gentis e extrema dedicação. Fui agraciada por ser minha orientadora em um projeto de extensão, onde sempre tive total apreço pela sua organização. Suas contribuições foram essenciais em cada etapa deste processo, desde os estágios até as práticas de ensino, e finalmente neste trabalho de conclusão de curso, ela esteve ao meu lado, orientando e apoiando.

Ao meu coorientador e coordenador do curso, professor Dr. Emerson José Freitas da Silva, que ministrou a disciplina de Eletrodinâmica, expresso minha sincera gratidão. Sua preocupação sincera em garantir que eu compreendesse o conteúdo foi fundamental para meu aprendizado. Ele aceitou ser meu coorientador e, sempre que precisei, não hesitou em buscar os meios necessários para me oferecer o suporte adequado. Sua orientação e apoio foram essenciais para a realização deste trabalho, e sou grata por sua dedicação.

Aos meus professores da graduação, expresso minha gratidão pelos ensinamentos, conhecimentos, desafios e superações ao longo da minha jornada acadêmica. Em particular, gostaria de destacar a professora Dr^a. Marluce Oliveira, e o professor Dr^o. Daniel César, cujas contribuições foram fundamentais para o meu crescimento profissional e pessoal.

Aos meus colegas de graduação, expresso minha gratidão por tornarem os dias difíceis, menos densos. Assim como, seus conselhos foram essenciais e guardarei todas as recordações com vocês.

Eternizo minha gratidão à banca examinadora, por suas valiosas considerações e pela contribuição fundamental para a realização deste trabalho. Agradeço por terem aceitado o convite e por todo o apoio oferecido. Vocês foram cruciais nesse processo, e minha gratidão é imensa.

Por fim, mas não menos importante, é com imensa gratidão que expresso meu reconhecimento ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano – Campus Serra Talhada, pelos anos de aprendizado que me foram proporcionados. Ao longo dessa jornada coesa, tive a oportunidade de realizar estágios supervisionados obrigatórios, participar do Pibid, Residência Pedagógica, monitorias, projeto de extensão e tudo isso dentro das instalações do próprio Instituto Federal, experiências que deixaram marcas profundas em minha formação acadêmica.

Nós conseguimos! Viva a educação pública!

“Não se pode ensinar algo a alguém, pode-se apenas auxiliá-lo a descobrir por si mesmo”.

(Galileu Galilei)

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar um material didático adaptado para o Ensino de Física destinados aos estudantes com deficiência visual, com ênfase no 9º ano do Ensino Fundamental. O recurso desenvolvido resume-se em maquetes táteis-visuais que visam garantir a compreensão das relações entre o material criado e os conteúdos apresentados. Essa proposta tem por finalidade promover acessibilidade aos estudantes com cegueira e baixa visão, assegurando-lhes uma introdução inclusiva, durante seu primeiro contato com o componente curricular de Ciências. A oficina utiliza recursos adaptados para abordar conceitos introdutórios de ondulatória, como os fenômenos de refração, reflexão, dispersão e difração, além de uma maquete que representa os elementos de uma onda. A criação desses modelos fundamenta-se no Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), cujo foco principal é elaborar materiais que não precisem de adaptações adicionais, sendo igualmente úteis para todos os estudantes. Espera-se que o uso dessas maquetes em alto relevo e de baixo custo, contribua para uma compreensão mais inclusiva e significativa dos conceitos ondulatórios.

Palavras-chave: Ensino de Física; Inclusão escolar; Oficina; Ondulatória; Deficiência Visual.

ABSTRACT

This work aims to present teaching material adapted for Physics Teaching aimed at visually impaired students, with emphasis on the 9th grade of Elementary School. The resource developed consists of tactile-visual models that aim to ensure understanding of the relationships between the created material and the content presented. This proposal aims to promote accessibility for students with blindness and low vision, ensuring them an inclusive introduction during their first contact with the Science curricular component. The workshop uses adapted resources to address introductory wave concepts, such as the phenomena of refraction, reflection, dispersion and diffraction, in addition to a model that represents the elements of a wave. The creation of these models is based on Universal Design for Learning (UDL), whose main focus is to develop materials that do not require additional adaptations, being equally useful for all students. It is expected that the use of these low-cost, high-relief models will contribute to a more inclusive and meaningful understanding of wave concepts.

Keywords: Physics Teaching; School Inclusion; Workshop; Wave; Visual; Impairment.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– Esquema da Percepção Tátil.....	31
Figura 2	– Representação dos Elementos de uma Onda.....	37
Figura 3	– Protótipo dos Elementos de uma onda.....	40
Figura 4	– Fenômeno de Refração da Luz.....	43
Figura 5	– Protótipo do Fenômeno de Refração da luz.....	46
Figura 6	– Protótipo do Fenômeno da Refração com a direção original.....	47
Figura 7	– Fenômeno de Reflexão da Luz.....	48
Figura 8	– Protótipo do Fenômeno de Reflexão da Luz.....	50
Figura 9	– Protótipo do Fenômeno de Reflexão com a direção original.....	51
Figura 10	– Fenômeno de Dispersão da Luz.....	52
Figura 11	– Prisma de Newton.....	53
Figura 12	– Protótipo do Fenômeno de Dispersão da Luz.....	55
Figura 13	– Espectro Eletromagnético.....	57
Figura 14	– Fenômeno de Difração em Fenda Simples.....	58
Figura 15	– Protótipo do Fenômeno de Difração em Fenda Simples.....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Roteiro para observações táteis sobre elementos da onda.....	41
Tabela 2	– Questões para o debate sobre os elementos de uma onda.....	42
Tabela 3	– Guia para exploração dos Conceitos de Refração.....	44
Tabela 4	– Questionamentos sobre o Fenômeno de Refração.....	47
Tabela 5	– Guia para orientação do uso tátil-auditivo sobre Reflexão.....	49
Tabela 6	– Perguntas sobre o Fenômeno de Reflexão.....	51
Tabela 7	– Material de apoio para maquete de Dispersão Luminosa.....	56
Tabela 8	– Indagações sobre o Fenômeno de Dispersão da Luminosa.....	56
Tabela 9	– Guia de apoio sobre o Fenômeno de Difração.....	60
Tabela 10	– Questionários sobre o Fenômeno de Difração.....	61

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIPD	Ano Internacional das Pessoas com Deficiência
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
c	Velocidade da Luz no Vácuo
CDU	Conceito de Desenho Universal
CVI	Centro de Vida Independente
DVs	Deficiência Visual
DUA	Desenho Universal para a Aprendizagem
IBC	Instituto Benjamin Constant
LBI	Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
LDBEN	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
m/s	Metros por Segundo
NEE	Necessidades Educacionais Especiais
ONU	Organização das Nações Unidas
OMS	Organização Mundial de Saúde
PcD -visual	Pessoas com Deficiência Visual
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
PNE	Plano Nacional de Educação
TA	Tecnologia Assistiva

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1	–	Frequência de Onda.....	38
Equação 2	–	Frequência Angular.....	39
Equação 3	–	Velocidade da Onda.....	39
Equação 4	–	Velocidade de uma Onda em Função da Frequência.....	39

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	OBJETIVOS	21
2.1	Objetivo Geral	21
2.2	Objetivos Específicos	21
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
3.1	Histórico sobre inclusão educacional.....	22
3.2	O ensino de Física e a deficiência visual.....	24
3.3	Aprendizagem Significativa de Ausubel.....	27
3.4	Experimentos didáticos inclusivos para estudantes com deficiência visual.....	28
4	PROPOSTA METODOLÓGICA	33
4.1	Ondas	36
4.2	Elementos da Onda	37
4.3	Fenômenos Ondulatórios	42
4.3.1	Fenômenos de Refração da Luz.....	43
4.3.2	Fenômenos de Reflexão da Luz.....	48
4.3.3	Fenômenos de Dispersão da Luz.....	52
4.3.4	Fenômenos de Difração.....	57
5	RESULTADOS ESPERADOS	62
6	CONCLUSÃO	64
	REFERÊNCIAS	65 - 69
	APÊNDICE A – PLANO DE AULA	70 - 74
	APÊNDICE B – PLANO DE AULA	75 - 79
	APÊNDICE C – PLANO DE AULA	80 - 84
	APÊNDICE D – PLANO DE AULA	85 - 89
	APÊNDICE E – PLANO DE AULA	91 - 95

APRESENTAÇÃO

Caro docente/leitor,

Este Trabalho de Conclusão de Curso apresenta uma proposta inovadora e inclusiva, destinada a educadores do Ensino Fundamental nos componentes curriculares de Ciências ou Física, com o objetivo de apoiar o ensino dos discentes com deficiência visual em salas de aula regulares.

A metodologia proposta aborda o ensino de tópicos de Ondulatória por meio de maquetes táteis-visuais, projetada para atender às necessidades desses estudantes. O material visa fornecer uma compreensão mais concreta e interativa de conceitos que estão sendo estudados, promovendo uma experiência de aprendizagem acessível e significativa.

As atividades sugeridas têm como foco estimular o diálogo entre professores e estudantes, bem como entre os próprios estudantes, fomentando reflexões e discutindo sobre os elementos e fenômenos apresentados. Essa abordagem pedagógica facilita a construção de conexões entre o conteúdo científico e a experiência cotidiana dos educandos, ampliando suas habilidades analíticas e sua capacidade de interação com o mundo ao redor.

Os recursos utilizados para a confecção das maquetes incluem materiais de baixo custo e de fácil acesso, como palitos de churrasco e picolé, barbantes, EVA, tintas e elementos em Braille. Esses materiais foram selecionados para representar conceitos fundamentais da Ondulatória, como os elementos de uma onda, além de especificações, como refração, reflexão, dispersão e difração.

Com base nessa reflexão, este trabalho abraça o desafio da Educação Inclusiva por meio do desenvolvimento de modelos de maquetes em alto-relevo. A criação desses modelos fundamenta-se no conceito do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), cujo objetivo principal é elaborar materiais que não precisem de adaptações adicionais, sendo uma abordagem com foco na aprendizagem acessível para todos os estudantes.

Dessa forma, a proposta não apenas contribui para a inclusão no ensino de Física, mas também reforça a importância de práticas pedagógicas que promovam a equidade e a inclusão entre todos os estudantes, independentemente de suas necessidades.

1 INTRODUÇÃO

A ciência permeia todas as áreas do saber e está integrada ao cotidiano de cada indivíduo. Em qualquer contexto, o entendimento fundamental das leis naturais se mostra essencial, e sua construção de maneira consistente pode ser determinante tanto para um desempenho acadêmico eficiente quanto para uma visão ampla e crítica do mundo (BRASIL, 1997).

De acordo com Maria et al. (2001), o Ensino de Ciências tem como objetivo curricular promover a formação cidadã dos estudantes, proporcionando a ampliação de suas vivências. Essa proposta precisa ser ajustada constantemente para se alinhar às realidades vivenciadas por jovens e adultos, garantindo que suas experiências e perspectivas sobre si mesmos, os outros e o meio sejam devidamente reconhecidas e valorizadas.

A Educação Inclusiva é um direito transversal que engloba todas as etapas, modalidades e níveis de ensino, por meio do atendimento educacional especializado, preferencialmente nas redes regulares de ensino, de acordo com o Art. 4, inciso III, da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) (Brasil, 1996).

A inclusão de estudantes com deficiência, especialmente aqueles com deficiência visual, ainda enfrenta vários obstáculos, sendo a falta de acessibilidade um fator preponderante. No contexto educacional, a implementação de estratégias pedagógicas inclusivas, como o uso de tecnologias assistivas, maquetes táteis e atividades sensoriais, é essencial para garantir que todos os estudantes possam acessar e participar do currículo de forma equitativa. Segundo Lima (2016), a adoção de práticas pedagógicas que consideram as especificidades dos discentes com deficiência é fundamental para promover um ambiente educacional verdadeiramente inclusivo.

A educação é um direito fundamental que deve ser garantido a todos, a falta do ensino ou sua precariedade resulta em inúmeras dificuldades e prejudica o desenvolvimento humano. E quando trata-se do ensino para pessoas com deficiência, o cenário é ainda mais desafiador (Mantoan, 2003).

Diante do exposto, a Educação Inclusiva visa a integração dessas pessoas no ambiente escolar. Segundo Stainback; Stainback (1999, p. 21 apud SILVA NETO et al, 2018, p.87):

A educação inclusiva pode ser definida como a prática da inclusão de todos – independentemente de seu talento, deficiência, origem socioeconômica ou cultural – em escolas e salas de aula provedoras, onde as necessidades desses alunos sejam satisfeitas (STAINBACK; STAINBACK, 1999, p. 21).

Sob a ótica de Mantoan (2003, p. 16), o conceito de inclusão escolar afirma que, “todos os alunos, sem exceção, devem frequentar as salas de aula do ensino regular”. Nesse contexto, a adoção da Educação Inclusiva representa uma quebra de paradigma, onde busca reconfigurar a visão educacional, direcionando-se não somente ao grupo que acompanha o ritmo convencional da aula, mas abrangendo todos os estudantes.

Mantoan (2003, p.17) destaca que, “a inclusão é uma provocação, visando aprimorar a qualidade do ensino das escolas e alcançar todos os alunos que enfrentam dificuldades em suas salas de aula.” As estruturas curriculares e os recursos pedagógicos devem apresentar um caráter mais adaptável, para poder atender à diversidade que está inserida na sala de aula, visto que são estudantes com diferentes formas de aprendizagem, com deficiência, ou com dificuldades de aprendizagem.

A discutida importância do ensino de Física para estudantes com deficiência visual, torna-se cada vez mais frequente no contexto escolar. A lei Nº 7.853 (BRASIL, 1989) concede a essas pessoas o direito à “inclusão” nas classes regulares. No entanto, muitos professores e profissionais da educação encontram grandes dificuldades nas práticas inclusivas e no suporte de atender às necessidades individuais de cada educando.

Embora seja garantido universalização do ensino, esse processo depende da adaptação do currículo e dos métodos de ensino que garantam inclusão de todos. Diante do exposto, é necessário utilizar, criar e adaptar materiais adequados para que esses estudantes possam participar plenamente das aulas (Moraes; Camargo, 2018).

Segundo Mantoan (2002), as anotações no caderno, utilização de lousa para a realização de tarefas, provas escritas, medições, gráficos, desenhos entre outras coisas, sentenciam o estudante com deficiência visual ao fracasso escolar e à não socialização dando a ideia de ele é incapaz de assimilar o conteúdo ou inferior a outros estudantes como indica LIPPE e CAMARGO (2009):

É compreensível que estudantes com deficiência visual apresentem dificuldades com a sistemática do Ensino de Física, visto que o mesmo fundamenta-se em boa parte, em referenciais funcionais visuais.

Gomes et al. (2017), destaca a importância do desenvolvimento de metodologias que valorizem formas não visuais de aprendizagem, como desenvolver recursos que aprimorem as discussões orais, audiodescrições, imagens em relevo ou maquetes táteis-visuais de simples execução que relacione a teoria e a prática para que o aluno estudante com deficiência visual possa estar inserido no processo de ensino e aprendizagem.

De acordo com Camargo (2007, p. 30), para ensinar Física aos estudantes com deficiência visual o professor deve, antes de tudo:

[...] criar ou adaptar equipamentos que emitam sons ou possam ser tocados e manipulados. Isto é necessário para que o aluno consiga observar o fenômeno físico a ser estudado. [...] deve evitar o uso de gestos, figuras e fórmulas que somente podem ser vistos. Isso significa que o professor deve usar materiais de apoio em braile, gráficos em relevo, calculadora falante e, quando preciso, tocar nas mãos dos alunos para apresentar-lhes alguma explicação (CAMARGO, 2007, p. 30).

A criação de materiais táteis, pode ser uma ferramenta útil para auxiliar a aprendizagem dos educandos com deficiência visual, pois busca promover a compreensão de conceitos abstratos que fazem uso de representações visuais. Portanto, de modo a promover uma educação inclusiva, especificamente tratando-se do ensino de Física para estudantes com deficiência visual, este trabalho apresenta uma proposta que procura fomentar os conceitos de ondulatória através do uso de recursos adaptados.

A partir dessa compreensão, busca-se desenvolver materiais didáticos inclusivos que possam apoiar tanto o docente quanto o discente, facilitando a aprendizagem e promovendo uma educação mais acessível e equitativa para todos os estudantes do ensino fundamental.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- Proporcionar estratégias pedagógicas inclusivas para que os estudantes com deficiência visual possam aprender de forma acessível os conceitos introdutórios de Ondulatória, por meio de maquetes táteis adaptadas no 9º ano do Ensino Fundamental.

2.2 Objetivos específicos

- Estudar estratégias pedagógicas inclusivas que promovam a participação ativa dos estudantes nas aulas de Ciências/Física com o uso de materiais adaptados;
- Promover acessibilidade aos estudantes com deficiência visual nas aulas de Ciências/Física no Ensino Fundamental, possibilitando uma introdução inclusiva dos conceitos físicos;
- Disponibilizar ferramentas didático-pedagógicas inclusivas que viabilizem maior representatividade tátil para os estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental;
- Desenvolver habilidades de exploração tátil, auditiva e cognitiva que fortaleçam o processo de ensino e aprendizagem, estimulando o engajamento dos estudantes na construção de conhecimentos.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 HISTÓRICO SOBRE INCLUSÃO EDUCACIONAL

Considera-se inclusão educacional o processo pelo qual as instituições de ensino vislumbram-se de maneiras de incluir os estudantes com deficiências em seus ambientes e, preparem para assumir papéis nestes ambientes (Sassaki, 1999).

Conforme a compreensão apresentada, para que ocorra inclusão dos educandos com deficiência visual no ambiente interpessoal da sala de aula, as práticas educacionais devem ser amplamente articuladas para possibilitar a heterogeneidade humana, considerando a valorização individual dos estudantes conforme suas condições pessoais (Carvalho e Monte, 1995).

De acordo com o pensamento de Sassaki (1999), a inclusão é bilateral e colaborativa, no qual tanto os indivíduos com deficiências quanto o meio que estão inseridos, busquem em consonância, equacionar as condições para um ambiente acessível. No contexto do ensino de Física, isso significa que a colaboração é mútua, ou seja, entre o corpo docente, estudante com deficiência e o ambiente educativo, pois essa ação em conjunto, permite identificar as barreiras que dificultam o processo de ensino e aprendizagem, não deixando apenas os obstáculos intransponíveis, mas adaptando-se as necessidades de aprendizagem de cada estudante.

Conforme Sassaki (2009), na década de 1950, profissionais da área de reabilitação evidenciaram as dificuldades enfrentadas por pessoas com dificuldades devido à falta de acessibilidade em escolas, espaços urbanos, edifícios e, principalmente nos meios de transportes. Essas barreiras que dificultavam o acesso a realização do desempenho das atividades essenciais básicas dos cidadãos, que implicava para inserção das pessoas com deficiências no âmbito social. Dentre essa perspectiva, em 1970, foi fundado o primeiro Centro de Vida Independente (CVI) no mundo, essa criação fortaleceu a autonomia de inúmeras pessoas com deficiência, proporcionando maior acessibilidade para os espaços físicos

Em 1975, a Organização das Nações Unidas (ONU) proclamou a aprovação da Declaração dos Direitos das Pessoas Deficientes, grande marco para promoção dos direitos humanos e na inclusão das pessoas com deficiência, que objetivou promover os princípios de igualdade de direitos, dignidade e respeito para todas às pessoas com deficiências. Posteriormente, em 1976, foi instituído o Ano Internacional das

Pessoas Deficientes (International Year of Disabled Persons) – AIPD, o qual formalizou a mudança da percepção social sobre a deficiência, passando de uma abordagem assistência e direito a inclusão (Figueira, 2008, p.117-118).

