

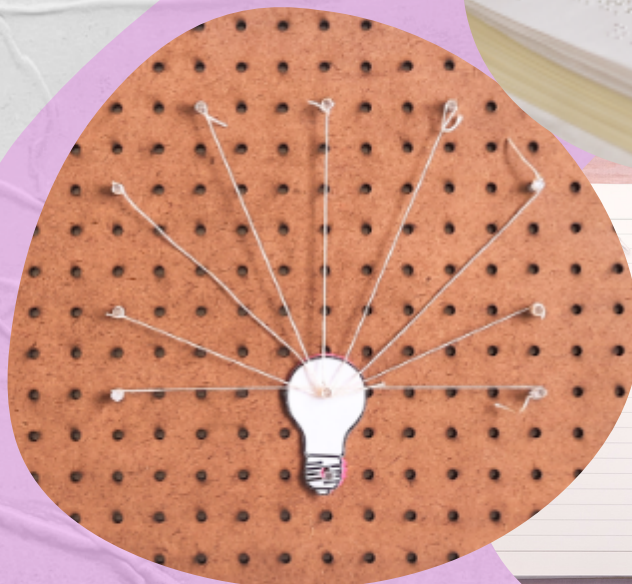
FERNANDA BEZERRA MATEUS MARTINS
ANDIARA PEREIRA DOS SANTOS CARDOSO
CÁCIA SAMIRA DE SOUSA CAMPOS
HARA DESSANO MENEZES
VERUSKA RIBEIRO MACHADO
ORGANIZADORES

ENSINO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA:

UMA PROPOSTA DE
SEQUÊNCIA DIDÁTICA
INCLUSIVA PARA
DEFICIENTES VISUAIS

Atena
Editora

2023



Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira 2023 by Atena Editora

Editora executiva Copyright © Atena Editora

Natalia Oliveira Copyright do texto © 2023 Os autores

Assistente editorial Copyright da edição © 2023 Atena Editora

Flávia Roberta Barão Direitos para esta edição cedidos à Atena

Bibliotecária Editora pelos autores.

Janaina Ramos Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí

Prof. Dr. Alexandre de Freitas Carneiro – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Profª Drª Ana Maria Aguiar Frias – Universidade de Évora

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

Prof. Dr. Antonio Carlos da Silva – Universidade de Coimbra

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Caroline Mari de Oliveira Galina – Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Profª Drª Geuciane Felipe Guerim Fernandes – Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadilson Marinho da Silva – Secretaria de Educação de Pernambuco
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Jodeylson Islony de Lima Sobrinho – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México
Profª Drª Juliana Abonizio – Universidade Federal de Mato Grosso
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Kátia Farias Antero – Faculdade Maurício de Nassau
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal do Paraná
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Lucicleia Barreto Queiroz – Universidade Federal do Acre
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Universidade do Estado de Minas Gerais
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Marianne Sousa Barbosa – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Marcela Mary José da Silva – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof. Dr. Pedro Henrique Máximo Pereira – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Federal da Bahia / Universidade de Coimbra
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ensino de óptica geométrica: uma proposta de sequência didática inclusiva para deficientes visuais

Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Organizadores: Fernanda Bezerra Mateus Martins
Andiara Pereira dos Santos Cardoso
Cácia Samira de Sousa Campos
Hara Dessano Menezes
Veruska Ribeiro Machado

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
E59	<p>Ensino de óptica geométrica: uma proposta de sequência didática inclusiva para deficientes visuais / Organizadoras Fernanda Bezerra Mateus Martins, Andiara Pereira dos Santos Cardoso, Cácia Samira de Sousa Campos, et al. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.</p> <p>Outras organizadoras Hara Dessano Menezes Veruska Ribeiro Machado</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-1291-5 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.915232605</p> <p>1. Óptica. 2. Física - Estudo e ensino 3. Deficientes visuais - Educação. 4. Educação inclusiva. I. Martins, Fernanda Bezerra Mateus (Organizadora). II. Cardoso, Andiara Pereira dos Santos (Organizadora). III. Campos, Cácia Samira de Sousa (Organizadora). IV. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 535.2</p>
Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

Equipe de Elaboração

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília – IFB, Campus Taguatinga
Núcleo de Apoio às Pessoas com Necessidades Especiais (Napne)

Coordenadora do Projeto

Fernanda Bezerra Mateus Martins

Revisão Técnica

Andiara Pereira dos Santos Cardoso

Revisão Textual

Veruska Ribeiro Machado

Adair Maria de Jesus

Diagramação

Guilherme Carvalho Rodrigues

Design Instrucional

Cácia Samira de Sousa Campos

Imagens

Andrius Carvalho Puciano

Armando do Egypto Feitoza Silva da Mata

Renata Carvalho Vianna

Julia Vieira Saliba Rebouças

Autores

Andiara Pereira dos Santos Cardoso

Andrius Carvalho Puciano

Armando do Egypto Feitoza Silva da Mata

Cácia Samira de Sousa Campos

Fernanda Bezerra Mateus Martins

Gabrielly Stefane de Carvalho Ferreira

Hara Dessano Menezes

Julia Vieira Saliba Rebouças

Mateus Rodrigues de Matos

Pedro Paulo Antão

Renata Carvalho Vianna

Tailane de Souza Bezerra

Veruska Ribeiro Machado

Colaboradores

Frederico de Souza

Igor Nunes Miranda da Silva

Viviani Pereira Amanajás Guimarães

Wesley Pereira da Silva



A deficiência visual é só uma característica da pessoa, não é o que ela é, isso não é ser inferior, precisa apenas de outra forma de aprender. (Igor Miranda – Estudante do Curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Brasília/Campus Taguatinga, Deficiente Visual)

Prefácio

Prezadas leitoras e prezados leitores,

É com grande prazer que apresento este e-book que traz uma proposta inovadora para o ensino de Física, óptica geométrica, para estudantes com deficiência visual. A educação inclusiva é um tema cada vez mais relevante na sociedade atual. No entanto, a carência de metodologias de ensino para a formação dos atuais e futuros professores, aliada à pouca quantidade e variedade de materiais didáticos adaptados, são um dos principais desafios enfrentados por estudantes com deficiência.

Infelizmente, muitos cursos de licenciatura ainda não oferecem, no que se refere ao ensino inclusivo, uma formação adequada aos futuros professores. Esta lacuna na formação pode resultar em preconceitos e exclusão de estudantes com deficiência visual no ambiente escolar.

Considerando essa realidade, este e-book traz uma proposta com diferentes estratégias didáticas, utilizando o multiplano, ferramenta que explora o ensino multissensorial, proporcionando uma aprendizagem mais significativa aos estudantes com deficiência visual. A partir da sequência didática apresentada busca-se incentivar o protagonismo desses estudantes no processo ensino-aprendizagem, permitindo que eles sejam agentes ativos de tal forma que possam, inclusive, colaborar para que a sequência didática seja aprimorada. Porque fazer uma educação inclusiva é fazer junto com a pessoa com deficiência.

Acredito que este livro vai contribuir para a formação de professores mais capacitados e mais sensíveis na promoção de uma educação inclusiva e de qualidade.

Parabenizo a todos os envolvidos neste projeto e espero que esta obra possa ser um importante instrumento para a melhoria da educação brasileira.

Recomendo e incentivo a leitura atenta deste brilhante e necessário livro.

Luciana Massukado
Reitora do IFB

Apresentação

Este e-book nasceu do Projeto de Pesquisa “Ensino de Física na Educação Básica: propostas pedagógicas para estudantes com deficiência visual”, o qual objetivou identificar estratégias didáticas para o ensino de Física para Deficientes Visuais (DV), visando orientar o trabalho pedagógico de professores(as) de Física que atuam em sala de aula comum, bem como daqueles que atuam nas salas de Recursos Multifuncionais, implantadas pela Resolução CNE/CEB nº 4/2009, que atendem alunos(as) público-alvo da Educação Especial, dentre os alunos com deficiência visual.

Embora os deficientes visuais tenham sido historicamente marginalizados do sistema educativo, percebemos que ações de promoção da igualdade e inclusão social têm se disseminado com as atuais Políticas Públicas. Nessas políticas, está a preocupação de contemplar a cidadania de forma ampla, compreendendo a relevância de consolidar a dignidade humana, bem como a reafirmação do direito de todos os indivíduos.

No contexto de ensino da Física, ao realizar a pesquisa bibliográfica em algumas bases de dados como a Biblioteca Digital de Dissertações e Tese (BDTD), Revista “A física na escola”, anais do evento “Encontro de pesquisa em ensino de Física”, identificamos algumas limitações metodológicas e algumas dificuldades de abordagem de temas cujos significados dependem da visão. Entendemos, no entanto, que o processo de ensino inclusivo pode e deve envolver outros sentidos, transcendendo a dimensão conceitual, abstrata. Ficou evidente, ao longo de nossa pesquisa, a importância de explorar o ensino multissensorial para estudantes com alguma deficiência visual, fomentando seu protagonismo.



Nessa perspectiva, apresentamos elementos e informações contribuirão para o planejamento de processos de ensino e aprendizagem envolvendo diferentes recursos, com foco no uso do Multiplano, uma ferramenta tátil que possibilita a criação de modelos diversos que vão além dos conteúdos envolvidos no presente trabalho.

Para tanto, desenvolvemos uma Sequência Didática (SD) relacionada aos conteúdos introdutórios de Óptica geométrica, qual seja: princípios da propagação da luz, reflexão e refração, conceitos de sombra e penumbra, entre outros conteúdos, cujo objetivo geral é compreender esta área de estudo da Física a partir da experimentação concreta no multiplano de fenômenos ópticos. Essa SD é resultado da pesquisa e vivência dos licenciandos em Física.

A SD foi organizada para orientar sobre como montar o multiplano, e quais ações, conteúdos e conceitos podem ser trabalhados a partir dele. Dessa forma, as aulas estão organizadas de acordo com a metodologia dos três momentos pedagógicos, com uma estrutura que permite ao docente a autonomia de trabalhar a proposta em quantas aulas achar necessário, conforme o contexto escolar. Vale ainda mencionar que a proposta da SD é oferecer direcionamentos sobre como desenvolver os recursos e conteúdos relacionados à temática, sem tampouco se constituir como um manual que delimita métodos ou cerceia a criatividade da prática docente.

Ao implementar esta proposta educativa, é importante ter em vista as peculiaridades de cada turma, partindo dos seus conhecimentos prévios, os quais são únicos, e enriquecem de forma singular o processo como um todo. A partir desses conhecimentos, é necessário promover a contextualização, por meio do diálogo dos conteúdos com o cotidiano dos estudantes, para que o conteúdo possa fazer sentido a eles.

