

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
MINAS GERAIS – *CAMPUS* OURO PRETO
LICENCIATURA EM FÍSICA

Thainara de Souza Santos

**ENSINO DE ÓPTICA PARA DEFICIENTES VISUAIS:
desenvolvimento de uma sequência didática e de materiais táteis para mediar a
aprendizagem**

Ouro Preto

2024

THAINARA DE SOUZA SANTOS

**ENSINO DE ÓPTICA PARA DEFICIENTES VISUAIS:
desenvolvimento de uma sequência didática e de materiais táteis para mediar a
aprendizagem**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Licenciatura em Física do Instituto
Federal de Minas Gerais - Campus Ouro Preto
para obtenção do grau de licenciada em Física.

Orientadora: Míriam Conceição de Souza
Testasicca

Coorientador: Wflander Martins de Souza

Ouro Preto

2024

S237e

Santos, Thainara de Souza.

Ensino de Óptica para deficientes visuais [manuscrito] :
desenvolvimento de uma sequência didática e de materiais táteis para
mediar a aprendizagem / Thainara de Souza Santos. – 2024.
78 f. : il.

Orientadora: Míriam Conceição de Souza Testasicca.

Coorientador: Wflander Martins de Souza.

Trabalho de Conclusão de Curso (licenciatura) – Instituto Federal de
Minas Gerais. *Campus* Ouro Preto, 2024.

1. Inclusão escolar. 2. Práticas pedagógicas. 3. Cegos - Educação -
Física. I. Testasicca, Míriam Conceição de Souza. II. Souza, Wflander
Martins de. III. Instituto Federal de Minas Gerais. *Campus* Ouro Preto.
IV. Título.

CDU: 535:37

Catálogo: Kelly Cristiane Santos Morais - CRB-6/3217

Thainara de Souza Santos


**ENSINO DE ÓPTICA PARA DEFICIENTES VISUAIS:
desenvolvimento de uma sequência didática e de materiais táteis para
mediar a aprendizagem**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Licenciatura em
Física do Instituto Federal de Minas Gerais -
Campus Ouro Preto para obtenção do grau
de licenciada em Física

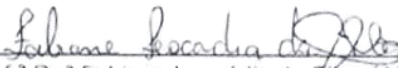
Orientador(a): Miriam Conceição de Souza
Testasicca

Co-orientador(a): Wflander Martins de Souza

Aprovada em: 27/09/2024 pela banca examinadora.



Prof.^a Dr.^a Miriam Conceição de Souza Testasicca IFMG Campus Ouro
Preto (Orientador)



Prof.^a Dr.^a Fabiane Leocádia da Silva UEMG



Prof.^a Dr.^a Thalita Macedo Araújo - IFMG campus Ouro Preto

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus que tem me sustentado até aqui e por me guiar em todos os momentos. À minha mãe, Cláudia Pedrosa de Souza, e ao meu pai, Nilton José dos Santos, por cuidarem da minha educação de forma sensacional sem medir esforços para que eu pudesse estudar e seguir meus sonhos. Também aos meus irmãos, verdadeiros amigos em quem confio plenamente e sei que posso contar a qualquer momento. Amo vocês.

À minha família, pelo apoio constante, pelas palavras de incentivo e por compreender e suportar minha ausência durante os momentos de estudo.

Ao meu namorado, que, mesmo diante da minha ausência e do estresse ao longo do curso, sempre esteve ao meu lado, me apoiando e ajudando neste trabalho.

Aos amigos que, ao longo desta jornada, estiveram presentes para apoiar, extravasar, festejar, chorar e, principalmente, sorrir. Vocês foram o incentivo que me impulsionou para o ensino superior, e serei eternamente grata por isso.

A todos os colegas de turma pelas valiosas lições e trocas de ideias durante o curso.

À professora Míriam Conceição de Souza Testasica, pela paciência, por todo conhecimento compartilhado e pela ilustre orientação neste trabalho.

Ao professor Wflander Martins de Souza, pela dedicação e apoio nesse trabalho, agradeço por ter aceitado o convite de participar junto a nós.

Por fim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos. Sem o apoio e incentivo de cada um de vocês, essa conquista não seria possível.

Muito obrigada!!!!!!

“A diversidade e a inclusão significam dividir, compartilhar e vivenciar o mundo ao lado de todos, sem diferenciar ou mesmo classificar como diferentes ou iguais.”

Duane Bomfim

RESUMO

O ensino de Ciências e Física é essencial na formação dos alunos, ao promover a compreensão dos princípios naturais e o desenvolvimento de habilidades críticas para a resolução de problemas. No entanto, ensinar essas disciplinas a alunos cegos apresenta desafios consideráveis, principalmente devido à dependência de recursos visuais e à carência de materiais didáticos inclusivos. Para esses estudantes, o tato desempenha um papel essencial, por isso a exploração dos conceitos por meio de materiais táteis, podendo tornar o aprendizado mais acessível. No estudo da óptica geométrica, esses desafios são particularmente acentuados, mas o uso de recursos adaptados, como modelos didáticos táteis e interativos, pode melhorar significativamente a aprendizagem. Tais modelos favorecem a compreensão de tópicos como a anatomia do olho e os fenômenos ópticos, além de aumentar o engajamento dos alunos. A produção desses materiais é viável em termos de custo e tempo, beneficiando tanto estudantes com deficiência visual quanto videntes, tornando as aulas mais inclusivas e dinâmicas. Nesse contexto, é crucial que os professores reconheçam a diversidade em sala de aula e adaptem suas práticas pedagógicas para garantir a inclusão de todos os alunos. A escola, por sua vez, deve prover os recursos e o suporte necessário para que todos possam se desenvolver plenamente. O respeito aos direitos dos estudantes é essencial para promover uma educação equitativa e inclusiva. Portanto a integração de recursos táteis no ensino de Ciências e Física não apenas facilita a inclusão de alunos cegos, mas também enriquece a educação como um todo, garantindo acesso igualitário ao conhecimento. O desenvolvimento desses materiais representa uma inovação essencial para um ensino mais acessível e eficaz, oferecendo oportunidades de aprendizado equitativas para todos os alunos.

Palavras-chaves: Ensino de ciências. Ensino de física. Inclusão escolar. Alunos cegos. Óptica geométrica. Materiais táteis. Acessibilidade. Práticas pedagógicas. Igualdade de acesso. Aprendizagem equitativa.

ABSTRACT

Teaching science and physics is essential for students' education, as it promotes an understanding of natural principles and the development of critical problem-solving skills. However, teaching these subjects to blind students presents considerable challenges, mainly due to the reliance on visual resources and the lack of inclusive teaching materials. For these students, touch plays an essential role, which is why exploring concepts through tactile materials can make learning more accessible. In the study of geometric optics, these challenges are particularly acute, but the use of adapted resources, such as tactile and interactive teaching models, can significantly improve learning. Such models facilitate the understanding of topics such as the anatomy of the eye and optical phenomena, in addition to increasing student engagement. The production of these materials is viable in terms of cost and time, benefiting both visually impaired and sighted students, making classes more inclusive and dynamic. In this context, it is crucial that teachers recognize diversity in the classroom and adapt their pedagogical practices to ensure the inclusion of all students. Schools, in turn, must provide the resources and support necessary for everyone to develop fully. Respecting students' rights is essential to promoting an equitable and inclusive education. Therefore, the integration of tactile resources in Science and Physics teaching not only facilitates the inclusion of blind students, but also enriches education as a whole, ensuring equal access to knowledge. The development of these materials represents an essential innovation for more accessible and effective education, offering equitable learning opportunities for all students.

Keywords: Science teaching. Physics teaching. School inclusion. Blind students. Geometric optics. Tactile materials. Accessibility. Pedagogical practices. Equal access. Equitable learning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 - Modelo do olho humano.....	17
Figura 02 - Formação dos raios luminosos.....	19
Figura 03 - Representação do ângulo de refração.....	20
Figura 04 - Representação do ângulo de reflexão.....	21
Figura 05 - Ilustração da reflexão regular.....	22
Figura 06 - Ilustração da reflexão difusa.....	23
Figura 07 - Espectro Eletromagnético.....	23
Figura 08 - Exemplificação da difração na água.....	24
Figura 09 - Aparato do experimento de Young.....	25
Figura 10 - Diagrama da dispersão da luz branca em um prisma.....	26
Figura 11 - Representação: lentes convergentes.....	28
Figura 12 - Representação das lentes divergentes.....	28
Figura 13 - Comparação da formação de imagens em uma câmera escura e no globo ocular.....	29
Figura 14 - Formação das imagens no olho humano.....	30
Figura 15 - Materiais utilizados na construção do protótipo para demonstração das lentes convergentes e divergentes.....	38
Figura 16 - Materiais utilizados na construção do protótipo para demonstração da refração e reflexão da luz.....	40
Figura 17 - Materiais utilizados na construção do protótipo para demonstração da difração.....	41
Figura 18 - Materiais utilizados na construção do protótipo para demonstração da dispersão da luz.....	44
Figura 19 - Protótipo do olho humano.....	49
Figura 20 - Representação do olho humano interno.....	50
Figura 21 - Representação do cristalino.....	50
Figura 22 - Protótipo das lentes convergentes e lentes divergentes.....	54
Figura 23 - Protótipo da representação do fenômeno da refração.....	58
Figura 24 - Protótipo para representação do fenômeno da reflexão.....	63
Figura 25 - Protótipo para representação do fenômeno da difração.....	66
Figura 26 - Protótipo para representação do fenômeno da dispersão.....	69

LISTA DE ABREVIATURAS

- CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
- CEB - Câmara de Educação Básica
- CDPD - Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência
- CNE - Conselho Nacional de Educação
- DUDH - Declaração Universal dos Direitos Humanos
- EVA - Etileno Acetato de Vinila
- FMC - Física Moderna e Contemporânea
- ICEVI - Conselho Internacional de Educação de Pessoas com Deficiência Visual
- LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação
- MEC - Ministério da Educação e Cultura
- OMS - Organização Mundial de Saúde
- ONU - Organização das Nações Unidas
- PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 01 - Primeira lei da Refração.....	20
Equação 02 - Lei de Snell-Descartes.....	20
Equação 03 -Segunda Lei da Reflexão.....	21
Equação 04 - Relação de Dispersão.....	26

SUMÁRIO

1. Introdução.....	1
2. Justificativa.....	5
3. Objetivos.....	7
3.1. Objetivos Gerais.....	7
3.2. Objetivos Específicos.....	7
4. Referencial Teórico.....	8
4.1. Educação inclusiva e Escola Inclusiva.....	8
4.2. A educação especial no Brasil.....	10
4.3. A capacitação de professores para a diversidade na sala de aula..	12
4.4. Educação inclusiva e Ensino de ciências.....	15
4.5. Olho e visão.....	16
4.6. Óptica geométrica.....	18
4.6.1. Refração da Luz.....	19
4.6.2. Reflexão da Luz.....	21
4.6.3. Difração da Luz.....	23
4.6.4. Dispersão da Luz Branca.....	25
4.6.5. Lentes.....	27
4.6.6. Formação de imagem.....	29
4.6.7. Cegueira e baixa visão.....	30
4.6.8. Ensino de física para cegos.....	32
5. Metodologia.....	34
5.1. Revisão da Literatura.....	34
5.2. Produção do material tátil da óptica geométrica.....	35
5.3. Sequência didática.....	45
6. Resultados e Discussões.....	46
6.1. Aula 01 - Interdisciplinar: olho humano e a formação de imagem	46
6.2. Aula 02: Lentes.....	51
6.3. Aula 03: Refração da luz.....	55
6.4. Aula 04 - Reflexão da luz.....	59
6.5. Aula 05 - Difração.....	64
6.6. Aula 06 - Dispersão da luz branca.....	67
7. Considerações Finais.....	71

Referências.....	72
-------------------------	-----------

1. INTRODUÇÃO

A Ciência está presente em todas as áreas do conhecimento e na vida de todos os indivíduos. Onde quer que se vá, o conhecimento básico das leis naturais é necessário, e desenvolvê-lo de forma sólida pode ser decisivo tanto para um bom desempenho acadêmico quanto para uma compreensão abrangente do mundo. Maria *et al* (2001) menciona que o Ensino de Ciências tem como proposta curricular contribuir para a formação cidadã dos alunos, de modo que ampliem suas experiências de vida. Tal proposta deve ser continuamente adaptada para que possa se compatibilizar com a realidade de vida de cada jovens e adultos, a fim de que suas experiências e visões de mundo sejam valorizadas em relação a si mesmos, aos outros e ao meio ambiente.

A necessidade de adaptar as propostas curriculares às realidades dos estudantes também ressalta a importância de se reconfigurar as recursos pedagógicas, especialmente em cenários de ensino tradicional, no qual a abordagem de ensino gira em torno do professor. Nesse contexto, a adoção da Educação Inclusiva representa uma quebra de paradigma. A Educação Inclusiva busca reconfigurar a visão educacional, direcionando-se não somente ao grupo que acompanha o ritmo convencional da aula, mas abrangendo todos os estudantes. Como mencionado por Mantoan (2003, p.17), "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."

A Educação Inclusiva é um direito transversal que engloba todos 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).

Entretanto, são frequentes os desafios para a inclusão de estudantes com necessidades educacionais especiais no ambiente escolar convencional. No que se refere especificamente aos estudantes cegos, e a falta de acessibilidade é evidenciada pela ausência de sinalizadores adequados, materiais e metodologias que atendam às suas necessidades específicas. Mittler (2003) pontua que o processo de inclusão escolar envolve a reforma e reestruturação das escolas como um todo, para assegurar que todos os estudantes possam ter acesso a todas as oportunidades educacionais e sociais nelas oferecidas.

É fundamental ressaltar que o direito à educação é um pilar essencial e deve ser assegurado em sua plenitude, não apenas no que diz respeito ao acesso, mas também à permanência no sistema educacional. Esse direito, consagrado pela Constituição Brasileira, é universal e inalienável, devendo ser garantido a todos os cidadãos. Conforme o Art. 205 da Constituição Brasileira.

“A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho.”

Assim, de acordo com a Constituição Federal é dever do Estado propiciar meios que viabilizem o exercício pleno do direito à educação. Logo, quando a administração pública falha ou se omite em cumprir essa obrigação, não está apenas negligenciando suas responsabilidades administrativas, mas também violando diretamente a Constituição.

O ensino de Física desempenha um papel fundamental na formação dos estudantes, proporcionando-lhes as ferramentas necessárias para compreender os princípios que regem o mundo natural. A Física estimula o pensamento crítico ao desafiar os alunos a questionarem e explorarem os fenômenos naturais ao seu redor. Por meio de conceitos como movimento, fenômenos ópticos, energia e forças, os estudantes não apenas adquirem conhecimento teórico, mas também aprendem a aplicar esse conhecimento em situações práticas, preparando-os para enfrentar desafios em diversas áreas, desde a tecnologia até as ciências aplicadas. Assim, o ensino de Física não só contribui para a formação acadêmica, mas também para a formação de cidadãos capazes de entender e interagir de maneira consciente e responsável com o mundo em que vivem.

É evidente que a disciplina de Física abrange conteúdos amplos e abstratos, o que muitas vezes leva os professores a utilizarem representações visuais para explicar certos conceitos. É importante destacar que alunos com baixa visão ou cegueira total enfrentam dificuldades significativas nesse processo de aprendizado. Portanto, é necessário desenvolver novas estratégias de ensino que possibilitem a inclusão efetiva desses alunos.

Observa-se que, no contexto da Educação Inclusiva, o ensino de Física enfrenta desafios na adaptação de abordagens pedagógicas tradicionais para garantir que todos os alunos, sem exceção, tenham acesso pleno ao conhecimento.

Para Mantoan (2006):

A inclusão não prevê a utilização de práticas de ensino escolar específicas para esta ou aquela deficiência e/ou dificuldade de aprender. Os alunos aprendem nos seus limites e se o ensino for, de fato, de boa qualidade, o professor levará em

conta esses limites e explorará convenientemente as possibilidades de cada um (Mantoan, 2006, p. 69).

Para Lanuti, Batista e Ramos (2020):

A necessidade de ensinar a turma toda a partir da diferença de cada aluno levou o pesquisador e formador, em conexão com os docentes, a pensar em um currículo acessível para todos os alunos, indistintamente e que, portanto, não necessitava ser adaptado (Lanuti; Batista; Ramos, 2020, p. 1176).

A Física, por ser uma disciplina rica em conceitos abstratos e fenômenos que, em geral, são ensinados por meio de representações visuais, demanda o desenvolvimento de recursos táteis e auditivos que possam facilitar a compreensão por parte dos alunos cegos. Tais recursos permitem que conceitos complexos, como os fenômenos ópticos, sejam compreendidos por meio de outros sentidos, como o tato. Segundo Amaral et al. (2009), a maior dificuldade dos alunos cegos está relacionada à visualização de gráficos, de desenhos e de representações diversas, considerando que “[...] a predominância de recursos didáticos eminentemente visuais ocasiona uma visão fragmentada da realidade e desvia o foco de interesse e de motivação dos alunos cegos e com baixa visão” (Sá; Campos, 2007, p. 26).

Desta forma, é necessário utilizar, criar e adaptar materiais adequados para que esses alunos possam participar plenamente das aulas. Entretanto, ainda são poucas as publicações da área de ensino de Física voltadas para a construção e aplicação de recursos didáticos que possibilitem a reconstrução e a reaplicação desses por outros professores, em sala de aula (Morais; Camargo, 2018).

Nesse sentido, a criação de materiais táteis pode ser uma ferramenta eficaz para facilitar o processo de aprendizagem dos alunos cegos, permitindo que eles compreendam conceitos abstratos, como aqueles envolvidos no estudo da óptica.

O material didático, por sua vez, precisa ser inclusivo para atender alunos com necessidades específicas, como cegueira total ou baixa visão. Ele deve ser integrado ao ensino da turma, permitindo que todos os alunos aprendam juntos, sem separação. Isso implica superar o uso exclusivo do livro didático e das aulas expositivas, incorporando recursos e estratégias que beneficiem todos os estudantes.

Por isso, este trabalho tem como objetivo desenvolver uma sequência didática com materiais táteis que possam mediar o aprendizado de alunos cegos. A partir dessa compreensão, busca-se desenvolver materiais didáticos inclusivos que possam apoiar tanto

professores quanto alunos, facilitando a aprendizagem e promovendo uma educação mais acessível e equitativa para todos.

Segundo Mazzota (1996, p.15) a “educação especial tem sido, com grande frequência, interpretada como um apêndice indesejável”. É justamente para esse apêndice indesejável da educação que este trabalho deseja direcionar sua atenção.

2. JUSTIFICATIVA

O ensino de Ciências e de Física tem um papel fundamental na formação dos alunos, pois lhes permite compreender os princípios que regem o mundo natural e desenvolver habilidades críticas, visando a resolução de problemas. Essas disciplinas preparam os estudantes para enfrentar desafios em uma variedade de áreas profissionais, promovendo o pensamento crítico e a aplicação prática do conhecimento.

No entanto, o ensino dessas disciplinas enfrenta desafios significativos quando se trata de alunos cegos. A ausência de visão pode limitar o acesso a informações visuais cruciais, como gráficos, diagramas e demonstrações experimentais, que são frequentemente utilizados para ilustrar conceitos complexos. Além disso, a falta de preparo adequado dos professores e a escassez de materiais didáticos específicos dificultam a abordagem inclusiva de diversos tópicos em sala de aula.

Segundo Bergson (2007), a cognição, como ato de construir conhecimento e compreender o mundo, está enraizada na ação e na vida prática, mobilizando processos cognitivos como a atenção, a percepção, a memória, a emoção, o raciocínio e a linguagem. Esses processos são essenciais para que o sujeito capte informações do ambiente, as processe e as registre em sua mente (Sternberg, 2010; Teixeira, 2004).

Para alunos cegos, o sentido do tato desempenha um papel crucial, permitindo-lhes explorar e compreender o mundo ao seu redor. Através da elaboração de materiais táteis e experiências práticas, é possível envolver esses alunos nas aulas de maneira mais concreta e acessível, permitindo-lhes explorar conceitos físicos por meio da manipulação direta.

Freire (2011) destaca que "ensinar exige respeito aos saberes dos educandos", sublinhando a importância de um ensino dialógico que valorize as diversas trajetórias de vida dos estudantes. No entanto, o modelo atual de ensino, que frequentemente busca uma aprendizagem homogênea e massificada, não privilegia as necessidades específicas de alunos com diferentes capacidades (D'Abreu; Betti; Salmazo, 2013). Assim, a criação de experiências práticas e táteis se torna essencial para que todos os alunos, especialmente os cegos, possam acessar e compreender conceitos científicos de maneira significativa.