O Instituto Benjamin Constant (IBC), fundado em 1854 no Rio de Janeiro, é uma instituição de destaque no Brasil no ensino para pessoas com deficiência visual. Originalmente denominado Imperial Instituto dos Meninos Cegos, foi criado pelo Imperador D. Pedro II com a finalidade de promover a educação de indivíduos cegos em todo o país. O instituto desempenha um papel crucial na formação de professores e no desenvolvimento de metodologias inclusivas, contribuindo de forma significativa para a promoção da acessibilidade no ensino (MANTOAN, 2003).

Em 1996, com a criação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), Lei n. 9394/1996, a qual alicerçou bases para uma educação inclusiva ao reconhecer a necessidade de conceder um atendimento educacional especializado para estudantes com deficiência, assegurando-lhes sua integração prioritária na rede regular de ensino (BRASIL, 2022). A implementação dessa lei, possibilitou um marco legal para o desenvolvimento da educação do Brasil, instituindo princípios, diretrizes e normativas que garantam o direito à educação para todos os cidadãos, possibilitando o atendimento aos discentes com necessidades especiais.

No que diz respeito a iniciativas de promover a inclusão social, foi sancionada em 2015, a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (LBI) que é “destinada a assegurar e a promover, em condições de igualdade, o exercício dos direitos e das liberdades fundamentais por pessoa com deficiência, visando à sua inclusão social e cidadania” (BRASIL, 2015). Desta forma, tem por finalidade assegurar os direitos das pessoas com deficiência, articulando estratégias voltadas à inclusão, acessibilidade social e a cidadania plena de todos os cidadãos em todas as esferas da sociedade.

A inserção do Brasil na Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência, em 2008, procura garantir a igualdade de direitos e cabimentos legais reforçando o compromisso nacional na defesa dos direitos das pessoas com deficiência, que é fundamentada no princípio de que a inclusão é um direito todos.

Em 2014, com a concretização do Plano Nacional de Educação (PNE), instituído pela Lei nº 13.005/2014, o Brasil deu um passo importante na definição de uma estratégia de planejamento voltada para a melhoria da qualidade da educação. O PNE estabelece objetivos quantificáveis e metas específicas a serem alcançadas

ao longo de um período de 10 anos, com o intuito de promover uma educação mais inclusiva, igualitária e de qualidade em todo o país.

No contexto da inclusão, o PNE busca alinhar-se com as diretrizes de equidade e acesso à educação, segundo o Ministério da Educação:

Universalizar, para a população de 4 (quatro) a 17 (dezessete) anos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades ou superdotação, o acesso à educação básica e ao atendimento educacional especializado, preferencialmente na rede regular de ensino, com a garantia de sistema educacional inclusivo, de salas de recursos multifuncionais, classes, escolas ou serviços especializados, públicos ou conveniados (BRASIL, 2014).

Diante do exposto, a universalização do acesso à educação para os estudantes com deficiências para o público-alvo da educação especial é o ponto de flexão das políticas de inclusão, etapa crucial para assegurar um sistema de ensino adaptado às especificidades de cada educando, com o atendimento especializado, aulas especializadas e ferramentas didáticos-pedagógicas que viabilizem a emersão de todos os discentes no processo de aprendizagem.

3.2 O ENSINO DE FÍSICA E A DEFICIÊNCIA VISUAL

Nos últimos anos, observa-se um aumento significativo no desenvolvimento de propostas inclusivas em diversos setores da sociedade. Desde o acesso à educação até a inserção no mercado de trabalho, pessoas com deficiência conquistando cada vez mais espaço. A integração dessas pessoas surgiu por volta de 1969, com o objetivo de combater a segregação (MANTOAN, 2003). Contudo, para que o processo de inclusão seja realmente eficaz, é fundamental compreender as especificidades das limitações de cada indivíduo.

É fundamental compreender os critérios que definem uma pessoa com deficiência, conforme estabelece a Lei nº 13.146/2015 (Estatuto da Pessoa com Deficiência):

Considera-se pessoa com deficiência aquela que tem impedimento de longo prazo de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, o qual, em interação com uma ou mais barreiras, pode obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdade de condições com as demais pessoas.

De acordo com a Lei nº 13.146/2015 (BRASIL, 2015), as deficiências podem ser congênitas ou adquiridas. Este trabalho aborda a deficiência visual, descrita pela

perda ou redução significativa e definitiva da visão em ambos os olhos, que não pode ser corrigida por lentes, tratamentos clínicos ou cirúrgicos. Também casos de visão subnormal, em que fatores como a fusão das imagens pelos olhos, percepção de núcleos, adaptação ao claro e escuro, e sensibilidade aos contrastes podem influenciar a capacidade visual.

As necessidades de cada estudante com deficiência são únicas e exigem metodologias específicas que atendem às suas particularidades. No entanto, a preocupação com a educação inclusiva muitas vezes surge apenas quando o professor se depara com a situação em sala de aula, o que é agravado pela escassez de materiais adequados para garantir uma aprendizagem eficaz (DICKMAN; FERREIRA, 2008).

O desafio enfrentado por pessoas com deficiência visual (DV) no processo de aprendizagem é significativo, já que, muitas vezes, a visão é considerada um pré-requisito para compreender determinados conteúdos (CAMARGO, 2007). Por isso, é indispensável um planejamento pedagógico adequado, que garanta o acesso ao conhecimento para todos os estudantes. Esse planejamento deve incluir metodologias de ensino ampliadas, adaptação curricular e uso de materiais especializados, recursos essenciais para a Educação Especial, cuja importância é cada vez mais evidente atualmente.

Os olhos são órgãos essenciais para o sentido da visão, responsáveis por possibilitar a aprimoração das percepções e a interação com o mundo ao redor. Sendo um órgão complexo que permite a percepção visual e a interação social, por meio da visão os indivíduos são capazes de ler, escrever, identificar objetos, dimensões e estabelecer diferenças entre núcleos e texturas (ALVES, 2019).

Segundo Lima, Silva e Lima (2020) a inclusão escolar é primordial para garantir que todos os discentes matriculados recebam a educação adequada às suas características e potenciais. Isso implica na promoção de práticas pedagógicas adaptadas e a implementação de materiais os quais venham a promover um corpo educacional inclusivo, independente de suas diferenças e necessidades educacionais.

No ambiente escolar cada estudante apresenta sua individualidade, visto que o processo formativo apresenta sua declividade para todos os estudantes. No que concerne à sala de aula, nesse ambiente diverso, cada estudante apresenta seu ritmo

de aprendizagem que é influenciado por fatores contextuais, individuais e sociais, os quais corroboram diretamente para as dificuldades de aprendizagem.

É notório, os avanços das propostas inclusivas na sociedade que reflete na crescente conscientização em possibilitar ambientes acessíveis e equitativos. No que tange à educação as políticas públicas e as práticas educacionais estão intensificando seus currículos educacionais, a fim de implementar recursos que promovam a inclusão referente às necessidades de cada estudante, dentro e fora da sala de aula. Os avanços nas iniciativas de inclusão com respeito às diferenças e a integração de todos vem ganhando espaço em todas as áreas, o qual desenvolve papel primordial para o desenvolvimento ativo e para a integração social. Essa ideologia de integração surgiu por volta de 1969, visando evitar a segregação (MANTOAN, 2003).

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), para que uma pessoa seja considerada com deficiência visual, deve ser privada, de forma parcial ou total da capacidade de enxergar. O conceito de Deficiência Visual (DV), abrange tanto a cegueira quanto a baixa visão. Camargo (2005) pontua que, é determinada como pessoa cega aquela que apresenta pouca ou nenhuma percepção da luz, não sendo capaz de identificar e distinguir objetos nas suas proximidades ou distantes de si. Já o indivíduo com baixa visão possui a possibilidade de enxergar, apresentando certa estabilidade a curto alcance, mas com uma condição mais limitada.

Segundo o Ministério da Educação e Cultura/Secretaria de Educação Especial (2007), há um planejamento voltado para a inclusão, o qual promove ações políticas, culturais, sociais e pedagógicas que objetiva assegurar que todos os estudantes, podem aprender juntos, sem qualquer ato de discriminação. Este documento, visa defender que a igualdade e a diversidade devem atuar em consonância, ou seja, valores inseparáveis. Porém, reconhece que as práticas discriminatórias ainda são pertinentes no âmbito educacional e, frente a esse fator, busca reivindicar alternativas que visem erradicar essas dificuldades.

Sob essa perspectiva, a educação inclusiva é essencial para construção de uma sociedade equitativa, visto que, ela não é ceifada apenas a não permitir, mas sim promover a valorização das diferenças entre os discentes, promovendo de forma igualitária a emersão de todos. Desta maneira, as metodologias vinculadas ao processo de ensino-aprendizagem e como estas atividades serão aplicadas, necessitasse de estratégias que propiciem nas instituições de ensino, maior

acessibilidade e independência para o estudante, permitindo-lhe inserção na sala de aula de forma ativa.

A Constituição Federal, considerada a base das garantias de direitos no Brasil, no seu artigo 206 estabelece que: “[...] o ensino será ministrado com base nos seguintes princípios: I – igualdade de condições para o acesso e permanência na escola” (BRASIL, 1988, p. 34). Destarte, a educação é assegurada como um direito de todos, fundamentada no princípio de equidade baseada no senso de justiça de acordo com as condições de cada indivíduo. Em parâmetro com a realidade social, todos os discentes têm direito à educação, que exige uma aplicação justa e proporcional dos recursos, adaptada às diversas realidades sociais.

3.3 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL

A Teoria da Aprendizagem Significativa enfatiza que o aprendizado significativo ocorre quando novos conhecimentos se conectam de maneira relevante e não arbitrária aos conhecimentos prévios do estudante. Desta forma, o que o discente já sabe torna-se um fator fundamental para a assimilação e construção de novos conceitos, possibilitando uma compreensão mais profunda e consistente.

Diante disso, é possível estabelecer uma conexão entre a teoria de Ausubel e o modelo construtivista de ensino e aprendizagem. Conforme Mortimer (1996), existem pelo menos duas características do construtivismo que se alinham com os princípios de Ausubel: “1) a aprendizagem ocorre por meio da participação ativa do aprendiz na construção do conhecimento; 2) as concepções prévias dos estudantes são fundamentais para o processo de aprendizagem” (p. 22).

Esse processo ocorre por meio do que Moreira (2015) denomina Interação Cognitiva, na qual o conhecimento prévio se relaciona com o novo conhecimento, resultando na construção de novos significados. Dessa forma, o conhecimento que o estudante já possui torna-se mais elaborado e estável, funcionando novamente como subsunçor para a assimilação de novos saberes.

É importante destacar que a aprendizagem significativa acontece quando o estudante demonstra abertura para aprender, permitindo que seu conhecimento prévio interaja com novas informações em sua estrutura cognitiva, resultando na construção de significados. Se isso não ocorrer, ou se o aprendizado se restringir à memorização sem compreensão, isso se caracteriza como aprendizagem mecânica,

um conceito proposto por Ausubel. Essa forma de aprendizagem se caracteriza pelo armazenamento do novo conteúdo de maneira isolada ou por associações arbitrárias dentro da estrutura cognitiva (Moreira, 2011).

Segundo Valadares (2011), a Teoria da Aprendizagem Significativa se alinha claramente ao Construtivismo, pois sustenta que o sujeito é o principal agente estruturante de seu próprio conhecimento. O processo de aprendizagem significativa é descrito como construtivo e reconstrutivo, destacando a importância fundamental dos conhecimentos prévios do aprender. Para que esse processo ocorra de forma eficaz, a mente do sujeito deve ser ativa, permitindo que o novo conhecimento seja aprimorado associado às ideias subsunçoras já apresentadas em sua estrutura cognitiva.

Dessa forma, compreende-se que a tendência pedagógica que fundamenta este trabalho é o construtivismo humano, conforme proposto por Joseph Novak. De acordo com Valadares (2011): [...] “trata-se de uma teoria cognitiva-humanista em que o ser humano atua recorrendo a pensamentos, sentimentos e ações para dar significados às experiências que vai vivendo.”

Optamos pela teoria educacional da Aprendizagem Significativa porque entendemos que os conteúdos representados nas maquetes táteis-visuais podem ser considerados materiais potencializadores. Além disso, a experimentação e o uso desses materiais adaptados promovem, nos estudantes, uma atitude favorável à aprendizagem significativa, ou seja, possibilitando a assimilação de novos conhecimentos de forma inclusiva. De acordo com Ausubel, essas condições essenciais devem estar presentes para que o aprendizado com significado ocorra.

3.4 EXPERIMENTOS DIDÁTICOS INCLUSIVOS PARA ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA VISUAL

É notório os desafios existentes entre o corpo docente para trabalhar com estudantes com Necessidades Educacionais Especiais (NEE), principalmente nas estratégias de adaptação dos recursos didáticos. De acordo com as análises de SILVA (2015) a maior fonte de desafios de planejar uma aula, que venha a impulsionar a participação e o conhecimento ativo e atenda as limitações de um discente com NEE, gera algumas preocupações quando as metodologias a serem utilizadas.

O olhar para a experimentação vislumbra a exploração de conceitos que são altamente importantes para a compreensão fecunda de determinado assunto, com isso faz-se necessário o desenvolvimento de metodologias que contemplem as maneiras não visuais de aprender e instrumentos que facilitem o processo de ensino-aprendizagem de todos os educandos.

No processo de realização de experimentos, pode-se mudar o referencial observacional visual para outro como, por exemplo, se utilizar o referencial observacional tátil ou até mesmo o referencial observacional gustativo permitindo assim que a informação chegue a todos os alunos de maneira adequada, visto que os videntes também são ouvintes e possuem percepções táteis, segundo CAMARGO (2001, p. 9).

É primordial o desenvolvimento de práticas pedagógicas que desenvolvam as maneiras não visuais de se aprender, por exemplo, materiais em Braille, maquetes-táteis, ampliação de atividades, softwares leitores de telas. Diante dessa perspectiva, torna-se cabível analisar que o componente curricular de Física depende de equações algébricas e representações gráficas visuais para interpretação dos conceitos estudados, que resulta da distanciação entre o conteúdo programático e o estudante com deficiência visual.

Com base nos pensamentos de Camargo (2012), os experimentos e maquetes táteis adaptadas para estudantes com Deficiência Visual (DVs) e estudantes sem Deficiência Visual, o uso dessas ferramentas intensificam a exploração de outros sentidos, destacando-se o tato e audição. Desta forma, a aplicação de experimentos táteis não visa substituir as metodologias e o material didático do professor/mediador, mas nesse véis, objetiva-se complementar a remoção dos obstáculos de inclusão enfrentados pelos estudantes com DV na rede regular de ensino.

Dentre suas percepções, Camargo (2012), apresenta as inúmeras possibilidades os materiais táteis e táteis-visuais, afirmando que:

Enquadram-se na conceituação desses materiais maquetes e objetos que, além de poderem ser vistos, podem também ser tocados e manipulados. Esses materiais referem-se aos equipamentos que estabelecem interfaces táteis e/ou tátil-visuais entre o conteúdo a ser informado e o receptor da informação (ibidem, p. 54).

Diante do exposto, a utilização desses materiais como recursos educativos, surgem não apenas para trabalhar de forma experimental, mas em consonância com

as habilidades dos estudantes com deficiência visual, permitindo acessibilidade e participação ativa nas aulas. É factível considerar que, as diferentes formas e texturas existentes nas maquetes, permite de maneira autônoma a compreensão das propriedades físicas, através do contato direto com as representações.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais pontuam que:

O experimento como fonte de investigação, se torna potencialmente significativo quando os alunos e seus colegas, além de participarem da montagem, definem o problema; elaboram hipóteses e conversam com o professor e testam diversas maneiras de coletar os dados e de relacionar os resultados obtidos (BRASIL, 1997).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) para Ciências Naturais destacam a importância do experimento como uma ferramenta fundamental para a investigação científica. Segundo os PCNs, o aprendizado se torna significativamente mais eficaz quando os discentes não apenas participam da montagem dos experimentos, mas também se envolvem ativamente em todo o processo de investigação (BRASIL, 1997).

Essa abordagem colaborativa estimula a curiosidade dos educandos e promove um ambiente de aprendizagem dinâmica, onde o conhecimento é construído coletivamente. Ao testar e relacionar os resultados obtidos, os estudantes desenvolvem habilidades críticas de análise e interpretação, fundamentais para a formação de uma compreensão científica sólida. Essa prática não apenas enriquece a experiência educativa, mas também prepara os estudantes para aplicar o método científico em suas futuras investigações, fortalecendo sua capacidade de pensar de maneira crítica e reflexiva (BRASIL, 1997).

Em sua pesquisa com educandos com deficiência visual, Oliveira (2007) destacou que esses discentes enfrentam barreiras significativas em suas trajetórias escolares devido à carência de recursos pedagógicos adequados. Muitas vezes, essa lacuna foi suprida pelos próprios estudantes, com o apoio de familiares e colegas de escola. O estudo também evidenciou a necessidade constante de recursos didáticos adaptados e de ajustes curriculares que atendam às especificidades desse grupo, garantindo, assim, um processo de ensino e aprendizagem.

Uma abordagem eficaz para promover a aprendizagem significativa de estudantes com deficiência visual é a adoção de metodologias multissensoriais. Segundo Soler (1999), é essencial que os materiais táteis-visuais adaptados sejam

com alto relevo e contrastes, facilitando a percepção tátil e o aproveitamento da visão residual, no caso de estudantes com baixa visão. Para inclusão dos estudantes com deficiência visual, o professor deve preparar uma aula e auxiliá-los na adaptação ao ambiente escolar.

Dickman e Ferreira (2008), em entrevistas realizadas com professores e estudantes cegos, observaram que o ensino de Física para estudantes cegos pode ser significativamente aprimorado por meio da experimentação e do uso de materiais táteis-visuais. Isso evidencia a necessidade de investir em práticas pedagógicas que integrem estratégias de acessibilidade.

O uso de maquetes táteis possibilita uma compreensão mais aprofundada da percepção espacial por pessoas com deficiência visual (PcD visual), ao integrar conceitos fundamentais como deficiência visual, comunicação tátil, tecnologia assistiva e as próprias maquetes táteis. Esses elementos estão interligados, formando um esquema que organiza e esclarece suas relações de maneira didática. Coelho (2018) esquematiza da seguinte maneira:

Figura 1: Esquema Percepção Tátil



Fonte: Coelho (2018).

Descrição da Figura 01: O Esquema de Percepção Tátil de Coelho (2018) é composto por cinco círculos interligados, representando etapas do processo de percepção tátil para pessoas com deficiência visual. O círculo lilás representa a deficiência visual, abrangendo cegueira e baixa visão. O círculo azul simboliza a comunicação tátil, que ocorre com a comunicação mediante expressões gráficas, texturas, saliências ou projeções de estímulos vibratórios percebidas pela percepção tátil. O círculo laranja indica as tecnologias assistivas, que são auxílios para qualificação da habilidade visual e recursos que ampliam a informação a pessoas com baixa visão ou cegas. Os círculos verde e roxo, referem-se às maquetes táteis, usados para a representação tridimensional de ambientes edificados com o objetivo de reproduzi-los por meio da assimilação sintética. Os círculos estão conectados, demonstrando como cada elemento contribui para a construção da percepção tátil. Fim da descrição.

De acordo com Coelho (2018), as maquetes táteis configuram-se como uma ferramenta de grande relevância para promover a acessibilidade no ensino. A integração de recursos de Tecnologia Assistiva (TA) em diferentes atividades não apenas amplia o acesso ao conhecimento, mas também fortalece a inclusão de pessoas com deficiência, favorecendo sua participação ativa e promovendo maior autonomia em diversas situações.

Essas práticas não apenas favorecem o aprendizado, mas também são importantes para a inclusão social. Ao oferecer condições que respeitam as necessidades específicas dos discentes, a escola torna-se um espaço mais acolhedor, promovendo a equidade e a participação ativa de todos os estudantes, independentemente de suas limitações. Dessa forma, a acessibilidade deixa de ser um objetivo isolado e passa a ser parte de uma abordagem pedagógica que valoriza a diversidade Coelho (2018).