Assim, a prática pedagógica deve reforçar valores que contribuem para a construção de uma sociedade mais humana, justa, democrática e inclusiva (BRASIL, 2018). Portanto, esperamos que este material seja um recurso para auxiliar educadores e educadoras no trabalho com alunos deficientes visuais e que as ideias aqui compartilhadas gerem novas abordagens e conexões.

Sumário

1. PENSANDO SOBRE A PROPOSTA	10
COMO SURTIU A IDEIA DE CRIAR ESTE E-BOOK?	
AFINAL, O QUE NOS MOTIVOU?	
2. COMO TRABALHAR A ÓPTICA GEOMÉTRICA NUMA PERSPECTIVA INCLUSIVA?	14
POSSIBILIDADES E DESAFIOS	
DESVELANDO O MULTIPLANO	
3. CONSTRUINDO A SEQUÊNCIA DIDÁTICA	22
INTRODUÇÃO	
METODOLOGIA ADOTADA	
DESCRIÇÃO DAS AULAS	
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
DEPOIMENTOS DOS ESTUDANTES	

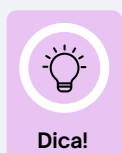


Conhecendo os ícones



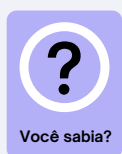
Atenção!

Indica trechos de maior importância.



Dica!

Oferece uma informação útil ou proveitosa.



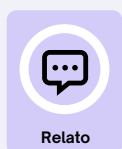
Você sabia?

Apresenta explicação sobre um termo ou palavra utilizada no texto



Saiba mais!

Apresenta novas informações, a partir de outros recursos relacionados à temática, visando ampliar sua compreensão.



Relato

Descrição apresentada por participantes envolvidos direta ou indiretamente na construção do e-book.

1

Pensando sobre a proposta

Antes de construir a sequência didática disponibilizada, realizamos diversos estudos e pesquisas.

Nesta seção, reunimos informações e referenciais teóricos sobre o processo ensino-aprendizagem da Física para deficientes visuais.



Como surgiu a ideia de criar este e-book?

Este e-book surgiu a partir do Projeto de Pesquisa “Ensino de Física na Educação Básica: propostas pedagógicas para estudantes com deficiência visual”, o qual faz parte do Edital 24/2021 do Programa de Apoio à Pesquisa Aplicada e Prática Profissional (PAPP) – Edição Especial – Ações Inclusivas. Foi desenvolvido sob a coordenação da Prof^a Fernanda Martins, no intuito de debruçar-se sobre a inclusão das pessoas com deficiência visual nas aulas de Física da Educação Básica. Desse modo, o Projeto enfoca a importância de promover o **letramento científico** desse público, bem como de prover o corpo docente de orientações que possam auxiliar no desenho de propostas pedagógicas que sejam inclusivas.

A escolha da Física, dentro do repertório científico, justifica-se pela complexidade dos conteúdos, que envolvem abstrações, as quais podem dificultar a compreensão de estudantes que têm deficiência visual. Sendo assim, é preciso refletir sobre o Ensino da Física, no currículo de educação básica, a partir dos sujeitos e contextos sócio-históricos.



Relato

“Imagino que o professor no **ensino de Física** deveria ser um **facilitador**, um intérprete; e deveria proporcionar o desenvolvimento da curiosidade em seus alunos. Incluir o estudante com deficiência visual no ensino de Física é possível, desde que se **adapte** o material; e que os **docentes pratiquem a empatia** com aqueles que desejam **aprender**”.

Ígor Miranda – estudante da Licenciatura em Física, deficiente visual

Consideramos que o ensino dos conteúdos de Física deve contemplar seu caráter social e ser apresentado por meio de uma linguagem acessível aos aprendizes, envolvendo competências diversas, como compreender conceitos-chave para resolver problemas na vida real, apropriar-se desses conhecimentos e aplicá-los ao cotidiano. Partimos, dessa forma, da perspectiva de letramento científico para nos debruçar sobre a inclusão das pessoas com deficiência visual nas aulas de Física da educação básica, o que envolverá componentes curriculares da área específica citada e da área pedagógica.

A vida social contemporânea exige cada vez mais que façamos interpretação de conhecimentos e informações técnico-científicas. Considerando esse contexto, foi criado o Indicador de Letramento Científico. Esse estudo indica que 48% dos indivíduos entrevistados têm nível rudimentar de letramento científico (Instituto Paulo Montenegro e Ação Educativa, 2014). Esse dado demonstra que a maioria das pessoas não é capaz de resolver problemas básicos envolvendo interpretação e a comparação de informações e conhecimentos científicos relacionados às situações cotidianas, disponibilizados em diferentes tipos de texto, como tabelas e gráficos com mais de duas variáveis, imagens, rótulos etc. Esse contexto reforça a importância de refletirmos sobre o desenvolvimento do letramento científico numa perspectiva inclusiva ao longo de toda a educação básica.

Frente a essa conjuntura, foi proposto o projeto com os seguintes objetivos:

Objetivo Geral

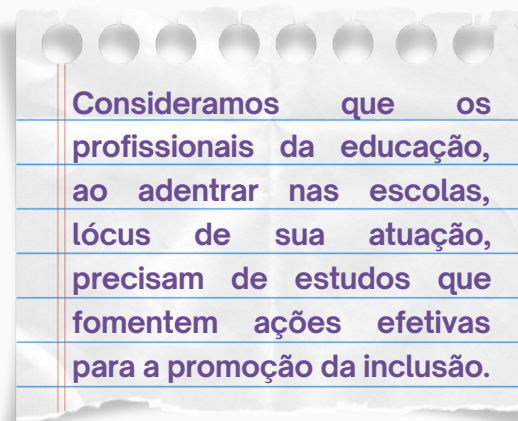
Identificar propostas pedagógicas para o ensino de Física para deficientes visuais, no intuito de orientar o trabalho pedagógico de professores que atuam com esse público na educação básica.

Fazer um mapeamento de estudos que envolvem o ensino de Física para deficientes visuais na educação básica, a fim de reconhecer propostas pedagógicas e recursos educacionais.

Analisar as lacunas existentes, nos estudos feitos para o reconhecimento das propostas pedagógicas e nos recursos educacionais utilizados no ensino de física para deficientes visuais na educação básica.

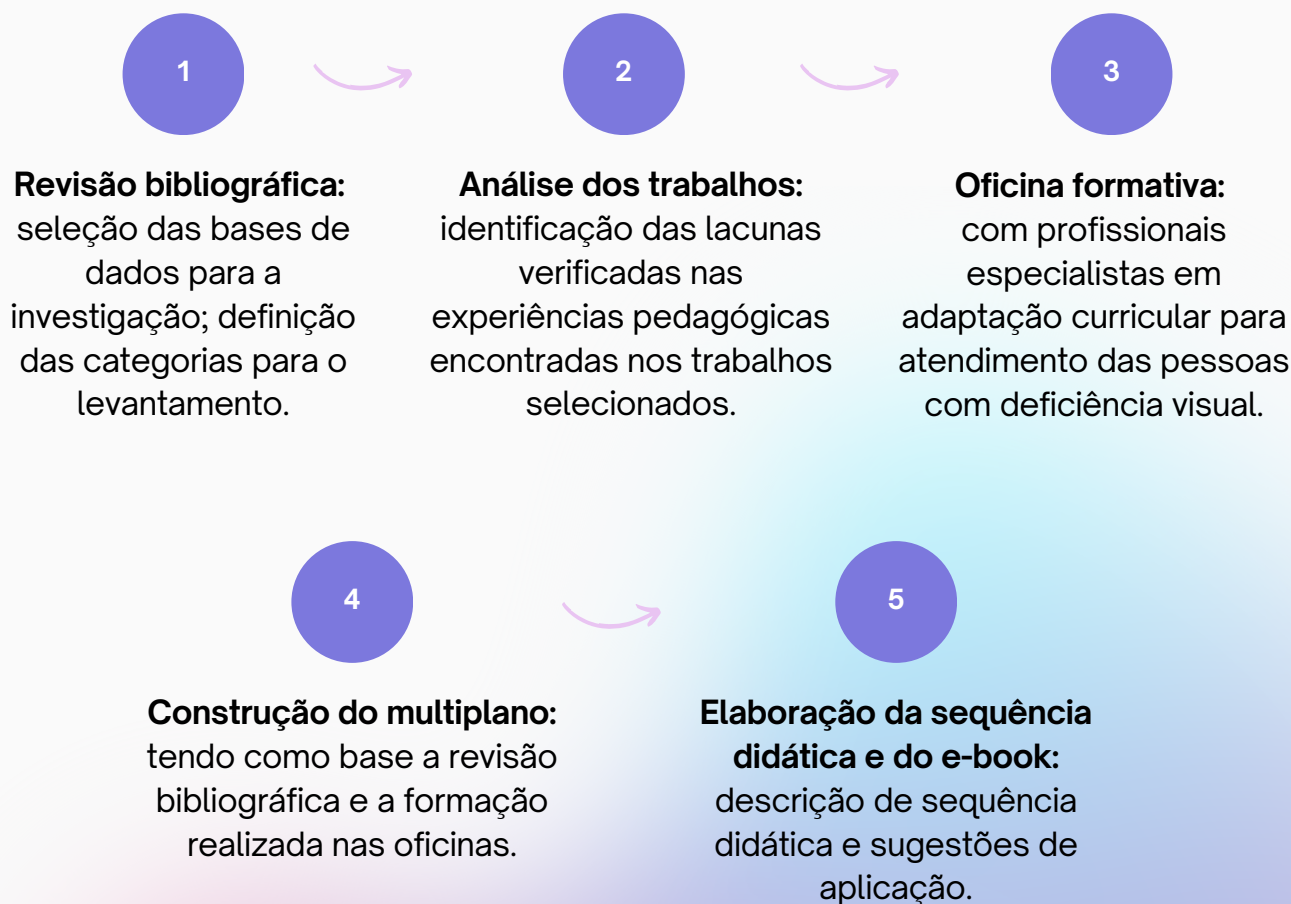
Elaborar um produto educacional que contemple algum conteúdo da Física, cujas propostas pedagógicas e/ou recursos educacionais apresentem lacunas.

Nessa perspectiva de trabalho, os impactos dos resultados propostos para pesquisa aplicada e as contribuições para desenvolvimento das ações inclusivas para comunidade envolvem possibilitar aos **docentes** acesso a um inventário de experiências pedagógicas voltadas ao ensino de Física para deficientes visuais. Dessa forma, é possível apoiar o planejamento de formação continuada para docentes, com base nos estudos realizados, contribuindo para o desenvolvimento do letramento científico de deficientes visuais, assim como para promover a inclusão de pessoas com deficiência visual nos cursos de ensino médio.