Apesar das discussões sobre educação inclusiva, muitos estudantes cegos ainda não recebem o apoio adequado. Segundo Camargo (2017), a implementação de políticas inclusivas enfrenta desafios como a falta de recursos e de formação adequada para os

educadores. Embora a Constituição Federal e a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional garantam o direito à educação para todos, é crucial questionar se os estudantes cegos estão realmente sendo atendidos em seu direito fundamental à educação de qualidade.

Magalhães e Kawakami (2020) destacam que os materiais táteis devem ser elaborados a partir das necessidades específicas dos estudantes e facilitar a discriminação de detalhes. Pontes e Fernandes (2018) afirmam também que esses materiais devem ser construídos pensando na resistência, segurança, facilidade de manipulação, tamanho, significação tátil e fidelidade ao modelo original para que possuam a eficiência desejada. Esses recursos educacionais táteis promovem uma melhor compreensão dos conteúdos, tornando a educação inclusiva uma realidade mais palpável.

No contexto do ensino de óptica, por exemplo, os materiais táteis podem ser transformadores. Modelos que representam fenômenos ópticos, como refração, reflexão, difração e dispersão da luz, podem ser desenvolvidos para que os alunos cegos, ao manuseá-los, possam tocar e compreender esses conceitos de forma concreta. Essa abordagem não só facilita o aprendizado, mas também promove a verdadeira inclusão, garantindo que todos os alunos tenham acesso igualitário ao conhecimento. Assim, investir em materiais táteis é uma questão não apenas de cumprir a legislação, mas de enriquecer a experiência educativa para todos, demonstrando que a educação inclusiva é não apenas possível, mas essencial para o progresso social e acadêmico.

Portanto, a integração de recursos táteis no ensino de Ciências e de Física não só contribui para a inclusão de alunos cegos, mas também enriquece o processo educativo como um todo. A capacidade de transformar conceitos complexos em representações táteis acessíveis apresenta uma inovação no campo da educação. A busca por implementar e aprimorar essas ferramentas é de extrema importância, pois promove uma educação mais equitativa e acessível, garantindo que todos os alunos, independentemente de suas habilidades visuais, possam participar plenamente e se beneficiar do ensino das Ciências e da Física.

Assim, este trabalho se justifica pela necessidade de auxiliar alunos cegos e de baixa visão na compreensão de conceito óptico abordado na disciplina de Física e do sentido da visão assunto estudado na disciplina de Biologia. Ao desenvolver e utilizar materiais táteis específicos, busca-se proporcionar um melhor entendimento desses conceitos, tornando o aprendizado mais acessível e inclusivo. Além disso, a sequência didática proposta tem o objetivo de fornecer suporte aos professores na preparação para lidar com a diversidade em sala de aula, promovendo práticas pedagógicas mais inclusivas.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivos Geral

Elaborar uma sequência didática que promova o ensino-aprendizagem de Óptica no ensino médio, com ênfase em estudantes cegos. A sequência incluirá materiais táteis específicos, abordagens teóricas e orientações práticas para os professores, facilitando sua aplicação em sala de aula.

3.2. Objetivos Específicos

- 1.1.** Promove a inclusão de estudantes cegos e incentivar a participação ativa no campo das ciências, superando barreiras visuais.
- 1.2.** Construir materiais táteis interativos que possibilitem aos alunos uma experiência prática e sensorial dos princípios da Óptica, desenvolvendo o pensamento científico e o raciocínio lógico.
- 1.3.** Desenvolver os conceitos fundamentais de Óptica, como reflexão, refração, difração e dispersão da luz, por meio de abordagens acessíveis que favoreçam a compreensão dos fenômenos ópticos por todos os estudantes.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1. Educação inclusiva e Escola Inclusiva

[...] a palavra inclusão (1999) [...] significa “colocar algo ou alguém dentro de outro espaço”, “entrar num lugar até então fechado”. É a junção do prefixo *in* (dentro) com o verbo *cludo* (cludere), que significa “encerrar, fechar, clausurar”. Assim, [...] ao utilizarmos a palavra podemos nos referir tanto especificamente às pessoas com necessidades especiais quanto a atitudes de inclusão que se referem a outras situações observadas em nossa sociedade. (Farias; Santos; Silva, p. 39)

A Inclusão Escolar representa uma abordagem pedagógica e social fundamentada no princípio de proporcionar um ambiente educacional que seja inclusivo e acolhedor para os estudantes, independentemente de suas diferenças e necessidades educacionais. Segundo Lima, Silva e Lima (2020) a inclusão escolar é essencial para garantir que os alunos incluídos recebam a educação adequada às suas características e potenciais. Isso implica na implementação de práticas pedagógicas adaptadas, recursos específicos e suporte adicional, de modo a promover a sua participação plena no ambiente escolar.

Desta forma, a Educação Inclusiva é representada por um modelo educacional que busca assegurar a equidade de oportunidades e o acesso completo à educação para todas as pessoas, sem distinção de características, origens, habilidades ou necessidades educativas. Esta abordagem reconhece e celebra a diversidade humana, trabalhando para eliminar obstáculos e formas discriminatórias que possam existir no sistema educacional. Figueiredo (2002) sugere que:

[...] efetivar a inclusão é preciso [...] transformar a escola, começando por desconstruir práticas segregacionistas. [...] a inclusão significa um avanço educacional com importantes repercussões políticas e sociais visto que não se trata de adequar, mas de transformar a realidade das práticas educacionais. (p.68)

De acordo com Dutra (2003),

“Inclusão postula uma reestruturação do sistema de ensino, com o objetivo de fazer com que a escola se torne aberta às diferenças e competente para trabalhar com todos os educandos, sem distinção de raça, classe, gênero ou características pessoais.” (p.46)

Essa perspectiva busca eliminar as barreiras que historicamente têm excluído certos grupos de alunos, tais como pessoas com deficiência, transtornos do desenvolvimento ou outras necessidades especiais, e assegurar que eles tenham acesso igualitário à educação e a oportunidades de aprendizagem significativas. Assim, a inclusão busca ir além da simples

integração dos alunos com necessidades especiais em turmas regulares, mas objetiva adaptar e flexibilizar o currículo, metodologias de ensino e avaliação, de forma a atender às diferentes formas de aprendizagem e desenvolvimento dos estudantes. A filosofia da inclusão defende uma educação eficaz para todos os estudantes, pois as escolas, como identidades educativas, precisam satisfazer as necessidades de todos os alunos, independentemente de seus atributos pessoais, psicológicos ou sociais, tendo ou não uma deficiência (Sánchez, 2005).

A Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência define, em seu Art. 1º que:

Pessoas com deficiência são aquelas que têm impedimentos de longo prazo de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, os quais, em interação com diversas barreiras, podem obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdade de condições com as demais pessoas.

Segundo Mrech (2001), a Educação Inclusiva na rede regular de ensino deve se dar em todos os graus de escolarização. Parte da sociedade acredita que a inclusão escolar seja apenas para as crianças com deficiência, no entanto, ela deve contemplar todas as crianças e jovens que têm necessidades educativas especiais.

Um dos pilares fundamentais da inclusão escolar é a promoção da acessibilidade. Isso implica na adaptação do currículo, dos materiais didáticos e das práticas pedagógicas para atender às necessidades específicas de cada aluno. Sasaki (1998, p.9) explicita o paradigma da inclusão:

Esse paradigma é o da inclusão social - as escolas (tanto comuns como especial) precisam ser reestruturadas para acolherem todo espectro da diversidade humana representado pelo alunado em potencial, ou seja, pessoas com deficiências físicas, mentais, sensoriais ou múltiplas e com qualquer grau de severidade dessas deficiências, pessoas sem deficiências e pessoas com outras características atípicas etc. É o sistema educacional adaptando-se às necessidades de seus alunos (escolas inclusivas), mais do que os alunos adaptando-se ao sistema educacional (escolas integradas).

Assim, a inclusão escolar é uma pauta fundamental na área da educação, que busca promover a equidade e a justiça social no contexto educacional. Ao criar ambientes acolhedores e acessíveis, onde a diversidade é valorizada e respeitada, a inclusão escolar oferece oportunidades igualitárias de aprendizado para todos os estudantes, contribuindo para o desenvolvimento de uma sociedade mais inclusiva e plural. Segundo Sánchez (2005, p.10)

“(...) a educação inclusiva deve ser entendida como uma tentativa a mais de atender às dificuldades de aprendizagem de qualquer aluno no sistema educacional e como um meio de assegurar que os alunos, que apresentam alguma deficiência, tenham os

mesmos direitos que os outros, ou seja, os mesmos direitos dos seus colegas escolarizados em uma escola regular.”

Ressalta-se que a implementação da inclusão escolar não é isenta de desafios. É preciso superar preconceitos e estereótipos, desconstruindo concepções ultrapassadas sobre a educação. A inclusão também implica em criar um ambiente acolhedor, livre de preconceitos, onde todos os alunos se sintam valorizados e respeitados (Fernandes; Santos, 2018). Além disso, é necessário investir em infraestrutura e recursos que garantam a acessibilidade física e tecnológica nas escolas.

4.2. A educação especial no Brasil

Segundo Mrech (1999),

[...] a chamada Educação Inclusiva teve início nos Estados Unidos através da Lei Pública nº 94.142, de 1975, acerca do conceito de inclusão; argumenta que a inclusão é atender aos estudantes portadores de necessidades especiais na vizinhança da sua residência; propiciar a ampliação do acesso desses alunos às classes comuns; propiciar aos professores da classe comum um suporte técnico; perceber que as crianças podem aprender juntas, embora tendo objetivos e processos diferentes; levar os professores a estabelecer formas criativas de atuação com as crianças portadoras de deficiência; propiciar um atendimento integrado ao professor de classe comum. (p. 1)

A Educação Especial no Brasil vem se transformando ao longo das décadas. Até meados da década de 1990, a perspectiva predominante era a segregação, na qual os alunos com deficiência eram afastados das escolas regulares e direcionados a instituições especializadas. Nesse sentido, Sasaki (1997) ressalta que

A sociedade, em todas as culturas, atravessou diversas fases no que se refere às práticas sociais. Ela começou praticando a exclusão social de pessoas que por causa das condições atípicas não lhe pareciam pertencer à maioria da população. Em seguida, desenvolveu o atendimento segregado dentro de instituições, passou para a prática da integração social e recentemente adotou a filosofia da inclusão social para modificar os sistemas sociais gerais. (p.16)

A Constituição Federal de 1988 e a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) de 1996 desempenharam papéis fundamentais ao estabelecerem o direito de todos à educação e a inclusão de alunos com necessidades especiais nas escolas regulares. De acordo com as Orientações para a Educação Especial na Educação Básica, estabelecidas pela LDB 9394/96, garantir uma educação de excelência exige, conforme ressaltado pelo Ministério da Educação (MEC, 2001, p. 26), os seguintes elementos essenciais

- I. Matrícula e atendimento educacional especializado nas etapas e modalidades da Educação Básica previstas em lei e no seu regimento escolar;
- II. Encaminhamento de alunos para educação regular, inclusive para a educação de jovens e adultos;
- III. Parcerias com escolas das redes regulares públicas ou privadas de educação profissional;
- IV. Conclusão e certificação de educação escolar, incluindo terminalidade específica, para alunos com deficiência mental e múltipla;
- V. Professores especializados e equipe técnica de apoio;
- VI. Flexibilização e adaptação do currículo previsto na LDBEN, nos Referenciais e nos Parâmetros Curriculares Nacionais.

A Resolução do Conselho Nacional de Educação (CNE) / Câmara de Educação Básica (CEB) 02/2001, aborda a temática da educação especial em seus artigos iniciais, em especial nos artigos 1 e 2, nos quais são traçados os seguintes preceitos:

Art. 1º A presente Resolução institui as Diretrizes Nacionais para a educação de alunos que apresentem necessidades educacionais especiais, na Educação Básica, em todas as suas etapas e modalidades. Parágrafo único. O atendimento escolar desses alunos terá início na educação infantil, nas creches e pré-escolas, assegurando-lhes os serviços de educação especial sempre que se evidencie, mediante avaliação e interação com a família e a comunidade, a necessidade de atendimento educacional especializado.

Art. 2º Os sistemas de ensino devem matricular todos os alunos, cabendo às escolas organizarem-se para o atendimento aos educandos com necessidades educacionais especiais, assegurando as condições necessárias para uma educação de qualidade para todos. Parágrafo único. Os sistemas de ensino devem conhecer a demanda real de atendimento a alunos com necessidades educacionais especiais, mediante a criação de sistemas de informação e o estabelecimento de interface com os órgãos governamentais responsáveis pelo Censo Escolar e pelo Censo Demográfico, para

atender a todas as variáveis implícitas à qualidade do processo formativo desses alunos.

Esses marcos legais foram reforçados pela Convenção sobre os Direitos da Pessoa com Deficiência (CDPD), ratificada pelo Brasil em 2008, que ressalta a importância da inclusão e da igualdade de oportunidades na educação.

Apesar dos avanços legais, a Educação Especial no Brasil ainda enfrenta desafios complexos. Segundo Kassar (2012), há uma série de obstáculos que afetam a educação de pessoas com deficiência no Brasil, entre os quais a insuficiência de recursos materiais, a formação inadequada de professores para lidar com as necessidades específicas desses alunos, e a falta de infraestrutura nas escolas para acomodar adequadamente estudantes com deficiências.

Segundo Mendes (2003) o problema da educação especial no Brasil não tem sido apenas a falta de acesso das crianças com deficiências à escola. Acontece que os poucos estudantes com deficiência que tem chegado às escolas não estão recebendo uma educação com qualidade.

Em suma, a Educação Especial no Brasil apresenta uma trajetória de desafios e conquistas. O compromisso com a inclusão, o investimento em formação e recursos adequados, além da valorização da diversidade, são requisitos fundamentais para a consolidação de um sistema educacional inclusivo, que promova o pleno desenvolvimento e a cidadania de todos os estudantes.

4.3. A capacitação de professores para a diversidade na sala de aula

A diversidade é uma característica intrínseca das salas de aula contemporâneas, que reflete a pluralidade de origens étnicas, culturais, socioeconômicas e de habilidades entre os estudantes. Nesse contexto, a capacitação de professores para lidar com a diversidade se tornou uma necessidade iminente, a fim de promover um ambiente educacional inclusivo e igualitário. De acordo com Marques (2016), para que ocorra uma mudança educacional, deve-se investir na formação do professor, pois é necessário que o docente adquira saberes que ajudem a compreender as dificuldades apresentadas pelo aluno, buscando mediações que levem ao sucesso deste.

A sala de aula é um espaço onde alunos com diferentes bagagens culturais, experiências de vida e níveis de habilidade se encontram. Os professores desempenham um

papel crucial na promoção do respeito, compreensão e valorização das diferenças, possibilitando que todos os alunos tenham igualdade de oportunidades de aprendizado. Segundo Freire (1975), o educador e o educando são sujeitos do processo educativo, ambos crescem juntos nessa perspectiva. No entanto, essa tarefa é complexa e requer uma compreensão profunda das necessidades individuais dos estudantes, bem como das estratégias pedagógicas que melhor atendem a essas necessidades. Portanto,

(...) um novo paradigma, que se constitui pelo apreço à diversidade como condição a ser valorizada, pois é benéfica à escolarização de todas as pessoas, pelo respeito aos diferentes ritmos de aprendizagem e pela proposição de outras práticas pedagógicas, o que exige ruptura com o instituído na sociedade e, conseqüentemente, nos sistemas de ensino. (ARANTES 2006, p.47)

A formação também deve fomentar a empatia, a comunicação intercultural e a capacidade de criar um ambiente onde os alunos se sintam acolhidos e respeitados. Apesar do crescente reconhecimento da necessidade de capacitação para a diversidade, alguns obstáculos persistem. Essa afirmativa é destacada por Mittler (2000 quando diz que

(...) a capacitação e a conscientização de novos professores fornecem sólidos fundamentos necessários ao desenvolvimento, na próxima geração, de uma prática efetiva, mas isso é tão importante quanto atingir os diretores e os profissionais em cargos de chefia nas escolas regulares, uma vez que sua liderança ativa e seu apoio são essenciais à implementação de mudanças e às reformas com a base em uma abordagem inclusiva. (p. 192)

A falta de investimento em programas de formação, a ausência de tempo disponível para professores participarem de treinamentos e a resistência a mudanças pedagógicas são desafios que podem dificultar a implementação efetiva da capacitação de professores. Além disso, muitos professores podem se sentir despreparados para lidar com as complexidades da diversidade ou podem não estar cientes das abordagens pedagógicas mais adequadas. A falta de preparo dos professores é considerada por Fumegalli (2012) como um obstáculo, mas não um fator decisivo para a integração de alunos com deficiência em classes regulares. A autora acrescenta que o empenho tanto dos professores quanto dos alunos leva ao reconhecimento das possibilidades e limitações de cada um.

De acordo com Sá (2003), existem dificuldades e limitações em relação à inclusão. Professores do ensino regular relatam a dura realidade das condições de trabalho, como o número elevado de alunos por turma, a infraestrutura inadequada e as limitações na formação profissional. Ainda segundo Sá (2003)

Trata-se, portanto, de propor ações e medidas que visem assegurar os direitos conquistados, a melhoria na qualidade da educação, o investimento em uma ampla formação dos educadores, a remoção de barreiras físicas e atitudinais, a previsão e provisão de recursos materiais e humanos, entre outras possibilidades. (p.3)

Mantoan (2015) ressalta a importância de promover ajustes nos currículos dos cursos de formação de professores em todos os níveis. Ela sublinha a necessidade de que os professores em formação adquiram competências em práticas de ensino que sejam inclusivas e adequadas, considerando as diversas características dos alunos. Assim, os programas de formação de professores devem incluir conteúdos sobre diversidade, inclusão e adaptação curricular, capacitando os futuros educadores a atenderem às necessidades de todos os estudantes, independentemente de suas habilidades, características ou contextos individuais (Mantoan, 2015, p.53).

Conforme discutido por Sant'Ana (2005), o êxito da intervenção do docente na sala de aula convencional está intrinsecamente ligado a transformações nas abordagens pedagógicas. Isso engloba a incorporação de novas concepções e estratégias, a adaptação ou reconstrução de currículos, a implementação de técnicas e recursos específicos destinados a atender esses alunos, bem como a reformulação das modalidades de avaliação, entre outras ações de relevo.

Além disso, a diversidade de necessidades dos alunos requer abordagens e recursos diferenciados, o que exige um investimento contínuo em capacitação docente e desenvolvimento de materiais pedagógicos adaptados. Segundo Omote (2013) a formação de professores é um dos pilares para consolidação da educação inclusiva, pois o professor é o profissional que atua diretamente com os alunos. O autor considera que dependendo da maneira que o professor organiza sua prática pedagógica promoverá ou não o acesso à aprendizagem dos discentes.

Contudo, a promoção da igualdade de oportunidades, o respeito pelas diferenças e a criação de um ambiente de aprendizado enriquecedor dependem, em grande parte, da preparação dos educadores para lidar com a diversidade de maneira eficaz. Superar os desafios e investir na formação contínua dos professores é um passo fundamental em direção

a uma educação verdadeiramente inclusiva, que beneficie todos os alunos e os prepare para um mundo diversificado e globalizado. De acordo com Dal-Forno e Oliveira (2004, p.3), “a inclusão é a novidade que veio para nos fazer pensar que não estamos prontos, formados, e que sempre temos algo para aprender.”

Portanto, os educadores não poderão se acomodar; precisarão discutir, participar do processo de inclusão e fazer a diferença.

4.4. Educação inclusiva e Ensino de ciências

O ensino de Ciências se destaca como um campo essencial para a inclusão, onde a diversidade cognitiva não só precisa ser reconhecida, mas também celebrada como um valioso catalisador que enriquece e potencializa a construção do conhecimento. A multiplicidade de perspectivas trazida pela diversidade cognitiva pode desencadear abordagens multifacetadas e inovadoras para a resolução de desafios científicos complexos. Ao permitir que alunos com habilidades diversas contribuam para a concepção de soluções criativas e holísticas de problemas científicos, a educação inclusiva se alinha organicamente com os princípios da ciência, que busca compreender a complexidade da natureza por meio de diversas lentes

A abordagem da educação inclusiva possibilita que todos os alunos, independentemente de suas características individuais, estilos de aprendizagem ou necessidades educacionais especiais, tenham oportunidades justas e equitativas para se engajar ativamente, aprender com sucesso e prosperar no fascinante mundo da ciência.

Conforme Nobre e Silva (2014), o ensino de Ciências, por sua natureza complexa, exige planejamento meticuloso, criação de alternativas pedagógicas inovadoras e utilização de recursos didáticos diversificados para captar a atenção dos alunos. Por isso, a inclusão nas aulas de Ciências apresenta-se como um desafio ainda maior para os professores, pois muitos se sentem despreparados para lidar com a diversidade presente em salas de aula inclusivas (Martins, 2012).