Com isso, o principal objetivo do uso desse material é promover um ambiente mais inclusivo e integrador, no qual os educandos tenham acesso a recursos adaptados que facilitam e enriquecem o processo de ensino-aprendizagem no contexto da sala de aula. Assim, busca-se apresentar aos discentes os conceitos introdutórios de maneira acessível, proporcionando uma experiência de aprendizado significativa e homologada às suas necessidades específicas.

4 PROPOSTA METODOLÓGICA

A proposta é voltada para estudantes com deficiência visual, de forma a promover a inclusão e a acessibilidade no ensino de Física, especialmente no estudo da ondulatória. Com o objetivo proporcionar estratégias pedagógicas inclusivas para que os estudantes com deficiência visual possam aprender de forma acessível os conceitos introdutórios de Ondulatória, por meio de maquetes táteis adaptadas no 9º ano do Ensino Fundamental.

No decorrer do trabalho, serão apresentadas as etapas e procedimentos necessários para construção e utilização de recursos instrucionais táteis-visuais nas aulas de Ciências. Desta forma, encontrar-se-ão expostos cada passagem da fase metodológica, que contempla todo o processo formativo para a montagem dos experimentos (em anexo) e as habilidades que estes visam atingir em sala de aula.

Durante o planejamento para confecção do material, adotou-se o uso de matérias de fácil acesso e baixo custo, de modo que, possibilite o reconhecimento dos elementos que estão condidos nas maquetes-táteis de forma simples, otimizando a identificação e distinção dos materiais que estão presentes na estrutura de cada experimento. No decorrer da formulação da proposta pedagógica, foram analisados alguns aspectos que são importantes para promover ao estudante uma maior acessibilidade durante a exploração do material, desta forma são analisados:

- 1. Clareza e simplicidade do designer:** Procura-se elaborar representações de forma precisa e intuitiva, na qual o discente possa através dos detalhes táteis compreender os conceitos presentes na representação.
- 2. Materiais contrastantes para facilitar a distinção tátil:** As texturas escolhidas são materiais que apresentam contrastes para a distinção da variedade sensorial tátil, essa especificidade, permite que o estudante consiga distinguir e analisar o comportamento dos elementos através da texturização.
- 3. Variações dos tipos de relevos:** Os diversificados tipos de relevos presentes nos experimentos, enriquecem a percepção tátil, pois são responsáveis por destacar diferentes partes ou componentes que estão sendo abordados.

Este trabalho, inclui-se no contexto amplamente voltado para inclusão escolar de estudantes com necessidades educacionais especiais, destacando assim,

estudantes com deficiência visual (DV) parcial ou total. Desenvolveu-se um produto educacional pedagógico que disponibiliza maquetes táteis-visuais para abordar conceitos introdutórios dentro das competências específicas da área de Ciências da Natureza e suas tecnologias, com foco nas aulas de Ciências do 9º ano do Ensino Fundamental.

Com base nesses critérios, a adaptação de materiais para o ensino de Ciências e Física torna-se essencial, especialmente ao considerar estudantes com Deficiência Visual (DV). A utilização de maquetes táteis, por exemplo, permite que o corpo discente explore conceitos científicos de forma concreta e interativa. Essas maquetes não apenas viabilizam a compreensão de características complexas, mas também promover equidade.

Ao implementar essas adaptações, os educadores não apenas garantem que os estudantes com deficiência visual tenham acesso ao conhecimento científico, mas também incentivam um ambiente de aprendizagem colaborativo. Dessa forma, todos os estudantes matriculados, independentemente de suas habilidades, podem participar do processo educativo, enriquecendo suas experiências e contribuindo para uma cultura escolar mais inclusiva.

O material apresentado possui caráter flexível, permitindo adaptações pelo docente para abordar os conteúdos de maneira mais eficaz, sujeito a alterações que promovam mais aproximação com a realidade a qual o estudante está inserido. Durante a realização desta prática experimental, serão aguçados os sentidos humanos de tato e audição, onde o professor irá direcionar todas as etapas com feedbacks verbais, supervisionando-os com descrições mais detalhadas durante a exploração do material.

O objetivo foi desenvolver materiais que facilitem o ensino e a aprendizagem por meio de uma exposição interativa, demonstrando aos docentes que é possível ensinar conceitos sobre luz utilizando recursos simples e acessíveis, promovendo a inclusão de pessoas com deficiência visual nas salas de aulas regulares. Outrossim, todos os estudantes poderão participar de um ambiente que favoreça a inclusão e a interação.

O docente promoverá um momento de interação, no qual poderá organizar uma oficina ou workshop de ciências para os estudantes. Durante essa prática, poderão explorar maquetes táteis-visuais de maneira interativa, permitindo que os discentes participem ativamente da construção do conhecimento. Essa dinâmica inclusiva

desempenhará um papel formativo, favorecendo a aprendizagem significativa ao envolver os estudantes.

A elaboração deste produto educacional foi cuidadosamente planejada para ser aplicada em sala de aula com estudantes com Deficiência Visual (DV) e também com aqueles sem dificuldades visuais. O processo de desenvolvimento do material levou em compreensão a necessidade de promover uma maior interação entre todos os estudantes e minimizar possíveis dificuldades durante os estudos introdutórios presentes nos fenômenos ondulatórios.

A oficina será conveniente com a intenção de ser acessível não apenas aos educandos com deficiência visual, mas para todos os estudantes, promovendo um ambiente de verdadeira inclusão. O professor terá a oportunidade de desenvolver esse recurso, distribuindo maquetes em grupos e mediando perguntas com questões norteadoras. Para os estudantes com deficiência visual, essa abordagem em grupo será especialmente vantajosa, pois, além do suporte do professor, eles contarão com a colaboração dos colegas. Dessa forma, o mediador poderá manter um bom controle da sala e, ao mesmo tempo, promover o estudo científico de todos os estudantes, garantindo uma experiência de aprendizado inclusivo.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento normativo que estabelece os conhecimentos, competências e habilidades essenciais mínimos que todos os estudantes devem desenvolver ao longo da Educação Básica no Brasil. Ela define Competências gerais e específicas por área e Habilidades correspondentes, para as etapas da Educação Infantil, do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, buscando garantir uma educação de qualidade e equidade em todo o país (Brasil, 2018).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) estabelece os conteúdos de Ondulatória como parâmetros fundamentais para o componente curricular de Ciências no 9º ano do Ensino Fundamental. Nesse contexto, este material de apoio ao professor propõe experimentos táteis que abordam os principais conceitos ondulatórios presentes nessa etapa da Educação Básica.

4.1 ONDAS

Uma onda é um sinal que se propaga de um ponto a outro de um meio com velocidade definida, transportando energia e momento, mas sem deslocar matéria (Nussenzveig, 2010).

Quanto à sua natureza, as ondas podem ser classificadas como, mecânicas ou eletromagnéticas. As ondas mecânicas, amplamente presentes na natureza, como as ondas do mar, as ondas sonoras e as ondas sísmicas, possuem duas características fundamentais, de acordo com Halliday (2009) elas são regidas pelas leis de Newton e dependem exclusivamente de meios materiais para propagação.

Segundo Halliday (2009), embora as ondas eletromagnéticas possam parecer menos familiares, elas estão entre as mais utilizadas em nosso dia a dia. Exemplos incluem a luz visível, os raios ultravioletas, as ondas de rádio e televisão, e os raios X. Uma característica marcante dessas ondas é que elas não precisam de um meio material para se propagar, e todas as ondas eletromagnéticas se propagam no vácuo com a mesma velocidade $c = 299\,792\,458$ m/s.

Ainda há as ondas de matéria, embora sejam usadas nos laboratórios, estão associadas a prótons, elétrons e outras partículas elementares, e mesmo a átomos e moléculas (SERWAY; JEWETT JR., 2011). Elas são conhecidas como ondas de matéria porque normalmente pensam nessas partículas como elementos básicos da matéria.

Quanto à direção de oscilação das partículas do meio em relação à direção de propagação da onda, elas podem ser classificadas como longitudinais e transversais. Para definir uma onda longitudinal, imagine uma onda sonora sendo produzida em um tubo cheio de ar, movendo o êmbolo para frente e para trás. Caso o êmbolo seja deslocado bruscamente para a direita e depois para a esquerda, um pulso sonoro é enviado ao longo do tubo. Esse movimento do êmbolo para a direita empurra as moléculas do ar nessa direção, aumentando a pressão do ar na região. O aumento da pressão do ar empurra as moléculas vizinhas, reduzindo a pressão local e causando um movimento cíclico. Essas variações de pressão e movimento do ar se propagam para a direita na forma de um pulso. Como o movimento das moléculas de ar é paralelo à direção de propagação da onda, esse movimento é denominado longitudinal. A onda que se propaga no ar, portanto, é uma onda longitudinal (YOUNG; FREEDMAN, 2008).

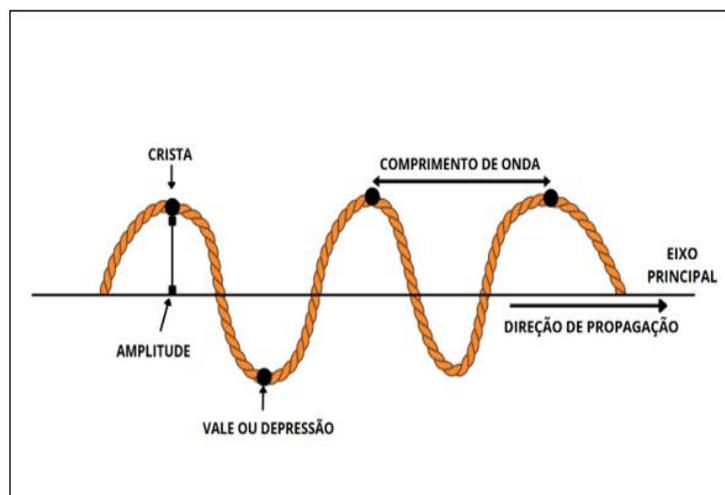
Agora, veja a seguinte situação, uma onda que se propaga em uma corda esticada é um exemplo clássico de onda mecânica. Ao dar uma “sacudida” na extremidade da corda, um pulso é gerado e se propaga ao longo dela. Esse pulso e seu movimento são possíveis devido à tensão na qual a corda está submetida. Quando a extremidade da corda é puxada para cima, ela exerce uma força sobre a parte adjacente da corda, transmitindo a tensão entre essas duas cordas. Assim, quando a parte vizinha se desloca para cima, ela, por sua vez, puxa a próxima parte da corda, criando um efeito de progressão contínua (HALLIDAY e RESNICK, 2009).

Observe que o movimento de um elemento da corda oscila para cima e para baixo devido à passagem da onda. O posicionamento dos elementos da corda é sempre perpendicular à direção de extensão da onda, caracterizando um movimento transversal. De acordo com Sears e Zemansky (2008), uma onda que se propaga em uma corda é uma onda transversal.

4.2 ELEMENTOS DA ONDA

As ondas possuem diversos elementos, incluindo crista, vale, comprimento de onda, amplitude, período, frequência e velocidade de propagação. A figura 2, ilustra a representação desses componentes em uma onda.

Figura 2: Representação dos elementos de uma onda



Fonte: Adaptado pela autora, com base em Serway; Jewett (2017).

Descrição da Figura 2: Na figura acima, estão representados os elementos que compõem uma onda. Os componentes da onda, como crista, amplitude, vale e comprimento de onda, são destacados por setas. A cor marrom da corda, na direção de propagação para direita. Fim da descrição.

Dentro dos componentes de uma onda, a crista é definida como a parte mais elevada da própria onda, correspondendo ao ponto de maior posição positiva em relação à posição de equilíbrio. Em ondas periódicas, como as ondas mecânicas que se propagam em cordas ou na superfície da água, a crista é o ponto onde a amplitude atinge seu valor máximo positivo, sendo um dos elementos essenciais para descrever o comportamento ondulatório.

Halliday descreve a amplitude de uma onda como a altura da onda, que é a distância do ponto de equilíbrio até a crista (ponto mais alto) ou o vale (ponto mais baixo) da onda. Ele define a amplitude como “o módulo do deslocamento máximo dos elementos a partir da posição de equilíbrio quando a onda passa por eles” (2009, p. 119). Isso significa que a amplitude pode ser medida tanto para cima (até a crista) quanto para baixo (até o vale), representando os extremos do deslocamento dos elementos em relação à posição de equilíbrio.

O período da onda (T) é o intervalo de tempo necessário para que a onda complete uma oscilação completa. Em outras palavras, é o tempo que um ponto específico do meio (como uma partícula ou elemento) leva para retornar à sua posição inicial após realizar um ciclo completo de movimento. Esse parâmetro é essencial para caracterizar o comportamento periódico das ondas, sendo medido em segundos (s) (Nussenzveig, 2010).

O período (T) está intimamente relacionado à frequência da onda, pois define o ritmo de repetição das oscilações. Desta forma a frequência (f) de uma onda é definida como o inverso do período, ou seja, o número de oscilações por unidade de tempo. A frequência é medida em Hertz – Hz.

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

Além da frequência de uma onda, há uma frequência angular (ω) que é definida como a medida escalar da taxa de oscilação da onda. Essa frequência angular quantifica a rapidez com que a onda oscila ao longo do tempo, sendo expressa em radianos por segundo. Ela fornece uma forma mais direta de descrição do movimento oscilatório:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad (2)$$

Outro componente importante é a velocidade da onda, que é definida como sendo o comprimento de onda (λ) por período, ou seja, a onda se desloca de uma distância que corresponde a um comprimento de onda, num período de oscilação (SERWAY; JEWETT JR., 2011).

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

A velocidade da onda também pode ser expressa em função da frequência, uma vez que a frequência é o inverso do período.

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

Para abordar as propriedades das ondas e aplicar os conceitos de ondulatória de forma efetiva, será utilizado a maquete como recurso tátil-visual. Este método possibilitará a exploração dos principais aspectos das ondas, proporcionando uma experiência multissensorial que abrange conceitos fundamentais, como crista, vale, amplitude, comprimento de onda, frequência e período.

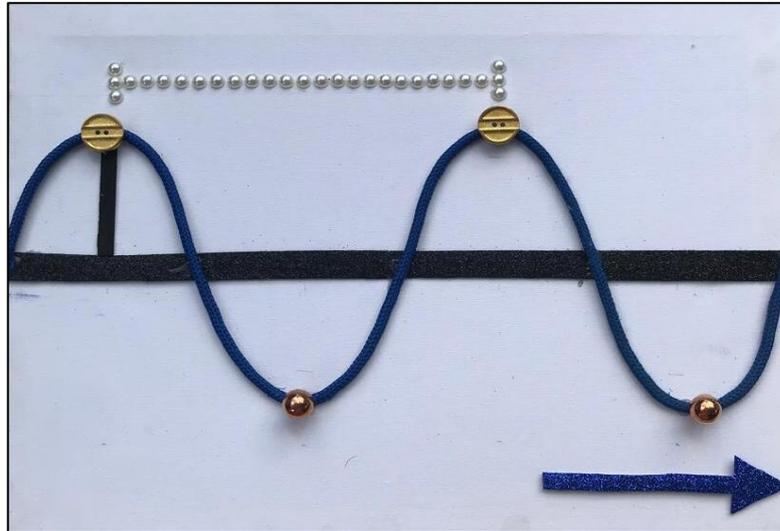
A maquete servirá como uma ferramenta pedagógica, possibilitando que os discentes manipulem e tateiem as ondas em diferentes configurações, por exemplo, ao criar ondas em uma corda. Essa abordagem prática não apenas facilita a compreensão teórica, mas também consolida um direcionamento a experimentação e a descoberta, promovendo uma aprendizagem mais significativa. Ao final das atividades, espera-se que os estudantes tenham uma percepção mais clara das propriedades ondulatórias e sua relevância em especificidades naturais, fortalecendo sua capacidade de aplicar esses conceitos.

Além dessas características, o mediador poderá apresentar que a onda em uma corda, como é o caso da maquete, admite as características de uma onda transversal, pois a oscilação das partículas do meio (a corda) ocorre perpendicularmente à direção de propagação da onda. Isso significa que, ao se criar um movimento na extremidade da corda, a perturbação se desloca ao longo da corda enquanto as partículas se movem para cima e para baixo.

Essa dinâmica é típica das ondas transversais, onde a energia é transmitida através das oscilações das partículas do meio, permitindo que a onda se propague sem que as partículas se desloquem na mesma direção da onda. Assim, as ondas que

se formam na corda demonstram a transferência de energia e a interação das forças, características fundamentais das ondas mecânicas.

Figura 3: Protótipo dos elementos de uma onda



Fonte: Produzido pela autora, 2025.

Descrição da Figura 3: Na figura acima, são representados os elementos de uma onda em uma cor. O eixo principal, localizado ao centro, foi confeccionado em EVA preto. As cristas da onda estão destacadas por botões dourados, enquanto o vale é representado por uma bolinha de madeira. Por fim, uma seta azul com glitter, apontando para a direita, indica a direção de propagação da onda. Fim da descrição.

A maquete fornece uma abordagem visual e tátil para auxiliar na compreensão do estudo dos elementos que compõem as ondas, apresentando cada uma de forma distinta para que o discente possa identificá-los e diferenciá-los de forma mais concreta. Essa metodologia é especialmente eficaz no ensino multissensorial, permitindo que os conceitos de crista, vale, amplitude, comprimento de onda e direção de propagação sejam explorados de maneira mais concreta e acessível.

Na representação acima, a formação das ondas ilustra, de forma mais precisa, o comportamento de ondas em uma corda. Para a confecção foram utilizados materiais como: corda, EVA, botões e bolinhas, tela de pintura e meia perolas adesivas. A texturização tátil foi desenvolvida para atender usuários cegos, enquanto a variação de cores foi pensada para facilitar a identificação de pessoas com baixa visão, assim como os demais estudantes contidos na sala de aula, pois a representatividade dos elementos e cores foram mantidas, como base no conceito do

Desenho Universal para Aprendizagem.

Essa tabela organiza os conceitos de forma clara e sequencial, auxiliando o professor a estruturar suas aulas e a destacar os conceitos introdutórios.

Tabela 01: Roteiro para observações táteis sobre elementos da onda
1. Toque na parte mais alta da onda. Como você percebe essa região? Agora toque na parte mais baixa. O que mudou?
2. Explorando a textura nos pontos mais altos e mais baixos: O que esses pontos representam em relação à amplitude?
3. Passe o dedo de uma crista até a próxima crista. Você consegue sentir onde a onda começa e termina? Como é chamado esse elemento da onda?
4. Sinta o movimento da onda na corda. Você consegue identificar a direção em que a onda se propaga? Como podemos chamar essa direção?

Fonte: Produzido pela autora, 2025.

Para facilitar a compreensão dos elementos que compõem uma onda de corda por estudantes cegos ou baixa visão, foram utilizados materiais táteis e visuais que promovem a identificação e diferenciação dos diversos componentes da onda.

Para representar a crista, o ponto mais alto da onda, foi utilizado botões com pequenas texturas. O professor supervisor deverá mediar e explicar que essa representação será denotada para direcionar referente elemento de onda que está sendo abordado. Essa textura distintiva permite que os discentes toquem e reconheçam a crista da onda.

O vale, que representa o ponto mais baixo da onda, foi simbolizado por uma bolinha. Essa escolha cria um contraste com a textura áspera da crista, facilitando a distinção entre os dois elementos ao toque. Essa diferenciação é especialmente importante, pois alguns estudantes, mesmo aqueles sem deficiência visual, podem ter dificuldades em distinguir entre o vale e a crista. Portanto, essa abordagem simbólica visa ajudar todos os estudantes a compreenderem melhor esses dois componentes fundamentais da onda.