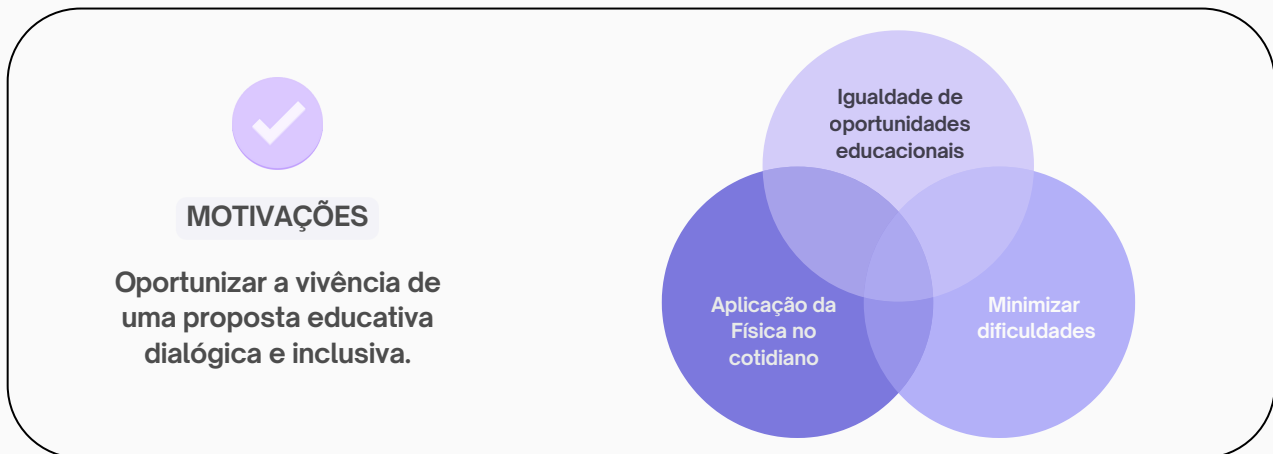
Consideramos que os profissionais da educação, ao adentrar nas escolas, lócus de sua atuação, precisam de estudos que fomentem ações efetivas para a promoção da inclusão.

Ações do Projeto



Afinal, o que nos motivou?

Antes de conhecer a sequência didática que planejamos, gostaríamos de apresentar um pouco de nossas motivações ao construí-la.



Embora o tema da inclusão escolar de pessoas com deficiência visual tenha ganhado certo destaque no meio acadêmico, ainda é um assunto bastante complexo no ambiente escolar, principalmente por suscitar discussões acerca dos desafios que marcam o processo de aprendizagem de estudantes cegos e com baixa visão na educação básica.

É nesse sentido que surge o objeto de estudo deste trabalho, a partir da inserção de um estudante deficiente visual que vivenciou experiências formativas ao longo de seu processo de escolarização, na Educação Básica, e que ingressa no curso de licenciatura em Física, trazendo à tona o despreparo da escola e dos professores para lidar com alunos com deficiência visual, ainda mais no que se refere ao ensino de Física.



Relato

“As barreiras enfrentadas por uma pessoa com deficiência visual no estudo da Física são várias e passam pela arquitetura da escola e pelas barreiras urbanísticas. Muitos lugares são negados às pessoas com deficiência visual, por **falta de acessibilidade**. Dentro da escola não é diferente”.

Ígor Miranda – estudante da Licenciatura em Física, deficiente visual

Diante desse contexto, a educação inclusiva veio à discussão, levando em consideração a necessidade de garantir o direito das pessoas com necessidades educacionais especiais a uma educação de qualidade, independentemente de limitações ou dificuldades, de forma que todos possam desenvolver suas capacidades, tendo acesso à aprendizagem com equidade e justiça.

Vale mencionar que nosso intento não se volta apenas para pessoas com deficiência. Por acreditarmos em uma educação inclusiva e democrática, nosso olhar se volta para a sala de aula típica, diversa, em que há tanto alunos videntes, como os com baixa visão, cegueira congênita ou cegueira adquirida. Desse modo, acreditamos que pensar nas diferentes estratégias em sala de aula, de forma acessível, não é planejar algo apenas para os estudantes com deficiência, mas implica repensar a essência da escola, a qual é caracterizada pela diversidade e precisa gerar sentidos e possibilidades, conectando-se continuamente com a realidade.



Você sabia?

Voltando-se para os instrumentos legais, um grande marco para o processo de Inclusão Social, é a **Declaração Universal de Direitos Humanos**, adotada em 1948, a qual ratifica que todas as pessoas têm direito à Educação.

Além disso, em 1990, esse direito é confirmado na Declaração Mundial sobre Educação Para Todos, garantindo a educação independentemente das diferenças individuais. Na Constituição Federal (BRASIL, 1988), em seus artigos 205, 206 e 208, fica explícita a incumbência do Estado no desenvolvimento pleno do ensino ao estudante com deficiência, oferecendo suporte para que este possa se preparar para o exercício da cidadania, inserindo-se no sistema tradicional de ensino.

Ainda na década de 1990, temos o Estatuto da Criança e do Adolescente, ECA (BRASIL, 1990) e também a Lei de Diretrizes e Bases (LDB) (BRASIL, 2013), que enfatizam essa incumbência e destacam não só o caráter de inserção, mas também o de dar condições de aprendizagem para a inclusão desses estudantes.

Essas referências políticas afirmam a necessidade de **assegurar a igualdade** em caráter social e cultural, possibilitando a conformidade entre os direitos à educação e a perspectivas de que os estudantes com deficiências se tornem ativos, protagonistas e autores nas suas vidas, de modo que as diferenças façam parte de seu cotidiano de forma saudável, e não que se tornem obstáculos insuperáveis.

Com a implementação da educação inclusiva nas escolas de ensino regular, por meio da **Lei nº 13.146/2015**, o atendimento das diferentes necessidades educacionais dos alunos com e sem deficiências apresenta-se como o desafio mais importante que o professor deve enfrentar (RODRIGUES, 2003). Assim sendo, a educação, para ser inclusiva, precisa abranger diversas áreas da Ciência e uma delas, que não poderia fugir desta aplicação, é a Física, na qual coexistem diversas áreas do conhecimento.

Nesse sentido, no que se refere ao ensino de Física, em que muitos conteúdos são baseados em referências visuais, principalmente a óptica geométrica, surge a questão: é possível utilizar recursos não visuais, que possam ser usados outros sentidos e que contribuam para aprendizagem da Física? Em se tratando do ensino de óptica, como ensinar para alunos que não enxergam um fenômeno visual (CAMARGO, 2012)?

Nesse trabalho trazemos, como resposta, um sonoro “sim” para a utilização de recursos não visuais que favoreçam o aprendizado em Física.



Conheça a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência).

Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/civil_03/_ato2015-2018/2015/Lei/113146.htm



Como trabalhar a óptica geométrica numa perspectiva inclusiva?

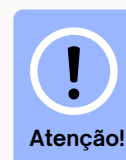
A tecnologia gerada pelo conhecimento dos fenômenos ópticos está difundida em diversos dispositivos, que nos auxiliam a acessar informações que estão fora de nossa acurácia visual. Desta forma, podemos estudar mundos muito pequenos através dos microscópios ou mundos enormes e distantes pelo uso dos telescópios. Equipamentos estes que possuem, na essência de sua construção, espelhos e lentes ópticas, que são objetos de estudo da óptica geométrica.

Nas aplicações mais práticas que permeiam o cotidiano tanto de alunos videntes quanto não videntes, estão as fibras ópticas, capazes de levar informação sem praticamente nenhuma perda na transmissão de dados, por utilizar a reflexão interna total da velocidade da luz: a leitura óptica, que pode ser utilizada em aparelhos que reproduzam CDs e DVDs, sistemas biométricos de impressões digitais, códigos de barras, códigos QR etc.

O olho humano é o primeiro instrumento óptico que temos contato desde quando nascemos. E este foi projetado antes mesmo que pudéssemos compreender e descrever a natureza e o comportamento da luz. Por diversos fatores, algumas pessoas nascem sem visão ou desenvolvem alguma deficiência que limita esse sentido.

Dessa forma, é imprescindível que o conhecimento que já temos consolidado sobre óptica geométrica seja trabalhado em um ensino com perspectiva inclusiva e dialógica, já que é fundamental na construção de dispositivos indispensáveis da sociedade contemporânea.

É evidente que a óptica geométrica apresenta um desafio peculiar comparada às outras áreas da Física para o ensino a pessoas com **deficiência visual**. Entretanto, vale destacar que os fenômenos ópticos são constituídos de vários significados, perpassando por aspectos históricos, filosóficos, tecnológicos, sociais, entre outros, que não estão relacionados apenas às ideias visuais (CAMARGO et al., 2008). No processo de aprendizagem, é possível mobilizar todos os sentidos, de forma que a falta da visão não deva ser concebida como critério para o desenvolvimento ou não de um determinado tema.



Atenção!

Reconhecemos que a deficiência visual não se limita à cegueira nativa ou adquirida, pois, por exemplo, existem alunos com deficiência visual que possuem baixa visão.

Possibilidades e desafios

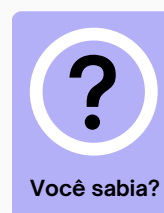
É possível pensar numa abordagem multissensorial, englobando componentes subjetivos, emocionais; e percepções táteis, auditivas, gustativas, olfativas, para o ensino da óptica geométrica. Esses diversos elementos não são somente imprescindíveis para os deficientes visuais, mas também são relevantes para os alunos videntes, já que a construção do conhecimento é um processo complexo, que envolve diferentes atividades de funções intelectuais. Dessa forma, quanto maior a diversidade de recursos, mais chances temos de atingir a todos os estudantes.

É necessário ressaltar que, conforme Camargo (2008), existe um questionamento no processo de ensino de Física, sobre como apresentar a óptica para alunos com deficiência visual. Diferente de outras áreas da Física, como a mecânica, na qual a noção de velocidade, aceleração e força já é vivenciada diariamente, gerando uma certa afinidade com os conceitos e tornando-os mais intuitivos, a óptica exige a habilidade de enxergar, para que se tenha conhecimentos prévios sobre tais fenômenos. A falta ou a limitação deste sentido faz com que alguns conceitos como os de luz, cor, sombra e imagem, por exemplo, sejam distantes, abstratos e não intuitivos para indivíduos com esta dificuldade.

Entendemos que a difusão desta área da Física entre os indivíduos com deficiência visual auxiliará na compreensão de suas próprias limitações, trazendo um sentimento de pertencimento ao seu meio de convivência. Um estudante de baixa visão, por exemplo, empodera-se ao saber qual tipo de lente, convergente ou divergente, corrige o defeito da visão que possui, ou quais os procedimentos cirúrgicos podem ser feitos para aumentar sua capacidade de enxergar.