Assim, é pertinente explorar como a educação inclusiva e ensino de Ciências podem não só coexistir, mas também se fortalecer mutuamente, contribuindo para a promoção da equidade educacional. Ao estimular a aprendizagem de Ciências com meios e procedimentos paralelos aos convencionais, possibilita-se aos alunos estabelecerem relações entre os conceitos teóricos e práticos, favorecendo o desenvolvimento de capacidades e habilidades necessárias à construção do seu conhecimento (Lippe; Camargo, 2009).

A adaptação curricular é uma estratégia essencial para incorporar alunos com deficiências ou necessidades especiais. Observa-se que, no ensino de Ciências, essas adaptações podem assumir a forma de recursos multimodais, como materiais táteis, simulações interativas e descrições sonoras de experimentos.

A incorporação dessas adaptações não apenas satisfaz necessidades individuais, mas também enriquece a experiência educacional para todos os estudantes, resultando em um ambiente mais dinâmico e enriquecedor.

Assim, o ensino de Ciências, ao incorporar a perspectiva da inclusão escolar, exige uma redefinição profunda do papel do professor, da escola, da educação e da própria prática educativa. Essa transformação sistêmica implica em uma reflexão crítica e abrangente sobre como o processo de inclusão é concebido, planejado, implementado e avaliado.

4.5. Olho e visão

A visão é um dos sentidos dos seres humanos e de outros animais.

Como a ciência mostra, 75% da percepção humana é visual. Depois vem a percepção auditiva (20%), enquanto outras modalidades somam juntas apenas 5% de nossa capacidade de perceber o mundo que nos cerca. (BRASIL, 2005, p. 19).

Por meio da visão, o ser humano é capaz de visualizar o ambiente ao seu redor, captar informações luminosas/visuais e distinguir diferentes tipos de cores. A visão decorre de um trabalho em conjunto dos olhos e do cérebro, no qual os olhos captam as informações, e o cérebro as decodifica. Através desse sentido pode-se ter uma compreensão mais completa e detalhada do ambiente em que se vive. Rangel *et al* (2010, p. 198) afirma que

Embora outros sistemas sensoriais também sejam bastante desenvolvidos, a visão é especial porque dá acesso a informações detalhadas sobre objetos localizados a grandes distâncias (muitas vezes maiores que o comprimento do braço, por exemplo) (...).

Além disso, a visão é crucial para a interação social, uma vez que nos permite interpretar expressões faciais, gestos e linguagem corporal, facilitando a comunicação e a empatia entre as pessoas. Ainda segundo Rangel *et al*, (2010, p. 198), “Em humanos, grande parte da apreensão da realidade depende de informação visual.”

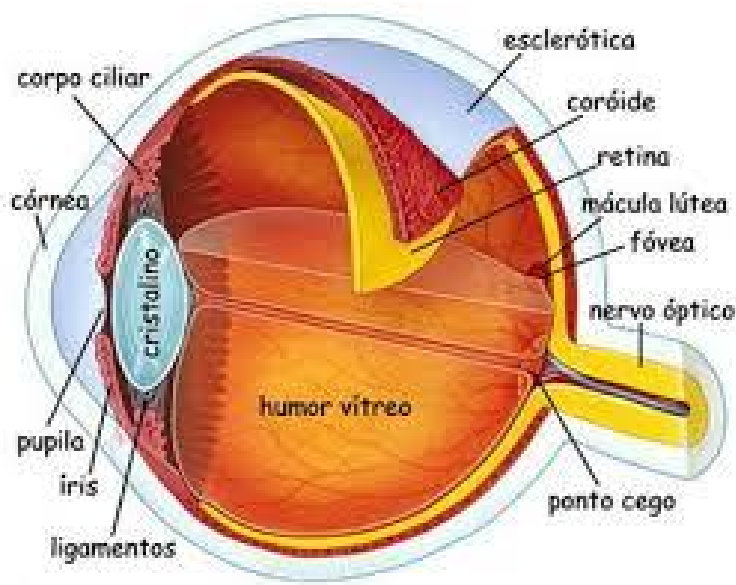
No ambiente escolar, a observação de imagens, gráficos e ilustrações auxilia na compreensão de conceitos abstratos e na assimilação de informações complexas. A visão possibilita a observação do mundo e o registro de informações que serão utilizadas na construção de imagens mentais. Um exemplo disso é:

(...) a formação do conceito de cão dependerá da apreensão de diferentes estímulos, sensações tácteis, olfativas e visuais, que geram informações que, através da visão, serão integradas, estabelecendo, assim, o conceito propriamente dito. Por exemplo, a criança normal toca a cabeça, o corpo, as pernas do cão, ouve seus latidos e, ao mesmo tempo, vê a imagem do cão todo (Cunha & Enumo, 2003, p. 39).

A formação da imagem é dependente do olho, no qual diversas estruturas trabalham em conjunto, a fim de captar estímulos luminosos, convertê-los em impulsos nervosos e direcioná-los para o cérebro, que os interpreta como visão. São órgãos fotossensíveis complexos que atingiram um alto grau de especialização, que possibilita uma análise detalhada da forma, cor e intensidade da luz refletida pelos objetos. (Guyton 1986)

O olho é localizado no interior da órbita ocular, cavidade que o protege. É uma esfera oca capaz de focalizar a imagem, que se comunica com um conjunto de células e nervos responsáveis por conduzir o estímulo nervoso ao córtex cerebral, onde estão as estruturas responsáveis pelo controle e recepção da luz. A figura 01 ilustra as estruturas essenciais à visão:

Figura 01 - Modelo do olho humano.



Fonte: Bonjorno, 2013.

O olho é composto por três camadas: a camada externa, formada pela esclera e pela córnea; a camada média, ou túnica vascular, composta pela coróide, pelo corpo ciliar e pela íris; e a camada interna nervosa, formada pela retina, que se conecta ao cérebro através do nervo óptico. (Guyton, 1986).

Na estrutura do olho, destaca-se, ainda, o cristalino, uma lente de estrutura biconvexa transparente. O cristalino é ajustado pelo músculo ciliar, que modifica sua forma para focalizar a imagem na retina, permitindo a formação de imagens nítidas de objetos situados a diferentes distâncias (PASSOS et al., 2008).

O olho é dividido em três compartimentos: a câmara anterior, situada entre a íris e a córnea; a câmara posterior, entre a íris e o cristalino; e o humor vítreo, localizado atrás do cristalino e rodeado pela retina. As câmaras anterior e posterior contêm um líquido com proteínas, chamado humor aquoso. O humor vítreo é preenchido por uma substância viscosa, chamada corpo vítreo.

O olho detecta e interpreta estímulos luminosos. A luz entra no olho e atinge os fotorreceptores, que são os cones e os bastonetes. Os bastonetes possuem um limiar baixo para a detecção da luz, funcionando melhor em condições de baixa luminosidade. No entanto, eles não produzem imagens visuais bem definidas nem contribuem para a visão de cores. Em contraste, os cones são menos sensíveis à luz que os bastonetes, mas funcionam melhor em condições de luz diurna. Os cones são responsáveis pela alta acuidade visual e pela percepção das cores. (Berne & Levy, 1991).

Desta forma, a visão humana ressalta uma complexa integração de estruturas anatômicas e processos neurológicos que trabalham juntos para fornecer uma interpretação detalhada e precisa do ambiente.

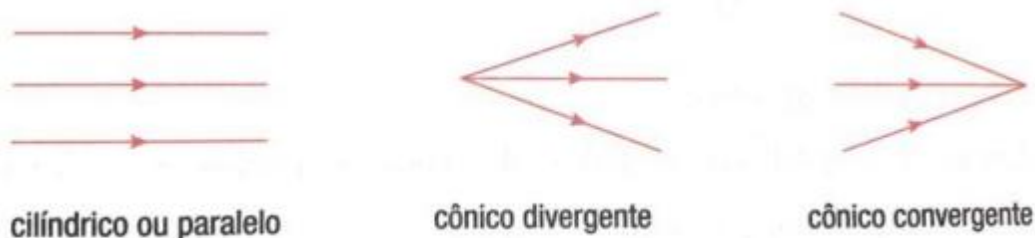
4.6. Óptica geométrica

Óptica é uma área da física dedicada ao estudo da luz e dos fenômenos a ela associados. A luz pode ser descrita tanto como uma onda quanto como uma partícula. Huygens (1629-1695) apresentou a hipótese de que a luz poderia se comportar como uma onda, essa teoria demorou muitos anos para ser aceita. Essa ideia ganhou forças, pois a teoria de Newton não explicava adequadamente fenômenos como a difração e a interferência. Atualmente, a física reconhece e convive com a dualidade do comportamento da luz, ora como onda, ora como partícula. (Bonjorno, 2013).

A óptica é dividida em dois campos principais: a óptica física, que lida com a natureza ondulatória da luz, e a óptica geométrica, que se concentra nos estudos baseados nos conceitos de raio de luz, incluindo a compreensão dos fenômenos de reflexão, refração e difração.

Na óptica geométrica, considera-se que a luz é formada por raios de luz, como é citado por Ramalho: “linhas orientadas que representam graficamente a direção e o sentido de propagação da luz” Ramalho et al (2009, p. 220). A luz emitida por fontes luminosas se propaga em todas as direções, e são os raios de luz que definem essa trajetória da fonte até o seu destino (Bonjorno, 2013). O conjunto de raios de luz é denominado como um feixe de luz, que pode ser convergente, divergente ou paralelo, como ilustrado na figura 02

Figura 02 - Formação dos raios luminosos.



Fonte: Bonjorno, 2013.

A luz se propaga em linhas retas, mudando de direção apenas ao interagir com materiais. Este ramo da óptica, no qual os raios de luz são o foco principal, é conhecido como óptica geométrica. Existem duas leis fundamentais que descrevem como a luz modifica sua trajetória ao interagir com meios materiais: a lei da reflexão, que se aplica quando a luz é refletida por uma superfície, e a lei da refração, que se aplica quando a luz atravessa diferentes meios materiais. (Peter Urone, 2012)

4.6.1. Refração da Luz

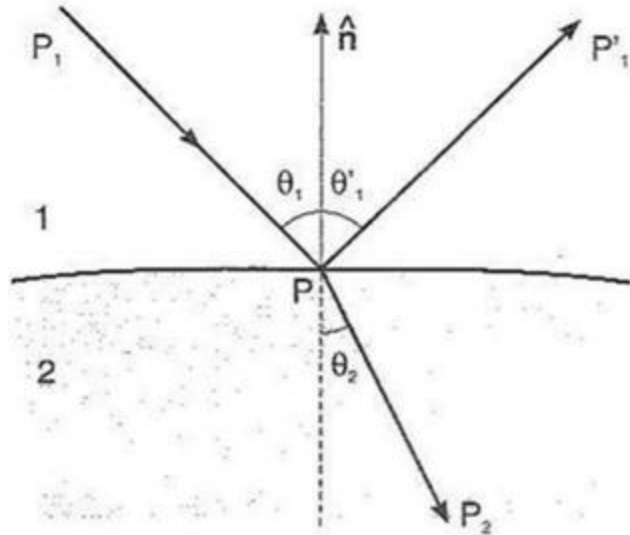
A refração é o fenômeno que ocorre quando a luz propagada muda de meio, como ao passar do ar para a água, o que provoca uma alteração em sua velocidade de propagação (Bonjorno, 2013).

O termo “refratar” é origina-se da palavra latina *refractu*, que significa “quebrado”. Assim, pode-se afirmar que a refração é o fenômeno de mudança na velocidade da luz ao

atravessar a superfície de separação entre dois meios transparentes com diferentes propriedades óticas (Rocha *et al*, 2015).

A figura 03 ilustra a lei da refração e, posteriormente, a lei da Reflexão da luz.

Figura 03 - Representação do ângulo de refração.



Fonte: Halliday (2016)

Observe-se que o raio de luz que incidem sobre uma superfície (P) não são completamente refletidos, parte é refletida (P₁) enquanto outra parte penetra no segundo meio (P₂). Quando o raio é refratado, ele altera a direção quanto a sua velocidade de propagação, fenômeno descrito pelo índice de refração (n). Vale destacar que cada material possui um índice de refração distinto.

$$n = \frac{c}{v} \quad [01]$$

Onde:

n - índice de refração;

c – velocidade da luz no vácuo;

v – velocidade da luz no meio.

A 1ª lei da Refração cita que ângulo incidente, o ângulo refratado e a normal estão no mesmo plano.

Na figura 03, é demonstrado como um raio de luz muda de direção ao passar de um meio para outro. Os ângulos são medidos em relação a uma linha perpendicular à superfície no ponto em que o raio de luz atravessa. A mudança na direção do raio de luz depende de

como a velocidade da luz varia, o que, por sua vez, está diretamente relacionado aos índices de refração dos meios envolvidos.

$$n_1 \cdot \sin\theta_1 = n_2 \cdot \sin\theta_2 \quad [02]$$

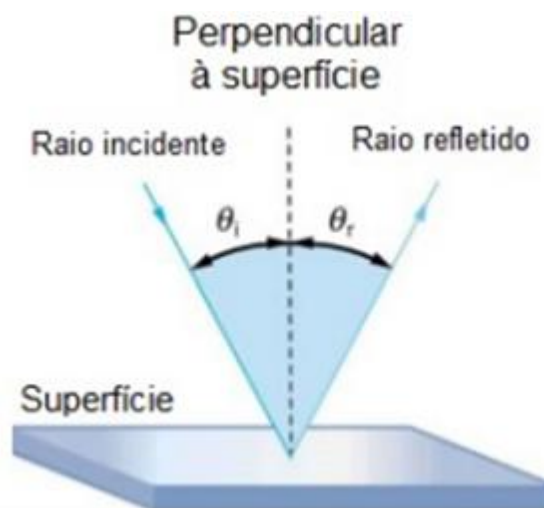
Sendo n_1 e n_2 os índices de refração dos meios P_1 , P_2 e θ_1 , θ_2 os ângulos formados entre os raios e a perpendicular nos meios P_1 e P_2 conforme ilustrado na figura 03. (Peter Urone, 2012).

4.6.2. Reflexão da Luz

A reflexão da luz ocorre quando os raios incidentes sobre uma superfície retornam ao meio de origem. Esse fenômeno permite que se enxergue os objetos ao redor, pois os raios de luz que incidem sobre os objetos são refletidos e captados pelos olhos. Ao observar um espelho, ou a luz do sol refletida em um lago se olha para a luz do sol brilhando em um lago, por exemplo, o reflexo percebido é resultado direto desse processo físico.

A figura 04 ilustra a lei da reflexão, mostrando como os ângulos de incidência e reflexão são medidos em relação à linha normal superfície no ponto de impacto do raio de luz (Peter Urone, 2012).

Figura 04 - Representação do ângulo de reflexão



Fonte: Peter Urone, 2012.

As leis da reflexão da luz são definidas da seguinte forma:

- Primeira Lei: o raio incidente (i), o raio refletido (r), e a reta normal à superfície (N), situam-se no mesmo plano.

- Segunda Lei: o ângulo de incidência (i) e o ângulo refletido (r), quando medidos em relação à normal (N) são iguais.

A lei da reflexão descreve que: o ângulo de reflexão é sempre igual ao ângulo de incidência.

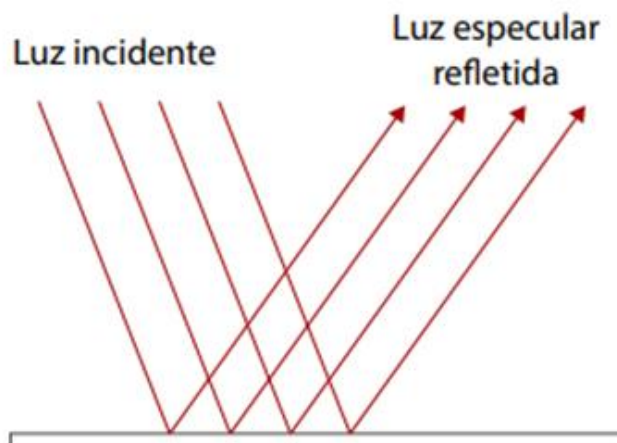
$$\theta_r = \theta_i \quad [03]$$

A reflexão pode ser classificada da seguinte forma:

Reflexão regular:

De acordo com Knight (2009) a reflexão especular (ou regular) ocorre quando os raios luminosos são refletidos de maneira regular, ou seja, mantendo-se paralelos após incidir em uma superfície lisa e homogênea, formando um ângulo de reflexão bem definido em relação à normal à superfície, ilustrado na figura 05.

Figura 05 - Ilustração da reflexão regular.



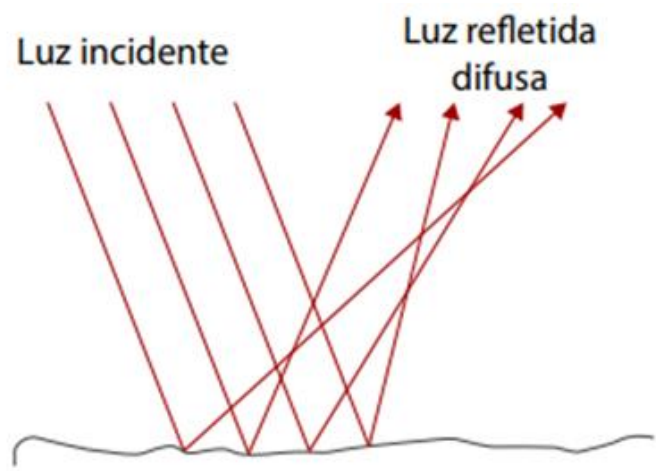
Fonte: Paiva, R. (2014).

Reflexão difusa:

De acordo com os estudos de Helou *et al.* (2012), a reflexão da luz é o fenômeno que possibilita a visualização da maioria dos objetos do dia a dia, uma vez que a maioria deles atua como fontes de luz secundárias

A reflexão difusa ocorre quando os raios luminosos são refletidos de forma desordenada e aleatória devido à irregularidade da superfície, onde incidem, que não é lisa e nem polida, ilustrado na figura 06. Apesar dessas irregularidades, as leis da reflexão continuam válidas a ser aplicáveis, conforme destacado por Knight (2009).

Figura 06 - Ilustração da reflexão difusa.

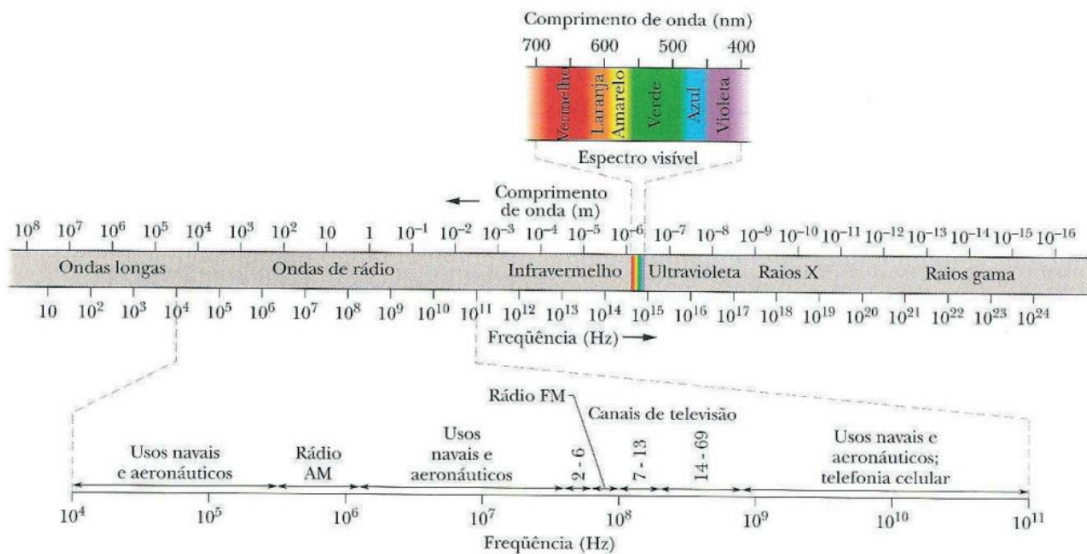


Fonte: Paiva, R. (2014).

4.6.3. Difração da Luz

Outros fenômenos luminosos que causam desvios da luz são a difração e a dispersão. A difração é o nome dado aos fenômenos associados aos desvios da propagação da luz em relação ao previsto pela óptica geométrica, evidenciando sua natureza ondulatória. Esses fenômenos de difração são observados em todos os tipos de ondas, observado na figura 07. No entanto, a difração da luz é raramente perceptível no cotidiano.