A amplitude da onda foi representada por um palito de picolé, que possui uma largura maior. Essa escolha permite que os discentes sintam a diferença de largura em relação aos outros elementos, ajudando na compreensão do conceito de amplitude como a altura da onda em relação à sua linha de equilíbrio.

O sentido de propagação da onda foi simbolizado por uma seta de EVA com glitter. Essa seta não só indica a direção do movimento da onda, mas também proporciona um contraste visual que facilita a identificação do sentido de propagação.

O comprimento de onda foi representado por uma linha de meia pérola autoadesiva de tamanho 6mm, que os discentes podem sentir ao longo de sua extensão. As pérolas permitem que os estudantes compreendam a distância entre uma crista e a próxima crista, assim como entre um vale e o próximo vale.

Desta forma, esse protótipo pode ser aplicado também com os estudantes sem deficiência visual, pois preserva a representatividade dos elementos da onda e proporciona clareza e objetividade nos conceitos. Com isso, todos os estudantes terão a oportunidade de conhecer, de maneira acessível os componentes que constituem uma onda.

Após a utilização do material, é possível avaliar se o estudante compreendeu os conceitos introdutórios. Para isso, podem ser realizados questionamentos específicos que auxiliem na verificação desse entendimento.

Tabela 2: Questões para o debate sobre os elementos de uma onda
1. Ao tocar a parte mais alta da onda, qual o elemento está sendo representado? E ao explorar a região mais baixa da onda, que elemento você identifica?
2. Como você descreveria a diferença de altura entre a crista e o vale de uma onda? O que essa diferença representa?
3. Ao tocar o EVA com a seta, você consegue identificar a direção em que a onda se propaga? Como você pode descrever essa direção?

Fonte: Produzido pela autora, 2025.

Esses questionários funcionam como uma ferramenta diagnóstica para avaliar a compreensão dos conceitos discutidos durante a exploração do material. Além disso, são flexíveis e podem ser adaptados pelo professor para melhor atender às necessidades de aprendizagem dos estudantes.

4.3 FENÔMENOS ONDULATÓRIOS

Os fenômenos ondulatórios são essenciais para a compreensão de diversos aspectos da Física, uma vez que envolvem a propagação de perturbações em meios

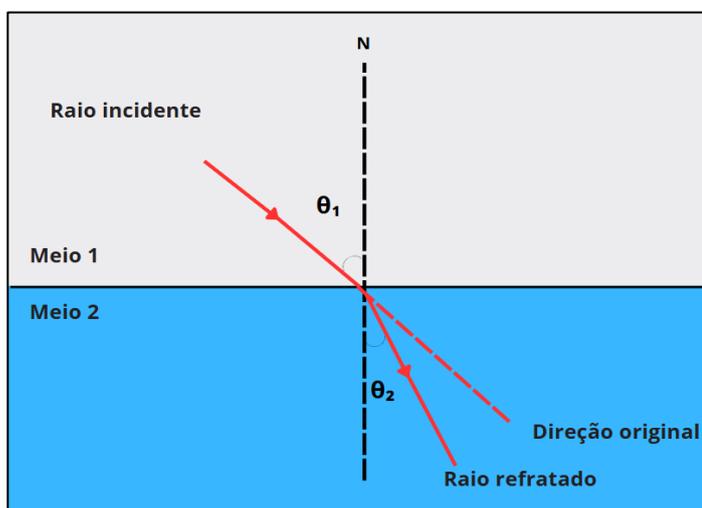
materiais ou no vácuo. Através das ondas, é possível transmitir energia sem que haja deslocamento permanente das partículas do meio (YOUNG; FREEDMAN, 2008). Esse conceito é fundamental para entender fenômenos como som, luz e ondas em cordas.

4.3.1 FENÔMENO DE REFRAÇÃO DA LUZ

Entende-se por refração da luz o fenômeno pelo qual a luz se propaga de um meio para outro, nessa mudança pode ocorrer uma variação tanto na velocidade quanto na direção de propagação, a depender o ângulo de incidência do raio de luz (HALLIDAY e RESNICK, 2009). Esse fenômeno ocorre quando a luz, acaba atravessando meios transparentes ou translúcidos diferentes, que resulta na alteração da sua velocidade de propagação.

Observe que, quando o feixe de luz passa de um meio menos refrativo para um meio mais refrativo, o raio refratado se aproxima da normal, como pode ser visto na Fig. 4.

Figura 4: Fenômeno de Refração da Luz



Fonte: Adaptado pela autora, com base em Halliday e Resnick (2009).

Descrição da Figura 4: A imagem ilustra as características da especificação de refração da luz. Nela, o raio incidente e o raio refratado estão destacados em vermelho. O meio 1, representado pelo ar, é indicado em uma tonalidade clara, enquanto o meio 2, representando a água, está em azul. A reta normal é centralizada na composição e é representada por uma linha preta. Além disso, estão indicados os ângulos envolvidos, identificados como θ_1 (teta 1) e θ_2 (teta 2). Fim da descrição.

Para melhor associação, imagine a seguinte situação: Suponha que você tem um copo de acrílico e nele contém água. Logo, mergulha uma caneta neste copo. A primeira observação é que a caneta parece estar “quebrada”, com a parte submersa deslocada para cima. Nesta situação hipotética, é possível compreender comportamento do desvio da luz, passando por meios diferentes (ar, acrílico e água), até chegar aos nossos olhos.

Para a análise dos princípios relacionados a refração da luz, é apresentado a Fig. 5 (protótipo da representação do fenômeno da refração). Com o uso de matérias de fácil acesso e baixo custo, será explorado o conceito de refração da luz, que ocorre que ocorre quando a luz propagada muda de meio, como ao passar do ar para a água, resultando uma alteração em sua velocidade de propagação (Bonjorno, 2013).

A Tabela 3 apresenta um conjunto de perguntas orientadas para apoiar o docente na condução da exploração tátil-auditiva da maquete de refração da luz. Essas perguntas têm como objetivo orientar o estudante na identificação e compreensão dos elementos representados na maquete, como os raios de luz, as superfícies e as alterações de direção que ocorrem ao atravessar diferentes meios.

Tabela 3 : Guia para exploração dos Conceitos de Refração
1. Ao tocar a maquete, você percebe as partes em relevância? Consegue identificar as setas que representam os raios de luz?
2. Sinta uma área representada pelo EVA de cor azul. O que você acha que ela simboliza?
3. E quanto às tiras finas de EVA preto? Consegue perceber onde elas estão? Alguma ideia do que podem representar?
4. Se os palitos de madeira representam a luz, o que você acha que acontece quando ela passa do ar para a água?
5. Ao tocar as setas em relevo, você consegue sentir como a direção delas muda ao atravessar o EVA azul?
6. Você percebe que há uma parte da luz que é refletida? Onde isso acontece na maquete?

Fonte: Produzido pela autora, 2025.

Neste experimento todos os estudantes poderão explorar os conceitos da refração, consolidando a aprendizagem ao articular diversificadas formas de interação

sensorial. Com essa material tátil-visual, os discentes terão a oportunidade de compreender o porquê de um objeto longo, parcialmente submerso na água, nos dá a impressão de estar “quebrado”.

O termo “refratar” origina-se da palavra de origem latina *refractu* que tem significado “quebrado” (Rocha et al, 2015). O protótipo, demonstra que, ao passar do ar para a água, a luz muda de direção. Uma parte da luz é refletida, enquanto outra entra na água e se desvia. Na maquete, os palitos de madeira cobertos por EVA vermelho representam os raios luminosos atravessando diferentes meios, o EVA azul, simboliza a superfície da água, enquanto as tiras finas de EVA preto representam a reta normal.

É importante apresentar cada elemento da figura e suas conceptualizações:

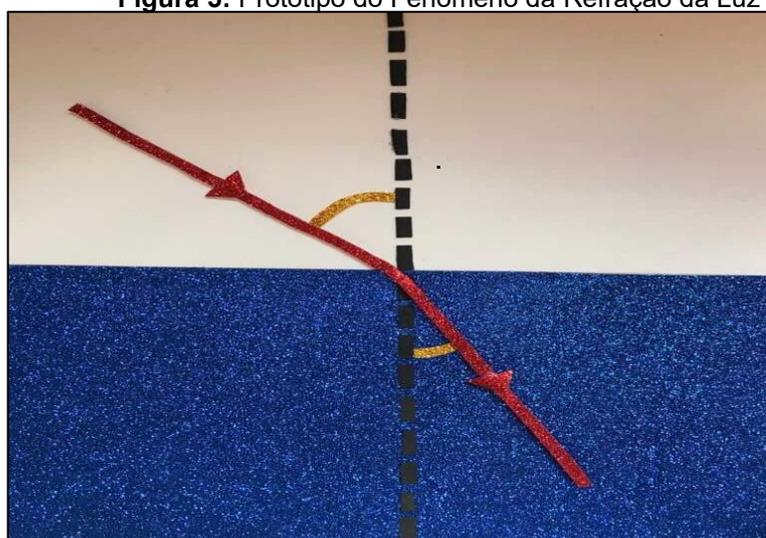
- **Diferentes meios com diferentes índices de refração (n):** As cores branco e azul podem ser usadas para representar visualmente os dois meios de propagação (meio 1 – branco e meio 2 – azul). Entretanto, neste caso, a distinção foi feita por meio de materiais com diferentes texturas: EVA liso, ou seja, sem glitter utilizado para o meio 1, enquanto o EVA com glitter representou o meio 2. O material mais liso representa um meio com índice de refração menor, $n = 1$, como o ar. O material mais áspero representa o meio 2, com maior índice de refração, como a água.
- **Direção e sentido do raio de luz:** As setas confeccionadas com palitos de churrasco recobertos por Eva vermelho com glitter, trazem duas informações- direção e sentido. O sentido é representado por sua extremidade mais obtusa. Para identificação na mudança de sentido do raio incidente, foi feito pequenas tiras de recortes de EVA, para que o estudante possa sentir qual era a direção original. Além disso, para facilitar a compreensão do estudante, foram cortadas tiras de EVA vermelho com glitter para representar a direção original do raio. Isso permite que ele visualize a ocorrência da refração e compare com o percurso que o raio seguiria, caso não houvesse desvio.
- **Reta normal à superfície:** Para essa representação, foram utilizadas algumas pequenas tiras recortadas de EVA preto.
- **Ângulos entre os raios de luz e a normal:** Recortes de EVA na cor dourada, que foram colados sobre as duas superfícies. Dessa forma, quando há variações significativas nos ângulos, essas diferenças podem ser percebidas pelas dimensões específicas do ar.

- **Direção original:** Como forma de representação da direção original, a confecção deu-se por meio de pequenos recortes de EVA com glitter na cor vermelha, que ilustram o caminho que o raio incidente deveria percorrer.

Para o estudante com deficiência visual, as setas em relevo permitem analisar, pelo tato, como a luz se comporta ao mudar de um meio para o outro. Para promover essa acessibilidade ao estudante, cada abordagem, permite que, os elementos que representam o fenômeno em estudo, tivesse como prioridade a escolha de materiais de fácil acesso e baixo custo. O intuito desta confecção é criar um ambiente mais inclusivo na sala de aula, onde o professor atua como protagonista do processo de ensino.

Para os estudantes videntes essa representação facilita a explicação do comportamento da luz quando ela passa de um meio para outro de forma mais simples, possibilitando a compreensão de fenômenos convencionais que estão presentes no cotidiano.

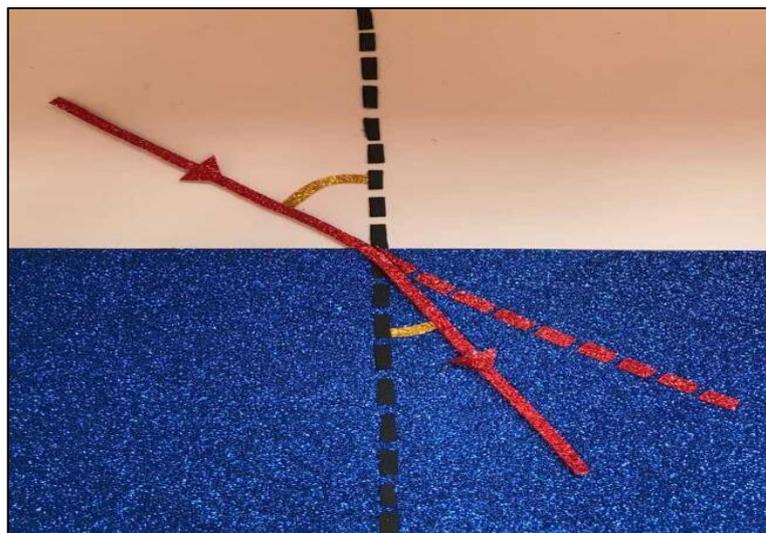
Figura 5: Protótipo do Fenômeno da Refração da Luz



Fonte: Produzido pela autora, 2025.

Descrição da Figura 5: A imagem mostra uma visão superficial da maquete tátil que ilustra a aparência da refração da luz. Duas setas, representadas por palitos de madeira, simbolizam o raio incidente e o raio refratado, ambas na tonalidade vermelha. A superfície é composta por EVA azul com glitter representando a água. Além disso, uma linha reta confeccionada em EVA preto representa a reta normal presente na cor preta, que ajuda a visualizar o ângulo de incidência e refração na cor dourada. Fim da descrição.

Figura 6: Protótipo do Fenômeno da Refração com a direção original



Fonte: Produzido pela autora, 2025.

Descrição da imagem: Audiodescrição da Figura 5: A imagem mostra uma visão superficial da maquete tátil que ilustra a aparência da refração da luz. Duas setas, representadas por palitos de madeira, simbolizam o raio incidente e o raio refratado, ambas na tonalidade vermelha. A superfície é composta por EVA azul com glitter representando a água. Além disso, uma linha reta confeccionada em EVA preto representa a reta normal presente na cor preta, que ajuda a visualizar o ângulo de incidência e refração na cor dourada. Fim da descrição.

Nesse momento, o docente poderá conduzir o estudo utilizando estímulos orais, com perguntas que estimulem a exploração pelo tato e incentivem o raciocínio conceitual. A partir desse experimento é possível realizar alguns questionamentos.

Tabela 4: Questionamentos sobre o Fenômeno de Refração

1. Através do protótipo, é possível analisar o que ocorre quando um feixe de luz passa de um meio para outro?
2. Você consegue imaginar que um objeto dentro da água pode parecer diferente de como ele realmente é?
3. Ao tocar o objeto em que a luz está passando, você consegue sentir alguma mudança ao atravessar a superfície?

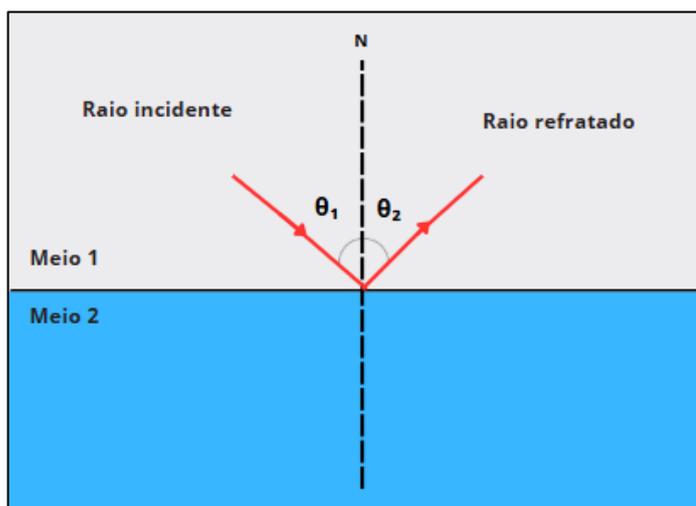
Fonte: Autoria própria, 2025.

4.1.2 FENÔMENO DE REFLEXÃO DA LUZ

Fenômeno óptico luminoso que ocorre quando uma onda de luz atinge uma superfície e retorna ao mesmo meio de propagação. Nesse processo, deve-se considerar a presença do raio incidente, do raio refletido e a normal no mesmo plano (HALLIDAY e RESNICK, 2009). Basicamente, consiste no fato da luz voltar a se propagar no meio de origem, após incidir na superfície de separação desse meio com outro.

O fenômeno ondulatório da reflexão pode acontecer tanto com ondas eletromagnéticas (luz) como em ondas mecânicas (som). Análise que, o ângulo refletido é igual ao ângulo incidente, representado na Fig. 7. Durante esse comportamento, é notório que θ_1 é o ângulo incidente e θ_2 o ângulo refletido.

Figura 7: Fenômeno de Reflexão da Luz



Fonte: Adaptado pela autora, com base em Halliday e Resnick (2009).

Descrição da Figura 7: A imagem apresenta as características da reflexão da luz, enfatizando a representação do raio incidente e do raio refletido, ambos na tonalidade Vermelha, bem como a formação dos ângulos envolvidos. Fim da audiodescrição. O meio 1, representado pelo ar está na cor cinza e o meio 2, representando a água na cor azul. Fim da descrição.

Perceba o seguinte caso: Ao observar a luz solar incidindo um lago, consegue-se nitidamente observar seu reflexo. Essa situação específica do dia a dia, demonstra que durante sua reflexão, os raios incidentes atingem a superfície, neste caso em destaque, o lago e, desta forma, os raios refletidos voltam para o meio de propagação. Os ângulos formados são o ângulo de incidência (representado por θ_1), formado pelo

raio de incidência com a reta normal e o ângulo de reflexão (representado por θ_2), formado entre o raio refletido e a reta normal, como especifica a Fig. 7.

Para a análise dos princípios associados às particularidades da luz, é apresentada a Fig. 8, que ilustra o protótipo da representação da reflexão da luz. Com objetivo de auxiliar na compreensão dessas características, foi elaborado um modelo no qual o raio incide sobre uma superfície (água) e retorna ao meio de origem. Uma maneira de abordar essa representação física de modo acessível, foi confeccionar uma maquete que usa dois espetos de churrasco recobertos por EVA, para indicar o raio incidente e o raio refletido.

A Tabela 03 foi criada para apoiar o docente na exploração tátil-auditiva, destacando os principais pontos a serem trabalhados, além de servir como material de apoio. Com foco nos conceitos essenciais, esta tabela visa auxiliar o docente durante a exploração da maquete.

Tabela 5: Guia para orientação do uso tátil-auditivo sobre Reflexão
1. Ao passar a mão sobre a superfície, o que você percebe sobre a diferença entre a superfície lisa e outra superfície, ondulada?
2. Aqui temos uma seta. O que você consegue sentir ao tocá-la? O que você acha que essa seta indica?
3. Ao tocar a parte que representa o raio incidente, como você descreveria a sensação? Você consegue identificar sua posição em relação à superfície refletora?
4. Como você imagina que o raio incidente se comporta ao atingir a superfície? O que você acha que acontece a seguir?
5. Toque a parte que representa o raio refletido. O que você sente? É diferente do raio incidente?

Fonte: Produzido pela autora, 2025.

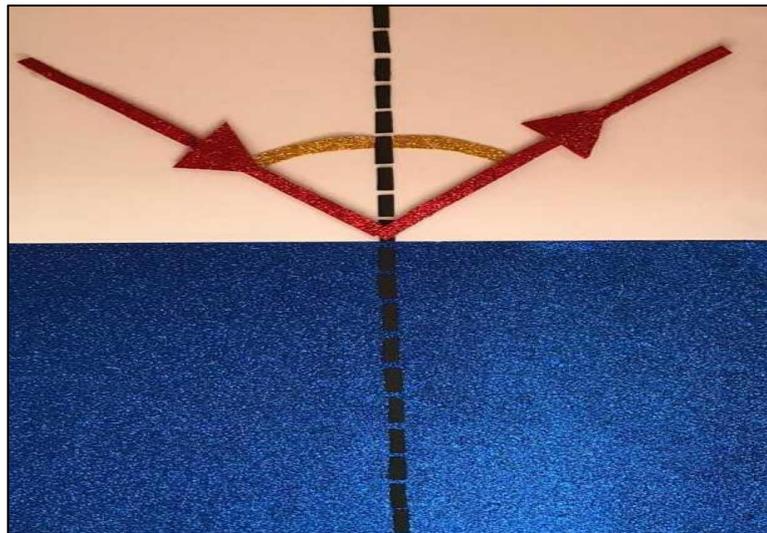
O material foi elaborado com diferentes texturas para representar cada item, diferenciando-os entre si (seguindo a mesma linha de raciocínio da elaboração do fenômeno de refração). Para que seja feito o reconhecimento do material e construir seu significado na representação, o professor deve, inicialmente, guiar a mão do estudante sobre cada ponto da representação, explicando seu significado dentro do sistema.