Desvelando o multiplano

Como fruto de todas as questões discutidas até aqui, foi pensada uma sequência didática com a finalidade de auxiliar professores e professoras de Física em seu trabalho pedagógico no ensino de óptica geométrica para práticas educativas inclusivas. Com o objetivo de promover o ensino de Óptica Geométrica baseado na realidade dos estudantes, de forma dialógica, criamos um **multiplano geométrico**, com materiais de fácil acesso e reprodução, para representar fenômenos ópticos e demais experimentos de representação tátil-visual.

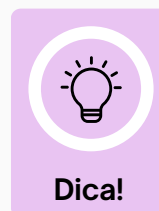


O multiplano consiste em um aparato físico que permite a construção de figuras a partir da utilização de objetos de fixação e linhas, no qual os alunos podem utilizar especialmente o tato para compreender esses conceitos.

O multiplano, enquanto recurso multissensorial, facilita o ensino da óptica, pela concretude com que são os exemplos nele, até mesmo para quem não tem dificuldades de enxergar, pois este instrumento, ao tornar os exemplos mais palpáveis, contribui para um melhor entendimento dos conteúdos.

Nesse sentido, ao construir o multiplano geométrico, pensamos na possibilidade de difundir o uso de um material didático acessível, tátil, durável, multifuncional e de **baixo custo**. Assim, o multiplano foi construído utilizando um retângulo de MDF com 6mm de espessura e tamanho de 60cm por 30cm. Nele foram feitos furos de 4mm com 2cm de distância entre si por toda a placa, como demonstrado na figura 1, formando um plano cartesiano; esses furos podem ser feitos com uma furadeira ou com uma máquina de corte a laser.

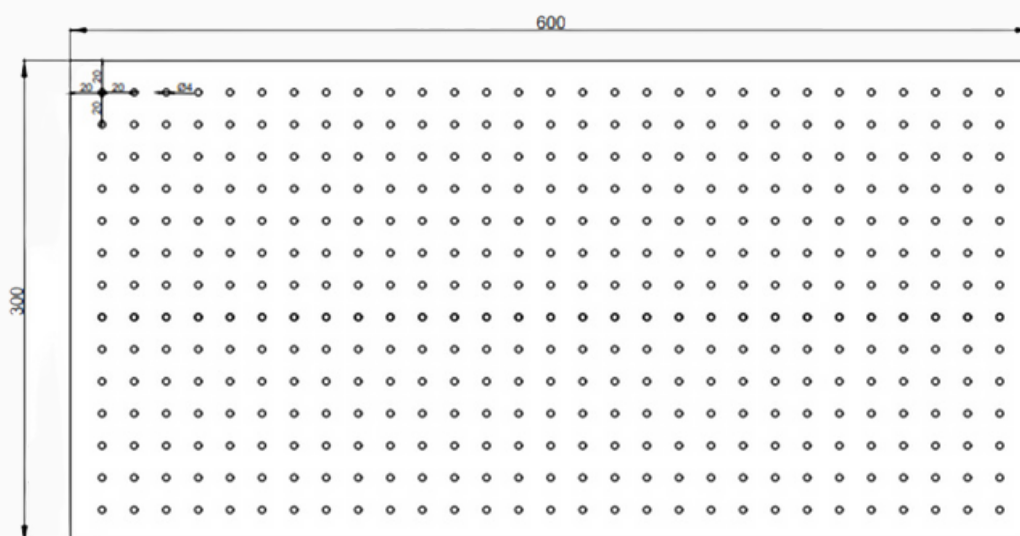
Com o uso de cavilhas de madeira de 4mm é possível demarcar pontos no plano, e com o auxílio de barbante, linhas ou elásticos pode-se ligar esses pontos, criando formas, figuras, gráficos e diversos elementos para construção de figuras táteis. Além disso, foram construídos em EVA objetos com formato de lâmpadas e retas, os quais foram anexados ao multiplano com o uso das cavilhas.



Dica!

Os materiais utilizados podem ser substituídos, mas é importante que o multiplano seja firme e resistente. Ao ser tocado, não deve quebrar, nem ter seus elementos mudados de posição ou desmontados. Essas características permitirão que o aluno explore o multiplano

Figura 1: Demonstração da base para construção do multiplano geométrico



Fonte: Elaboração dos autores.

Para melhor visualização desses passos, sintetizamos essas informações no infográfico a seguir.

Como construir um multiplano?

1



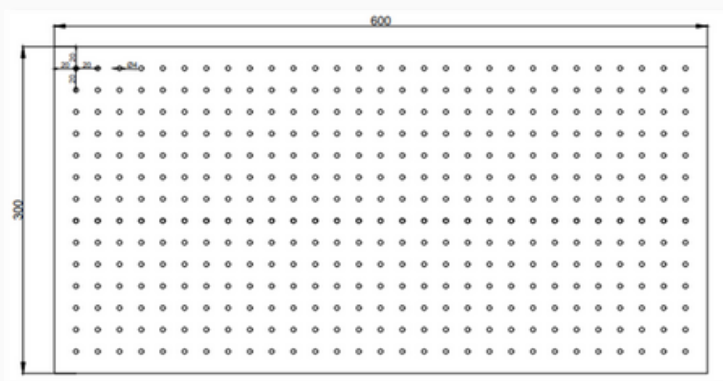
Organize os materiais necessários:

- Retângulo de MDF com 6mm de espessura e tamanho de 60cm por 30cm.
- Furadeira ou máquina de corte a laser (para abrir os furos).
- Cavilhas de madeira de 4mm.
- Barbantes, linhas ou elásticos.
- EVA.

2

Faça furos para formar um plano cartesiano

Abra furos de 4mm, com 2cm de distância entre si, por toda a placa.



3

Demarque pontos no plano



Para fazer a demarcação, utilize cavilhas de madeira de 4mm.

4

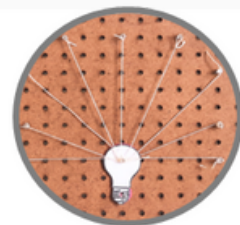
Ligue os pontos

Para auxiliar, use barbante, linhas ou elásticos, criando formas, gráficos, entre outros elementos, para construção de figuras táteis.

5

Construa objetos

Com formato de lâmpadas e retas, para anexar ao multiplano, com auxílio das cavilhas (aqui, utilizamos EVA).



Para abordar não apenas os componentes conceituais da óptica geométrica, mas também objetivando tornar este ensino inclusivo, recorreremos à pedagogia dialógica freireana. Isso porque os deficientes visuais também aprendem muito ouvindo como seus colegas videntes conseguem construir e elaborar o conhecimento.

Desse modo, não faz sentido para nós um ensino puramente tradicional, em que somente o professor ensina e os estudantes aprendem. É importante que o diálogo seja proporcionado constantemente e, para tanto, sugerimos uma sequência didática em que sua organização esteja pautada nos Três Momentos Pedagógicos (3MP) de Delizoicov e Angotti (1992), o que será detalhado a seguir.



Atenção!

Além de utilizar recursos pedagógicos diversificados, é importante ter atenção às características do local da aula, prezando pela acessibilidade. Por exemplo, verificar se a iluminação está adequada; aumentar a quantidade de materiais táteis, lembrando que quanto mais estímulos adequados às suas possibilidades, mais condições os estudantes terão para interagir em sala de aula e aprender o conhecimento.

Essas adaptações são possíveis na medida em que os educadores buscam entender quais as dificuldades do estudante, para assim traçar estratégias que potencializem seu aprendizado.

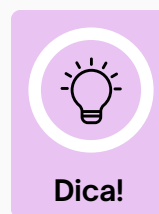
Construindo a Sequência Didática

1 - Introdução

Esta Sequência Didática foi construída para auxiliar os docentes de Física em uma sala de aula inclusiva, com relação ao conteúdo de Óptica Geométrica. Buscamos indicar um meio alternativo de ensinar óptica para a inclusão dos deficientes visuais, optando pela utilização de materiais táteis, tendo como protagonista o multiplano.

A utilização desta Sequência Didática (SD) fornece estratégias, a fim de contribuir com o processo de ensino e aprendizagem, lembrando que o docente tem total liberdade para tomá-la como inspiração e adequá-la ao contexto sociocultural em que seus alunos estão inseridos. Significa dizer que esta sequência, de maneira alguma, tem a pretensão de ser seguida de forma rígida. Trata-se de um olhar para a necessidade de incluir estudantes com deficiência visual em sala de aula típica, levando em consideração as particularidades de cada um, não somente na aceitação, mas também na valorização das diferenças, de modo que todos façam parte do processo de ensino-aprendizagem.

Vale ressaltar que, embora as indicações sejam pensadas para a sala de aula comum, sua implementação também poderá ocorrer na sala de recursos, ambiente destinado ao atendimento a pessoas com deficiência.

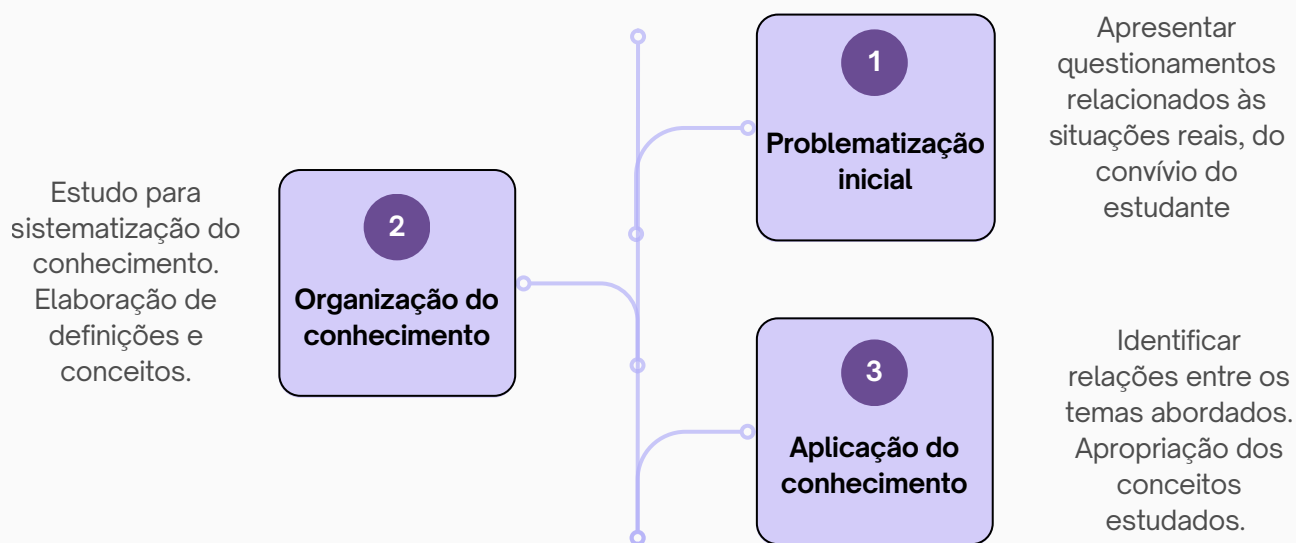


Adotamos a concepção de Sequência Didática explorada por Zabala (1998), o qual situa a SD como um conjunto de atividades estruturadas para a efetivação de objetivos educacionais determinados. Considerando, em cada escolha, seja de conteúdo ou metodologia, **intenções educacionais**, bem como o papel das atividades para a melhoria do processo de aprendizagem, de forma que as aprendizagens sejam o mais significativas possível. Nesse sentido, é preciso que o docente tenha uma **consciência clara** a respeito do sentido de cada fase do processo.