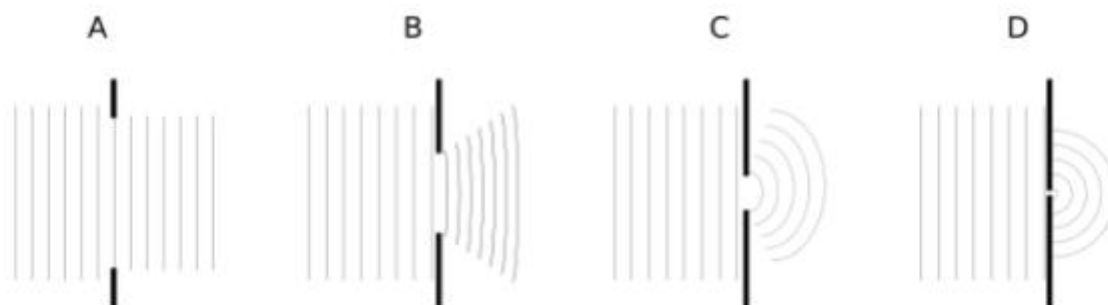
Figura 07 - Espectro Eletromagnético.



Fonte: Halliday, Resnick; Walker, 2016.

O fenômeno da difração é característico das ondas e não se restringindo às ondas luminosas. Por exemplo, ondas na superfície da água também podem sofrer difração ao encontrarem barreiras, conforme ilustrado na figura 08.

Figura 08 - Exemplificação da difração na água.

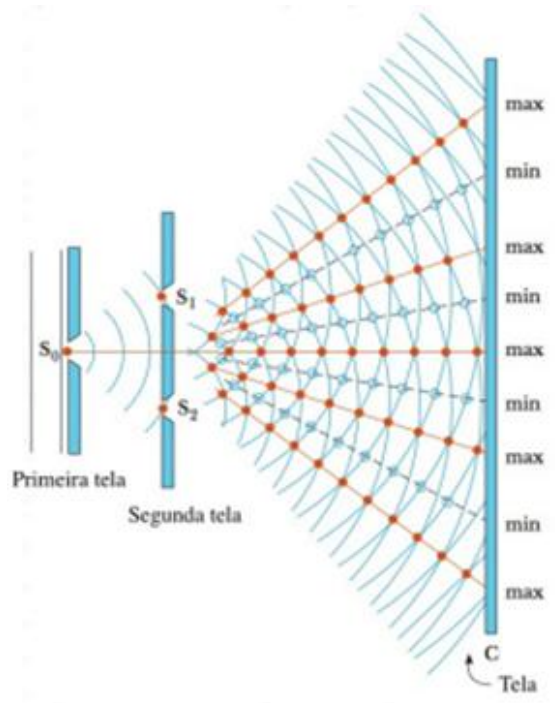


Fonte: Ewerton Souza, 2019.

Nessa figura, esquematiza-se o comportamento de uma onda plana na água, ao passar por quatro barreiras distintas. A diferença entre essas barreiras está no tamanho da fenda pela qual a onda pode passar. Pode-se observar que, quanto menor a fenda, maior é o encurvamento da onda, ou seja, maior é a difração sofrida. Considerando o princípio de Huygens, quando o comprimento de onda se aproxima da largura da abertura, a validade de sua teoria torna-se mais evidente, pois a onda que passa por uma pequena abertura atua como uma fonte pontual, gerando novas frentes de ondas.

Em relação aos raios luminosos, os padrões de difração dependem da relação entre o comprimento de onda da luz incidente e das dimensões do obstáculo sobre o qual ela incide, sendo esse fenômeno mais facilmente observado com a luz monocromática. Portanto, quanto maior o comprimento de onda, mais facilmente ocorre a difração (Hewitt, 2011). No estudo da difração resultante da incidência da luz em uma fenda, o fenômeno será mais evidente à medida que a fenda se torne mais estreita, mantendo-se o comprimento de onda constante. (Halliday; Resnick; Walker, 2016)

Figura 09 - Aparato do experimento de Young. Uma fonte de luz coerente incide sobre as fendas S_1 e S_2 , onde sofre a difração, gerando um padrão de interferência na tela de observação.



Fonte: Serway,1990.

O aparelho utilizado por Young é ilustrado na figura 09. Um feixe de luz coerente (com a mesma fase de onda) proveniente da fenda S_0 incide sobre duas fendas, S_1 e S_2 atravessando-as e sofrendo difração antes de atingir a tela de observação C. As luzes provenientes de S_1 e S_2 combina, formando um padrão de interferência na tela, caracterizado por regiões claras e escuras correspondendo às intensidades máximas e mínimas.

4.6.4. Dispersão da Luz Branca

Young e Freedman (2016), explicam que a velocidade da luz no vácuo é a mesma para todos os comprimentos de onda, mas, em um determinado meio material, a velocidade da luz varia para o comprimento de onda.

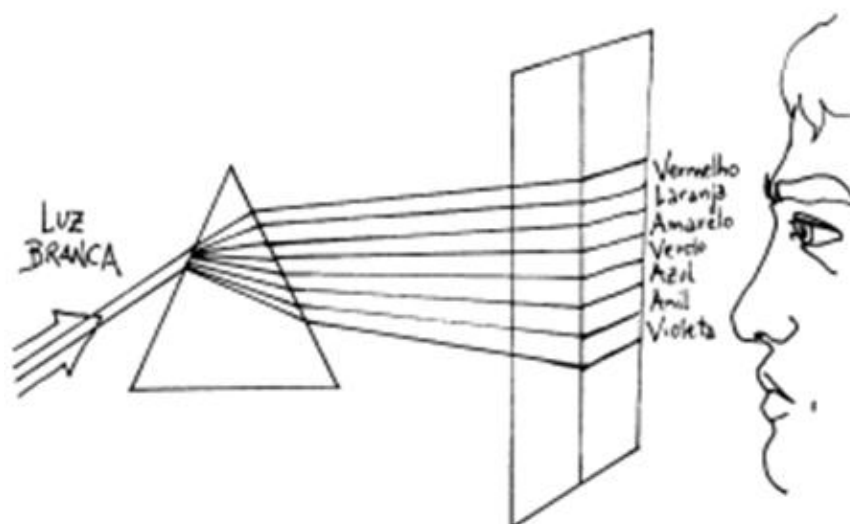
A luz branca é composta por todas as cores do espectro eletromagnético visível. Ao atravessar uma lente, cada cor interage com a lente de uma maneira distinta, resultando em

focos diferentes para cada cor. Esse fenômeno é denominado dispersão. Exemplos clássicos desse efeito incluem o arco-íris gerado por um prisma ou por gotas de chuva.

Halliday e Walker (2009) destacam que a luz branca é policromática composta pelas cores vermelha, alaranjada, amarela, verde, azul, anil e violeta, como ilustrado na Figura 08, e que todas possuem intensidades aproximadamente iguais.

Segundo Helou et al. (2012), foi Isaac Newton quem, pela primeira vez, demonstrou em laboratório que a luz solar é composta por todas as cores do arco-íris. Ele utilizou um prisma óptico para interceptar um feixe de luz solar e, após sofrer uma dispersão, observou a projeção das cores em um anteparo.

Figura 10: Diagrama da dispersão da luz branca em um prisma.



Fonte: USP, sem data.

Young e Freedman (2016) explicam que a luz que sofre o menor desvio é a luz de cor vermelha, enquanto a que sofre o maior desvio é a de cor violeta.

A decomposição da luz branca em suas cores por de um prisma (Figura 08) ocorre devido a dispersão, isto é, ao fato que o índice de refração depende do comprimento de onda. A fórmula que relaciona o índice de refração (n) com o comprimento de onda (λ) é:

$$n = n(\lambda) \quad [04]$$

A dispersão demonstra que tanto o índice de refração quanto a velocidade da onda dependem do comprimento de onda. Dessa forma, o índice de refração, a velocidade de propagação e o desvio angular da luz variam de acordo com o comprimento de onda. Na Figura 8, observa-se que, quando a luz branca incide sobre um prisma, ocorre um desvio;

quanto maior esse desvio, maior o índice de refração, o qual é diretamente proporcional à frequência da luz e inversamente proporcional ao seu comprimento de onda. Dessa forma, a luz violeta, por exemplo, sofre um desvio angular maior do que a luz vermelha, pois o índice de refração para a luz violeta é maior.

4.6.5. Lentes

Lentes são dispositivos ópticos que, de acordo com Durand (2011, p. 174), são “dispositivos ópticos feitos de material transparente (vidro, quartzo ou plástico)” nos quais “a face pela qual incide o feixe de luz pode ser plana ou curva”.

Segundo Filho e da Silva (2016, p.196), a lente é “um sistema óptico formado por um meio homogêneo e transparente, limitado por duas superfícies esféricas ou por uma superfície esférica e outra plana”. Seu funcionamento se baseia no fenômeno da refração da luz. As lentes desempenham um papel crucial tanto em aplicações cotidianas, como em óculos, lupas, câmeras fotográficas e filmadoras, quanto em instrumentos científicos, como telescópios e microscópios.

As lentes podem ser classificadas em dois tipos principais: lentes convergentes (convexas) e lentes divergentes (côncavas). As lentes convergentes, conforme ilustrado na figura 10, fazem com que os raios de luz paralelos que as atravessam se concentrem em um ponto focal, sendo amplamente utilizadas para correção de hipermetropia e em dispositivos como câmeras e telescópios. Segundo, Filho e Silva (2016, p. 197), “uma lente é dita convergente quando um feixe de raios paralelos que incide sobre ela é transformado em um feixe de raios convergentes”.

Figura 11 - Representação: lentes convergentes. Da esquerda para a direita: côncavo-convexa, plano-convexa e biconvexa.



Fonte: Young and Freedman, p. 54.

As lentes divergentes, conforme ilustrado na Figura 15, dispersam os raios de luz e são utilizadas na correção da miopia e em outros instrumentos ópticos específicos. Uma lente é considerada divergente "quando um feixe de raios paralelos que incide sobre ela é transformado em um feixe de raios divergentes". (Filho, Silva, 2016, p.197).

Figura 12 - Representação das lentes divergentes. Da esquerda para a direita :convexo côncava, plano côncava e bicôncava



Fonte: Young and Freedman, p. 54.

Além disso, de acordo com Filho e Silva (2016, p. 196), as lentes podem ser classificadas com base em sua espessura. Quando a espessura das bordas é menor que a da parte central, as lentes são chamadas de convexas. Por outro lado, quando a espessura das

bordas é maior do que a da parte central, são denominadas lentes côncavas. Em resumo, lentes convergentes são do tipo convexa, enquanto lentes divergentes são do tipo côncava.

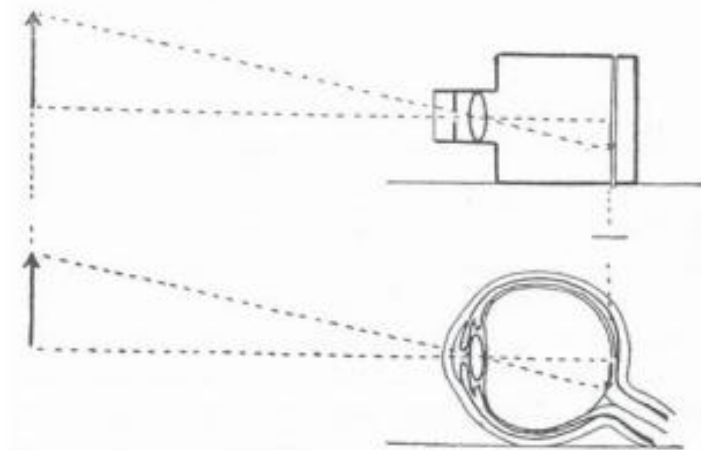
Os principais elementos que caracterizam essas lentes são o centro óptico (O), os raios de curvatura (R) e o eixo óptico.

4.6.6. Formação de imagem

A luz e a formação de imagens fazem parte do ramo da Física conhecido como óptica. Para a formação da imagem na visão, os raios refletidos pelos objetos entram nos olhos e atravessam a córnea, a pupila, o humor aquoso, lente e o humor vítreo até alcançarem a retina. Na retina, encontram-se as células sensíveis à luz. A imagem é então convertida em impulsos nervosos e enviada ao cérebro através do nervo óptico. No cérebro, essas informações (como cor, forma, tamanho e posição) são processadas e interpretadas, permitindo que a imagem do objeto em foco seja percebida na posição correta.

O mecanismo da visão pode ser compreendido ao comparar o funcionamento do olho humano com o das lentes. (Miranda,2019)

Figura 13 - Comparação da formação de imagens em uma câmera escura e no globo ocular.

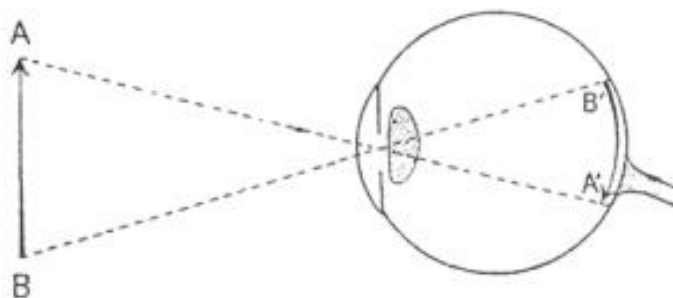


Fonte: Soeiro, 1930, fig. 143, p. 190; 1950, fig. 243, p. 405.

Os meios transparentes do olho funcionam como uma lente biconvexa, projetando uma imagem nítida dos objetos na fóvea. Ao comparar o globo ocular a uma câmera fotográfica, tem-se que o cristalino e a córnea atua como as lentes; a íris funciona como o

diafragma; e a retina, como o filme da câmera. Desta forma, os raios de luz que entram no olho passam pelas estruturas oculares e formam uma imagem invertida na retina, semelhante ao que ocorre em uma câmera fotográfica, conforme ilustrado na figura 13. (Miranda, 2019).

Figura 14 - Formação das imagens no olho humano



Fonte: Colomb & Houlbert, 1903, fig. 159, p. 212.

A lente do olho precisa fazer ajustes para que a imagem seja formada exatamente na fóvea, ilustrado na figura 14. O olho gerencia isso variando a potência e a distância focal da lente para acomodar objetos a diferentes distâncias. Esse processo de ajuste da distância focal do olho é chamado de acomodação visual. Assim, uma pessoa com visão normal pode ver objetos claramente a distâncias que variam de 25 cm. No entanto, o ponto próximo (a menor distância em que um foco nítido pode ser obtido) pode aumentar com a idade. (Peter Urone, 2012).

4.6.7. Cegueira e baixa visão

Cegueira e baixa visão são condições que afetam milhões de pessoas em todo o mundo, e que impõem desafios significativos tanto na vida diária, quanto no ambiente educacional. De acordo com Costa (2012)

O termo deficiência visual refere-se a uma situação irreversível de diminuição da resposta visual, em virtude de causas congênitas ou hereditárias, mesmo após tratamento clínico e/ou cirúrgico e uso de óculos convencionais.

A perda total ou parcial da visão pode ocorrer desde o nascimento ou em qualquer momento ao longo da vida. O ser humano desenvolve formas de perceber e compreender o mundo ao seu redor, adaptando-se para interagir com pessoas e objetos de maneiras próprias e únicas.

Essas condições visuais variam em gravidade, desde a perda total da visão (cegueira) até diferentes graus de perda visual que não podem ser corrigidos apenas com óculos ou lentes de contato (baixa visão), conforme definido pela Organização Mundial de Saúde (OMS) e pelo Conselho Internacional de Educação de Pessoas com Deficiência Visual (ICEVI).

Algumas dessas pessoas terão autonomia na locomoção, enquanto outras precisarão desenvolver estratégias para alcançá-la; algumas poderão realizar tarefas escolares com pouca dificuldade e sem qualquer auxílio, enquanto outras necessitarão de auxílios ópticos (como óculos, lupas e telescópios) ou não ópticos (como ampliações, iluminação especial e outras adaptações do ambiente) para melhorar seu desempenho. Algumas conseguirão utilizar materiais visuais, enquanto outras preferirão materiais táteis (como o sistema Braille) ou auditivos. Nesse sentido, Vygotsky pode se afirmar que

Eles (os cegos) desenvolvem capacidades que não podemos esperar no vidente, e devemos assumir que no evento da comunicação exclusiva do cego com o cego sem a integração com a visão, uma forma especial de pessoa surgiria (K. Bürklen, 1924, p. 3 *apud* Vygotsky, 1997).

À diversidade natural existente na natureza humana, soma-se a variabilidade das condições criadas pelos diferentes tipos de deficiência visual e seus efeitos no desenvolvimento e na comunicação interpessoal. Segundo Franco e Dias (2005), ao longo da História, a cegueira teve como estigma o mau, o castigo ou piedade. Em muitas sociedades primitivas não havia pessoas cegas, seja porque eram mortas ou abandonadas juntamente com os enfermos e as pessoas com deficiências.

Para as pessoas que enxergam, as informações são principalmente recebidas pelo sentido da visão. No entanto, quando esse sentido está inativo, como no caso das pessoas cegas, outros sentidos assumem a função de captar informações do meio externo. Segundo Selau *et al.* (2010),

Para que o aluno cego organize seu mundo, ele necessita interagir com os objetos e as pessoas, usando as habilidades táteis, olfativas, gustativas e auditivas, de forma que ele possa expressar sua experiência perceptiva. (p. 9)

Assim, o processo de aprendizagem passa a ser realizado por meio de outros sentidos, como o tato, a audição, o olfato e o paladar. De acordo com Silva (2006), no processo de ensino e aprendizagem de pessoas cegas, é essencial adotar estratégias que considerem aspectos como

[...] o grau de aceitação da condição de ser cego; as implicações decorrentes da cegueira; as características e o funcionamento próprios de cada sentido tato, olfato,

audição, paladar; além de instrumentos e recursos didáticos disponíveis na atualidade, tais como: a leitura através do Sistema Braille, o Sorobã para os cálculos matemáticos, a audição de livros falados, os materiais didáticos adaptados, a tecnologia, os objetos concretos e reais que o rodeiam, além das proposições didáticas e da formação do professor que deve ser conceitual, reflexiva e prática. (SILVA, 2006, p. 150)

A inclusão das pessoas com deficiências visuais, cegueira ou baixa visão, no espaço escolar ainda constitui um processo desafiador, muito embora se perceba que os avanços nas estratégias pedagógicas para o ensino destes sujeitos tenham sido relevantes.

4.6.8. Ensino de física para cegos

A Física é uma disciplina que frequentemente envolve conteúdos abstratos, geralmente explicados por meio de representações visuais. Nesse cenário, indivíduos com baixa visão ou cegueira podem enfrentar dificuldades no acesso ao conteúdo, o que evidencia a necessidade de novas estratégias de ensino que promovam sua inclusão e facilitem sua aprendizagem.

Nas palavras de Camargo e Silva (2006):

As situações de ensino de Física a alunos com deficiência visual necessitam estar organizadas de maneira que o citado discente use ao máximo todas as suas possibilidades (táteis, olfativas, auditivas, cinestésicas) e fale sobre sua experiência perceptiva. A postura do docente mediante seu aluno com deficiência visual deve ser aquela em que o vidente se posiciona frente ao deficiente visual, ouvindo-o (acompanhando o que ele faz nas diferentes situações), contribuindo no que for possível para que ele encontre seus próprios meios de agir e superar seus obstáculos. (p. 167)

No ensino de Física para estudantes com deficiência visual ou cegos, reconhece-se que, devido à deficiência, surgem diferentes formas de comunicação e cognição que permitem ao indivíduo compreender o mundo de uma maneira única. Nesse sentido, torna-se crucial explorar todos os aspectos dessas formas de aquisição de conhecimento, buscando novas estratégias pedagógicas que promovam a inclusão eficaz desses estudantes na sala de aula.

Entretanto, como apontado por Machado (2010) e Ferreira *et al.* (2007), o ensino de Física para pessoas com deficiência visual ainda é incipiente, com poucas iniciativas sistemáticas voltadas para essa população. Isso evidencia a necessidade urgente de desenvolver materiais didáticos e recursos pedagógicos adaptados que facilitem a assimilação de conteúdos de Física de forma significativa.