A interação tátil foi confeccionada com o uso de folhas de isopor coberta com

papel emborrachado/ EVAs e setas que indicam tanto o raio incidente quando o raio refletido. Vale ressaltar que a escolha dos materiais foi feita sempre buscando a segurança e o conforto do estudante ao manusear a maquete. Com esse modelo, o estudante com dificuldades visuais terá a interação direta com o experimento e pela descrição do professor, que guiará verbalmente o que está sendo estudado, permitindo que ele associe a reflexão da luz ao desvio de sua trajetória ao encontrar uma superfície.

Essa adaptação tátil, também oferece ao estudante sem deficiência visual, uma forma concreta de explorar o conceito estudado, possibilitando que as informações contidas no livro didático sejam discutidas de maneira instigante e interativa na sala de aula.

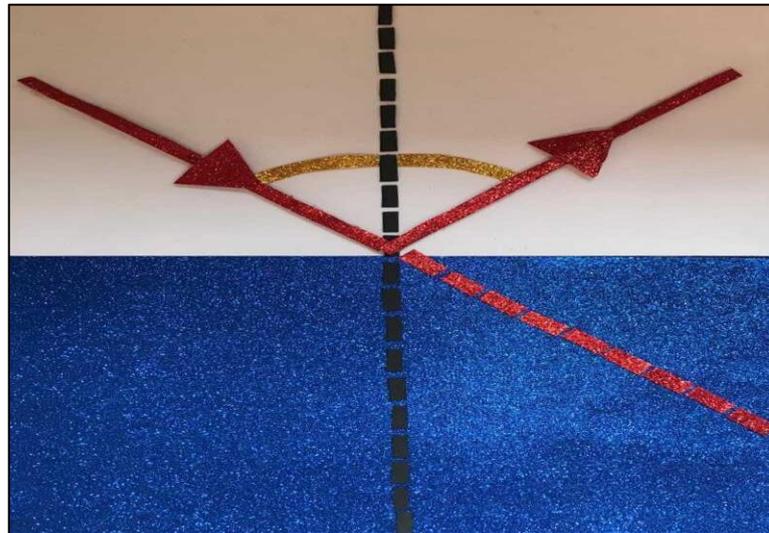
Figura 8: Protótipo do fenômeno da reflexão



Fonte: Produzido pela autora, 2025.

Descrição da Figura 8: A imagem exibe uma visão superficial da maquete tátil que ilustra as características da reflexão da luz. As setas, confeccionadas em palitos de madeira revestidos por EVA vermelho, simbolizam o raio incidente e o raio refletido. A superfície é feita de EVA azul com glitter, representando a água, e uma linha reta em EVA preto indica a reta normal, ajudando a interpretar os ângulos de incidência e reflexão. Fim da descrição.

Figura 9: Protótipo do Fenômeno da Reflexão com a direção original



Fonte: Produzido pela autora, 2025.

Descrição da Figura 9: A imagem exibe uma visão superficial da maquete tátil que ilustra as características da reflexão da luz. As setas, confeccionadas em palitos de madeira revestidos por EVA vermelho, simbolizam o raio incidente e o raio refletido. A superfície é feita de EVA azul com glitter, representando a água, e uma linha reta em EVA preto indica a reta normal, ajudando a interpretar os ângulos de incidência e reflexão. Para a representação da direção original, tiras de EVA vermelho com glitter ilustram a direção original. Fim da descrição.

Podem ser feitas algumas perguntas para avaliar se o objetivo da atividade experimental foi atingido e o estudante compreendeu de maneira sólida o conceito em desataque. Caso o estudante com deficiência visual ainda não consiga consolidar uma resposta, o educador deverá voltar para a representação e explorar novamente, guiando-o de maneira mais específica.

Tabela 6: Perguntas sobre o Fenômeno de Reflexão
1. O que você sente ao tocar uma superfície onde o raio de luz incide?
2. Ao mover a mão ao longo da seta do raio incidente, o que acontece quando você chega à superfície?
3. Ao sentir a seta do raio refletido, o que você percebe de diferente em relação ao raio incidente?
4. O que você analisou em relação entre o ângulo incidente e o ângulo refletido?

Fonte: Produzido pela autora, 2025.

Ao finalizar esta seção, o professor teria apresentado as definições básicas de reflexão e refração da luz, assim como explorado o significado do índice de refração.

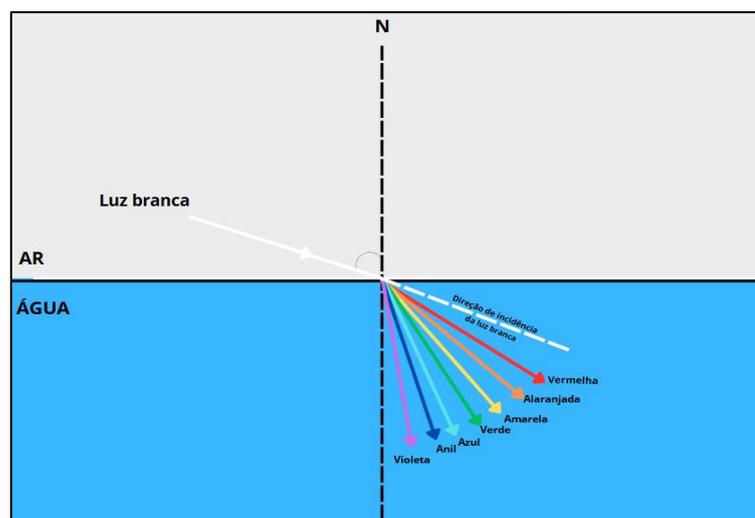
4.1.3 FENÔMENO DE DISPERSÃO DA LUZ

A dispersão luminosa é caracterizada pela separação de um feixe de luz policromática nas suas cores individuais. Halliday e Walker (2009) destacam que a luz branca é policromática, composta pelas cores vermelha, alaranjada, amarela, verde, azul, anil e violeta.

O cientista inglês Isaac Newton (1642-1727) converteu pesquisas sobre a natureza da luz, usando um prisma, ele demonstrou que a luz branca se decompõe nas cores do espectro luminoso: vermelho, alaranjado, amarelo, verde, azul, anil e violeta. Nesse experimento, Newton mostrou como a luz se refrata ao passar por dois meios transparentes e não paralelos, separando os núcleos visíveis (LALIC, 2007, p. 166).

Admita que uma luz policromática como a luz branca solar, esteja se propagando no ar. Ao incidir sobre a superfície como a água, como exemplificado na Fig. 10, percebe-se que as diversas componentes sofrem diferentes desvios. Isso ocorre porque a velocidade de propagação da luz não se altera de maneira uniforme para todos os núcleos, resultando em desvios diferentes.

Figura 10: Fenômeno de Dispersão da Luz



Fonte: Adaptado pela autora, com base em Ramalho Júnior, Ferraro e Soares (1999).

Descrição da Figura 10: Representação das características de dispersão da luz. O desenho mostra dois meios: ar e vidro. O ar está representado com a cor cinza e água, azul. Quando a luz branca incide na superfície do vidro e demonstra a formação das cores (vermelho, alaranjado, amarela, verde, azul, anil, violeta). Fim da descrição.

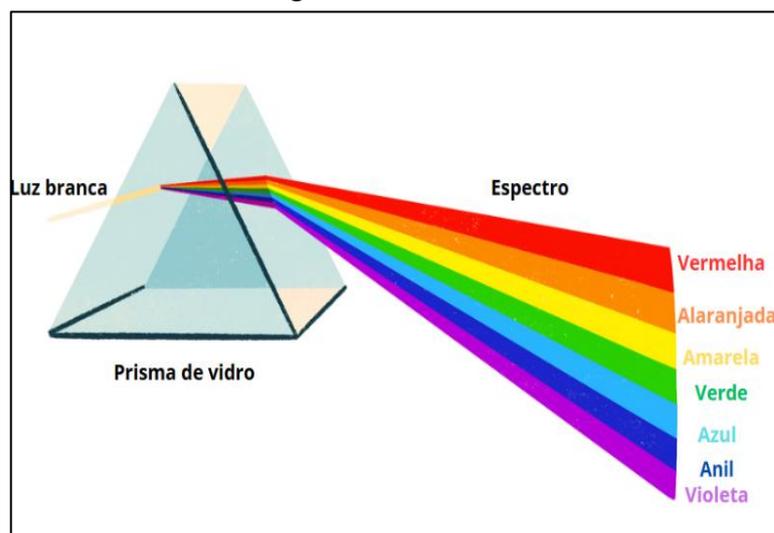
A dispersão da luz branca ocorre devido à refração, que separa os diferentes comprimentos de onda da luz, fazendo com que cada componente sofra desvios angulares distintos. Um exemplo claro desse fenômeno é a formação do arco-íris.

No espectro eletromagnético, as frequências visíveis ao olho humano abrangem os diferentes núcleos que podemos perceber. A luz vermelha apresenta menor frequência, enquanto a luz violeta possui maior frequência. Além disso, é possível obter diversas cores combinando luzes de diferentes frequências monocromáticas (HALLIDAY e RESNICK, 2009).

A Fig. 10 demonstra que a luz violeta é a que mais se desvia, e a luz vermelha, a que menos se desvia.

Na fig. 11 abaixo, quando a luz branca incide no prisma, ele sofre o processo de refração, ou seja, muda a direção ao passar de um meio (o ar) para outro meio (o próprio vidro do prisma). Com isso, percebe-se que a luz branca é composta pela combinação de várias cores, ou mais especificamente, de diferentes comprimentos de onda da luz visível.

Figura 11: Prisma de Newton



Fonte: Adaptado pela autora, com base em Ramalho Júnior, Ferraro e Soares (1999).

Descrição da Figura 11: Representação das características de dispersão da luz. Quando a luz branca incide na superfície do vidro, seus diferentes núcleos se desviam em ângulos variados. Com isso, é apresentado a formação das cores (vermelho, alaranjado, amarela, verde, azul, anil, violeta). Isso

acontece porque a velocidade da luz não muda de forma igual em todos os componentes, causando desvios diferentes. Fim da descrição.

A construção da maquete surge com o propósito de “quebrar” o paradigma da visualização e criar uma representação tátil-visual, possibilitando um processo de comunicação entre o professor e o estudante com deficiência visual. O material serve como apoio para a interpretação do fenômeno da dispersão da luz. Nele, é apresentado o feixe de luz branca, policromática, que é formado por todas as cores que compõem o espectro visível.

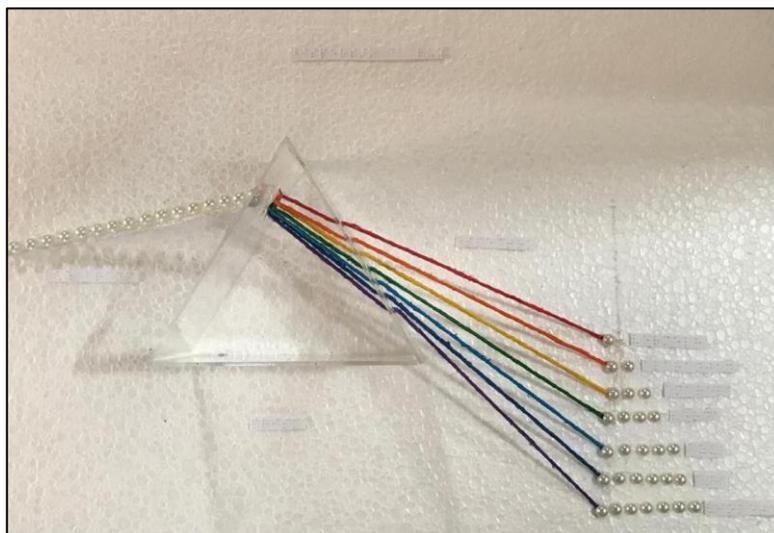
Para fins didáticos, a luz incidente (branca) é representada por um fio espesso e branco recoberto por pérolas. Do outro lado do prisma, há sete fios com as respectivas cores: vermelho, alaranjado, amarelo, verde, azul, anil e violeta. Para fins didáticos, a luz incidente (branca) é representada por um fio espesso branco recoberto por pérolas, simbolizando a composição de todas as cores do espectro visível.

Do outro lado do prisma, há sete fios correspondentes às cores resultantes da dispersão: vermelho, alaranjado, amarelo, verde, azul, anil e violeta, dispostos na mesma ordem observada em um fenômeno real. Para reforçar a diferenciação das cores, utilizou-se um sistema de contagem com pérolas: o fio vermelho possui uma pérola, o alaranjado duas, o amarelo três e assim sucessivamente, até o violeta, que contém sete pérolas. Essa estratégia facilita a compreensão da sequência cromática e do fenômeno da dispersão da luz, além disso, ao lado está contido a etiqueta Braille com o respectivo nome de cada cor.

Almeja-se transportar informações de modo tátil, utilizando a variação dos nomes das cores em Braille ao lado de cada barbante para facilitar a distinção. A primeira cor, o vermelho, possui o maior comprimento de onda, cerca de 700 nm, enquanto a cor violeta apresenta o menor comprimento de onda, cerca de 400 nm. Essas informações serão abordadas de maneira auditiva para que o estudante assimilar melhor.

Ao explorar essa propriedade, o estudante terá a oportunidade de distinguir a espessura do barbante, comparando-o com os demais presentes na representação. Durante esse momento de exploração, o professor facilitará a discussão por meio de perguntas norteadoras, conforme apresentado na Tabela 7. Essas questões servirão como um suporte valioso para o levantamento e a construção do conhecimento científico, estimulando a curiosidade e o pensamento crítico do estudante.

Figura 12: Protótipo de exemplificação da dispersão luminosa



Fonte: Produzido pela autora, 2025.

Descrição da Figura 12: Representação das características de dispersão da luz. Quando a luz branca incide na superfície do vidro, seus diferentes núcleos se desviam em ângulos variados. Isso acontece porque a velocidade da luz não muda de forma igual em todos os componentes, causando desvios diferentes. Fim da descrição.

No protótipo apresentado na Fig. 12, o discente terá a oportunidade de aprofundar suas interpretações, como a aparência da refração da luz, que ocorre quando a luz transita de um meio para outro, neste caso, do ar para o acrílico. Cada cor do feixe de luz sofre um desvio distinto, permitindo que o estudante compreenda, de forma tátil, que esses desvios não são iguais.

Ao atingir a segunda parede do prisma, cada feixe passa por uma nova refração, expandindo-se de acordo com a sequência das cores. Essa ampliação ilustra o fenômeno da dispersão da luz. Dessa forma, o mediador poderá relacionar esse estudo à formação do arco-íris, enriquecendo a compreensão deste fenômeno.

A tabela 7, apresentada a seguir, foi elaborada para apoiar o docente na exploração tátil-auditiva, destacando e reforçando os principais postos-chave a serem trabalhados durante o manuseio do material. Esse processo pressupõe que os estímulos visuais e sonoros funcionem de maneira complementar, formando um sistema integrado de comunicação.

Tabela 7: Material de apoio para maquete de Dispersão Luminosa
1. Este fio entrelaçado representa a luz branca, consegue perceber?
2. A luz está incidindo. Você consegue sentir onde ela entra? Ela atravessa este material, e é possível tocar por dentro dele. Durante essa passagem, a luz se separa em diferentes partes?
3. Quando falamos em cores, cada cordinha/fio que você está tocando representa uma cor. Essas cordinhas estão representando as cores do arco-íris. Quantas você consegue sentir?

Fonte: Produzido pela autora, 2025.

A elaboração deste material também pode ser aplicada a estudantes sem deficiência visual, uma vez que as cores foram preservadas. Com esse recurso, é possível promover momentos de estudo em grupo que incluam tanto estudantes com deficiência visual quanto aqueles sem. Essa interação pode fomentar discussões enriquecedoras sobre a natureza do fenômeno da dispersão da luz, incentivando a troca de experiências e a construção coletiva do conhecimento.

Outrossim, perguntas podem ser utilizadas para verificar a compreensão do estudante sobre a atividade experimental presentes na tabela 08. Se o estudante com deficiência visual ainda apresentar possíveis dificuldades, o educador deve revisitar a representação e oferecer orientações mais específicas para facilitar a compreensão. Segue os questionamentos que podem ser articulados para verificar se os objetivos ao explorar o material foram alcançados.

Tabela 8: Indagações sobre o Fenômeno de Dispersão da Luminosa
1. Você consegue identificar a diferença entre o barbante grosso e os outros barbantes?
2. O que você imagina que acontece quando a luz branca passa por um prisma?
3. Você sabia que uma luz pode se dividir em vários núcleos quando passa por um objeto, como um prisma? Como você acha que a luz muda quando passa por diferentes materiais?

Fonte: Produzido pela autora, 2025.

4.1.4 FENÔMENO DA DIFRAÇÃO

Outro efeito luminoso que provoca o desvio da luz é a difração, que ocorre quando as ondas de luz contornam ou passam por um obstáculo, fazendo com que a luz se espalhe e se curve em torno dele (Halliday; Resnick; Walker, 2016).

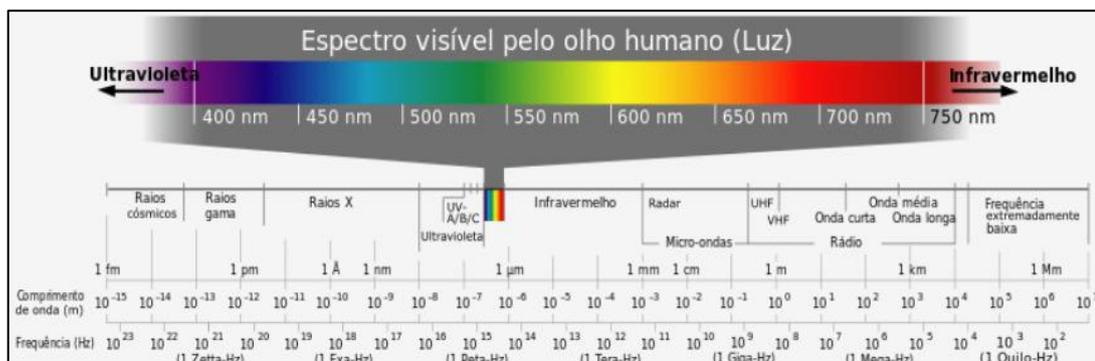
A difração é uma característica específica das ondas, que ocorre quando se encontram um obstáculo ou uma abertura com dimensões comparáveis ao comprimento da onda incidente. Nesse processo, as ondas se curvam ao redor do obstáculo ou através da abertura, propagando-se em diferentes direções e formando padrões de interferência específicos (NUSSENZVEIG, 1998).

A difração ocorre em todos os tipos de ondas, imagine que, quanto menor for a largura da fenda, maior será o acréscimo causado pela difração. Em contrapartida, quando a fenda é mais ampla, o alargamento resultante da difração é reduzido.

Esse comportamento é explicado por que o som apresenta maior difração em comparação com a luz; isso se deve ao fato de que o som possui um comprimento de onda significativamente maior do que a luz visível. O comprimento da onda do som está na ordem de 1 metro, enquanto a luz visível é aproximadamente 5×10^{-7} metros (Halliday; Resnick; Walker, 2016)

A difração ocorre em todos os tipos de ondas, como mostrado na Fig. 13. No entanto, a difração da luz costuma ser difícil de perceber em situações do cotidiano devido ao seu pequeno comprimento de onda.