2 - Metodologia adotada

A Metodologia sugerida para esta proposta foi construída com base na dinâmica didático-pedagógica “Três Momentos Pedagógicos” (3MP), de Delizoicov e Angotti (1992), baseada na concepção dialógica e problematizadora de Paulo Freire (1987) no contexto de educação escolar. Ela permite que o professor leve em consideração os conhecimentos que os alunos já possuem sobre o tema ou situação apresentada, num processo dialógico entre ambos. Com isso, os saberes construídos ao longo dessa vivência passam a ter um significado maior para o aluno, já que ele participa do processo de construção do conhecimento, através de seus questionamentos e concepções prévias expostas ao longo do diálogo. Ao mesmo tempo, o professor apresenta os conhecimentos científicos a respeito do tema ou situação abordados, aprendendo e problematizando, a partir dos significados e interpretações dos alunos.

Figura 2: Síntese dos Três Momentos Pedagógicos



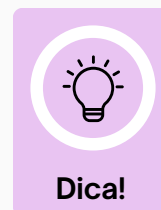
Fonte: Elaboração dos autores

No **Primeiro Momento** da metodologia, o professor precisa elaborar **problematizações** advindas de situações reais, de modo que os estudantes sejam desafiados a responder com base no que eles já trazem de conhecimento da sua cultura ou mesmo do contexto escolar. Conforme os estudantes respondem, o professor incita **novas problematizações**, instigando continuamente os alunos, fornecendo mais questionamentos do que respostas. Esse é o momento do estudante expor seus conhecimentos prévios acerca do assunto, possibilitando ao professor identificar as lacunas, dúvidas e limitações acerca do que é preciso dar maior enfoque.

Com posse dos conteúdos que emergiram da problematização e da intencionalidade do docente, a organização do conhecimento se faz necessária, caracterizando o **Segundo Momento Pedagógico**. Aqui, é importante haver a **Sistematização do Conhecimento** e, para isso, o professor pode utilizar várias atividades, como leitura de texto, pesquisa orientada, exercícios, recursos audiovisuais, tudo isso para conceituar cientificamente os conteúdos necessários para compreensão da problematização inicial. É nessa ocasião que os conhecimentos científicos podem ser incorporados aos argumentos trazidos pelos estudantes.

Nesse momento, a participação do professor é mais ativa em relação ao aluno, o que não significa que o estudante deva ser silenciado. O diálogo precisa permanecer por meio de problematizações, para que o professor consiga perceber se o estudante está acompanhando a sistematização.

Na Sequência Didática aqui proposta, utilizaremos o multiplano geométrico como recurso para esse segundo momento, que tem como foco o Ensino de óptica geométrica para deficientes visuais, mas que, como já foi dito, também pode ser útil para os demais estudantes, por ser o multiplano um recurso visual e sinestésico propício, para que os conceitos abstratos possam ser remetidos ao concreto, a partir de seu manuseio.



O ideal é que a problematização das respostas dos estudantes ocorra até chegarem em um ponto em que os conhecimentos deles não são suficientes para responderem os questionamentos do professor ou mesmo do problema que emergiu na sala de aula. Assim, nesse primeiro momento, o professor elabora problematizações advindas de situações reais, principalmente, do cotidiano de cada estudante.



Atenção!

Os conceitos específicos a serem trabalhados no multiplano são: fonte de luz, raios luminosos, reflexões, refrações e formação de sombras e penumbras

No **Terceiro Momento**, a intenção é convidar os estudantes a analisarem os conhecimentos que foram sistematizados no segundo momento e aplicarem tais conceitos em situações reais e práticas de suas vivências. A aplicação pode ser tanto no sentido de compreender as questões advindas da problematização inicial, quanto para que consigam aplicar o conhecimento em outras situações do seu mundo, identificando relações entre os temas abordados, para além da teoria/conceito. Desse modo, ampliamos a capacidade dos estudantes de refletirem sobre os conceitos científicos estudados em situações novas, de forma a exercitarem o potencial explicativo das teorias científicas em contextos reais (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2018).

Tendo em vista a metodologia acima explicitada, é de fundamental importância que o diálogo problematizador esteja presente em cada um dos momentos, incentivando a participação do educando no processo de apropriação do conhecimento em todos os momentos. Dessa forma, “o educador já não é o que apenas educa, mas o que, enquanto educa, é educado, em diálogo com o educando que, ao ser educado, também o educa” (FREIRE, 2011, p. 95-96). No quadro 1 temos uma síntese da sequência didática completa.

Quadro 1 - Síntese da Sequência Didática

Óptica geométrica: propagação e reflexão da luz

Curso/Série

Ensino médio

Área de conhecimento

Ciências naturais: Física

Conteúdos

Introdução à Óptica Geométrica: raios/feixe de luz, fonte luminosa, sombra, eclipse, reflexão e refração da luz.

Objetivo Geral

Introduzir alguns conceitos importantes da óptica geométrica em uma perspectiva inclusiva, com vistas ao desvelamento da realidade.

Objetivos Específicos

- Discutir as noções prévias dos estudantes sobre fontes de luz.
- Compreender o princípio da propagação retilínea da luz e suas consequências.
- Diferenciar fontes primárias e secundárias de luz.
- Distinguir sombra e penumbra.
- Compreender o eclipse solar e o lunar.
- Reconhecer a reflexão e a refração da luz através da trajetória do raio luminoso.
- Conseguir aplicar os conhecimentos da ótica geométrica em situações novas de seu cotidiano, de forma crítica.

Duração Sugerida

6 aulas de 50 minutos (variando conforme a demanda da turma)

Recursos Didáticos

- Multiplano;
- Vela branca;
- Brinquedo de fibra óptica ou qualquer outro recurso similar que contenha os princípios da fibra óptica;
- Recursos propostos pelos alunos;
- Imagens digitais;
- Quadro Branco;
- Folhas A4;
- Projetor;
- Pincéis para quadro branco.

Quadro 1 - Síntese da Sequência Didática

Óptica geométrica: propagação e reflexão da luz

Curso/Série

Ensino médio

Área de conhecimento

Ciências naturais: Física

Conteúdos

Introdução à Óptica Geométrica: raios/feixe de luz, fonte luminosa, sombra, eclipse, reflexão e refração da luz.

Objetivo Geral

Introduzir alguns conceitos importantes da óptica geométrica em uma perspectiva inclusiva, com vistas ao desvelamento da realidade.

Objetivos Específicos

- Discutir as noções prévias dos estudantes sobre fontes de luz.
- Compreender o princípio da propagação retilínea da luz e suas consequências.
- Diferenciar fontes primárias e secundárias de luz.
- Distinguir sombra e penumbra.
- Compreender o eclipse solar e o lunar.
- Reconhecer a reflexão e a refração da luz através da trajetória do raio luminoso.
- Conseguir aplicar os conhecimentos da ótica geométrica em situações novas de seu cotidiano de forma crítica.

Duração Sugerida

6 aulas de 50 minutos (variando conforme a demanda da turma)

Recursos Didáticos

- Multiplano;
- Vela branca;
- Brinquedo de fibra óptica ou qualquer outro recurso similar que contenha os princípios da fibra óptica;
- Recursos propostos pelos alunos;
- Imagens digitais;
- Quadro Branco;
- Folhas A4;
- Projetor;
- Pincéis para quadro branco.

Objetivos Específicos

Metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (3MP) (DELIZOICOV, ANGOTTI E PERNAMBUCO, 2018):

- 1) **Problematização Inicial (PI)** – sugerimos uma aula para esse primeiro momento, no qual é importante explorar: a) Relação do conteúdo com situações reais; b) Levantamento de questões sobre fontes de luz e suas características, buscando os conhecimentos prévios, relações sociais e multissensoriais; c) Atividades experimentais.
- 2) **Organização dos Conhecimentos (OC)** - nessa etapa, sugerimos a realização de três aulas, nas quais o professor pode: a) Apresentar os conceitos relacionados ao tema; b) Utilizar o multiplano e demais experimentos para aprofundamento do tema em estudo; c) Explorar as informações levantadas na problematização inicial; d) Realizar atividade referente aos conteúdos aprendidos.
- 3) **Aplicação dos Conhecimentos (AC)** - para esse momento, sugerimos duas aulas, compostas por estratégias como: a) Retomada de conceitos relacionados à problematização inicial em que levou a abordagem do multiplano; b) Síntese para formalizar conceitos que não foram aprofundados pelos alunos; c) Fomento à pesquisa para ampliar a compreensão sobre a importância dos fenômenos da óptica geométrica no dia a dia, levando em conta, sempre que possível, as implicações socioeconômicas e ambientais envolvidas para o desvelamento crítico da realidade.

Fonte: Elaboração dos autores

Convém mencionar que nos concentramos em conceitos que são base para os demais tópicos trabalhados em óptica geométrica como: representação de raio, feixe de luz, propagação retilínea da luz, reflexão e refração. Esses conceitos são utilizados para tratamento de fenômenos científicos com o propósito de levar os estudantes a terem posicionamentos críticos perante o desenvolvimento tecnocientífico.

Detalharemos, a seguir, ideias sobre como realizar a sequência didática do Quadro 1, na perspectiva *dialógica freireana* e da educação inclusiva. Faremos isso dando sempre sugestões de perguntas, para mostrar a necessidade da presença do diálogo durante todo o processo.

Como já foi dito, essas são apenas sugestões e o professor tem total liberdade para adequar à sua realidade.