O uso de recursos didáticos inclusivos no ensino de Ciências, conforme Jorge (2010, p. 30), “[...] traz inúmeras vantagens para a aprendizagem dos alunos com deficiência visual. Tais recursos não apenas tornam os conceitos mais acessíveis, mas também contribuem para a fixação do conhecimento e complementam as informações transmitidas em sala de aula[...]”. Modelos táteis, experiências auditivas, e até simulações que utilizam sons ou texturas podem ser ferramentas poderosas na mediação do ensino de Física. Camargo (2012) *apud* Morais e Camargo (2021, p.1162) elenca uma lista de saberes docentes essenciais para a inclusão do aluno com deficiência visual nas aulas de Física

- 1- Saber sobre a história visual do aluno.
- 2- Saber explicar a estrutura semântico-sensorial dos significados físicos veiculados.
 - 2.1- Saber que significados vinculados às representações visuais sempre poderão ser registrados e vinculados a outro tipo de percepção (tátil, auditiva, etc.).
 - 2.2- Saber que significados indissociáveis de representações não-visuais, de relacionalidade sensorial secundária e sem relação sensorial não necessitam de referencial visual para serem compreendidos.
 - 2.3- Saber que existem fenômenos físicos que não podem ser observados empiricamente e que, nesse caso, a visão ou qualquer outro sentido não contribui à compreensão deles.
- 3- Saber abordar os múltiplos significados de um fenômeno físico.
- 4- Saber construir de forma sobreposta registros táteis e visuais de comportamentos/fenômenos físicos de significados vinculados às representações visuais.
- 5- Saber destituir a estrutura empírica audiovisual interdependente.
- 6- Saber trabalhar com linguagem matemática.
- 7- Saber explorar as potencialidades comunicacionais das linguagens constituídas de estruturas empíricas de acesso visualmente independente.
- 8- Saber realizar atividades comuns aos alunos com e sem deficiência visual.
- 9- Saber promover interação entre discentes com e sem deficiência visual, utilizando em tal interação os materiais de interfaces táteis-visuais.

É essencial que a formação de professores inclua o desenvolvimento de competências específicas para trabalhar com alunos cegos ou com deficiência visual, incentivando o uso de metodologias que integrem diferentes sentidos e promovam a participação ativa de todos os estudantes. Dessa forma, para incluir estudantes com deficiência em qualquer área do conhecimento, seja Física, Biologia, Química, Matemática entre outras, faz-se necessário avançar e reconhecer a necessidade de se investir pesquisas que contribuam para a relevância desses saberes.

5. METODOLOGIA

5.1. Revisão da Literatura

Essa seção foi fundamentada em trabalhos disponíveis na literatura, obtidos através de um levantamento bibliográfico realizado nos diretórios Google Acadêmico, SciELO e Periódicos CAPES. A pesquisa realizada é de natureza qualitativa.

A pesquisa exploratória é um tipo de investigação que busca oferecer uma visão geral sobre um determinado fenômeno, com o intuito de se aproximar dele e compreendê-lo melhor. De acordo com Gil (2008)

“As pesquisas exploratórias têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores. De todos os tipos de pesquisa, estas são as que apresentam menor rigidez no planejamento. Habitualmente envolvem levantamento bibliográfico e documental, entrevistas não padronizadas e estudos de caso. Procedimentos de amostragem e técnicas quantitativas de coleta de dados não são costumeiramente aplicados nestas pesquisas. Este tipo de pesquisa é realizado especialmente quando o tema escolhido é pouco explorado e torna-se difícil sobre ele formular hipóteses precisas e operacionalizáveis.” (p. 27)

Este trabalho buscou relacionar as necessidades educacionais de estudantes com deficiência visual e baixa visão com as exigências do ensino de os conceitos de Física. Um exemplo disso é a análise de que tipo de material pode favorecer a aprendizagem de óptica.

Essas adaptações pedagógicas não apenas facilitam o aprendizado dos conceitos de ciências, mas também promovem a inclusão escolar, respeitando a diversidade de estilos de aprendizagem e garantindo o direito de todos os estudantes a uma educação de qualidade. Nesse sentido, Mantoan (2007) observa, que

[...] a inclusão causa uma mudança de perspectiva educacional, pois não se limita a ajudar somente os alunos que apresentam dificuldades na escola, mas apoia a todos: professores, alunos, pessoal administrativo, para que obtenham sucesso na corrente educativa geral. (p. 145)

A pesquisa, assim, contribui para o avanço das práticas educacionais inclusivas, oferecendo subsídios que podem ser aplicados tanto no desenvolvimento de materiais didáticos específicos quanto na formação de professores, que precisam estar capacitados para lidar com as demandas de uma sala de aula inclusiva.

5.2. Produção do material tátil da óptica geométrica

A produção do material tátil constitui uma etapa fundamental desta pesquisa, pois a mesma visa a elaboração de recursos didáticos adaptados que atendam às necessidades específicas dos estudantes com deficiência visual para a aprendizagem de óptica e da anatomia do olho humano. Este processo envolve a criação de dispositivos interativos que permitam sua exploração tátil, facilitando a compreensão e o aprendizado de temas tradicionalmente apresentados de forma visual.

Para 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 alunos cegos ou de baixa visão.

Essa etapa do trabalho seguiu diretrizes claras quanto à escolha dos materiais, técnicas de confecção e critérios de acessibilidade, garantindo que os recursos produzidos fossem sensorialmente ricos, pedagogicamente relevantes e facilmente manipuláveis pelos alunos.

Este tópico aborda, portanto, as etapas do processo de criação dos materiais,

➤ Produção de material tátil do olho humano

O protótipo do olho humano foi desenvolvido para auxiliar em uma aula interdisciplinar de Física e Biologia, atendendo às necessidades de alunos videntes, com baixa visão ou cegos. O modelo visa demonstrar tanto a estrutura anatômica do olho quanto o processo de formação da imagem. Para a construção deste protótipo, foram utilizados os seguintes materiais:

- bola de isopor (300mm);
- bola de isopor (200mm);
- tintas guache;
- placa de isopor;
- EVA (preto, vermelho, azul);
- material transparente (pedaço de garrafa pet);
- barbante;
- glitter;
- base de material transparente, plástico;
- massinha de modelar;

- cola quente.

No protótipo do olho humano, a maior bola de isopor (300mm) representa a parte externa, incluindo a esclera, coróide, fóvea central e vasos sanguíneos. A bola menor (200mm) simula a parte interna, com pupila, íris, retina e humor vítreo. As tintas guache coloriram os componentes, e a placa de isopor serviu de base. Os EVA (preto, vermelho e azul) detalham estruturas como músculos e nervo óptico, e um pedaço de garrafa PET representa a córnea e o cristalino. Os barbantes têm a função de ilustrar os vasos sanguíneos, e o glitter para representar o humor vítreo. A massinha de modelar para representar a esclera e o glitter para dar textura na representação da coróide.

A confecção da maquete seguiu os seguintes passos:

1. **Preparação da córnea:** A bola de isopor de 300 mm foi cortada ao meio, formando um círculo em seu centro, área onde a córnea será fixada. A córnea foi representada por um material transparente.
2. **Pintura da bola de isopor:** As bolas de isopor de 300 e 200 mm foram pintadas de branco na parte externa
3. **Adição dos vasos sanguíneos:** Pedacos de barbante foram cortados, pintados com as cores vermelha e azul e colados com cola quente na parte interna da bola de isopor (na região da fóvea central) para representar os vasos sanguíneos. Os barbantes foram posicionados aleatoriamente para simular a complexidade dos vasos sanguíneos reais.
4. **Representação das outras estruturas:** O glitter foi utilizado para representar o humor vítreo, a esclera e a coróide. O glitter foi aplicado de forma a destacar essas estruturas internas e criar uma textura dessas partes do olho.
5. **Representação da pupila:** A pupila foi representada por um pedaço de EVA preto cortado em forma de círculo e colado na parte central da bola de isopor, onde se localiza a pupila no olho humano.
6. **Montagem final:** Com todas as partes firmemente fixadas e corretamente posicionadas, foram feitos os ajustes necessários para assegurar que o protótipo proporciona uma representação clara e precisa da anatomia ocular. Após essa verificação, os componentes foram fixados com cola quente para garantir maior durabilidade e estabilidade.

➤ **Produção de material tátil de lentes:**

A maquete foi projetada para facilitar a visualização do comportamento dos raios luminosos ao passarem por lentes convergentes e divergentes. O modelo utiliza uma base de isopor de 28,8 cm por 28,8 cm, sobre a qual são fixados os diversos elementos representativos. Materiais utilizados, conforme mostrado na figura 15:

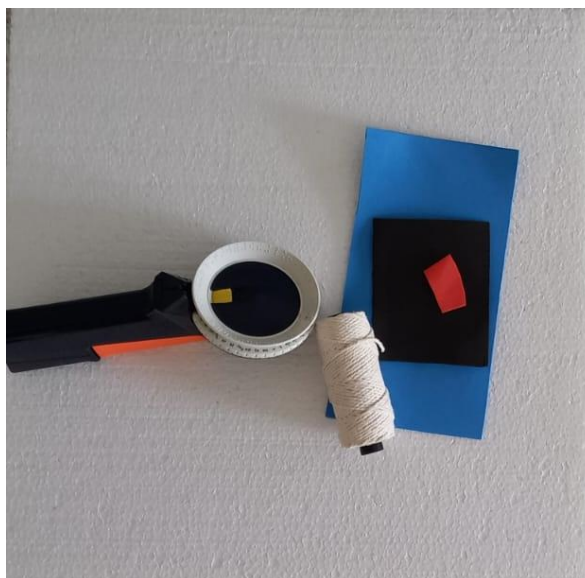
- isopor (28,8 cm de comprimento por 28,8 cm de largura);
- tinta guache (vermelha e branca);
- EVA (preto, vermelho e azul);
- barbante;
- Etiquetadora em braile;
- cola quente.

A base da maquete foi feita com uma placa de isopor (28,8 cm x 28,8 cm), pintada com tinta guache branca. Os EVA de cores diferentes foram utilizados para detalhar as lentes (azul), a linha normal (preto) e as setas que indicam a direção dos raios luminosos (vermelho). O barbante simboliza os raios solares que passam ou são refratados pelas lentes, e todos os elementos, incluindo as lentes e raios, foram fixados na base de isopor com cola quente. Além disso, uma etiquetadora em braile foi utilizada para identificar os elementos, facilitando o acesso dos alunos cegos.

A confecção da maquete seguiu os seguintes passos:

1. **Modelagem das lentes:** Foram feitos moldes de lentes convergentes e divergentes, que em seguida, foram recortados no EVA azul. Essas lentes foram coladas na base de isopor com cola quente.
2. **Representação dos raios luminosos:** O comportamento dos raios luminosos ao atravessar as lentes foi representado por barbantes fixados sobre a base. Cada barbante simula o caminho dos raios de luz em diferentes pontos de incidência nas lentes.
3. **Linha normal:** A linha normal, que é um conceito importante para a compreensão da refração, foi representada por tiras de EVA preto.
4. **Setas:** Para indicar a direção dos raios de luz, foram feitas setas de EVA vermelho, também coladas com cola quente.

Figura 15 - Materiais utilizados na construção do protótipo para demonstração das lentes convergentes e divergentes.



Fonte: produzido pela autora, em 2024.

A maquete oferece uma maneira visual e tátil de compreender o comportamento de raios luminosos em lentes, permitindo que estudantes, inclusive aqueles com deficiência visual, explorem fisicamente o conceito de refração e imagem.

➤ **Produção de material tátil para o ensino de refração e reflexão:**

Para a produção da maquete sobre refração e reflexão, também foram utilizados materiais acessíveis e de baixo custo, facilitando tanto sua confecção, quanto sua manutenção. A seguir, estão listados os materiais utilizados, ilustrados na figura 16:

- palitos de madeira 12cm (tipo picolé);
- EVA nas cores preto (1 cm de comprimento por 2 mm de largura) e azul (24,8 cm de largura e 12,5 cm de comprimento);
- tinta branca;
- isopor (28,8 cm de comprimento por 28,8 cm de largura);
- tinta guache (vermelha e branca);
- Etiquetadora em braile;
- cola quente.

Na maquete, palitos de madeira representam os raios luminosos atravessando diferentes meios. EVA azul é usado para simbolizar a superfície da água, enquanto tiras finas

de EVA preto representam a reta normal. A base da maquete é feita de isopor, pintado com tinta branca, que também pode ser misturada para criar tons mais claros, como o azul claro. Tinta guache vermelha é usada para colorir os palitos e as setas. Todos os elementos são fixados com cola quente, garantindo estabilidade à maquete. Além disso, uma etiquetadora em braile foi utilizada para identificar os elementos, facilitando o acesso dos alunos cegos.

A confecção da maquete seguiu os seguintes passos:

1. **Preparação da base:** A placa de isopor foi cortada em formato de quadrado com as medidas de 28,8 cm x 28,8 cm. Esta será a base da maquete.
2. **Representação da água:** O EVA azul foi cortado nas seguintes medidas: 24,8 cm de largura e 12,5 cm de comprimento para representar a água. Desenhe ondas no EVA azul para adicionar um toque mais lúdico e visual à representação da água.
3. **Ilustração do raio luminoso:** Corte um palito de madeira ao meio (4 mm) e pinte as duas partes de vermelho para representar o raio luminoso atravessando diferentes meios. Corte pequenos pedaços de madeira em forma de seta e pinte-os de vermelho para indicar a direção do raio.
5. **Representação da reta normal:** Corte tiras de EVA preto com 1 mm de largura e 3 mm de comprimento para representar a reta normal.
6. **Montagem da maquete:** Cole todas as partes recortadas com cola quente, seguindo a disposição mostrada na imagem de referência. Certifique-se de posicionar corretamente o EVA azul representando a água, o palito de madeira vermelho como o raio luminoso e as setas indicativas da direção, bem como as tiras de EVA preto como a reta normal.
7. **Finalização:** Verifique se todas as peças estão bem fixadas e posicionadas de forma a representar adequadamente os fenômenos da refração e reflexão.

Figura 16 - Materiais utilizados na construção do protótipo para demonstração da refração e reflexão da luz.



Fonte: produzido pela autora, 2024.

Este processo de confecção foi desenvolvido para tornar o conteúdo mais acessível e interativo para os alunos, proporcionando uma experiência mais concreta e compreensível sobre os fenômenos da refração e reflexão da luz.

➤ **Produção de material tátil para o ensino de difração:**

Para a construção do protótipo que representa o fenômeno da difração, foram utilizados os seguintes materiais, mostrados na figura 17:

- palitos de madeira 12 cm (tipo picolé);
- tinta branca;
- isopor (medindo 28,5 cm por 28,5 cm);
- tinta guache (nas cores preta e vermelha);
- barbante (5 cm);
- etiquetadora em braile;
- cola quente.

No protótipo, palitos de madeira foram usados para criar as barreiras que simulam as fendas. O isopor serve como base, pintado com tinta branca para criar um fundo contrastante. Tinta guache foi aplicada para destacar detalhes. O barbante representa as ondas de difração,

demonstrando o comportamento das ondas ao passar pelas fendas. Todos os elementos, como os palitos de madeira, foram fixados ao isopor com cola quente para garantir estabilidade ao modelo. Além disso, uma etiquetadora em braile foi utilizada para identificar os elementos, facilitando o acesso dos alunos cegos.

A confecção da maquete seguiu os seguintes passos:

1. **Preparação da base:** Inicialmente, o isopor foi cortado nas medidas especificadas e pintado de branco com tinta guache. Essa pintura serve para aumentar o contraste visual e destacar os elementos representativos da difração.
2. **Montagem das fendas:** Os palitos de madeira foram fixados no isopor com cola quente, de modo a criar uma fenda entre eles com um espaçamento de 5 cm. O espaçamento entre as fendas foi pensado para simular diferentes cenários de difração.
3. **Criação das ondas de difração:** Com o uso de barbante, foram criadas representações das ondas de difração, mostrando como a luz ou outro tipo de onda se comporta ao passar pelas fendas. As fendas foram configuradas de várias maneiras: com uma, duas e três aberturas, para ilustrar diferentes padrões de difração.

Figura 17 - Materiais utilizados na construção do protótipo para demonstração da difração.



Fonte: produzido pela autora, 2024.

Este protótipo permite uma representação tátil do fenômeno da difração, facilitando a compreensão do conceito para estudantes cegos, proporcionando uma experiência de aprendizagem interativa e concreta.

➤ **Dispersão, descrição da produção:**

Para a produção do protótipo que representa o fenômeno da dispersão da luz, foram seguintes materiais, como ilustrado na figura 18:

- EVA branco;
- isopor (medindo 39,5 cm por 49,5 cm);
- tinta guache (nas cores: vermelha, laranja, amarela, verde, azul, anil, roxa);
- 7 linhas de barbante (60 cm cada);
- corda de nylon (45cm);
- 3 réguas (20 cm);
- 8 tarraxas;
- Etiquetadora em braile;
- cola quente.

Na maquete, o EVA branco é usado para cobrir a base de isopor, que mede 39,5 cm x 49,5 cm e serve como estrutura principal. Tinta guache nas cores do arco-íris (vermelha, laranja, amarela, verde, azul, anil e roxa) é aplicada nas sete linhas de barbante de 60 cm cada, que representam os raios de luz dispersos do prisma. Uma corda de nylon de 45 cm simboliza a luz branca que chega ao prisma, construído com régua transparente. Tarraxas e cola quente fixam todos os elementos na maquete. Além disso, uma etiquetadora em braile foi utilizada para identificar os elementos, facilitando o acesso dos alunos cegos.

A confecção da maquete seguiu os seguintes passos:

1. **Preparação da base:** O isopor foi cortado nas medidas de 39,5 cm de largura por 49,5 cm de comprimento. Em seguida, o EVA branco, com as mesmas medidas, foi colado sobre o isopor usando cola quente, criando uma base sólida e uniforme.
2. **Construção do prisma:** Para a representação do prisma, foram utilizadas três réguas transparentes de 20 cm cada. As marcações numéricas das réguas foram removidas com solvente. As réguas foram coladas em formato de triângulo usando cola quente,

simulando um prisma. Qualquer material transparente e resistente pode ser usado nesta etapa, mas as régua foram escolhidas pela durabilidade e facilidade de manuseio.

3. **Representação das cores da dispersão:** Para simular as cores dispersas da luz, linhas de barbante fino foram pintados nas cores do espectro: vermelho, laranja (mistura de vermelho e amarelo), amarelo, verde, azul claro (mistura de branco e azul escuro), anil e violeta (mistura de azul escuro e vermelho). Como as tintas guache utilizadas são primárias, foi necessário misturá-las para criar as cores secundárias.
4. **Montagem do prisma e representação da luz dispersa:** As três régua foram coladas em formato triangular para formar o prisma. Em seguida, um prego aquecido foi usado para fazer furos nas régua. No primeiro furo, foi fixada a corda de nylon, representando a luz branca que chega ao prisma. Nos outros furos, foram passadas as linhas coloridas de barbante, que simbolizam a dispersão da luz em diferentes cores ao sair do prisma.
5. **Fixação das linhas coloridas:** As tarraxas foram pintadas com tinta spray preta e depois de secas, foram usadas para segurar as linhas coloridas e a de nylon no lugar, mantendo a representação da luz dispersa após a passagem pelo prisma.

O protótipo desenvolvido para representar o fenômeno da dispersão da luz utiliza materiais acessíveis e de baixo custo, permitindo uma visualização e exploração tátil dos conceitos envolvidos. Ao usar elementos como EVA, isopor, régua transparentes, corda de náilon e barbante colorido, o modelo ilustra de forma didática, como a luz branca se separa em diferentes cores ao passar por um prisma.

Figura 18 - Materiais utilizados na construção do protótipo para demonstração da dispersão da luz.



Fonte: produzido pela autora, 2024.

A montagem do prisma e a representação das cores dispersas permitem uma compreensão concreta e interativa do fenômeno, especialmente para estudantes cegos, ao transformar um conceito abstrato em uma experiência tangível. Este recurso pedagógico favorece a inclusão no ensino de física, oferecendo uma abordagem sensorial que enriquece o aprendizado de todos os alunos.

5.3. Sequência didática

Uma etapa crucial deste trabalho é o desenvolvimento de uma sequência didática que apoie os professores na organização de suas aulas, de modo a incluir estudantes cegos ou com baixa visão. Essa proposta visa proporcionar uma experiência de ensino-aprendizagem mais inclusiva e acessível, considerando as particularidades sensoriais desses alunos.

Para isso, foram elaborados seis planos de aula que abordam conceitos fundamentais de óptica, contemplando: refração, reflexão, difração, dispersão e lentes, além de um plano interdisciplinar, envolvendo Biologia, sobre o funcionamento do olho humano. Cada plano foi pensado com base em abordagens interativas e táteis, possibilitando que os alunos explorem os fenômenos ópticos por meio de maquetes que estimulam a percepção tátil.

Cada uma dessas aulas foi cuidadosamente planejada para garantir que o conteúdo seja acessível e relevante, promovendo a aprendizagem significativa para todos os estudantes, independentemente de suas condições visuais. Além disso, os planos de aula propõem atividades colaborativas e práticas que incentivam a troca de conhecimento entre alunos com e sem deficiência visual, criando um ambiente mais inclusivo e participativo.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a realização de pesquisas e a produção de materiais táteis, será disponibilizada uma sequência didática que auxiliará os professores no ensino de óptica para alunos cegos. Planeja-se fornecer estratégias para lidar com um conteúdo que tradicionalmente faz uso intenso de imagens e representações esquemáticas. A seguir, serão apresentados os planos de aula.