Figura 13: Espectro Eletromagnético



Fonte: Halliday, Resnick, Walker (2016, p.2)

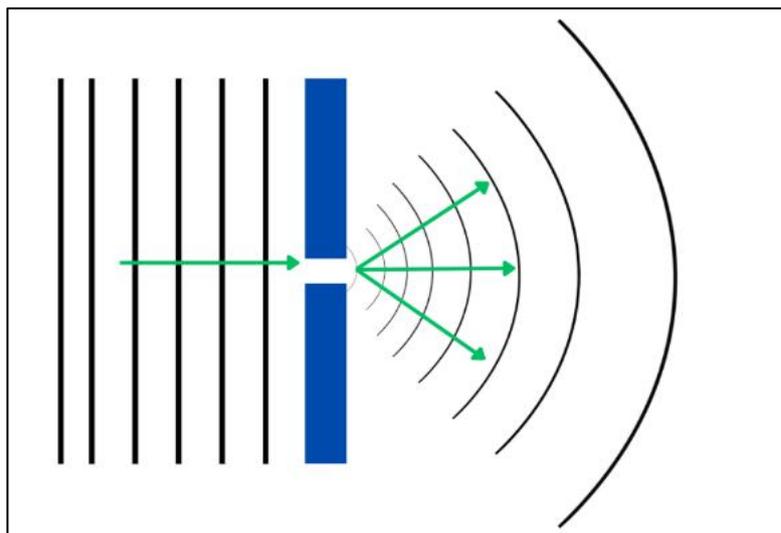
Descrição da Figura 13: A imagem do espectro eletromagnético no Halliday, Resnick, Walker, (2016, p.2) apresenta uma faixa contínua de ondas organizadas pelo comprimento de onda e frequência. À esquerda, estão as ondas de rádio (comprimentos longos e frequências baixas), seguidas por micro-

ondas, infravermelho, luz visível (do vermelho ao violeta), ultravioleta, raios X e raios gama (comprimentos curtos e frequências altas). Cada região é identificada com explicações sobre suas características. Fim da descrição.

A difração é um comportamento característico das ondas, não se limitando apenas às ondas luminosas. Esse fenômeno ocorre quando uma onda encontra um obstáculo ou passa por uma abertura e, em vez de seguir em linha reta, ela se espalha ou se curva ao redor do obstáculo (SERWAY; JEWETT JR., 2011).

Por exemplo, as ondas na superfície da água também apresentam difração. Quando essas ondas encontram uma barreira, elas podem se desviar ou passar por uma abertura, espalhando-se em diferentes padrões de interferência. Esses padrões variam de acordo com a forma e o tamanho do obstáculo, como mostrado na Fig. 14.

Figura 14: Fenômeno da Difração em Fenda Simples



Fonte: Adaptado pela autora, com base em SERWAY; JEWETT JR., 2011.

Descrição da Figura 14: A figura ilustra a característica de difração em uma fenda simples, utilizando setas verdes para demonstrar o trajeto da luz ao passar pela barreira ou obstáculo. A fenda é representada em uma sombra azul, destacando a interação da luz ao atravessar a abertura. Fim da descrição.

Se o tamanho da fenda for muito maior ou muito menor que o comprimento da onda, a difração será praticamente imperceptível. No entanto, se o tamanho da fenda for semelhante ao comprimento de onda, a difração será facilmente percebida.

Por isso, a difração da luz costuma ser difícil de notar em situações do cotidiano, devido ao seu pequeno comprimento de onda (SERWAY; JEWETT JR., 2011).

Para explicar os princípios que regem as características da difração da luz, apresenta-se a Fig. 15 (ilustração que representa a difração da luz). No material em destaque, todos os estudantes terão a oportunidade de explorar os conceitos de difração de maneira prática e interativa, promovendo uma aprendizagem ativa por meio de diferentes formas de interação sensorial.

Figura 15: Protótipo do Fenômeno de Difração em Fenda Simples



Fonte: Produzido pela autora, 2025.

Descrição da Figura 15: Representação tátil de um protótipo que demonstra as características de difração da luz. No centro, há uma fenda simples, representada por uma pequena abertura criada com palitos de picolé empilhados. Essa fenda simula como a luz ou outras ondas passam por uma abertura estreita. Ao atravessar essa fenda, as ondas, representadas por barbantes organizados, se espalham, formando padrões que simulam a difração. O modelo mostra como as ondas se desviam e se distribuem em diferentes direções ao passar pela abertura. Fim da descrição.

Utilizando materiais tátil-visuais, os discentes poderão compreender como a luz se comporta ao atravessar as fendas e contornando obstáculos, permitindo-lhes a compreensão da formação dos padrões de difração. A Fig. 15 ilustra a difração de ondas mecânicas, especificamente interpretada em água, onde as ondas se propagam em direção à fenda (representada pelo empilhamento de palitos de picolé) e, ao atravessá-la, sofrem difração, isso acontece porque cada ponto da frente de onda que atravessa a fenda é como uma nova fonte de ondas secundárias (Princípio

de Huygens). No material, o discente poderá analisar a frente de onda, representado pela corda disposta paralelamente à fenda e compreender que quanto mais próximo for o tamanho da fenda do comprimento de onda, isso fará com que o fenômeno de difração torne-se mais acentuado.

Essa abordagem fornecerá uma compreensão mais profunda das explicações, conectando teoria e prática de forma acessível e envolvente.

Para apoiar o docente na exploração do protótipo da maquete tátil-visual, disponibiliza-se a Tabela 9, que apresenta questionamentos estratégicos. Esses levantamentos podem ser usados para auxiliar o estudante na discussão da compreensão sobre a importância da difração, promovendo uma abordagem mais instigante.

Tabela 9: Guia de apoio sobre o Fenômeno de Difração
1. Consegue perceber onde as cordas passam por um espaço vazio, como uma abertura/obstáculo?
2. Imagine que essas cordas são ondas. O que você acha que acontece com elas quando passam por essa abertura?
3. Agora, toque nas cordas depois da abertura. Você percebe alguma diferença? Elas parecem se espalhar ou manter a mesma direção?

Fonte: Produzido pela autora, 2025.

No protótipo, os palitos de picolé foram empilhados para criar barreiras que simulam as fendas por onde as ondas passam. O barbante, esticado entre essas barreiras, representa as ondas de difração, mostrando como a luz e outros tipos de ondas se comportam ao atravessar as fendas. Ao encontrar as fendas, as ondas se espalham e se curvam, fornecendo padrões distintos.

Essa maquete fornece uma compreensão mais clara do comportamento das ondas ao interagir com as fendas, ilustrando os efeitos da difração de maneira acessível que de modo tateável o estudante com deficiência visual possa explorar e compreender como as ondas se comportam ao passar pela fenda.

A maquete tátil foi desenvolvida para facilitar a compreensão da difração, um conteúdo que muitas vezes é abordado de forma superficial em livros didáticos, tornando-se menos acessível a todos os educandos. Este recurso é benéfico não apenas para estudantes com deficiência visual, que podem explorar os conceitos de

maneira tátil, mas também podem ser aplicados para aqueles sem essa necessidade, pois os núcleos foram preservados. Assim, é possível realizar estudos em grupo que incluam todos os discentes, promovendo discussões enriquecedoras sobre como a luz se dispersa.

Após a realização da atividade experimental sobre difração, o educador pode utilizar perguntas estratégicas para verificar a compreensão dos estudantes. Caso o estudante com deficiência visual tenha dificuldade em compreender o conceito, o educador pode recorrer à maquete tátil novamente e oferecer explicações adicionais para facilitar a compreensão.

Como recurso de apoio, disponibiliza-se a Tabela 10, que reúne perguntas formuladas para avaliar a análise do protótipo da maquete. Essa tabela serve como uma ferramenta útil para professores e estudante, ajudando a identificar se o estudante está assimilando o que anteriormente visto.

Tabela 10: Questionários sobre o Fenômeno de Difração
1. O que acontece com as ondas quando elas encontram as barreiras formadas pelos palitos de picolé?
2. Ao tocar nas ondas representadas pelo barbante, você percebe que elas se espalham ou se mantêm lineares após atravessarem as fendas?
3. Como você descreve o padrão formado pelas ondas após passarem pelas fendas?

Fonte: Produzido pela autora, 2025.

5 RESULTADOS ESPERADOS

Após estudos e pesquisas sobre a produção de materiais táteis, foi elaborada uma oficina voltada para o apoio aos docentes no ensino de ondulatória destinada aos estudantes com deficiência visual. Essa proposta tem como objetivo fornecer estratégias para lidar com um conteúdo que, tradicionalmente, faz uso intenso de imagens e representações esquemáticas em um campo predominantemente visual.

A proposta apresenta uma abordagem sensorial e interdisciplinar que busca fomentar a compreensão dos conceitos ondulatórios, através da participação ativa dos estudantes, tendo como base a exploração das maquetes táteis-visuais, que serão supervisionadas pelo professor.

Os protótipos apresentados fornecem de maneira acessível modelos didáticos adaptados, onde espera-se promover o estudo acessível dos elementos de uma onda e fenômenos ondulatórios. Objetiva-se que a forma artesanal como foi construído o material, com produtos de baixo custo e simples confecção seja capaz de possibilitar maior acessibilidade para os estudantes com deficiência visual, enquanto para os estudantes videntes, promover melhor representatividade dos elementos.

De acordo com Crozara e Sampaio (2008), o material tátil é um meio que estabelece um elo entre o conteúdo a ser estudado e o receptor da informação, estabelecendo, assim, comunicações táteis entre o conteúdo e os estudantes cegos ou baixa visão. Desta forma, o uso dessas estratégias pedagógicas não auxilia apenas na mediação do conhecimento, mas apresentam possibilidades para que esses estudantes tenham oportunidades de aprendizagem equitativa, acessível e inclusiva.

A oficina almeja, inicialmente, melhorar a compreensão do corpo discente de uma maneira significativa, visto que o componente curricular costuma ser associada a imagens, logo a adoção dessa prática poderia servir como uma estratégia para melhorar o aprendizado de Física. Além disso, objetiva-se que a escolha por materiais táteis-visuais reflita o compromisso de tornar o componente curricular mais acessível, possibilitando melhorias na aprendizagem e no engajamento dos discentes.

Durante realização, o professor supervisor está auxiliando a utilização deste recurso, orientando as passagens necessárias para o incentivo à exploração detalhada dos elementos das maquetes, fazendo perguntas reflexivas para estimular a compreensão dos conceitos ondulatórios e reforçar a explicação quando necessário.

Para fomentar discussões e, acima de tudo, evitar o que Ausubel (MOREIRA,

1999) denomina: “simulação da aprendizagem significativa”, foi elaborado um conjunto de perguntas que estão presentes nos questionários da metodologia, que compõem a “avaliação” sobre o produto e sobre os educandos.

O *feedback* dos discentes será essencial para a oficina, pois possibilitará ao docente ajustar de acordo com as necessidades da turma e incorporar novos conceitos. Na avaliação diagnóstica, espera-se que os estudantes respondam com precisão, utilizando a linguagem científica relacionada aos conceitos explorados e respondendo corretamente às perguntas apresentadas nas tabelas da metodologia, possibilitando uma avaliação qualitativa do processo de ensino e aprendizagem, buscando adequar abordagens e estratégias.

6 CONCLUSÕES

A pesquisa apresentou uma proposta inovadora para o ensino de Física no ensino fundamental, que aborda a importância do uso das maquetes táteis-visuais no ensino dos conceitos ondulatórios. A construção desses recursos pedagógicos mostra-se viável, tanto em termos de custo quanto de tempo de produção.

O uso desses materiais adaptados visa fomentar as aulas, promovendo maior acessibilidade para os estudantes com deficiência visual, visto os desafios enfrentados por esse grupo, devido à predominância de representações visuais nos recursos pedagógicos.

Diante desse cenário e fundamentado no conceito do Desenho Universal, foram construídas maquetes táteis-visuais que vislumbram contribuir para o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes com e sem deficiência visual nas salas de aulas regulares, promovendo a interação entre todos.

O objetivo central deste trabalho é desenvolver adaptações de recursos didáticos e acessíveis, utilizando maquetes de baixo custo e de fácil confecção para serem trabalhados em sala de aula. Esses recursos adaptados buscam potencializar a compreensão dos conceitos ondulatórios, contribuindo para promover maior engajamento dos educandos e um ambiente de aprendizagem colaborativo.

A avaliação deste produto educacional tem como fundamento a perspectiva de Vasconcellos (2000), que sugere com abordagem contínua que possibilita acompanhar o desenvolvimento dos estudantes ao longo do processo de ensino-aprendizagem. Essa prática é possibilitada através de intervenções pedagógicas e a elaboração de “questões para o debate” presentes na metodologia, que auxiliam o docente a avaliar os conhecimentos absorvido pelos estudantes.

Por fim, destaca-se a importância da continuidade a esta investigação, explorando a aplicação de maquetes adaptadas para diversas áreas da Física e avançando no desenvolvimento de recursos. Assim, ampliar as possibilidades de inclusão, contribuindo para a formação de cidadãos no âmbito educacional.

REFERÊNCIAS

ALVES, João. **A importância da visão na interação humana**. São Paulo: Editora Visão Plena, 2019.

AMARGO, EP de.; NARDI, R.; LIPPE, EMO **A comunicação como barreira à inclusão de alunos com deficiência visual em aulas de termologia**. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação de Ciências, 7., Florianópolis, 2009.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília: Senado Federal, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao.htm. Acesso em: 24 jan.2025.

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental, **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais (MEC/SEF, Brasília, 1997)**, 136p.

BRASIL. **Lei nº 7.853, de 24 de outubro de 1989**. Dispõe sobre a proteção e os direitos das pessoas com deficiência e dá outras exceções. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7853.htm. Acesso em: 21 jan. 25.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases**. Lei no 9.394.1996. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/tvescola/leis/lein9394.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Especial. **A Educação Especial na Perspectiva da Inclusão Escolar**. Brasília: MEC/SEESP, 2008. Disponível em: <https://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/politica.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2025.

BRASIL. **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015**. Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Brasília, 6 jul. 2015. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-%202018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 09 nov. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BONJORNIO, José Roberto; BONJORNIO, Regina de Fátima Souza Azenha. **Física 2: Termologia, Óptica, Ondulatória**. São Paulo: Saraiva, 2013.

BONJORNIO, José Roberto; ALVES, Luís Augusto; RAMOS, Clinton Márcio. **Física: Termologia, Óptica, Ondulatória, 2º Ano**. 1ª Edição. São Paulo: FTD, 2010.

CARVALHO, E. N. S.; MONTE, F.R.F. **A educação inclusiva de portadores de deficiências em escolas públicas do DF**. Temas em Educação Especial III. São Paulo: Universidade de São Carlos, 1995.)

CAMARGO, M. A. de. **O uso do laboratório de ciências para o ensino de alunos**

com deficiência visual. 2001. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2001.

CAMARGO, Eder Pires de. **O ensino de física no contexto da deficiência visual: elaboração e condução de atividades de ensino de física para alunos cegos e com baixa visão.** 2005. 272 f. Tese (Doutorado em Educação) — Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/343903>. Acesso em: 24 jan. 2025.

CAMARGO, E. P. **É possível ensinar Física para alunos cegos ou com pouca visão?** Proposta de atividades de ensino de Física que enfocam o conceito de aceleração. Física na Escola, v. 8, n. 1, 2007. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol8/Num1/v08n01a08.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2025.

CAMARGO, E. P. **Saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de Física.** São Paulo: Editora Unesp, 2012.

Coelho, T. **A percepção do usuário na disponibilização de maquetes táteis para pessoas com deficiência visual em atrativos turísticos – um estudo no Museu Oscar Niemeyer – Curitiba -PR.** Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Turismo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil, 2018.

DAL PIAN, Maria C. et al. **O ensino de Ciências e Cidadania.** *Em Aberto*, Brasília, n. 55, pág. 49-56, 1992.

DICKMAN, A. G.; FERREIRA, A. **Ensino e aprendizagem de Física a estudantes com deficiência visual - Desafios e Perspectivas.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, São Paulo, v. 8, n. 2, p.1-14, 2008.

FIGUEIRA, Emílio. **Caminhando no silêncio: uma introdução à trajetória das pessoas com deficiência na história do Brasil.** São Paulo: Giz Editora, 2008. Cap. 3)

GOMES, Kleycianne Nogueira et al. **A inclusão e as vozes dos alunos com deficiência visual no município de Arapiraca-Alagoas:** da alfabetização ao ensino médio. In: *Currículo, Inclusão e Educação Escolar*. Braga: Centro de Investigação em Educação, Instituto de Educação da Universidade do Minho, 2017. p. 177-187.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos da Física**. 9. ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2009.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física**. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, c2009 vol 4; p. 119

HALLIDAY, D; RESNICK, R; WALKER, J. **Fundamentos de Física, volume 4:** óptica e física moderna. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

HALLIDAY, David; WALKER, Jearl; RESNICK, Roberto. **Fundamentos de Física - Volume 2: Gravitação, Ondas e Termodinâmica**. 10ª Edição. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

LIMA, Aparecida de. **Educação Inclusiva: Teoria e Prática**. 1.ed. São Paulo: Editora LTR, 2016.

LIMA, M. T.; SILVA, M. S. G.; THEDÓRIO, D. P. **Inclusão escolar da criança com autismo e seu contexto familiar: revisão integrativa**. *Revista Científica UMC*, 2020. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/588848629/LIMA-SILVA-E-THEODORIO-2020>. Acesso em: 24 jan. 2025.

LIPPE, Vanessa; CAMARGO, Éder Pires de. *EnsinBASTOS, Fátima Aparecida Dias Gomes; CAIADO, Kátia Morosov; CAMARGO, Eder Pires de (Orgs.). Ensino de Física e Deficiência Visual: dez anos de investigações no Brasil*. São Carlos: EDUFSCAR, 2009. p. 75-92.

LALIC, Susana. **Introdução à Física**. CESAD – Centro de educação Superior à Distância (UFS). São Cristóvão – Sergipe. 2007.

MANTOAN, Maria Teresa Eglér. **Inclusão escolar: o que é? Por quê? Como fazer?** Campinas: Autores Associados, 2003.

MANTOAN, Maria Teresa Eglér. **Inclusão escolar: o que é? Por quê? Como fazer?** Campinas: Autores Associados, 2003. p. 16.

MANTOAN, M. T. E. **Ensinando a turma toda as diferenças na escola**. *Pátio–Revista Pedagógica*, v. 5, n. 20, fev./abril., p.18 – 23, 2003.

MANTOAN, Maria Teresa Eglér. **Inclusão escolar: o que é? Por quê? Como fazer?** 2. ed. São Paulo: Editora Moderna, 2003.

MANTOAN, Maria Teresa Eglér. **Inclusão escolar: o que é? Por quê? Como fazer?** Campinas: Autores Associados, 2003. p. 17.

MORAES, MA; CAMARGO, SPH. **Vivência de práticas inclusivas em sala de aula: possibilidades a partir do Desenho Universal para a Aprendizagem**. *Revista Atos de Pesquisa em Educação*, v. . Acesso em: 21 jan. 2025.

MORTIMER, E. F. **Construtivismo, Mudança Conceitual e Ensino de Ciências: Para Onde Vamos?** *Revista Investigações em Ensino de Ciências (IENCI)*, v 1, n 1, 1996. Disponível em <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/645>> Acesso em 08 jan. 2025.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. 1999. Disponível em: <https://feapsico2012.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/11/moreira-masini-aprendizagem-significativa-a-teoria-de-david-ausubel.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2025.