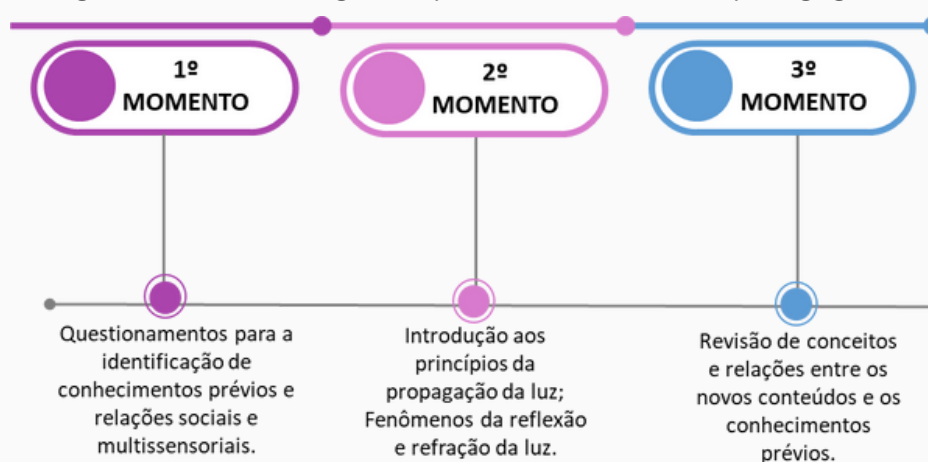
Atenção!

“A educação é comunicação, é diálogo, na medida em que não é a transferência de saber, mas um encontro de sujeitos interlocutores que buscam a significação dos significados.” (FREIRE, 1980, p.69).

3 - Descrição das aulas

As aulas foram planejadas no intuito de introduzir os conceitos básicos da óptica geométrica para que, assim, após o domínio de tais conceitos, possam prosseguir para conceitos mais complexos. Visando proporcionar a inclusão e integração entre estudantes com deficiência visual e videntes no ambiente escolar, propomos a utilização do multiplano, o qual possibilita aprendizagem de conteúdos como: raios/feixe de luz, fonte luminosa, propagação retilínea da luz, sombra, eclipse, reflexão, refração.

Figura 3: Atividades sugeridas para os três momentos pedagógicos



Fonte: Elaboração dos autores

Sabendo que no planejamento pedagógico é fundamental a racionalização e a organização das ações (LIBÂNEO, 1991), reunimos, para cada momento pedagógico, um quadro síntese, com a indicação de algumas ações esperadas, para o professor e o aluno, para que todos os envolvidos no processo de aprendizagem compreendam, de forma clara objetiva, a importância do seu papel, haja vista a proposta metodológica adotada, a qual fomenta autonomia, protagonismo e consciência do estudante, pois "não é no silêncio que os homens se fazem, mas na palavra, no trabalho, na ação-reflexão" (FREIRE, 1987, p. 78).

3.1 - Problematização inicial (PI)

O primeiro momento tem como objetivo a introdução de conceitos básicos da Óptica Geométrica, através da Problematização Inicial. Esse momento é importante para que o professor se aproprie dos conhecimentos que os alunos já trazem de sua cultura escolar e do contexto social em que se encontram. Para tanto, é importante fomentar o diálogo por meio de perguntas, de forma a identificar os conhecimentos prévios dos estudantes. Reunimos, no quadro a seguir, uma síntese referente a esse primeiro momento.

Quadro 2 - Problematização Inicial (PI)

Problematização Inicial (PI)	
Duração	1 Aula de 50 minutos
Objetivos	<ul style="list-style-type: none">• Instigar os estudantes por meio de perguntas e experimentos que possam trazer à tona suas noções prévias relacionadas a fontes de luz.• Fazer com que os estudantes queiram aprender mais após a problematização, ou seja, que eles sintam a necessidade de se ter uma curiosidade epistemológica.
Conteúdos	Relações sociais e multissensoriais associadas à fontes de luz.
Recursos	<ul style="list-style-type: none">• Multiplano;• Vela;• Abajur de fibra óptica;• Recursos propostos pelos alunos.
Avaliação	<ul style="list-style-type: none">• Identificação informal da familiaridade com os princípios da óptica geométrica.• Análise informal da capacidade de comunicar com clareza as suas ideias.• Representação, sobre o multiplano, dos conceitos primários abordados e correlação com o cotidiano de cada estudante.

Fonte: Elaboração dos autores.

Podemos iniciar a problematização, por exemplo, levando para a sala de aula um brinquedo de fibra ótica, de fácil acesso e baixo custo, podendo ser encontrado em feiras ou na internet, ou mesmo como lâmpada decorativa de fibra ótica:

Figura 2: Abajur de fibra ótica



Disponível em: <https://www.deficienteciente.com.br/10-brinquedos-sensoriais-incriveis.html>. Acesso em 08 de abril de 2023.

De posse do brinquedo ou abajur de fibra óptica (ou mesmo algum vídeo na internet ou imagem que mostre a fibra óptica), pode-se iniciar a problematização com perguntas de contorno, ou seja, ainda não adentrando sobre o brinquedo, mas estimulando reflexões mais gerais, para iniciar o diálogo, tais como:



- O que vocês entendem por raio de luz?
- Já ouviram falar da palavra óptica?
- O que vem em mente quando pensam na luz?
- Quais seriam alguns exemplos sobre fontes luminosas?

Esses questionamentos ajudarão o docente a reconhecer quais associações os alunos fazem em relação ao conteúdo, identificando seus conhecimentos prévios e relações sociais e multissensoriais.

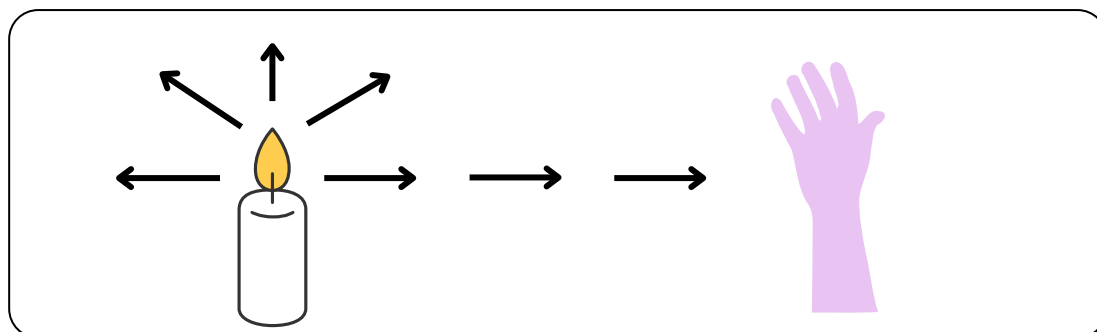
Utilizar o brinquedo ou abajur de fibra óptica pode auxiliar até mesmo em pessoas com outras deficiências que requerem atenção e estímulo sensorial, como as pessoas com Transtorno do Espectro Autista (TEA) ou com um Transtorno Funcional Específico (TFE), como por exemplo, o Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH). No caso de alunos de baixa visão ou cegueira total, podemos utilizar perguntas para que os alunos videntes possam descrever tal objeto, estimulando a imaginação dos estudantes com deficiência visual.

Podemos, ainda, perguntar aos estudantes o que é uma fonte de luz e se eles podem nos dar outros exemplos de fontes de luz que percebemos no nosso dia a dia. Questionar como a luz que vem da base consegue chegar até as pontinhas do material de fibra óptica é interessante para que eles possam perceber o caminho da luz, ou seja, perguntar “neste material onde está o começo da luz (fonte de luz), na base, no meio ou nas pontinhas da fibra óptica?”. Pedir para refletirem sobre o que faz a luz sair da base e chegar até as pontinhas, perguntando "qual o caminho que a luz percorre?".

Para auxiliar os estudantes com deficiência visual na compreensão do caminho que a luz percorre e sobre o conceito de fonte de luz, o **exemplo da vela** pode auxiliar, pois é possível perceber o calor proveniente da fonte de luz com mais intensidade próximo à vela, até certa distância da fonte; e de maneira homogênea ao redor da vela.

Na experimentação simples da vela, o docente auxilia os estudantes com deficiência a aproximar o dedo à vela e sentir o calor emitido. Enquanto isso, os alunos videntes podem observar e, inclusive, auxiliar o professor na explicação, pois, como estão em condições semelhantes de aprendizes, a fala dos estudantes videntes pode se tornar mais acessível que a do professor [1]. Posteriormente, pedir para eles comentarem sobre de qual direção vem o “calor”. Essa experiência permite associar a sensação obtida com a ideia de fonte luminosa e raios de luz, como representado pela Figura 3.

Figura 3 - Associação fonte luminosa/raios de luz com “calor” emitido por uma vela.



Fonte: Autoria própria.



Atenção!

O uso de figuras aqui é para auxiliar a visualização do professor e também para que o docente perceba que a aula não é somente para o estudante com deficiência visual. É importante pensar em todos os estudantes e em suas diferentes formas de aprender.

Ouvindo os estudantes, o professor pode fomentar o diálogo e encaminhá-lo para reflexões sobre como nós enxergamos, se é a luz que parte dos nossos olhos ou se chega aos nossos olhos. Sugerimos, no quadro 3, outras questões que podem ser formuladas para ampliar a discussão.

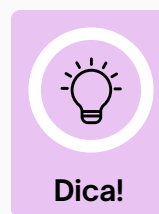
Quadro 3: Perguntas para a problematização inicial

Conteúdo a ser explorado	Sugestão
Fonte luminosa e raios divergentes	Por que uma chama de uma vela pode iluminar um cômodo quase inteiro?
Raios convergentes	Os feixes de luzes poderiam se concentrar em único ponto?
Propagação retilínea dos raios de luz e raios paralelos)	A luz de um laser pode fazer uma curva sem auxílio de um espelho?

Fonte: Elaboração dos autores.

[1] No referencial freireano de aprendizagem, a interação tanto com o docente, como com os pares, é fundamental, haja vista que o estudante também pode ensinar e o docente também pode aprender e vice-versa, ou seja, o professor não é o detentor do conhecimento.

É importante pontuar que estes questionamentos já formulados têm o intuito de exemplificar aos docentes a importância de sempre estimular o diálogo, pois este momento assim o exige. Contudo, é preciso considerar o docente em seu contexto espaço-tempo, bem com os relatos trazidos de acordo com a realidade de cada estudante. Assim sendo, podem surgir outros questionamentos de grande relevância e que podem ser trabalhados, gerando novos enfoques.



Dica!

Esses questionamentos ajudarão o docente a reconhecer quais associações os alunos fazem em relação ao conteúdo, identificando seus conhecimentos prévios e relações sociais e multissensoriais.