6.1. Aula 01 - Interdisciplinar: olho humano e a formação de imagem

O olho é um órgão complexo e altamente especializado, responsável por captar a luz e transformá-la em imagens que nosso cérebro pode interpretar. A Física faz entender como os princípios da óptica, como refração e reflexão, são aplicados no funcionamento do olho, enquanto a Biologia nos revela a estrutura e o papel de cada parte do olho nesse processo.

PLANO DE AULA 1

INSTITUIÇÃO:	
TURMA:	2º ano do Ensino Médio
CARGA-HORÁRIA:	2 aulas de 50 minutos
DOCENTE:	
DISCIPLINA/ÁREA:	Física / Biologia
TEMA:	O olho humano
CONTEÚDO:	<ul style="list-style-type: none">● O Olho Humano;● Anatomia do olho;● Formação da imagem.
JUSTIFICATIVA:	A aula visa promover a aprendizagem inclusiva e acessível para todos os alunos, independentemente de suas condições visuais, integrando conceitos de Física e Biologia sobre a refração da luz e a anatomia do olho humano. A inclusão de recursos táteis e visuais é fundamental para garantir que alunos cegos e com baixa visão possam ter uma experiência de aprendizado significativa, assim como os alunos videntes.
OBJETIVOS:	<ul style="list-style-type: none">● Estudar a anatomia do olho, compreendendo as diferentes partes

	<p>e suas funções.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Explorar os princípios da óptica que estão envolvidos na formação de imagens no olho humano; ● Entender como os conhecimentos de física óptica se conectam com os processos biológicos no olho humano;
<p>METODOLOGIA / DESENVOLVIMENTO:</p>	<p>Primeira Aula (50 minutos)</p> <p>Objetivo: Introduzir o tema "olho" e explorar a anatomia do olho humano por meio de atividades inclusivas.</p> <p>1. Atividade de Abertura: Discussão Coletiva.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Apresentar a palavra geradora "olho" e incentivar os alunos a compartilharem suas ideias iniciais sobre o tema. ● Incluir os alunos cegos na discussão, explorando suas percepções e experiências sensoriais relacionadas ao olho e à visão. ● Conectar as ideias apresentadas pelos alunos com os conceitos biológicos e físicos que serão abordados. <p>2. Exploração dos Recursos Didáticos: Anatomia do Olho.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Apresentação inicial das imagens anatômicas do olho para os alunos videntes. ● Exploração da maquete tátil pelos alunos cegos, com explicações verbais sobre cada parte do olho. ● Discussão integrada, comparando as percepções dos alunos videntes e cegos sobre a estrutura e a função do olho. Realizar uma dinâmica de perguntas e respostas para reforçar o entendimento. <p>3. Atividade de Encerramento: Revisão e Fixação.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Revisão dos principais pontos discutidos, pedindo aos alunos que identifiquem as partes do olho e suas funções (pode ser feito

	<p>oralmente ou com recursos visuais/táteis).</p> <p>Segunda Aula (50 minutos)</p> <p>Objetivo: Aprofundar o estudo do funcionamento do olho, explorando o processo de formação de imagens e a intersecção entre Biologia e Física.</p> <p>1. Revisão Rápida: Recapitulação da Primeira Aula.</p> <p>Breve revisão dos principais pontos discutidos na aula anterior, assegurando que todos os alunos estejam alinhados com o conteúdo.</p> <p>2. Exploração da Maquete Interdisciplinar.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Explicação inicial da maquete para todos os alunos, destacando como ela representa a anatomia e os processos físicos do olho. ● Exploração prática: <p>Alunos videntes: Observação visual da maquete com foco nas cores e na representação das estruturas.</p> <p>Alunos cegos: Exploração tátil dos componentes em alto-relevo da maquete, com descrição verbal dos processos, como a refração da luz e a formação da imagem na retina.</p> ● Demonstração prática da refração da luz e discussão sobre problemas visuais, como miopia e hipermetropia. <p>3. Atividade de Avaliação.</p> <p>Alunos Videntes: Responder a um breve questionário sobre as partes do olho e o processo de formação da imagem.</p> <p>Alunos Cegos: Exploração tátil dos modelos e verbalização das funções das diferentes partes do olho. Questões orais ou em braile podem ser utilizadas para verificar a compreensão.</p> <p>4. Encerramento e Reflexão.</p> <p>Discussão sobre a importância de compreender o funcionamento do olho na vida cotidiana e como esse conhecimento pode ser aplicado em outras áreas, como saúde e tecnologia.</p>
<p>AVALIAÇÕES DE APRENDIZAGEM:</p>	<p>Lição de Casa (Opcional): Pedir aos alunos para refletirem sobre como os diferentes sentidos influenciam suas vidas diárias e trazer um relato para a próxima aula. Para os alunos cegos, solicitar que explorem como a ausência da visão afeta sua percepção do ambiente, as estratégias que usam para se orientar e interagir, e como isso molda suas experiências</p>

	<p>cotidianas.</p> <p>Atividade Prática de Consolidação.</p> <p>Dividir os alunos em grupos para criar uma representação (oral, escrita ou tátil) sobre como a luz é processada pelo olho.</p> <p>Cada grupo apresenta sua representação, destacando os pontos principais.</p> <p>Discussão conjunta sobre as diferentes representações e como cada grupo interpretou o processo.</p>
RECURSOS / MATERIAIS DIDÁTICOS:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Quadro; 2. Data show; 3. Maquete tátil (figuras 19, 20,21).
REFERÊNCIAS:	
OBSERVAÇÕES:	<p>Assegure que as atividades sejam acessíveis e eficazes para todos os alunos, proporcionando oportunidades iguais para aprendizado e expressão.</p>

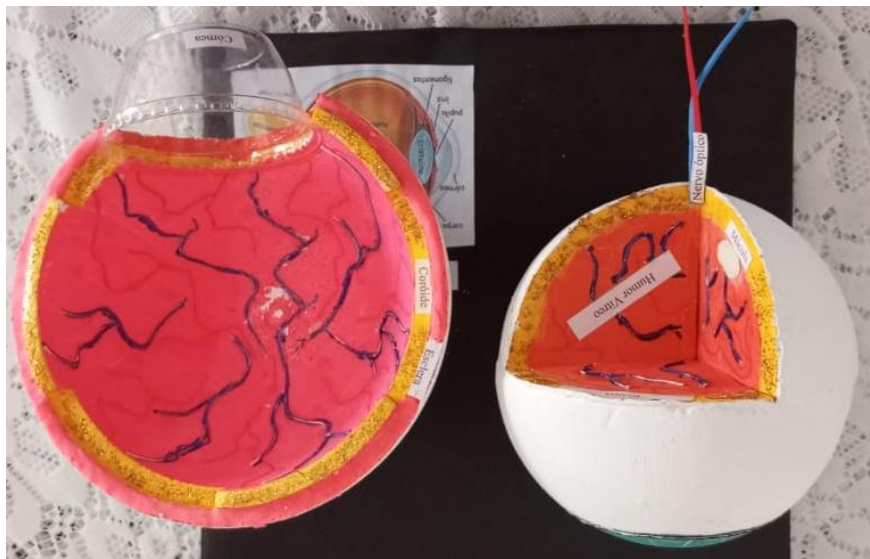
Para uso em sala de aula, o professor responsável poderá empregar o seguinte material tátil:

Figura 19 - Protótipo do olho humano.



Fonte: produzido pela autora, em 2024.

Figura 20 - Representação do olho humano interno.



Fonte: produzido pela autora, em 2024

Figura 21 - Representação do cristalino.



Fonte: produzido pela autora, em 2024.

O protótipo do olho humano oferece uma maneira inovadora e acessível de explorar conceitos de Física e Biologia, especialmente em um contexto interdisciplinar. Com o uso de materiais simples, acessíveis e fáceis de manipular, o modelo facilita a compreensão da anatomia ocular e do processo de formação da imagem para todos os alunos, incluindo aqueles com deficiência visual.

6.2. Aula 02: Lentes

As lentes são dispositivos ópticos que desviam os raios de luz, podendo convergir ou divergir desses raios, dependendo de sua forma e composição. Entender como as lentes funcionam é essencial para aplicar esses conceitos em diversas áreas, como a correção de problemas de visão, o funcionamento de câmeras, telescópios e microscópios.

PLANO DE AULA 2

INSTITUIÇÃO:	
TURMA:	2º ano do Ensino Médio
CARGA-HORÁRIA:	2 aulas de 50 minutos
DOCENTE:	
DISCIPLINA/ÁREA:	Física
TEMA:	Lentes
CONTEÚDO:	<ul style="list-style-type: none"> ● Definição e características das lentes convergentes e divergentes. ● Funcionamento das lentes na correção visual. ● Exploração tátil e visual das lentes.
JUSTIFICATIVA:	As lentes são um elemento essencial tanto na óptica quanto no cotidiano, especialmente em dispositivos como óculos e câmeras. Para garantir a compreensão de todos os alunos, a aula será interativa e acessível, utilizando maquetes táteis e visuais que permitirão uma exploração física e prática das lentes.
OBJETIVOS:	<p>Identificar as diferenças entre lentes convergentes e divergentes.</p> <p>Compreender como as lentes afetam a trajetória da luz e suas aplicações práticas (óculos, câmeras, lupas).</p> <p>Proporcionar atividades que sejam acessíveis para todos os alunos.</p>

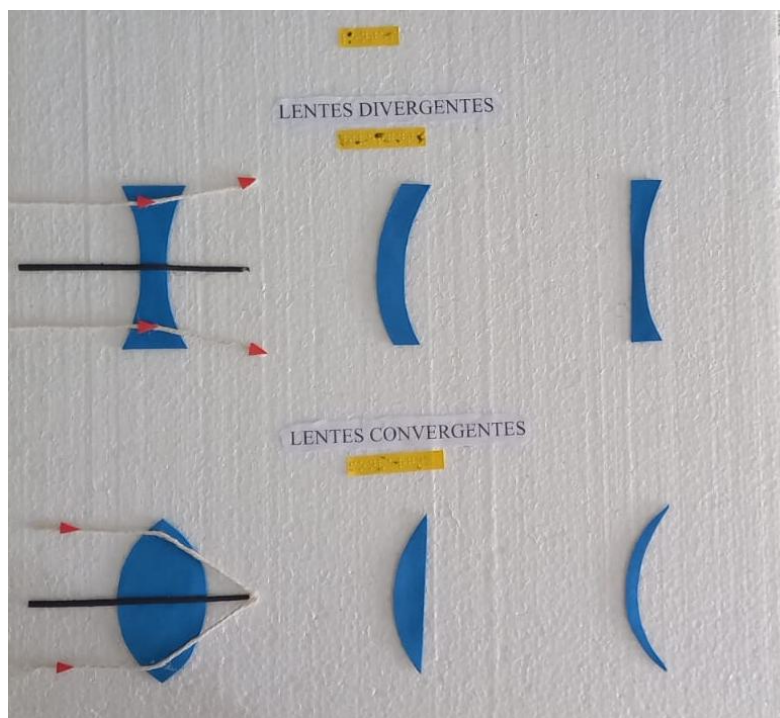
<p>METODOLOGIA / DESENVOLVIMENTO:</p>	<p align="center">Primeira Aula (50 minutos)</p> <p>Objetivo: Introduzir os conceitos de lentes convergentes e divergentes, abordando suas características e aplicações práticas no cotidiano.</p> <p>1. Atividade de Abertura: Introdução ao Conceito</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Para alunos videntes: Apresentar diagramas visuais de lentes convergentes (convexas) e divergentes (côncavas), explicando como suas formas afetam a trajetória da luz. Destacar conceitos como foco, eixo principal e raios de luz. ● Para alunos cegos: Utilizar materiais em braile e descrições verbais detalhadas para explicar a forma das lentes e como elas alteram a direção dos raios luminosos. ● Recursos táteis: Entregar modelos em relevo que representam a curvatura das lentes, permitindo a exploração tátil para compreensão das diferenças estruturais. <p>Explorar a ideia de refração da luz ao passar pelas lentes, usando exemplos práticos e simples, como a distorção observada ao olhar através de um copo d'água.</p> <p>Responder a perguntas dos alunos e promover uma discussão inicial para verificar a compreensão dos conceitos básicos.</p> <p>2. Atividade de Discussão: Aplicações Práticas das Lentes.</p> <p>Apresentar exemplos de aplicação das lentes no cotidiano, como óculos, câmeras, microscópios e telescópios.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Para alunos videntes: Mostrar imagens e vídeos curtos que ilustram essas aplicações, destacando como diferentes lentes são utilizadas para diferentes finalidades. ● Para alunos cegos: Utilizar descrições verbais detalhadas, exemplos táteis e objetos tridimensionais que permitam explorar conceitos de forma concreta. Discutir experiências sensoriais que não dependam da visão, como sons, texturas e formas, para ajudar na compreensão dos conteúdos. ● Abrir para discussões onde todos os alunos possam compartilhar experiências pessoais. ● Para alunos cegos: Incentivar que compartilhem como utilizam outros sentidos e tecnologias assistivas em suas vidas diárias, como o uso de bengalas, leitores de tela, braile ou dispositivos de
--	--

	<p>orientação sonora, para superar desafios e interagir com o mundo ao seu redor.</p> <p>3. Atividade de Encerramento: Revisão e Reflexão.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Recapitular os pontos principais da aula, destacando as diferenças entre lentes convergentes e divergentes. ● Anotar perguntas e curiosidades para serem discutidas na próxima aula. <p>Segunda Aula (50 minutos)</p> <p>Objetivo: Explorar ativamente as propriedades das lentes e avaliar a compreensão dos alunos por meio de atividades práticas e avaliações inclusivas.</p> <p>1. Atividade de Revisão: Recapitulação da Primeira Aula.</p> <p>Breve revisão dos conceitos abordados, com perguntas rápidas para verificar a compreensão. Conectar o conteúdo da primeira aula com o que será explorado na segunda.</p> <p>2. Exploração Ativa das Lentes: Experiência Prática.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Para Alunos Videntes: Utilizar lentes reais (ex.: lentes de aumento) para observar a distorção de imagens e a ampliação de textos. Os alunos serão convidados a experimentar diferentes distâncias focais e a observar como a imagem se comporta. ● Para Alunos Cegos: Fornecer material tátil representativo, permitindo que explorem como a luz e a ampliação mudam ao mover os objetos. <p>Simular o uso de lentes em dispositivos do cotidiano, como óculos, demonstrando como as lentes corrigem a visão ou ampliam objetos.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Dividir os alunos em grupos mistos (videntes e cegos) para discutir e apresentar como as lentes são utilizadas em diferentes dispositivos. Cada grupo escolhe um dispositivo para apresentar, explicando suas funções e como as lentes contribuem para seu funcionamento
<p>AVALIAÇÕES DE APRENDIZAGEM:</p>	<p>Atividade Prática de Fixação.</p> <p>Organizar os alunos em duplas para identificar as características e funções das lentes exploradas na aula. Alunos cegos e videntes podem trabalhar juntos para construir uma descrição detalhada das lentes e de suas aplicações.</p> <p>Cada dupla apresenta brevemente uma aplicação prática das lentes,</p>

	reforçando o entendimento
RECURSOS / MATERIAIS DIDÁTICOS:	1. Quadro; 2. Data show; 3. Maquete tátil (figura 22).
REFERÊNCIAS:	
OBSERVAÇÕES:	Assegure que as atividades sejam acessíveis e eficazes para todos os alunos, proporcionando oportunidades iguais para aprendizado e expressão.

Para apoiar a inclusão de alunos cegos e com baixa visão na aula, pode-se utilizar o seguinte protótipo, ilustrado na figura 22.

Figura 22 -Protótipo das lentes convergentes e lentes divergentes.



Fonte: produzido pela autora, 2024.

O uso de materiais táteis e interativos permite que todos os estudantes, independentemente de suas capacidades visuais, compreendam os conceitos fundamentais da Óptica de maneira prática e significativa. A abordagem sensorial e interdisciplinar facilita o desenvolvimento de habilidades científicas, estimulando a participação ativa e colaborativa

dos alunos. Assim, este plano de aula reafirma o compromisso com a inclusão e o aprendizado equitativo em sala de aula.

6.3. Aula 03: Refração da luz

Nesta aula, há um aprofundamento no fenômeno da refração da luz, um conceito essencial na óptica. A refração ocorre quando a luz passa de um meio para outro, mudando de velocidade e, conseqüentemente, de direção. Esse fenômeno é o que permite o funcionamento de dispositivos como lentes e é fundamental para o processo de visão no olho humano.

PLANO DE AULA 3

INSTITUIÇÃO:	
TURMA:	2º ano do Ensino Médio
CARGA-HORÁRIA:	2 aulas de 50 minutos
DOCENTE:	
DISCIPLINA/ÁREA:	Física
TEMA:	Refração
CONTEÚDO:	<ul style="list-style-type: none">● Conceito de refração da luz;● Índice de refração;● Lei de Snell-Descartes;● Exemplos práticos de refração (lentes, óculos, fenômenos atmosféricos).
JUSTIFICATIVA:	Ensinar o conceito de refração é fundamental, pois permite aos alunos compreenderem como a luz se comporta ao passar de um meio para o outro, o que tem implicações em fenômenos cotidianos como a formação do arco-íris. Portanto, é essencial incluir alunos cegos. Sugere-se utilizar materiais adaptados, como a maquete de refração, pois é através do toque que o aluno pode sentir as alterações nas superfícies e trajetórias que simulam o comportamento da luz.
OBJETIVOS:	<ul style="list-style-type: none">● Compreender o fenômeno da refração da luz, suas implicações e as leis físicas associadas, usando uma maquete tátil e visual.● Identificar o comportamento da luz ao passar de um meio para outro.

	<ul style="list-style-type: none"> ● Analisar a relação entre ângulo de incidência e ângulo de refração.
<p>METODOLOGIA / DESENVOLVIMENT</p> <p>O:</p>	<p>Plano de Aula: Refração da Luz e Lei de Snell</p> <p>Primeira Aula (50 minutos)</p> <p>Objetivo: Introduzir o conceito de refração da luz e explorar as implicações práticas do fenômeno com recursos visuais e táteis.</p> <p>1. Atividade de Abertura: Introdução ao Tema.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Para Alunos Videntes: Apresentar exemplos visuais de refração da luz, como a "colher quebrada" em um copo de água, e explicar o fenômeno usando termos simples. Utilizar imagens ou vídeos curtos para ilustrar o conceito. ● Para Alunos Cegos: Explicar, de maneira geral, que a refração acontece porque a luz muda de direção ao passar de um meio para outro, como do ar para a água. <p>2. Exploração da Maquete Tátil: Trajeto da Luz.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Apresentar a maquete tátil que representa o trajeto da luz através de diferentes meios. Para todos os alunos, explicar como o modelo mostra a mudança de direção da luz ao passar por superfícies como lentes convergentes e divergentes. ● Para Alunos Videntes: Orientar a exploração visual da maquete, destacando as cores e a representação gráfica do desvio da luz. Pedir para observarem como a luz "muda" ao atravessar cada meio, seguindo as setas indicativas na maquete. ● Para Alunos Cegos: Permitir a exploração tátil detalhada da maquete, explicando verbalmente cada componente (ex.: onde começa o raio de luz, como ele se desvia ao passar por uma lente, onde termina). <p>Em duplas ou pequenos grupos, pedir para que os alunos, videntes e cegos, expliquem o que observaram e sentiram na maquete, promovendo a troca de percepções e explicações.</p> <p>Explicar o conceito de "índice de refração" de forma simplificada, destacando como diferentes materiais (ar, água, vidro) afetam a velocidade e o trajeto da luz.</p>

Segunda Aula (50 minutos)

Objetivo: Explorar a Lei de Snell e aplicar o conceito de refração em situações práticas, utilizando a maquete e atividades interativas para reforçar o aprendizado.

1. Atividade de Abertura: Revisão da Primeira Aula

Breve revisão dos conceitos de refração e índice de refração. Perguntar aos alunos sobre exemplos de refração que encontraram ou pensaram desde a última aula.

2. Explicação da Lei de Snell: Introdução e Aplicação

- Apresentar a fórmula da Lei de Snell ($n_1 \cdot \sin\theta_1 = n_2 \cdot \sin\theta_2$) de maneira simplificada:
- **Para Alunos Videntes:** Mostrar visualmente a fórmula com gráficos que representem os ângulos de incidência e refração, utilizando a maquete para ilustrar o desvio dos raios de luz.
- **Para Alunos Cegos:** Explicar cada termo da fórmula e sua relação com a refração, utilizando a maquete tátil e descrições verbais para ilustrar como a luz muda de direção ao passar de um meio para outro.

Utilizar a maquete tátil para simular a passagem da luz por diferentes meios e verificar como a fórmula se aplica a esses casos. Incentivar que todos os alunos “sigam” o trajeto da luz na maquete, calculando os ângulos usando descrições verbais ou medições táteis.