MOREIRA, M. A.; MASSONI, N. T. **Interfaces Entre Teorias De Aprendizagem E Ensino De Ciências/Física**. Porto Alegre: UFRGS, 2015. Disponível em https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/tapf_v26_n6.pdf. Acesso em 08 jan. 2025.

MOREIRA, Marco Antonio. **O que é afinal aprendizagem significativa?** 2015. Disponível em: <https://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2025.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: a Teoria e Textos Complementares**. 1ª Edição. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. **Curso de Física Básica** – vol 4. Edgard Blucher, 1998.

NUNSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica**, Volume 2 – Fluidos, Oscilações e Ondas, Calor. 4ª edição, São Paulo: Editora Blucher, 2010.

Oliveira, L.C.P. (2007). **Trajetórias escolares de pessoas com deficiência visual: Da educação básica ao ensino superior**. Campinas/SP. Pontifícia Universidade Católica. Dissertação (Mestrado em educação).

RAMALHO JUNIOR, F.; FERRARO N. G.; SOARES, P. A. T. **Fundamentos da Física**. 7ª edição. São Paulo: Moderna, 1999.

ROCHA, José Fernando M. **Origens e evolução das ideias da física**. José Fernando M. Rocha (Org.) – 2. Ed. – EDUFBA, 2015.

SILVA NETO, Edson; SILVA, Mário; GONÇALVES, Patrícia. **Educação inclusiva: desafios e possibilidades**. *Revista Brasileira de Educação Inclusiva*, v. 1, pág. 87-104, 2018.

STAINBACK, Susan; STAINBACK, William. **Inclusão: um guia para educadores**. Porto Alegre: Artmed, 1999.

SASSAKI, R. K. **Inclusão: construindo uma sociedade para todos**, WVA editora, 5. ed., Rio de Janeiro, 1999.)

SASSAKI, R. K. **Inclusão: acessibilidade no lazer, trabalho e educação**. *Revista Nacional de Reabilitação (Reação)*, São Paulo, Ano XII, mar./abr. 2009, p. 10-16)

SILVA, M. A. da. **A inclusão de alunos com necessidades educacionais especiais: desafios e possibilidades para o professor**. *Revista Brasileira de Educação Especial*, v. 21, n. 4, p. 533-546, 2015.

SOLER, M. A. **Didáctica multissensorial de las ciencias: un nuevo método para alumnos ciegos, deficientes visuales, y también sin problemas de visión**. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, 1999.

SERWAY, Raymond A.; JEWETT JR., John W. **Princípios da Física**. 9. ed. Belmont, CA: Brooks/Cole, 2011.

SEARS, Francis W.; ZEMANSKY, Mark W. **Fundamentos de Física**. 7. ed. São Paulo: Addison-Wesley, 2008. 3 v.

SERWAY, Raymond A.; JEWETT JR., John W. **Princípios de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

VALADARES, Jorge António. **A Teoria da Aprendizagem Significativa como Teoria Construtivista**. 2011. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID4/v1_n1_a2011.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2025.

VALADARES, J. **A Teoria da Aprendizagem Significativa como Teoria Construtivista**. Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – V1(1), pp. 36-57, 2011.

VASCONCELLOS, C. dos S. **Avaliação: concepção dialética-libertadora do processo de avaliação escolar**. 11^a ed. São Paulo: Libertad, 2000.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. **Física II: Termodinâmica e Ondas**. Tradução: Daniel Vieira; Lucas Pilar. Colaboração: A. Lewis Ford. 12. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2008.

APÊNDICES

APÊNDICE A – PLANO DE AULA

COMPONENTE CURRICULAR: Física/Ciências
TURMA: 9º ano do Ensino Fundamental
CARGA-HORÁRIA: 2 aulas

PLANO DE AULA
TEMA: Elementos de uma Onda

HABILIDADES DA BNCC
EF09CI03 - Compreender as características das ondas (frequência, amplitude, comprimento de onda, velocidade e direção de propagação) e relacionar as características do cotidiano, como som, luz e ondas na água.

OBJETIVOS
<p>GERAL</p> <p>Apresentar os principais elementos de uma onda (amplitude, comprimento de onda, crista, vale e direção de propagação), utilizando uma maquete tátil-visual.</p>
<p>ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definir os conceitos de onda e seus principais elementos. • Reconhecer e identificar os elementos de uma onda em diferentes representações. • Proporcionar experiências sensoriais acessíveis para todos os estudantes, utilizando materiais táteis.

CONTEÚDO

- Conceito de Ondas.
- Identificar os componentes de uma onda.
- Relacionar os conceitos fundamentais de ondas com situações do cotidiano.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A aula será conduzida de forma prática, utilizando uma corda para demonstrar os conceitos de ondas de maneira visual e tátil. Inicialmente, será apresentada uma breve explicação teórica sobre o que são ondas, destacando que elas são perturbações que se propagam em um meio, e seus elementos principais, como amplitude, crista, comprimento de onda, direção de propagação e o vale.

1. Em seguida, dois discentes voluntários serão convidados para segurar as extremidades de uma corda, mantendo-a tensionada e reta. A partir disso, será produzido um movimento oscilatório em uma das extremidades, criando ondas visíveis. Serão explorados diferentes aspectos, como a formação de ondas transversais, o aumento da frequência ao mover a corda mais rapidamente e a propagação de pulsos únicos ao longo da corda. Ao final da demonstração, será realizada uma discussão em grupo para relacionar o experimento com situações do cotidiano, como o funcionamento de instrumentos musicais, ondas no mar e outras aplicações práticas.
2. Após essa breve contextualização, os estudantes serão organizados em grupos para o segundo momento da atividade. Durante este momento, eles irão explorar a maquete tátil-visual (Fig. 3). Durante a interação com o recurso, os estudantes terão a oportunidade de analisar os elementos de uma onda de maneira mais específica e conceitual. Esse processo contribuirá para uma compreensão mais clara e precisa de cada elemento, permitindo que possíveis dúvidas sobre os conceitos sejam esclarecidas de forma colaborativa e interativa.

Para estudantes videntes: Eles podem usar as mãos para explorar as texturas e formatos da maquete, o que pode enriquecer a compreensão sobre os conceitos de forma tátil, ao mesmo tempo que observa visualmente os elementos representados, favorecendo para associação dos fenômenos que estão sendo discutidos.

Para estudantes com deficiência visual: O protótipo da maquete permitirá compreender os conceitos de maneira mais concreta, oferecendo diferentes formas de explorar os elementos representados. Ao tocar os componentes da maquete, o aluno poderá compreender características como forma, relevância e texturas, além de identificar os elementos que se relacionam com a onda. Essa interação prática favorece o desenvolvimento de uma percepção espacial e física das especificações, como amplitude, frequência e direção das ondas, conceitos essenciais para o aprendizado.

3. Após esse momento, o professor pode dar continuidade à atividade, e uma opção interessante seria distribuir cordas entre os grupos. Cada grupo poderia criar ondulações no chão, representando os elementos de uma onda, compartilhando e discutindo seus conhecimentos sobre os conceitos envolvidos. Para o estudante cego, o docente pode fornecer uma maquete tátil sem os elementos da onda previamente marcado e, ao longo da atividade, orientar o discente, com perguntas sobre respectivo elemento. Essa abordagem proporcionará uma compreensão mais aprofundada dos elementos e da representação de uma onda.

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

A avaliação dos discentes será conduzida de maneira diagnóstica e somativa, com o objetivo de acompanhar a participação ativa dos estudantes. No início da aula, será realizada uma avaliação diagnóstica para identificar o nível de conhecimento prévio dos estudantes sobre o conceito de ondas. A avaliação somativa ocorrerá de forma contínua durante a aula, observando a participação dos estudantes nas atividades.

RECURSOS NECESSÁRIOS

- Quadro branco (lousa);
- Pincel e Apagador;
- Corda;
- Maquete tátil (Fig. 3).

MATERIAIS UTILIZADOS PARA CONFECÇÃO

- (1) Tesoura;
- (1) Régua;
- (1) Corda (50 cm);
- (1) Cola quente;
- (28) Meia pérolas adesivas;
- (1) Tinta guache preta;
- (1) EVA preto com glitter;
- (1) EVA azul com glitter;
- (1) Pincel;
- (2) Botões;
- (2) Bolinhas;
- (1) Tela de pintura (30 cm x 40 cm).

MONTAGEM DO PROTÓTIPO

1. Comece pegando uma tela de pintura (30 cm x 40 cm). Para facilitar o processo, faça uma representação de ondas em uma corda. Isso ajudará na colagem e permitirá que você represente os elementos com mais precisão.
2. Após desenhar as ondas, crie o eixo principal utilizando EVA com glitter preto. Faça uma linha reta.
3. Com a ajuda de cola quente, fixe a corda nas marcações do desenho. Depois, aguarde a secagem completa.
4. Para representar a “crista” da onda, use botões de 2 cm de diâmetro e cole no ponto mais alto da onda.

5. A “amplitude” será representada por um palito de picolé pintado de tinta guache preta.
6. Para o “vale”, utilize uma bolinha, ou algo que possa apresentar uma texturização, que seja diferente da crista, para facilitar a identificação para o estudante cego.
7. Na maquete, coloque as meias pérolas adesivas em forma de reta, ligando a distância de uma crista a outra. Essa representação ilustrará o comprimento de onda.
8. Para representar a direção de propagação da onda, utilize uma seta confeccionada com EVA.
9. Após diferenciar e criar cada elemento da onda, cole-os na maquete de acordo com suas respectivas posições.

REFERÊNCIAS

- (1) BONJORNO, José Roberto; ALVES, Luís Augusto; RAMOS, Clinton Márcio. *Física: Termologia, Óptica, Ondulatória, 2º Ano*. 1ª Edição. São Paulo: FTD, 2010.
- (2) HALLIDAY, David; WALKER, Jearl; RESNICK, Roberto. *Fundamentos de Física - Volume 2: Gravitação, Ondas e Termodinâmica*. 10ª Edição. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

APÊNDICE B – PLANO DE AULA

COMPONENTE CURRICULAR: Física/Ciências
TURMA: 9º ano do Ensino Fundamental
CARGA-HORÁRIA: 2 aulas

PLANO DE AULA
TEMA: Fenômeno de Refração da luz

HABILIDADES DA BNCC
EF09CI05 - Investigar, por meio de experimentos ou simulações, as especificações de reflexão, refração e dispersão da luz e relacioná-los com a explicação de características naturais e com suas aplicações em instrumentos ópticos.

OBJETIVOS
GERAL Proporcionar uma compreensão prática e teórica do fenômeno da refração da luz, utilizando uma maquete tátil-visual.

ESPECÍFICOS

- Compreender o que é refração da luz e como ocorre quando a luz passa de um meio para outro (por exemplo, do ar para a água), com o auxílio de uma maquete tátil-visual.
- Identificar e descrever os conceitos de ângulo de incidência, ângulo de refração e índice de refração.
- Promover a exploração da maquete tátil-visual, incentivando a investigação sobre os diferentes cenários de refração da luz.

CONTEÚDO

- Conceito de refração da luz;
- Princípios da Refração;
- Exemplos práticos de refração em diferentes contextos do dia a dia.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

1. Inicialmente, será apresentado o conceito de refração da luz.

Para estudantes videntes: Comece a aula com perguntas retóricas sobre a refração da luz, incentivando os estudantes a refletirem e compartilhem suas percepções. Questionando se já ouviram falar sobre as características e onde o observaram no cotidiano, como em óculos ou na água. Em seguida, demonstrar exemplos visuais e práticos como a “Caneta quebrada” em um copo de água e a ocorrência de objetos submersos. O experimento “Caneta quebrada” é convencional e prático, onde o docente poderá mostrar a caneta aos estudantes fora do copo, destacando que ela parece inteira e reta. Após isso, colocando-a parcialmente submersa no copo com água, espera-se que eles analisem que a caneta parece “quebrada” ou deslocada.

Para estudantes com deficiência visual: Explicar, de forma clara e acessível, que a refração ocorre quando a luz altera sua trajetória ao passar de um material para

outro, como do ar para a água.

2. Após essa parte introdutória, poderá ser explorada a maquete tátil que apresenta o trajeto da luz (fig. 10).

Durante a apresentação do protótipo da maquete tátil-visual, explicar o trajeto da luz em diferentes meios (neste caso, no ar e na água). E enfatizar que ao passar do ar para água, a luz muda de direção. Uma parte dela é refletida, enquanto a outra entra na água e se desvia.

Para estudantes videntes: Explorar a maquete visualmente, analisando o comportamento da luz ao passar de um meio para outro.

Para estudantes com deficiência visual: Explorar com o auxílio do professor supervisor de maneira detalhada, com orientações táteis-auditivas. (Ex.: “Ao tocar a maquete, você percebe as partes as partes em relevância? Consegue identificar as setas que representam os raios de luz?”) Essas perguntas vão consolidando o estudo e possibilitando a compreensão dos elementos que estão sendo estudados. Essas setas permitirão que o estudante com deficiência visual compreenda pelo tato, como a luz se comporta ao mudar de um meio para outro.

Após a exploração do material adaptado, organize grupos, compostos por estudantes com e sem deficiência visual, garantindo a participação ativa e colaborativa de todos. Em seguida, promova debates dentro dos grupos sobre o fenômeno em destaque, com foco no comportamento da luz ao atravessar diferentes meios. Durante a discussão, observar o envolvimento dos discentes.

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

A avaliação do processo de ensino-aprendizagem será conduzida de maneira formativa. Desta forma, ocorrerá durante a exploração da maquete tátil-visual, onde será observada a participação dos educandos. Durante essa atividade prática, será possível verificar o engajamento dos estudantes e sua capacidade de aplicar os conceitos discutidos em sala de aula.

RECURSOS NECESSÁRIOS

- Notebook;
- Projetor;
- Quadro branco (lousa);
- Pincel e Apagador;
- Copo;
- Caneta;
- Maquete tátil (Fig. 5).

PRODUÇÃO DO MATERIAL DA FIGURA 05

MATERIAIS UTILIZADOS PARA CONFECÇÃO

- (1) Isopor (40 cm de comprimento por 40 cm de largura e 1,5 cm de espessura);
- (2) Palitos de churrasco (15 cm);
- (4) EVAs: Azul, preto, branco e vermelho;
- (1) Cola quente;
- (1) Pincel;
- (1) Tesoura;
- (1) Régua.

MONTAGEM DO PROTÓTIPO

1. Para construção da base da maquete, corte uma folha de isopor em formato quadrado com dimensões de 40 cm x 40 cm para servir como base.
2. Utilize um EVA liso na cor branca para representar o ar, corte-o em 20 cm x 20 cm.
3. Utilize um pedaço de EVA azul com glitter para simbolizar o segundo meio (água). Corte o EVA em dimensões de 20 cm x 20 cm.
4. Para confecção do raio luminoso pegue um palito de churrasco de 15 cm e

revista-o com EVA (utilizei no material a cor branca). Após o revestimento, adicione pequenas setas feitas de EVA na ponta do palito para indicar a direção do raio de luz e cole-as. É válido ressaltar que serão (2) palitos de churrasco de 15 cm cada, representando o raio incidente e o raio refratado.

5. Na produção da reta normal, corte tiras finas de EVA pretas para representar a reta normal. Cada tira deve ter aproximadamente 1 mm de largura e 4 cm de comprimento.
6. Agora, cole o EVA azul (meio 2) sobre uma base de isopor, posicionando-o alinhado em um dos lados. Faça o mesmo procedimento para o EVA branco. Fixe os palitos revestidos (raio de luz) e as tiras de EVA preto (reta normal) nos locais adequados. Espere até que a cola seque completamente antes de manusear uma maquete.

REFERÊNCIAS

- (1) BONJORNIO, José Roberto; ALVES, Luís Augusto; RAMOS, Clinton Márcio. *Física: Termologia, Óptica, Ondulatória, 2º Ano*. 1ª Edição. São Paulo: FTD, 2010.
- (2) HALLIDAY, David; WALKER, Jearl; RESNICK, Roberto. *Fundamentos de Física - Volume 2: Gravitação, Ondas e Termodinâmica*. 10ª Edição. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

APÊNDICE C – PLANO DE AULA

COMPONENTE CURRICULAR: Física/Ciências
TURMA: 9º ano do Ensino Fundamental
CARGA-HORÁRIA: 2 aulas

PLANO DE AULA
TEMA: Fenômeno de Reflexão da luz

HABILIDADES DA BNCC
EF09CI05 - Investigar, por meio de experimentos ou simulações, as especificações de reflexão, refração e dispersão da luz e relacioná-los com a explicação de características naturais e com suas aplicações em instrumentos ópticos.

OBJETIVOS
GERAL
Promover a compreensão teórica e prática das características da reflexão da luz e sua aplicação no cotidiano, utilizando recursos táteis e visuais.
ESPECÍFICO
<ul style="list-style-type: none"> • Compreende o conceito de reflexão da luz, destacando as características do raio incidente, do raio refletido e da normal à superfície. • Explorar, por meio de uma maquete tátil-visual o comportamento da reflexão da luz. • Proporcionar ao estudante com deficiência visual uma experiência tátil e auditiva que permita a compreensão das especificidades da reflexão.

CONTEÚDO

- Conceito de reflexão da luz;
- Elementos do fenômeno e reflexão;
- Exemplos práticos de reflexão em diferentes contextos do dia a dia.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

1. Introduzir o conteúdo por meio de slides específicos, explicando os conceitos de reflexão da luz, incluindo os elementos: raio incidente, raio refletido, reta normal e ângulos. Durante a apresentação, uma descrição verbal detalhada dos slides, garantindo que o estudante com deficiência visual compreenda as informações de forma auditiva.

Para estudantes videntes: Iniciar perguntando aos estudantes se eles já ouviram falar sobre reflexão da luz e onde já observaram essas características no dia a dia. (Ex.: “Por que conseguimos ver no espelho, mas não em uma parede branca?” “Você já percebeu como a luz reflete na água ou em superfícies metálicas?”).

Para estudantes com deficiência visual: Explicar, de forma clara e acessível, que a reflexão ocorre quando a luz atinge uma superfície e muda de direção. A luz permanece no mesmo meio de propagação, mas altera sua direção e/ou sentido. Esse desvio acontece de maneira semelhante a uma bola que bate em uma parede e retorna. A luz faz algo parecido: ela “bate” na superfície e reflexos, mudando de direção.

Essas perguntas promovem a reflexão e a participação de todos os educandos, relacionando suas percepções sensoriais ao comportamento da luz.

2. Após essa parte introdutória, poderá ser explorada a maquete tátil que apresenta o trajeto da luz (Fig. 8).

Para estudantes videntes: Mostrar animações/imagens no slide que ilustra o trajeto da luz em um espelho plano, destacando o ângulo de incidência e o ângulo de reflexão.

Para estudantes com deficiência visual: Utilizar o modelo tátil (Fig. 8) para mostrar a trajetória da luz e explicar, de forma simples, como ela reflete e a formação dos ângulos de incidência e refração.

Para todos os estudantes: Durante a apresentação do recurso adaptado, os discentes serão organizados em grupos, compostos por todos os estudantes. A

explicação será clara e objetiva, abordando o comportamento da luz e a Lei da Reflexão, enfatizando que o ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão. A abordagem será feita de forma inclusiva, garantindo que todos compreendam o conceito por meio de explicação verbal e interações com o recurso tátil-visual.

3. Em grupos, os estudantes explorarão a maquete tátil-visual, analisando os raios luminosos, sua interação com a reta normal e a formação dos ângulos. Os estudantes sem deficiência visual irão elaborar um breve resumo escrito sobre o que estudaram, enquanto os estudantes com deficiência visual terão a oportunidade de explicar oralmente o conceito, apresentando o que compreenderam durante a atividade, utilizando o protótipo da maquete.
4. Após o estudo das características de refração e reflexão, serão distribuídas folhas de papel ofício para os estudantes videntes, que deverão ilustrar as representações dessas características com base no que foi aprendido. Para o estudante com deficiência visual, serão entregues as duas maquetes (refração e reflexão), onde irá identificar o que representa por cada uma. Após a identificação, o docente realizará uma recapitulação do conteúdo com o estudante, destacando os pontos principais de cada especificidade. Em seguida, poderão ser feitas perguntas para verificar a compreensão e consolidar o aprendizado.