Sugestões para problematizar os conteúdos Fonte luminosa e feixes/raios de luz

Quando o estudante com baixa visão ou cegueira total percebe a sensação do calor da chama da vela em sua pele, o professor poderá questionar: "Como o calor da fonte, representado pela luz, chega até sua mão? Pode, inclusive, questionar para a sala toda: Como podemos representar o caminho da luz da chama, que seria nossa fonte de luz, até chegar a nossa mão? Será que o caminho da luz até determinados objetos influenciam os fenômenos ópticos que encontramos no nosso dia a dia? ?" Pode, inclusive, questionar para a sala toda.

Aqui poderia começar a problematizar fenômenos do dia a dia, tais como:



- Por que a colher em um copo com água parece estar quebrada?
- O que seria a sombra e como fazemos para brincar com a sombra da vela em um quarto escuro quando falta energia em nossas casas?
- Como a luz do sol chega até nosso planeta?
- Qual a relação entre o caminho que ele percorre e os fenômenos de eclipse lunar e solar?

Esse seria um caminho para se chegar a problematizar o raio de luz para, no segundo momento, introduzir a óptica geométrica. Contudo, somente o professor, durante suas problematizações, conseguirá saber quando se esgota as perguntas e começa a necessidade de se organizar as ideias por meio dos conceitos científicos.

Quadro 4 - Ações esperadas para o professor e aluno

Atividades	Papel do aluno	Papel do professor
Atividades de experimentação e de problematização.	Interagir com o docente, com base na sua vivência e nos conhecimentos prévios.	Instigar os estudantes e problematizar as informações apresentadas. Neste momento, o foco não é explorar conceitos, mas ampliar a consciência dos estudantes sobre as temáticas abordadas, numa relação dialógica.

Fonte: Autoria própria

3.2 - Organização do conhecimento

O foco desta etapa é trabalhar os conteúdos da problematização inicial. Para tanto, propomos o diálogo entre o professor e os estudantes sobre os conceitos que envolvem fontes luminosas, feixes/raios de luz, raios paralelos, convergentes e divergentes.

Nesta oportunidade, podem ser introduzidos os **princípios da propagação da luz**: princípio da propagação retilínea, princípio da reversibilidade e o princípio da independência dos raios luminosos. Abaixo, reunimos os principais elementos deste momento.

Quadro 5 - Organização dos Conhecimentos (OC)

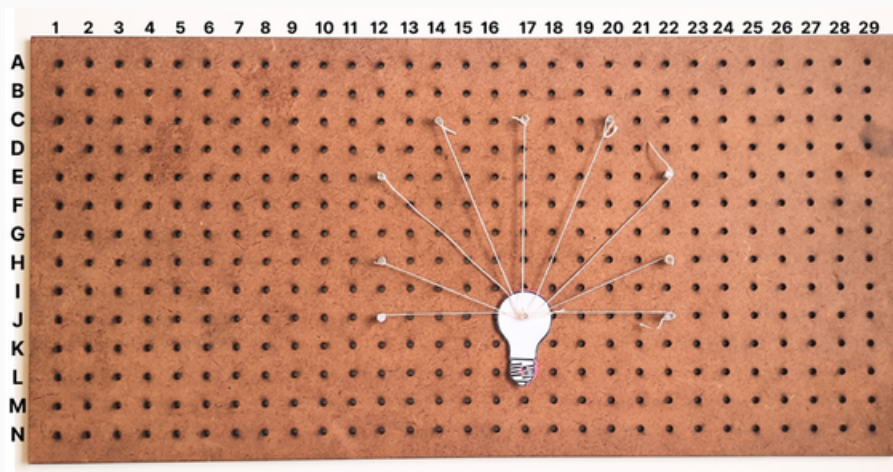
Problematização Inicial (PI)	
Duração	3 ou 4 aulas de 50 minutos cada (conforme a demanda da turma)
Objetivos da aula	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender princípios da óptica geométrica, bem como o princípio da propagação retilínea da luz e suas consequências. • Diferenciar fontes primárias e secundárias de luz. • Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação. • Recapitular os conceitos de Óptica Geométrica trabalhados nas aulas anteriores. • Compreender os diferentes tipos de meios e superfícies. • Compreender as características dos fenômenos de reflexão regular e difusa e como eles ocorrem. • Identificar e distinguir os diferentes fenômenos luminosos na óptica geométrica.

<p>Conteúdos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fonte luminosa, raios de luz, feixes paralelos, divergentes e convergentes; princípios da propagação da luz. • Reflexão regular e difusa da luz • Reflexão regular e irregular, refração regular e irregular, absorção total de luz, sombra e penumbra.
<p>Recursos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Multiplano; • Imagens digitais; • Quadro Branco; • Folhas A4; • Projetor; • Pincéis para quadro branco; • Vela e recursos propostos pelos alunos.
<p>Avaliação</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Montagem sobre o multiplano, apresentando a configuração de uma fonte luminosa. • Identificação informal sobre a capacidade de agir pessoal e coletivamente com respeito, autonomia e responsabilidade. • Verificação da compreensão dos conceitos. • A avaliação ocorrerá de forma quantitativa, por meio de atribuição de notas às atividades realizadas; e qualitativa, referente à participação e desempenho da turma.

Fonte: Elaboração dos autores.

É importante deixar clara a explicação teórica sobre o que é uma fonte luminosa, citando exemplos para melhor entendimento dos estudantes. Para demonstração desses conceitos, sugerimos montar sobre o multiplano a configuração de uma fonte luminosa, como demonstrado na figura 4, e auxiliar os estudantes a sentirem as linhas, que representam os raios de luz saindo da figura (fonte luminosa).

Figura 4- Esquema da fonte luminosa multiplano



Fonte: Autoria própria

3.2.1 - Montagem esquemática do multiplano para fonte luminosa

Inicialmente, coloca-se o objeto que vai representar a fonte luminosa no centro do multiplano (L,17). Em seguida, com auxílio de um fixador e linhas, representar os raios de luz saindo de seu fixador central (J,17), para os fixadores mais externos em formato de estrela (J 12; H 12; E 12; C 14; C 17; C 20; E 22; H 22; J 22), como representado na figura 4.

Na figura 4 é mostrado o esquema elaborado para representar uma fonte luminosa, por meio de linhas de barbante esticadas, presas por 9 pregos/cavilhas, simulando a extremidade de onde partiu o raio de luz. Assim, tal objeto permite que o aluno deficiente visual saiba em qual direção a luz está se propagando. O uso de barbante possibilita ao aluno deficiente visual entender que a luz se propaga de forma retilínea e possui orientação. Desta forma, por meio do tato, podem visualizar a representação de um raio de luz. Tratando-se dos alunos videntes, a concretização de um fenômeno abstrato facilita a absorção do conhecimento ao ver comparações sobre o que são os raios e fontes de luz, de maneira mais palpável.

Focando na integração entre os alunos deficientes visuais com os videntes, podem ser utilizadas estratégias de cooperação com grupos mistos, formados tanto por alunos videntes, como com deficiência visual. Assim, o que um grupo aprende, por dominar mais algum sentido do que o outro, pode gerar a troca de experiências sobre o conteúdo, tornando mais enriquecedora a aula, bem como as atividades propostas sobre o multiplano.

Vale ressaltar que todo corpo capaz de emitir luz é uma fonte luminosa, e isso pode ser feito de duas maneiras: pela emissão de luz produzida pelo corpo ou pela difusão dos raios de luz que incidem neste corpo. Os que produzem sua própria luz são chamados de fontes primárias ou corpos luminosos. As estrelas, velas e lâmpadas acesas são deste tipo. Os que só podem ser vistos pela reflexão de luz proveniente de outras origens são as fontes secundárias de luz, ou corpos iluminados. Nesta classe estão os planetas, as luas e todos os objetos, de uma maneira geral. Feixes/raios de luzes são uma representação do caminho que a luz percorre desde sua fonte até seu receptor. Tais feixes possuem configurações bem comuns e de fácil representação no multiplano.

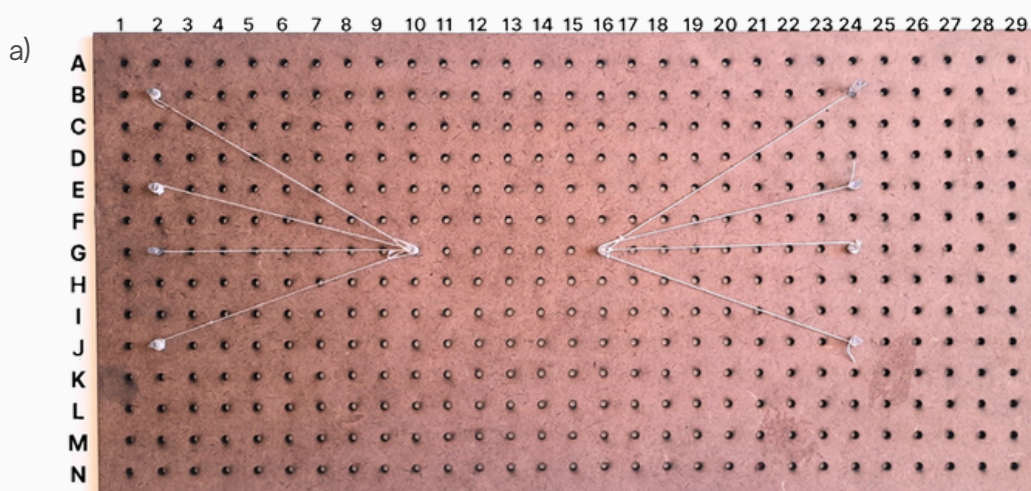


Outros exemplos interessantes que ajudariam a **incluir** e **integrar** ambos os grupos são atividades semelhantes, porém sem o uso do multiplano, que se encontram no domínio a seguir, proposto pelo professor de Física com Deficiência visual Eder Carmargo: <http://www.deficienciavisual.pt/txt-ensinooptica.htm>

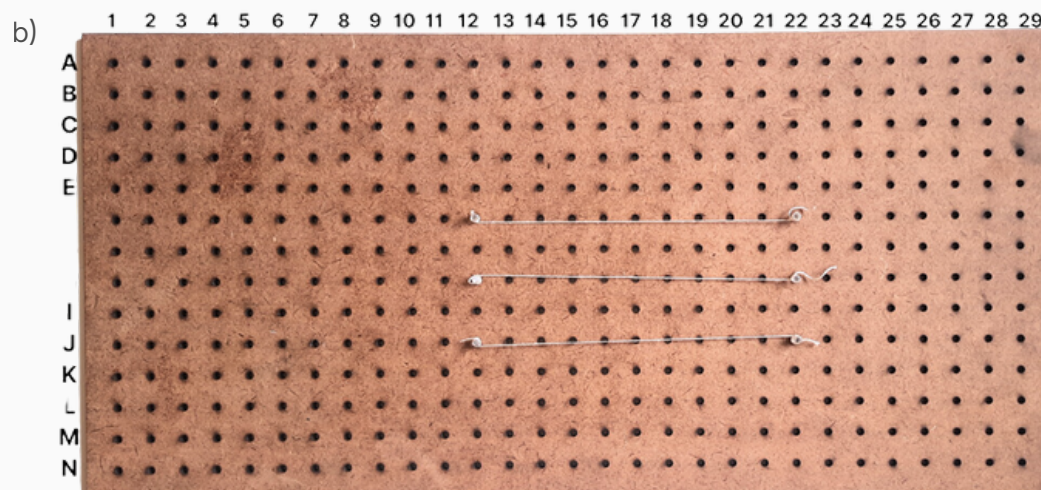
Os Raios de luz são representações do " caminho" que a luz percorre e sempre possuem o comportamento linear, ou seja, uma reta, sendo que cada raio é independente do outro. Os feixes de luz são o conjunto de vários raios de luz, os quais possuem dois comportamentos bem específicos. A configuração de raios divergentes é quando os raios se originam de uma fonte e se dispersam em várias direções, como o exemplo da vela. A configuração de raios convergentes ocorre quando os raios que vêm de uma fonte de luz externa se concentram em um único ponto, princípio esse utilizado em lentes convergentes.