Discussão rápida sobre como a Lei de Snell explica fenômenos cotidianos, como a formação de arco-íris ou o uso de prismas em experimentos de luz.

3. Atividade Prática: Experimentos Guiados

Dividir os alunos em grupos mistos e fornecer materiais para simular refração (ex.: prismas, recipientes com água e óleo).

Para Alunos Videntes: Pedir que observem como a luz se desvia ao passar por diferentes meios, registrando as mudanças de direção.

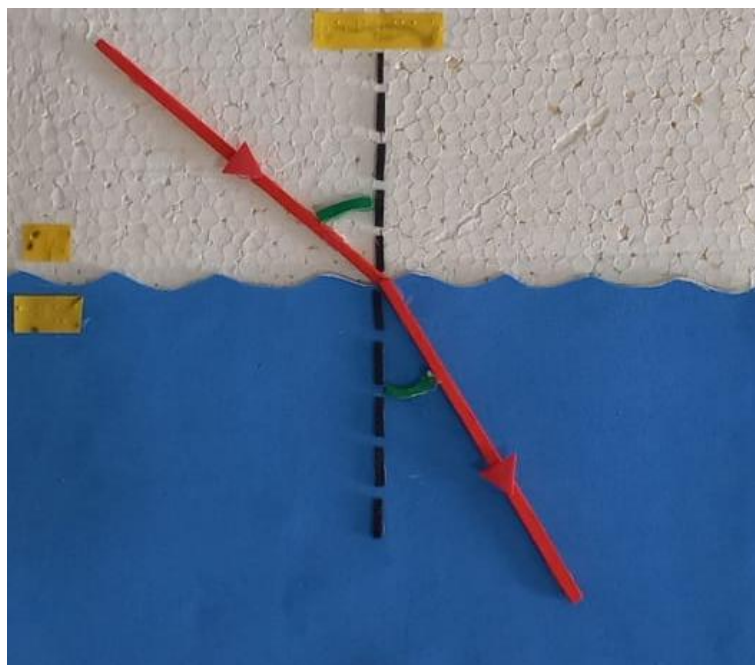
Para Alunos Cegos: Orientar a exploração tátil de modelos que simulam as mudanças de ângulos e superfícies, com descrições verbais detalhadas.

Cada grupo deve explicar suas observações, relacionando com a Lei de

	Snell. Os alunos cegos podem descrever como perceberam as mudanças na trajetória da luz, enquanto os videntes apresentam seus diagramas ou gráficos.
AVALIAÇÕES DE APRENDIZAGEM:	Lição de Casa (Opcional): Pedir aos alunos que investiguem outros exemplos de refração na vida cotidiana e tragam na próxima aula.
RECURSOS / MATERIAIS DIDÁTICOS:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Quadro; 2. Data show; 3. Maquete tátil (figura 23).
REFERÊNCIAS:	
OBSERVAÇÕES:	Assegure que as atividades sejam acessíveis e eficazes para todos os alunos, proporcionando oportunidades iguais para aprendizado e expressão.

Para apoiar a inclusão de alunos cegos e com baixa visão na aula, pode-se utilizar o seguinte protótipo, como ilustrado na figura 23.

Figura 23 - Protótipo da representação do fenômeno da refração.



Fonte: produzido pela autora, 2024.

Com o uso de materiais táteis específicos, todos os estudantes podem explorar os fenômenos da refração de maneira prática e colaborativa, fortalecendo sua compreensão dos conceitos ópticos. A proposta permite que alunos com diferentes habilidades visuais

desenvolvam o raciocínio científico e participem ativamente das atividades, reforçando a importância de um ensino que valoriza a diversidade e garante o acesso equitativo ao conhecimento científico.

6.4. Aula 04 - Reflexão da luz

A aula 04 terá, como tema a reflexão da luz, um fenômeno óptico que ocorre quando a luz atinge uma superfície e retorna para o meio de origem. A reflexão é fundamental para entender como se enxerga objetos, já que a luz refletida por eles é o que permite nossa percepção visual.

PLANO DE AULA 4

INSTITUIÇÃO:	
TURMA:	2º ano do Ensino Médio
CARGA-HORÁRIA:	2 aulas de 50 minutos
DOCENTE:	
DISCIPLINA/ÁREA:	Física
TEMA:	Reflexão
CONTEÚDO:	<ul style="list-style-type: none"> ● O que é luz? ● A reflexão da luz; ● Leis da reflexão; ● Aplicações da reflexão da luz;
JUSTIFICATIVA:	O objetivo de guiar os alunos a compreender o conceito de reflexão da luz através da exploração prática e da discussão é fundamental para proporcionar uma base sólida no entendimento dos fenômenos ópticos e sua relevância no cotidiano. A reflexão da luz é um conceito central na Física e é crucial para compreender como percebemos o mundo ao nosso redor.
OBJETIVOS:	<ul style="list-style-type: none"> ● Desenvolver a habilidade dos alunos de identificar e diferenciar os tipos de reflexão (especular e difusa) por meio da observação e experimentação, promovendo a compreensão dos fenômenos em contextos práticos.
METODOLOGIA /	Plano de Aula: Reflexão da Luz e suas Aplicações

<p>DESENVOLVIMENT</p> <p>O:</p>	<p style="text-align: center;">Primeira Aula (50 minutos)</p> <p>Objetivo: Introduzir o conceito de reflexão da luz e diferenciar entre reflexão especular e difusa, utilizando experiências sensoriais e exemplos práticos.</p> <p>1. Atividade de Abertura: Exploração Sensorial.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Para Todos os Alunos: Criar um ambiente onde todos possam explorar diferentes superfícies com as mãos. Fornecer materiais como espelhos planos (lisos) e superfícies rugosas (como lixas ou tecidos texturizados). ● Para Alunos Videntes: Pedir que observem e descrevam visualmente as superfícies, destacando características como brilho e textura. ● Para Alunos Cegos: Orientar a exploração tátil dos materiais e incentivar a descrição verbal das sensações experimentadas, comparando as superfícies lisas e rugosas. <p>Fazer a pergunta inclusiva: "Como vocês acham que a luz se comporta quando bate em diferentes superfícies? O que vocês sentem ou veem que pode nos ajudar a entender isso?" Essa pergunta promove a reflexão e a participação de todos os alunos, relacionando suas percepções sensoriais ao comportamento da luz.</p> <p>2. Definição e Explicação: Reflexão da Luz.</p> <p>Explicar que a reflexão da luz acontece quando a luz atinge uma superfície e retorna ao ponto de origem. Utilizar exemplos simples, como um espelho refletindo o rosto de uma pessoa.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Para Alunos Videntes: Mostrar um diagrama simples que ilustra o trajeto da luz em um espelho plano, destacando o ângulo de incidência e o ângulo de reflexão. ● Para Alunos Cegos: Usar um modelo tátil para representar a trajetória da luz e explicar verbalmente como a luz é refletida de forma previsível e simétrica. <p>3. Exploração das Leis da Reflexão: Especular e Difusa.</p>
---	---

Reflexão Especular:

- **Para Alunos Videntes:** Demonstrar a reflexão especular usando um espelho e um ponteiro laser, mostrando como a luz reflete de maneira ordenada, criando uma imagem clara.
- **Para Alunos Cegos:** Fornecer um modelo tátil com uma superfície lisa e discutir como a luz reflete de forma previsível, criando um feixe concentrado.

Reflexão Difusa:

- **Para Alunos Videntes:** Usar uma superfície rugosa (como papel ou lixa) e o ponteiro laser para demonstrar como a luz se espalha em várias direções, iluminando o ambiente sem criar uma imagem nítida.
- **Para Alunos Cegos:** Fornecer uma superfície tátil que represente a reflexão difusa e discutir como a luz se espalha, utilizando uma lanterna ou dispositivo que emita luz para ilustrar como a iluminação ocorre de forma espalhada.

4. Conexão com o Cotidiano: Importância da Reflexão da Luz.

Para Todos os Alunos: Discutir como a reflexão da luz é essencial em objetos e situações cotidianas, como espelhos, retrovisores, lentes de óculos e sistemas de iluminação. Explicar como o conhecimento sobre reflexão ajuda a resolver problemas práticos, como ajustar um espelho para melhor visibilidade ou escolher superfícies que dispersam ou concentram a luz.

5. Atividade de Encerramento: Reflexão e Revisão.

Recapitular os conceitos de reflexão especular e difusa e pedir aos alunos que compartilhem exemplos de onde esses tipos de reflexão são observados em suas vidas.

Segunda Aula (50 minutos)

Objetivo: Explorar mais profundamente a Lei da Reflexão e aplicar conceitos de reflexão especular e difusa em atividades práticas, com ênfase em descrições e relatórios inclusivos.

1. Atividade de Abertura: Revisão e Perguntas.

Revisão breve dos conceitos de reflexão da luz e dos tipos de reflexão. Responder a perguntas dos alunos e conectar os tópicos com as atividades práticas que serão realizadas.

2. Aplicação Prática: Construção de Reflexão.

- **Para Alunos Videntes:** Dividir os alunos em grupos e fornecer materiais como espelhos, lanternas e objetos com diferentes superfícies (lisos e rugosos). Pedir que criem experimentos que demonstrem reflexão especular e difusa. Eles devem registrar em diagramas como a luz se comporta ao atingir cada superfície.
- **Para Alunos Cegos:** Fornecer modelo tátil. Pedir que explorem como a luz se reflete e se espalha ao tocar essas superfícies. Eles devem registrar em descrições verbais como percebem o comportamento da luz.

Cada grupo apresenta suas observações:

- **Grupos diversos de alunos videntes e alunos cegos:** Compartilham suas descrições verbais ou gravações em áudio, explicando como sentiram o comportamento da luz e como isso se conecta com os conceitos de reflexão especular e difusa.

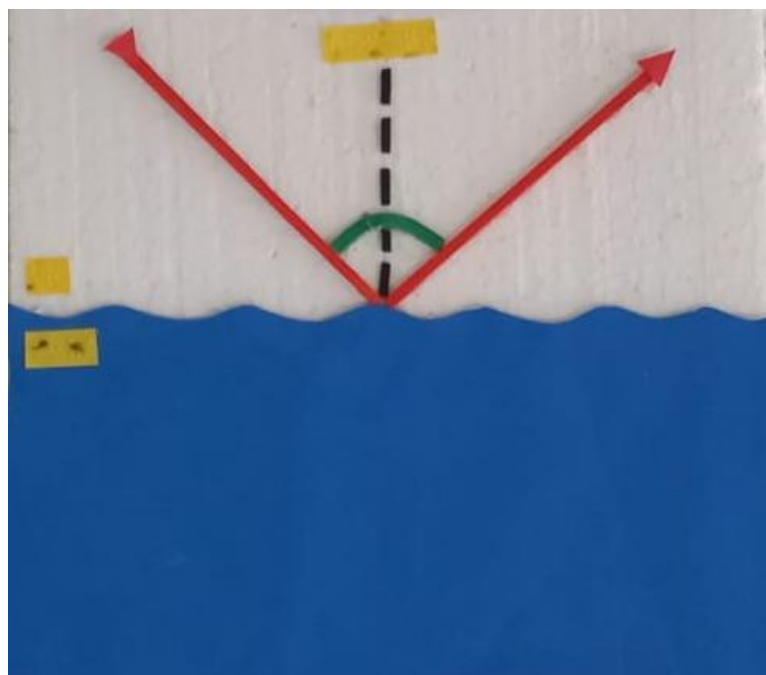
3. Explicação Detalhada: Lei da Reflexão.

- Apresentar a Lei da Reflexão de maneira simplificada: o ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão.
- **Para Alunos Videntes:** Mostrar a fórmula usando um diagrama visual com ângulos e trajeto da luz.
- **Para Alunos Cegos:** Usar uma maquete tátil que representa a incidência e reflexão da luz, explicando cada ângulo e sua correspondência na superfície.

	Demonstrar a Lei da Reflexão usando um experimento simples: espelho plano e laser ou lanterna. Todos os alunos participam ajustando o ângulo de incidência e observando ou sentindo a direção da luz refletida.
AVALIAÇÕES DE APRENDIZAGEM:	Lição de Casa (Opcional): Solicitar aos alunos que observem e sintam diferentes superfícies em casa e tragam um exemplo para discutir na próxima aula.
RECURSOS / MATERIAIS DIDÁTICOS:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Quadro; 2. Data show; 3. Maquete tátil (figura 24).
REFERÊNCIAS:	
OBSERVAÇÕES:	Assegure que as atividades sejam acessíveis e eficazes para todos os alunos, proporcionando oportunidades iguais para aprendizado e expressão.

Para apoiar a inclusão de alunos cegos e com baixa visão na aula, pode-se utilizar o seguinte protótipo da figura 24.

Figura 24 - Protótipo para representação do fenômeno da reflexão.



Fonte: produzido pela autora, 2024.

Com o uso de materiais táteis, todos os estudantes têm a oportunidade de explorar o fenômeno da reflexão de maneira prática, permitindo uma compreensão aprofundada e colaborativa. Essa metodologia inclusiva promove a participação ativa de todos os alunos, fortalecendo a aprendizagem ao integrar diferentes formas de interação sensorial, reforçando a importância de um ensino que acolhe e respeita a diversidade em sala de aula.

6.5. Aula 05 - Difração

Nesta aula, será explorado o fenômeno da difração, que ocorre quando a luz ou qualquer outra onda encontra um obstáculo ou passa por uma fenda e se espalha. Embora a luz normalmente viaje em linha reta, a difração revela como ela pode se curvar ao redor de objetos ou se expandir ao passar por aberturas muito pequenas, gerando padrões de interferência e modificação das ondas.

PLANO DE AULA 5

INSTITUIÇÃO:	
TURMA:	2º ano do Ensino Médio
CARGA-HORÁRIA:	50 minutos
DOCENTE:	
DISCIPLINA/ÁREA:	Física
TEMA:	Difração
CONTEÚDO:	<ul style="list-style-type: none"> ● Conceito de Difração da Luz; ● Padrões de Difração; ● Aplicação da Teoria.
JUSTIFICATIVA:	O ensino sobre a difração da luz é crucial para proporcionar uma compreensão abrangente dos fenômenos ópticos e da forma como a luz interage com objetos e aberturas. A difração é um conceito fundamental na Física da luz que explica como a luz se comporta ao passar por pequenas aberturas ou ao contornar obstáculos, formando padrões complexos de interferência. Esses padrões são visíveis em diversas aplicações tecnológicas e naturais, como em dispositivos ópticos e em fenômenos naturais.

OBJETIVOS:	<ul style="list-style-type: none"> Os alunos compreenderão o conceito de difração da luz, explorando como a luz se comporta ao passar por fendas.
METODOLOGIA / DESENVOLVIMENTO:	<p>1. Atividade de Abertura: Pergunta Inclusiva e Exploração Sensorial.</p> <ul style="list-style-type: none"> Pergunta Inicial: Perguntar aos alunos: “Como vocês acham que a luz se comporta ao passar por uma abertura estreita ou contornar um obstáculo?” Relacione a pergunta a situações cotidianas para estimular a reflexão. Exploração Tátil e Visual: Distribua a maquete tátil de fendas e obstáculos. Alunos cegos exploram as formas; alunos videntes observam e discutem as possíveis trajetórias da luz. <p>2. Explicação Teórica: Difração e Padrões de Interferência.</p> <ul style="list-style-type: none"> Conceito de Difração: Explique o que é difração e como a luz se espalha ao passar por fendas. Alunos cegos: utilizam modelos táteis para entender o conceito. <p>Formação de Interferência:</p> <ul style="list-style-type: none"> Explique como as ondas de luz se encontram e formam padrões de interferência. Descreva os conceitos para todos os alunos de forma clara. <p>Aplicações Cotidianas: Dê exemplos práticos, como o efeito de difração em sons passando por portas.</p>
AVALIAÇÕES DE APRENDIZAGEM:	<p>Participação e Engajamento: Observe a participação dos alunos nas atividades e discussões, garantindo que todos estejam envolvidos.</p> <p>Compreensão dos Conceitos: Avalie a compreensão dos conceitos de difração da luz através das atividades práticas e das</p>

	<p>respostas fornecidas pelos alunos.</p> <p>Atividade Final:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Alunos videntes: escrevem um breve resumo sobre como a luz se comporta em diferentes situações. ● Alunos cegos: descrevem suas percepções dos modelos táteis e como associam isso ao conceito de difração.
RECURSOS / MATERIAIS DIDÁTICOS:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Quadro; 2. Data show; 3. Maquete tátil (figura25).
REFERÊNCIAS:	
OBSERVAÇÕES:	Assegure que as atividades sejam acessíveis e eficazes para todos os alunos, proporcionando oportunidades iguais para aprendizado e expressão.

Para apoiar a inclusão de alunos cegos e com baixa visão na aula, pode-se utilizar o seguinte protótipo, figura 25.

Figura 25 - Protótipo para representação do fenômeno da difração.



Fonte: produzido pela autora, 2024.

Utilizando materiais táteis, os alunos podem vivenciar o fenômeno da difração de forma concreta, o que facilita a compreensão dos conceitos ópticos de maneira acessível a todos. Essa abordagem promove a participação ativa e colaborativa, permitindo que estudantes com diferentes capacidades visuais desenvolvam habilidades científicas e interajam com o conteúdo de forma equitativa. Assim, reforça-se o compromisso com um ensino inclusivo e diversificado, capaz de atender a todas as necessidades dos alunos.

6.6. Aula 06 - Dispersão da luz branca

Nesta aula, será estudado o fenômeno da dispersão da luz branca, um fenômeno óptico que ocorre quando a luz se divide em suas várias cores ao passar por um meio, como um prisma. A luz branca é composta por um espectro de cores visíveis, e a dispersão revela essas cores ao desviar os diferentes comprimentos de onda de maneira distinta.

PLANO DE AULA 6

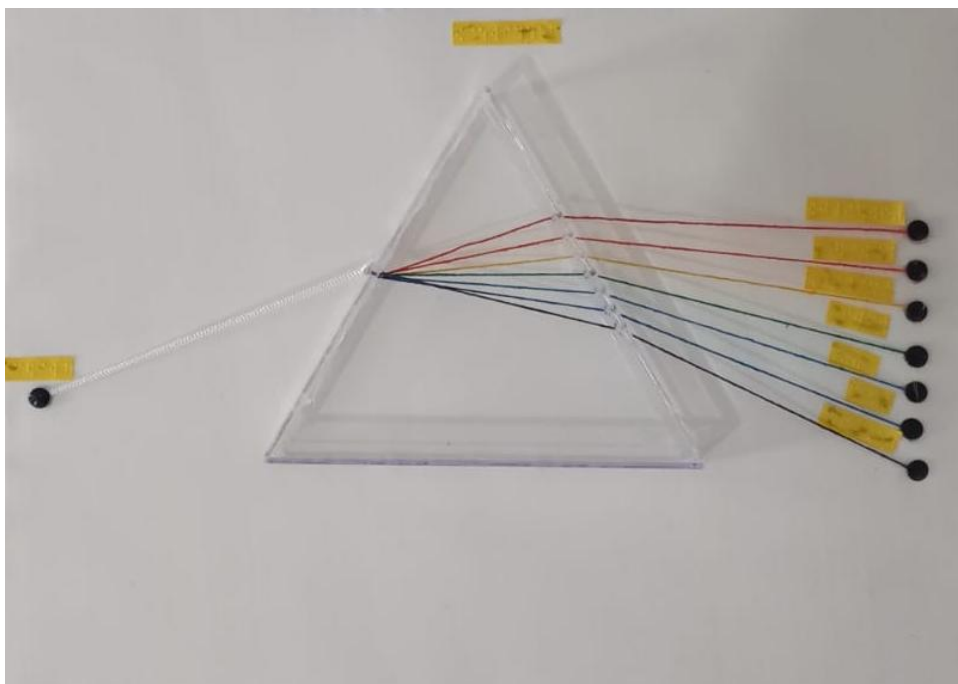
INSTITUIÇÃO:	
TURMA:	2º ano do Ensino Médio
CARGA-HORÁRIA:	50 minutos
DOCENTE:	
DISCIPLINA/ÁREA:	Física
TEMA:	Dispersão da luz branca
CONTEÚDO:	<ul style="list-style-type: none"> ● Definição de dispersão e como a luz branca se separa em suas diferentes cores ao passar por um prisma. ● Compreensão das diferenças de refração para diferentes comprimentos de onda de luz. ● Fenômenos como arco-íris e dispersão em lentes.
JUSTIFICATIVA:	O fenômeno da dispersão da luz é fundamental para entender como a luz interage com diferentes materiais e como esses processos criam efeitos visuais, como o arco-íris e a separação de cores em prismas. Além de ser um conceito importante na física, a dispersão da luz é amplamente observável no cotidiano e tem aplicações em tecnologias como lentes e instrumentos ópticos.