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

A avaliação do processo de ensino-aprendizagem será conduzida de maneira formativa e diagnóstica. A avaliação formativa ocorrerá durante a exploração da maquete tátil-visual, onde serão observadas a participação e o envolvimento dos educandos. Essa atividade prática permitirá verificar a capacidade dos estudantes de aplicar os conceitos propostos na sala de aula. Além disso, a avaliação diagnóstica consistirá na realização das atividades, com perguntas objetivas e abertas, elaboração de desenhos sobre o fenômeno estudado, que permitirá avaliar a compreensão dos conceitos envolvidos no tema da reflexão da luz. Para os com deficiência visual, o questionário poderá ser adaptado para um formato oral. Essa abordagem garantirá que tanto a participação ativa quanto a compreensão dos

estudantes sejam avaliados de forma inclusiva e eficaz.

RECURSOS NECESSÁRIOS

1. Notebook;
2. Projetor;
3. Quadro branco (lousa);
4. Pincel e Apagador;
5. Maquete tátil (Fig. 8).

MATERIAIS UTILIZADOS PARA CONFECÇÃO

6. (1) Isopor (40 cm de comprimento por 40 cm de largura e 1,5 cm de espessura);
7. (2) Palitos de churrasco (15 cm);
8. (4) EVAs: Azul, preto, branco e vermelho;
9. (1) Cola quente;
10. (1) Pincel;
11. (1) Tesoura;
12. (1) Régua.

MONTAGEM DO PROTÓTIPO (MESMA MONTAGEM DO FENÔMENO DE REFRAÇÃO)

1. Para construção da base da maquete, corte uma folha de isopor em formato quadrado com dimensões de 40 cm x 40 cm para servir como base.
2. Utilize um pedaço de EVA azul com glitter para simbolizar o segundo meio (água). Corte o EVA em dimensões de 20 cm x 20 cm. Para maior representatividade, adicione ondulações no material para simular o movimento da água (opcional).
3. Utilize um EVA liso na cor branca para representar o ar, corte-o em 20 cm x 20 cm.
4. Para confecção do raio luminoso pegue um palito de churrasco de 15 cm e revista-o com EVA (utilizei no material a cor vermelha). Após o revestimento, adicione pequenas setas feitas de EVA na ponta do palito para indicar a direção do raio de luz e cole-as. É válido ressaltar que serão (2) palitos de

churrasco de 15 cm cada, representando o raio incidente e o raio refratado.

5. Na produção da reta normal, corte tiras finas de EVA pretas para representar a reta normal. Cada tira deve ter aproximadamente 1 mm de largura e 4 cm de comprimento.
6. Agora, cole o EVA azul (meio 2) sobre uma base de isopor, posicionando-o alinhado em um dos lados. Fixe os palitos revestidos (raio de luz) e as tiras de EVA preto (reta normal) nos locais adequados. Espere até que a cola seque completamente antes de manusear uma maquete.

REFERÊNCIAS

- (1) BONJORNO, José Roberto; ALVES, Luís Augusto; RAMOS, Clinton Márcio. *Física: Termologia, Óptica, Ondulatória, 2º Ano*. 1ª Edição. São Paulo: FTD, 2010.
- (2) HALLIDAY, David; WALKER, Jearl; RESNICK, Roberto. *Fundamentos de Física - Volume 2: Gravitação, Ondas e Termodinâmica*. 10ª Edição. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

APÊNDICE D – PLANO DE AULA

COMPONENTE CURRICULAR: Física/Ciências

TURMA: 9º ano do Ensino Fundamental

CARGA-HORÁRIA: 2 aulas

PLANO DE AULA

TEMA: Fenômeno de Dispersão da luz branca

HABILIDADES DA BNCC

EF09CI05: Investigar e analisar, em diferentes contextos, as interações da luz com materiais diversos (reflexão, refração, absorção, dispersão), reconhecendo sua importância para a visão humana e para a percepção de cores dos objetos.

OBJETIVOS

GERAL

Compreender as características da dispersão da luz, sua relação com a formação do arco-íris e os princípios básicos da refração da luz.

ESPECÍFICO

- Explicar o conceito de dispersão da luz e como ocorre na prática.
- Relacionar as características de dispersão à formação do arco-íris.
- Explorar, por meio de uma maquete tátil-visual o comportamento da dispersão da luz.

- Proporcionar ao estudante com deficiência visual uma experiência tátil e auditiva que permita a compreensão das especificidades da dispersão.

CONTEÚDO

- A Composição da luz branca.
- Fenômeno da refração da luz.
- Definição da dispersão e como a luz branca se separa em suas diferentes cores ao passar por um prisma.
- Associação da Dispersão da Luz ao Cotidiano.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

1. Para introduzir a aula, selecione um vídeo curto (2-3 minutos), sugiro que vídeo tenha uma narração clara que explique a formação do arco-íris, focando em como a luz branca do Sol se separa em várias cores ao atravessar gotículas de água. Você poderá gozar de recursos como vídeo ou uma animação. Após essa contextualização com o vídeo, faça algumas perguntas para envolver os discentes e verificar a compreensão (Ex.: “O que acontece com a luz quando passa pelas gotículas de água?” “Quais cores vocês viram no vídeo? Como essas cores se organizam?”. Durante o vídeo, para auxiliar o estudante cego, o docente poderá fazer uma descrição mais detalhada (se necessário).

Para estudantes videntes: Enquanto o vídeo está sendo compartilhada, peça aos estudantes que façam às anotações no caderno e proponha que eles se identifiquem onde já viram efeitos semelhantes. (Ex.: Reflexos coloridos em CDs, bolhas de sabão ou prismas, luz do Sol passando por vidros ou cristais.)

Para estudantes com deficiência visual: Explicar, de forma clara e acessível, enquanto o vídeo é exibido, descrevendo verbalmente os aspectos visuais principais, como: “Agora, a luz branca está atravessando as gotículas de água. Ela

se divide em várias cores, como vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta, que formam o arco-íris.”

2. Após a introdução, será apresentada uma maquete tátil que representa o Prisma de Newton, permitindo aos estudantes explorarem de forma concreta como a luz branca se divide em suas cores componentes.

Para estudantes videntes: Observação visual, analisando como o prisma está representado na maquete (formato triangular, entrada da luz branca e saída das cores). Eles poderão observar os caminhos de luz indicados na maquete, identificando a ordem das cores do espectro visível ao sair do prisma.

Para estudantes com deficiência visual: Apresente modelo tátil-visual. Explique de forma clara que a luz branca é formada pela combinação de várias cores e que, ao atravessar certos materiais, como prismas, essas cores se separam devido à refração da luz. Utilize o modelo para ilustrar o caminho da luz branca entrando no prisma e emergindo como um feixe colorido.

3. Após a utilização da maquete tátil-visual, o docente poderá propor uma atividade prática.

Para estudantes videntes: Peça para que confeccionem modelos semelhantes, mas em proporções reduzidas, como trabalhos individuais. Para isso, eles poderão utilizar materiais de baixo custo.

Algumas sugestões de ideias adicionais:

- **Prisma:** Confeccionado com pedaços de garrafa PET cortados em formato triangular, palitos de churrasco, canudos de refrigerante, ou ainda pequenos blocos de acrílico reciclado, se disponíveis.
- **Luz branca e espectro de cores:** Representados por barbantes ou fios de lã. Cada cor do espectro poderá ser pintada com tinta guache ou marcadores permanentes para garantir uma aparência vibrante. Para representar a luz branca, poderá juntar dois ou três fios para ficar com uma maior espessura.
- **Base de sustentação:** Feita com papelão, EVA ou outro material estável para montar o modelo.

Para estudantes com deficiência visual: O professor deverá confeccionar uma maquete semelhante à proposta para os demais estudantes, promovendo a

utilização e exploração desse material pelo estudante. Para um estudante com baixa visão, recomenda-se ampliar as dimensões da maquete e utilizar cores contrastantes e texturas marcantes para facilitar a identificação das partes. Caso seja um estudante cego, a maquete deverá ser adaptada seguindo as diretrizes abaixo:

- **Prisma:** Corte uma garrafa PET ou utilize um molde de acrílico para montar o prisma. Certifique-se de que os rostos estejam bem ajustados.
- **Montagem do espectro:** Separe barbantes ou fios de lã e pinte-os com as cores do arco-íris (vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta). Fixe-os em sequência na saída do prisma, seguindo a ordem do espectro. Para facilitar a diferenciação tátil dos núcleos, adote a seguinte estratégia (**Vermelho:** Um pingo de vela. **Laranja:** Dois pinos de vela. **Amarelo:** Três pingos de vela. **Verde:** Quatro pinos de vela. **Azul:** Cinco pinos de vela. **Anil:** Seis pinos de vela. **Violeta:** Sete pinos de vela). O professor irá conduzindo e explicando que a cor vermelha tem um pingo, laranja dois pingos e assim sucessivamente. Cada marcação tátil, correspondente ao número de pingos de vela, ajudará o estudante cego a identificar e compreender a lógica da sequência das cores do espectro de maneira inclusiva.
- **Base de sustentação:** Cole ou fixe os componentes em uma base de papelão ou EVA, garantindo que o modelo fique estável e visualmente organizado.

Por fim, organize os discentes em grupos para compartilharem e discutirem suas maquetes entre si. Durante essa interação, o estudante cego poderá explorar as diferentes texturas e materiais utilizados pelos colegas, enriquecendo sua experiência tátil. Ao conduzir a exploração, oriente-o de forma clara e objetiva, destacando as partes principais de cada maquete, como o prisma, a luz branca e o espectro das cores. É importante forçar a integração do estudante no diálogo do grupo, incentivando os colegas a descreverem seus modelos e a colaborarem para um aprendizado inclusivo e significativo.

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

A avaliação será formativa e somativa, observando a participação dos estudantes durante a exploração da maquete tátil-visual. Além disso, será avaliado a identificação das partes da maquete pelos estudantes videntes e a interpretação tátil do estudante cego. Na confecção das maquetes individuais, serão analisadas a criatividade dos videntes e a exploração do modelo adaptado pelo estudante cego. No compartilhamento em grupo, será verificada a capacidade de explicar as maquetes e a compreensão do estudante cego sobre as texturas.

RECURSOS NECESSÁRIOS

- Notebook;
- Projetor;
- Quadro branco (lousa);
- Pincel e Apagador;
- Maquete tátil (Fig.12).

MATERIAIS UTILIZADOS PARA CONFECÇÃO

- (1) Isopor (20 cm de comprimento por 20 cm de largura e 1,5 cm de espessura);
- (3) Chapas placas de acrílico cristal 13,5 cm x 9 cm x 2 mm;
- (1) Cola quente;
- (1) Tinta guache na cor branca, vermelha, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta.
- (1) Pincel;
- (1) Tesoura;
- (1) Régua;
- (1) Barbante Grosso Spesso Euroroma 24 Fios branco.

MONTAGEM DO PROTÓTIPO

1. **Base:** Utilize uma folha de isopor como base do prisma. Com a régua,

marque um quadrado de 20 cm x 20 cm na folha.

2. **Montar o triângulo:** Com as chapas de acrílico, monte um o triangular. Para isso, você precisará colar as chapas. Meça as chapas de acrílico para que cada lado tenha aproximadamente 13,5 cm de base e 9 cm de altura, formando um triângulo equilátero de 13,5 cm. Com a cola quente, cole as chapas de acrílico na base de isopor, posicionando as faces do triângulo.
3. **Feixe de Luz:** Corte pedaços de barbante branco com aproximadamente 20 cm de comprimento. Pinte cada pedaço de barbante com as cores do arco-íris, conforme a ordem. Ao lado da cor vermelha coloque um pingo de vela, para a laranja serão dois pingos e assim sucessivamente para todas as cores do espectro esse raciocínio. Para representar o feixe de luz branca, use 2/3 fios do barbante para ter uma espessura maior.

REFERÊNCIAS

- (1) BONJORNO, José Roberto; ALVES, Luís Augusto; RAMOS, Clinton Márcio. *Física: Termologia, Óptica, Ondulatória, 2º Ano*. 1ª Edição. São Paulo: FTD, 2010.
- (2) HALLIDAY, David; WALKER, Jearl; RESNICK, Roberto. *Fundamentos de Física - Volume 2: Gravitação, Ondas e Termodinâmica*. 10ª Edição. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

APÊNDICE E – PLANO DE AULA

COMPONENTE CURRICULAR: Física/Ciências

TURMA: 9º ano do Ensino Fundamental

CARGA-HORÁRIA: 3 aulas

PLANO DE AULA

TEMA: Fenômeno de Difração

HABILIDADES DA BNCC

EF09CI12: Explicar as características relacionadas à propagação de luz, alguns e outros tipos de onda, como reflexão, refração, absorção, difração e interferência, com base no modelo ondulatório.

OBJETIVOS

GERAL

Proporcionar uma compreensão prática e teórica do fenômeno de difração, utilizando uma maquete tátil-visual.

ESPECÍFICOS

- Identificar as características da difração em diferentes situações do cotidiano;
- Relacionar o comportamento das ondas com os conceitos de obstáculos e fendas;
- Reconhecer que a difração ocorre com diferentes tipos de ondas (sonoras, luminosas e outras);
- Explorar, por meio de uma maquete tátil-visual o comportamento da dispersão da luz.

CONTEÚDO

- Conceito de difração de Ondas;
- Contextualização e definição de Ondas;
- Exemplos práticos de refração em diferentes contextos do dia a dia.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para introduzir o conceito de difração em uma aula expositiva, explique que a difração é a aparência pelo qual as ondas contornam obstáculos ou passam por aberturas, espalhando-se em todas as direções. Faça conexões com situações do cotidiano, como ouvir música ou uma voz em outra sala. Posteriormente, poderá recorrer a um experimento simples e convencional, que seja acessível para todos os estudantes presentes na sala de aula. Esse experimento apresentará a resposta para a seguinte situação: “Por que conseguimos ouvir alguém em outra sala, mesmo que haja uma parede no caminho?”

1. Coloque uma caixa de papelão em pé no centro da sala para simular uma “parede”. Faça uma pequena abertura em uma parte da caixa, representando um local por onde o som pode passar.
2. Posicione o alto-falante ou celular tocando um som contínuo (como uma música ou ruído branco) em um dos lados da caixa.
3. Peça que os estudantes se posicionem no lado oposto da abertura da caixa e ouçam o som que passa pela abertura. Discuta como a intensidade muda conforme a posição.
4. Oriente os discentes a se deslocarem ao redor da caixa. Explique que o som contorna os obstáculos (fenômeno de difração), permitindo que eles o escutem em locais onde não existe abertura direta.
5. Alterne entre aberturas de tamanhos diferentes e peça aos estudantes que comparem a intensidade do que percebem. Explique que quanto menor a abertura em relação ao comprimento da onda do som, maior a difração.

Esse experimento ele irá auxiliar nos discursões com a turma, além de ser algo que propiciará uma estudante baixa visão ou com cegueira. O objetivo do experimento é comprovar, na prática, as características da difração do som e como ele permite que escutemos alguém em outra sala, mesmo que exista uma barreira física no caminho.

Após o experimento, reúna os estudantes para discutir o que compreenderam.

Alguns exemplos de questionários para o debate:

- Como o tamanho da abertura influenciou o som que ouvimos? (Obs.: O estudante cego poderá tatear a abertura).
- O que acontece quando estão diretamente na frente da abertura? E ao lado da caixa? (Obs.: O docente irá especificar quando o estudante cego está próximo à frente da abertura e quando ele estará ao lado.)
- Como isso ajuda a explicar por que ouvimos alguém em outra sala?

Essas questões estimulam a reflexão e o diálogo entre os estudantes, promovendo uma participação ativa e engajada. Em seguida, o docente utilizará como recurso didático a maquete tátil-visual (Fig. 10), que representa as características de difração.

Para estudantes videntes: Permitirá que observem a maquete enquanto o professor explica, relacionamos a representação tátil aos conceitos teóricos aprendidos em aula.

Para estudantes com deficiência visual: Possibilitará a compreensão do fenômeno estudado de forma mais concreta para o estudante. Durante a exploração tátil, o professor pode explicar que as ondas são representadas pelos barbantes organizados ao redor da fenda. Ele deve destacar que os barbantes que “se espalham” após a abertura ilustram o comportamento da luz ao passar por uma fenda estreita. Após uma exploração deste material, o professor pode utilizar os questionamentos da Tabela 07 para aprofundar a discussão. Questões como “Por que as ondas se espalham após a fenda?” e “Como isso está relacionado à difusão da luz?” ajudar o estudante a conectar a experiência prática com os conceitos teóricos. Pergunte ao estudante como ele interpreta o modelo tátil e quais dúvidas

surgem. Isso pode ajudar a adaptar a explicação e garantir que o entendimento esteja sendo construído.

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

A avaliação do ensino-aprendizagem será formativa, realizada no âmbito da exploração da maquete tátil-visual e do experimento sobre como ouvirmos alguém em outra sala. Serão observados a participação, o engajamento e a aplicação dos conceitos pelos discentes, permitindo identificar seu progresso em um ambiente colaborativo.

RECURSOS NECESSÁRIOS

- Caixa de Papelão;
- Celular ou alto-falante para emitir algo som;
- Maquete tátil (Fig. 15);

MATERIAIS UTILIZADOS PARA CONFECÇÃO

- (1) Isopor (20 cm de comprimento por 20 cm de largura e 1,5 cm de espessura);
- (1) Cola quente;
- (1) Tesoura;
- (1) Régua.
- (1) Barbante Grosso Spesso Euroroma 24 Fios branco;
- (12) Palitos de picolés;
- (1) Tinta acrílica preta.

MONTAGEM DO PROTÓTIPO

Construção da Fenda

1. Pegue o isopor e deixe-o limpo, caso prefira, poderá pintar de branco.
2. Se preferir, desenhe levemente no isopor uma linha-guia no centro para

alinhar os componentes, isso pode ajudar na montagem dos elementos.

3. Pegue 6 palitos de picolé e faça um empilhado, para representar as fendas. Pinte os palitos de picolé com a tinta acrílica preta.
4. Cole cada par no isopor, utilizando a cola quente, de modo que as fendas garantam homologações no centro.

Construção das Ondas

5. Meça o barbante grosso com a régua, cortando pedaços de aproximadamente 20 cm.
6. Prepare no mínimo 7 pedaços de barbante para representar as frentes de onda. Esses pedaços admitindo os tamanhos (10 cm, 12 cm, 14 cm, 16 cm, 18 cm, 20 cm e 22 cm) essas variações são para representar as ondas.
7. Fixe o barbante no isopor utilizando a cola quente, partindo da região antes das fendas e passando pelas aberturas entre os pares de palitos.
8. Após passar pelas fendas, faça uma curva no barbante, representando a difração da onda. Cada pedaço de barbante deve simular uma frente de onda curva ao sair das fendas.
9. Caso queira, represente com palitos de churrasco recobertos por EVA fazendo setas para indicar a direção da onda antes das fendas.

REFERÊNCIAS

- (1) BONJORNIO, José Roberto; ALVES, Luís Augusto; RAMOS, Clinton Márcio. *Física: Termologia, Óptica, Ondulatória, 2º Ano*. 1ª Edição. São Paulo: FTD, 2010.
- (2) HALLIDAY, David; WALKER, Jearl; RESNICK, Roberto. *Fundamentos de Física - Volume 2: Gravitação, Ondas e Termodinâmica*. 10ª Edição. Rio de Janeiro: LTC, 2017.