	<p>Esta aula visa garantir que todos os alunos, videntes e cegos, tenham acesso ao entendimento do fenômeno da dispersão da luz através de uma combinação de recursos táteis. A inclusão de atividades práticas e de exploração sensorial oferece a oportunidade de aprender de forma ativa e engajada, promovendo a equidade no processo de ensino-aprendizagem.</p>
<p>OBJETIVOS:</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Compreender o fenômeno da dispersão da luz, analisando como a luz branca se separa em diferentes cores ao passar por um prisma
<p>METODOLOGIA / DESENVOLVIMENTO:</p>	<p>Introdução</p> <p>1. Exploração Sensorial e Pergunta Inicial:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Para todos os alunos: Comecem a aula perguntando: “Por que um arco-íris tem várias cores? Como a luz branca se transforma em tantas cores diferentes?” ● Exploração tátil: Apresenta modelos táteis de prismas e peças que representam diferentes cores. Explique que a luz branca é composta por várias cores e que essas cores se separam quando passam por certos materiais, como prismas. <p>Explicação Teórica:</p> <p>Para Todos os Alunos: Explique que a luz branca é composta de várias cores de diferentes comprimentos de onda, que se refratam de maneira diferente ao passar por um meio como o prisma. Cores com comprimentos de onda menores (como o violeta) se desviam mais, enquanto cores com comprimentos de onda maiores (como o vermelho) se desviam menos.</p> <p>Revisão dos Conceitos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Recapitule os principais pontos discutidos, como o que é a dispersão da luz, por que as cores se separam ao passar por um prisma e como a dispersão está presente no nosso cotidiano.

AVALIAÇÕES DE APRENDIZAGEM:	<p>Atividade de Conclusão</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Para Alunos Videntes: Desenho ou descrição do fenômeno. ● Para Alunos Cegos: Descrição verbal ou em braile sobre a percepção tátil da dispersão.
RECURSOS / MATERIAIS DIDÁTICOS:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Quadro; 2. Data show; 3. Maquete tátil (figura 26).
REFERÊNCIAS:	
OBSERVAÇÕES:	<p>Assegure que as atividades sejam acessíveis e eficazes para todos os alunos, proporcionando oportunidades iguais para aprendizado e expressão.</p>

Para apoiar a inclusão de alunos cegos e com baixa visão na aula, pode-se utilizar o seguinte protótipo, ilustrado na figura 26.

Figura 26 - Protótipo para representação da dispersão.



Fonte: produzido pela autora, 2024.

Ao permitir a exploração tátil e visual, dos protótipos não apenas enriquecem o aprendizado ao tornar o conteúdo mais concreto, mas também promove a inclusão, permitindo que alunos de diferentes capacidades sensoriais participem ativamente das atividades de ensino. Essa abordagem prática, interativa e inclusiva fortalece o entendimento dos fenômenos biológicos e físicos relacionados ao funcionamento dos fenômenos ópticos, proporcionando uma experiência educativa mais rica e significativa.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino de Física, com foco no estudo da óptica geométrica por alunos com deficiência visual, ainda enfrenta muitos desafios, mas é possível inferir que o uso de materiais adaptados e táteis pode potencializar significativamente a aprendizagem desse conteúdo. A inclusão de modelos didáticos interativos trará maior significado ao estudo da anatomia do olho e dos fenômenos ópticos, o que pode favorecer a compreensão e engajamento dos alunos nas aulas de Física.

Além disso, a construção desses recursos pedagógicos mostra-se viável, tanto em termos de custo quanto de tempo de produção. Esses materiais não apenas podem beneficiar os estudantes com deficiência visual, proporcionando-lhes uma experiência mais concreta e acessível, mas também enriquecer a aprendizagem dos alunos videntes, tornando as aulas mais dinâmicas e inclusivas. A sequência didática produzida é igualmente importante para o professor, pois oferece um roteiro claro e estruturado, podendo facilitar a aplicação desses recursos de forma eficaz em sala de aula. Assim, o uso de recursos adaptados se mostra uma solução possivelmente eficaz para promover a participação ativa de todos os alunos, independentemente de suas condições visuais.

Ressalta-se, diante do processo de inclusão escolar, que é fundamental que os professores reconheçam e valorizem a diversidade, respeitando as particularidades de cada aluno. Para isso, é necessário que adaptem e utilizem uma variedade de recursos didáticos, construindo práticas pedagógicas que sejam inclusivas e significativas. Além disso, a escola como um todo deve estar preparada para atender às demandas da inclusão, oferecendo os recursos e suportes essenciais para que todos os estudantes possam se desenvolver plenamente. Garantir que os direitos de todos sejam respeitados em todas as etapas da educação é indispensável para a promoção de uma aprendizagem equitativa e inclusiva.

REFERÊNCIAS

- AI 658.491 AgR, rel. min. Dias Toffoli, j. 20-3-2012, 1ª T, DJE de 7-5-2012.
- ANGELUCCI, Carla Biancha. *Uma Inclusão nada especial*. São Paulo, 2002.
- ARANTES, V. A. (org.). **Inclusão escolar: pontos e contrapontos**. São Paulo: Summus, 2006, p.47.
- BERNE, R. M. LEVY, M. N. **Princípios de Fisiologia, 1991**. 1ª Edição. Editora Guanabara Koogan. Rio de Janeiro- RJ. Capítulo 7: Sentidos Especiais. Páginas 77-83.
- BONJORNO, Jose Roberto et al. **Física: eletromagnetismo, física moderna. 2o ed.** São Paulo: FTD, 2013.
- BRASIL, Antônio Cláudio. *A revolução das imagens*. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2005. 161 p.
- BRASIL. Leis 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: 14/03/2024.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Proposta curricular para a Educação de Jovens e Adultos: segundo segmento do Ensino Fundamental – 5ª a 8ª séries**. Brasília: MEC/SEF, 2002.
- CAMARGO, E. P. Saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de Física. 1. ed. São Paulo: Editora Unesp, 2012. v. 1. 278p.
- CAMARGO, E. P.; SILVA, D. **O ensino de Física no contexto da deficiência visual: análise de uma atividade estruturada sobre um evento sonoro: posição de encontro de dois móveis**. Revista Ciência e Educação, Bauru, v. 12, n. 2, maio/ago. 2006.
- CAMARGO, Eder Pires de. Inclusão social, educação inclusiva e educação especial: enlaces e desenlaces. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 23, p. 1-6, 2017.
- CERQUEIRA, J. B.; FERREIRA, E. M. B. Os recursos didáticos na Educação Especial. **Revista Benjamin Constant**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 15, p. 15-20, dez. 2000.
- COLOMB, G. & Houlbert, C. **L’homme (anatomie et physiologie)**. Paris: Armand Colin, 1903.

CROZARA, T. F.; SAMPAIO, A. de A. M..Construção de material didático tátil e o ensino de geografia na perspectiva da inclusão. In: ENCONTRO INTERNO. XII SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 8., 2008, Uberlândia. Anais. Uberlândia: UFU, 2008. p. 01-07.

CUNHA, A C. B. & ENUMO, S. R. F. Desenvolvimento da criança com deficiência visual (DV) e interação mãe-criança: Algumas considerações. **Psicologia, saúde & doenças**, v. 4, no. 1, 33-46, 2003.

D'ABREU, J.V.V.; BETTI, L. C.; SALMAZO, R. S. **Construir uma escola possível**. In: MANTOAN, M. T. E. Para uma Escola do Século XXI. Campinas, 2013. Deficiência visual. In: Leyliane Everton Marques; Regiana Sousa Silva; Fabio Henrique Silva.

DUTRA, Claudia. **Inclusão que funciona**. In Nova Escola, setembro, 2003. Editora Moderna, 2003. v. 1.

FARIAS, Iara R.; SANTOS, Fernandes S.; SILVA, Érica S. **Cultura escolar e inclusão: Reflexões sobre a inclusão linguística no contexto escolar**. In: DÍAZ, F., et al., orgs. **Educação inclusiva, deficiência e contexto social: questões contemporâneas** [online]. Salvador: EDUFBA, 2009. p 39-48. Disponível em: <<http://books.scielo.org/id/rp6gk/pdf/diaz-9788523209285-04.pdf>>. Acesso em: 02 jul 2024.

FERNANDES, Ana Paula Cunha dos Santos; SANTOS, Tânia Regina Lobato dos. **Educação infantil e educação especial em tempos de educação inclusiva**. Zero-a-Seis, v. 20, n. 38, p. 431-453, 23 out. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/1980-4512.2018v20n38p431>. Acesso em: 23 mai. 2024.

FIGUEIREDO, R. V. **Políticas de inclusão: escola-gestão da aprendizagem na diversidade**. In: ROSA de E. G. SOUZA V. C. (org.) **Políticas organizativas e curriculares, educação inclusiva e formação de professores**. Rio de Janeiro: DP&A Editora, 2002.

FREIRE, P.& ILLICH, Ivan. Diálogo. In: Seminario Invitación A Concientizar y Desescolarizar: Conversación permanente, Ginebra, 1974. Atas. Buenos Aires, Búsqueda da Celadec. 1975, 109 p.

FREIRE. P. **A importância do ato de ler**. 51a ed. São Paulo: Cortez; 2011.

FREITAS, L. J. **A Formação do professor como eixo inovador de inclusão no ensino fundamental dos alunos com deficiência em Limoeiro/Pernambuco**. Revista Internacional de Investigación en Ciencias Sociales, v. 13, n. 2, p. 225–238, 2017.

FUMEGALLI, Rita de Cassia de Ávila. **Inclusão escolar: o desafio de uma educação para todos**. Departamento de Pedagogia – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – Unijuí. Ijuí, 2012. Disponível em: <http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/716/ritamonografia.pdf?sequence=1>. Acesso em: 26 abr, 2024.

GUYTON, A. C. **Tratado de Fisiologia Médica**. 1986. Editora Guanabara. Rio de Janeiro-RJ. 7ª Edição. Unidade 10. Capítulo 58: O Olho 1: Óptica da visão. Capítulo 59: O olho 2: Função Receptora e Neural da Retina. Capítulo 60: O olho 3: Neurofisiologia Central da Visão. Páginas 555-581. Janeiro, v. 18, nº, 19, p. 42-4, 2003.

HALLIDAY, David, **Fundamentos de física**, volume 4: óptica e física moderna / David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker; tradução: Ronaldo Sérgio de Biasi. - 10. Ed. - LTC, 2016. Matemática. 1ed.Curitiba: Appris, 2017, v. 1, p. 49-61.

JORGE, V. L. **Recursos didáticos no Ensino de Ciências para alunos com deficiência visual no Instituto Benjamin Constant**. 2010. 46f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

KASSAR, Mônica Carvalho Magalhães. Educação especial no Brasil: desigualdades e desafios no reconhecimento da diversidade. **Educação & Sociedade**, v. 33, p. 833-849, 2012.

KASTRUP, V. **A invenção de si e do mundo: uma introdução do tempo e do coletivo no estudo da cognição**. São Paulo: Autêntica, 2007.

LANUTI, J. E. de O. E. BAPTISTA, M. I. S. D.; RAMOS, E. de S. **A diferença de Deleuze na pesquisa em educação: experiências dos pesquisadores do LEPED**. Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, Araraquara, v. 15, n. 3, p. 1167-1180, jul./set. 2020.

LIMA, E. P.; SILVA, G. M.; LIMA, A. S. **O direito da inclusão social na educação infantil: uma visão integral aos discentes da educação pública**. VII Congresso Nacional de Educação. Anais [...]. Educando como (re)Existência: mudanças, conscientização e conhecimentos. Centro Cultural de Exposições Ruth Cardoso, Maceió, AL., 2020. Disponível em: Acesso em: 19 abr. 2024.

LIPPE, E. M. O.; CAMARGO, E. P de. **O ensino de ciências e seus desafios para a inclusão: o papel do professor especialista**. In: NARDI, R. (Org.) Ensino de ciências e

matemática, I: temas sobre a formação de professores. São Paulo: Editora UNESP, 2009. p. 133 - 143.

MAGALHÃES, Priscila Giselli Silva; KAWAKAMI, Layanai Mayumi Murakami. **Recursos didáticos para alunos com deficiência visual: Uma análise das pesquisas no Brasil.** *ID Online - Revista de Psicologia*, v. 14, nº 50, p. 1.153-1.169, 2020.

MANTOAN, M. T. E. **Inclusão escolar: o que é? por quê? Como fazer?** 2. ed. São Paulo, SP: Moderna, 2006.

MANTOAN, Maria Tereza Eglér. **A integração de pessoas com deficiência.** 5 ed. São Paulo: Senac, 2007.

MARQUES, L. E.; SILVA, R. S.; SALES, F. H. S. MACHADO, M. S. **Compreendendo a Neurociência e inclusão: implicações educacionais para um processo inclusivo mais eficaz.** *Trama Interdisciplinar*, São Paulo, v.7, n.2, p.146-163, maio/ago. 2016.

MARTINS, L. A. R. **Reflexões sobre a formação de professores com vistas à educação inclusiva.** In: MIRANDA, T. G.; GALVÃO FILHO, T. A. (Orgs.). *O professor e a educação inclusiva: formação, práticas e lugares.* Salvador: EDUFBA, 2012. p. 25 - 38.

MAZZOTA MJS. **Educação Especial no Brasil: História e políticas públicas.** 5ª ed. São Paulo: Cortez, 1996.

MECANISMO DA VISÃO; Só Biologia; 2008-2019. Disponível em: <https://www.sobiologia.com.br/conteudos/Corpo/sentido2.php> . Acesso em 08 de Jul de 2024.

MENDES, E. G. *A educação inclusiva e a universidade brasileira.* Espaço, Rio de

MENDES, Enicéia Gonçalves. **A radicalização do debate sobre inclusão escolar no Brasil.** Rio de Janeiro, 2006.

MIRANDA, Ana Luisa. Sistema Sensorial. **Anatomia e Fisiologia Humanas**, 2019. Disponível em: <https://afh.bio.br/sistemas/sensorial/1.php#olho> . Acesso em: 08 de Jul de 2024.

MITTLE, Peter- **Educação Inclusiva: contextos sociais.** Trad. Windy Brazão Ferreira. Porto Alegre: Artmed, 2003. “Direito à educação: efetividade dos princípios reguladores do ensino.” *Tribunal de Justiça do Distrito Federal e dos Territórios*, 02 outubro 2023, <https://www.tjdft.jus.br/consultas/jurisprudencia/jurisprudencia-em-temas/direito->

constitucional/direito-a-educacao-efetividade-dos-principios-reguladores-do-ensino. Acesso em: 14 Mar 2024.

MORAIS, A. V. de; CAMARGO, E. P. de. **Uma proposta de formação de professores de Física na perspectiva da inclusão de alunos com e sem deficiência visual**. TECNÉ, EPISTEME Y DIDAXIS: TED (REVISTA DE LA FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA), v. -, p. 1161-1167, 2021. Disponível em:<<https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/15272> . Acesso em: 24 ago 2021.

MORAIS, A. V.; CAMARGO, E. P. **O ensino de Física e a Deficiência Visual: uma análise das publicações dos EPEF's**. In: Congresso Brasileiro de Educação Especial, 8., 2018, São Carlos. Anais... São Carlos, 2018. Disponível em: <https://proceedings.science/cbee/cbee-2018/papers/o-ensino-de-fisica-e-a-deficiencia-visual---uma-analise-das-publicacoes-dos-epef---s-> . Acesso em: 20 mai. 2024

MRECH, L. M. **O que é educação inclusiva?** Revista Integração do MEC, Brasília, v. 20, p. 37, 2001.

NOBRE, S. A. O.; SILVA, F. R. **Métodos e práticas do ensino de Biologia para jovens especiais na escola de ensino médio Liceu de Iguatu Dr. José Gondim, Iguatu/CE**. Revista SBEnBIO , v. 1, n. 7, p. 2105 - 2116, 2014.

OMOTE, S. **A formação do professor de educação na perspectiva da inclusão**. In: BARBOSA, R. L. L. (Org.) Formação de educadores: desafios e perspectivas. São Paulo: UNESP, p. 153-169, 2003.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência**, 2006.

PATROCÍNIO, Maria et al. **A IMPORTÂNCIA DO ENSINO DE CIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS**. 2021. Dissertação de Mestrado.

PETER URONE, P; HINRICHS, R. **College Physics**. Houston, Texas: OpenStax, 2012.

PONTES, Ana Claudia Nunes; FERNANDES, Edicléa Mascarenhas. **O uso de recursos didáticos adaptados na escolarização e inclusão de educandos cegos e de baixa visão**. COLÓQUIO LUSO-BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO - COLBEDUCA, v. 3, 2018.

RAMALHO JÚNIOR, Francisco; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio de Toledo. **Os Fundamentos da Física**. 5. ed. São Paulo: Moderna, 1991.

RANGEL, M. L. et al. Deficiência visual e plasticidade no cérebro humano. **Psicologia: Teoria e Prática**, 12(1), p. 197-207, 2010.

RE 594.018 AgR, rel. min. Eros Grau, j. 23-6-2009, 2ª T, DJE de 7-8-2009.

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

SÁ, E. D.; CAMPOS, I. M.; SILVA, M. B. C. **Atendimento educacional especializado: deficiência visual**. Brasília: MEC, SEESP, 2007.

SÁ, Elisabete Dias. **Educação Inclusiva no Brasil, Sonho ou Realidade?** Palestra apresentada na 6ª Jornada Especial “A Educação no Terceiro Milênio: Espaço para Diversidade”. São Paulo, 2003. Disponível em: <<http://www.bengalalegal.com>>. Acesso em 27 de jun de 2024.

SÁNCHEZ, Pilar Arnaiz. **A EDUCAÇÃO INCLUSIVA: um meio de construir escolas para todos no século XXI**. Inclusão: Revista da Educação Especial/Secretaria de Educação Especial - Brasília, n.1, 2005.

SANT'ANA, Izabella M. **Educação inclusiva: concepções de professores e diretores**. *Psicol. Estud.*, Maringá, v. 10, n. 2, ago. 2005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-73722005000200009&lng=pt&nrm=iso . Acesso em: 27 jun 2024.

SANTOS, Walter Antônio. **Educação inclusiva e educação especial: caminho para a inclusão social e construção da cidadania**. 2022.

SASSAKI, R. **Entrevista especial à Revista Integração**. *Revista Integração*. MEC: Brasília, v.8, n. 20, p.09-17, 1998.

SASSAKI, Romeu Kazumi. **Inclusão: Construindo uma sociedade para todos**. Rio de Janeiro: WVA, 1997, 176 p.

SELAU, B. **Educação inclusiva e deficiência visual: Algumas considerações**. Benjamin Constant, Rio de Janeiro, v.16, nº. 45, p. 5-12, abr. 2010.

SILVA, Luzia Guacira dos Santos. **Estratégias de ensino utilizadas, também, com um aluno cego, em classe regular**. In: MARTINS, Lúcia de Araújo Ramos; PIRES, José; PIRES, LUZ, Gláucia Nascimento da; MELO, Francisco Ricardo Lins Vieira de. (orgs.). *Inclusão: compartilhando saberes*. 2 ed. Petrópolis: Vozes, 2006.

SILVA, Regiana Sousa; SALES, Fábio Henrique Silva. **Um olhar inclusivo sobre o Ensino das Ciências e da Matemática**. Appris Editora e Livraria Eireli-ME, 2017.

SOEIRO, A. C. G. *Noções de zoologia segundo os programas da 5a classe dos liceus*. Porto: Edição do Autor, 1930.

SOUSA, Ednaldo Carlos de. **A importância do ensino de ciências na Educação de Jovens e Adultos**. *Revista Educação Pública*, v. 21, nº 38, 19 de outubro de 2021. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/21/38/a-importancia-do-ensino-de-ciencias-na-educacao-de-jovens-e-adultos>. Acesso em: 02 ago 2024

STERNBERG, R. J. *Psicologia Cognitiva*. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

TEIXEIRA, J. de F. *Filosofia e Ciência Cognitiva*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2004.

VYGOTSKI, L. S. **Obras Escogidas: Fundamentos de defectologia**. Madrid: Visor, 1997.

WILSEK, Marilei Aparecida Gionedis. **Ensinar e aprender ciências no ensino fundamental com atividades investigativas através da resolução de problemas**. [S.d.]. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1686-8.pdf> . Acesso em: 10 mar. 2015.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. **Física IV: Ótica e física moderna**. São Paulo: Addison Wesley, 12º Ed, 2009.

ZILIO, S. C. **Óptica moderna: fundamentos e aplicações**. Instituto de Física de São Carlos. Universidade de São Paulo. 2009, 320pp. Disponível em: <http://www.fotonica.ifsc.usp.br/ebook/book1/Optica-Moderna.pdf>. Acesso em: 04 jul. 2024.