Na Figura 5 estão representados o feixe paralelo, o feixe convergente e o feixe divergente de luz, no multiplano. Essa montagem permite ao estudante sentir as linhas que representam os raios de luz, e associar com a ideia de feixes de luz. O mesmo deve ser feito para as configurações de raios divergentes e convergentes sobre o multiplano, atentando-se para evidenciar que nos raios convergentes as linhas se encontram em um único ponto, enquanto os divergentes se originam de um mesmo ponto, mas se propagam em direções diferentes, espalhando-se.

Figura 5 - Raios de luz nas seguintes configurações: paralelos, convergentes e divergentes.



Fonte: Autoria própria



Fonte: Autoria própria

3.2.2 - Montagem esquemática do multiplano para representar os feixes Luminosos

Para fazer a representação dos feixes divergentes e convergentes, primeiramente deve ser feito o ajuste das cavilhas nas seguintes posições: G10, B2, E2, G2, J2 para a configuração dos raios convergentes. Em seguida, é preciso fazer a colocação das linhas nas cavilhas anteriores e assim fazer o cruzamento de todas elas em uma única cavilha, localizada na posição G10 e para o outro lado colocar as cavilhas nas posições: G 16, B 24, E 24, G24, J24 para a configuração dos raios divergentes. Feita essa montagem, será necessário realizar novamente o cruzamento de todas elas em uma única cavilha localizada na posição G16.

Com esse esquema feito no multiplano, o professor poderá direcionar as mãos dos discentes, partindo da cavilha central até as cavilhas afastadas do centro, visando representar o feixe divergente; e o contrário, para representar os convergentes.

Para fazer a representação dos feixes paralelos, sugerimos colocar as cavilhas nas seguintes posições: F12, F22, H12, H22, J12 E J22, conforme representado na figura 4(b).

Como ferramenta agregadora de conhecimento, é interessante não se limitar somente ao multiplano, podendo trabalhar com recursos além dos aqui propostos. Por exemplo, com uma folha do tamanho A4, é possível fazer um cone, dobrando-a. Com esta representação geométrica podemos concretizar os conceitos de divergência e convergência.

Outra sugestão, a fim de concretizar o conteúdo e sanar possíveis lacunas das explicações anteriores, é pedir aos alunos que construam sobre o multiplano as configurações dadas em aula, e bem como exemplos aplicáveis ao dia a dia. Por exemplo, para fonte luminosa, uma aplicação seria o próprio sol, para raios divergentes uma lâmpada, para raios convergentes o calor proporcionado pelo foco de uma lente convergente, etc.

Além disso, o(a) professor(a) poderá pedir que os estudantes videntes e os com deficiência visual construam, em conjunto, esquemas diferenciados dos apresentados em sala de aula, acerca do conteúdo lecionado, podendo ser utilizados em aulas futuras com outras turmas de alunos.



No servidor:
<http://www.deficienciavisual.pt/txt-ensinooptica.htm> são encontrados alguns materiais que podem ser utilizados para construção de artefatos táteis e visuais, visando trabalhar com esquemas diferenciados.

3.2.3 - Fenômenos da reflexão da luz

Feita a introdução aos princípios de propagação da Luz, que tal continuar o diálogo com os estudantes e expandir seus conceitos para o entendimento da reflexão e refração da luz?

Para trabalhar os fenômenos da reflexão da luz dentro da óptica geométrica, o(a) docente, nesse momento, pode retomar as problematizações iniciais, tais como: “O que é um raio de luz?”, “A luz de um laser pode fazer uma curva sem auxílio de um espelho?” Ou outras perguntas de mesma natureza.

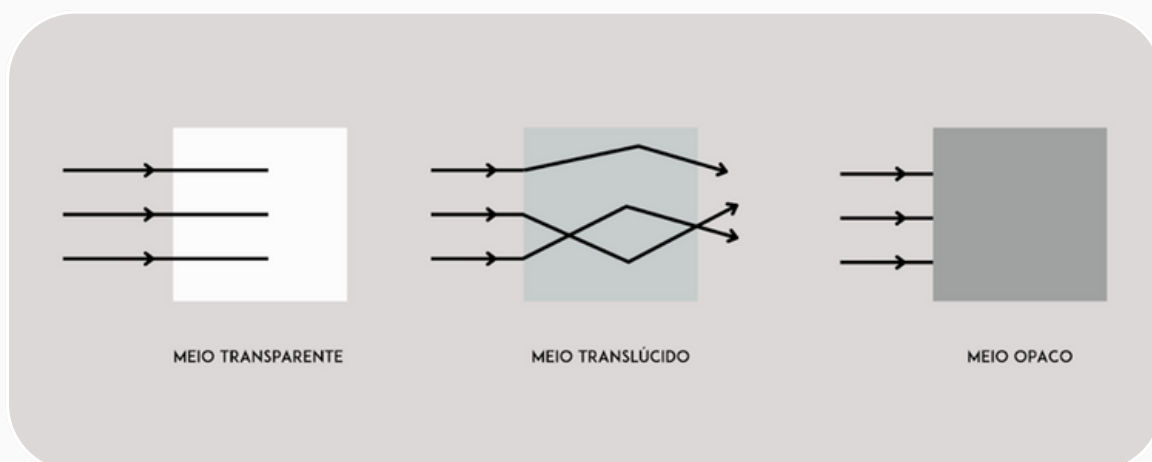


Dica!

Nesse momento o professor deve perceber se as ideias que envolvem os conceitos de propagação da luz, formação de sombras e penumbras foram compreendidas, para que posteriormente se possa explicar e aprofundar sobre a reflexão da luz, buscando, assim, construir e organizar o conhecimento sobre reflexão da luz, junto aos alunos.

Recapitulando a problemática e debatendo-a de forma breve, o docente pode começar pelas ideias de diferentes tipos de meios de propagação da luz, para depois ir aprofundando. De acordo com Barbosa (2018), os meios de propagação da luz podem ser divididos em, três: o meio transparente, o translúcido e o opaco, conforme a figura abaixo.

Figura 6 - Ilustração demonstrando o comportamento do feixe luminoso em contato com três diferentes tipos de superfícies



Fonte: Autoria própria

O docente pode se valer de recursos visuais, a exemplo da figura 5, para demonstrar os diferentes tipos de meios e o comportamento da luz ao incidir em cada um deles. Somando-se a isso e pensando na inclusão dos alunos com deficiência visual, o professor pode realizar uma assimilação entre os níveis de opacidade dos meios e os graus de cegueira dos próprios alunos com DV.

É possível, ainda, realizar um experimento mental, o qual incluirá todos os alunos com e sem DV, onde o aluno se imaginará tentando enxergar um objeto através de uma janela de vidro. Na janela de vidro de meio transparente é possível enxergar perfeitamente o objeto (visual normal 20/20), já na janela translúcida o objeto é visto de forma distorcida (por exemplo, o indivíduo com algum grau de miopia; sem nitidez), no opaco é impossível enxergar o objeto, há cegueira total.

Com isso, os alunos conseguem perceber que a nitidez com a qual os objetos são vistos está atrelada à opacidade do meio. Dessa forma, posteriormente, no terceiro momento, poderemos fazer novas associações, caso os estudantes se interessem verdadeiramente sobre o assunto, utilizando os diferentes graus de deficiência com o fenômeno da refração, o qual descreve melhor os problemas ligados à visão. Sendo assim, o foco inicial deste experimento imaginativo é fazer com que os alunos com DV entendam, de maneira mais alegórica, as características visuais desses diferentes tipos de meios.

Caracterizando a reflexão luminosa

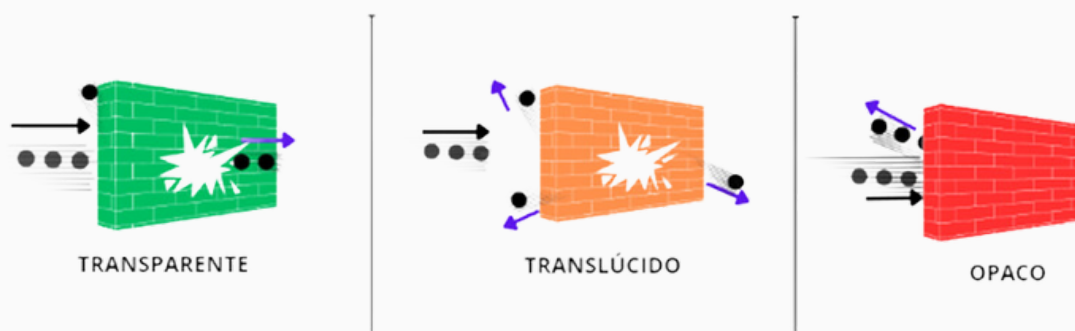
Após a explicação dos tipos de meios de propagação da luz, o docente deve introduzir os fenômenos de reflexão luminosa. Dessa forma, a abordagem começa com a origem da reflexão, buscando explicar que esses fenômenos ocorrem com mais ou menos predominância, dependendo do meio e da característica da superfície do objeto. Ou seja, devem ser introduzidas agora as seguintes classificações: em um objeto de meio transparente o fenômeno da reflexão ocorre com pouca predominância; no meio translúcido a reflexão ocorre de maneira intermediária; no meio opaco a reflexão é praticamente total, conforme ilustrado na Figura 6. Partindo disso, pode ser feito também um experimento mental para ajudar os alunos com DV a entenderem o que é a reflexão e como ocorre em cada meio.

Como sugestão para o experimento mental, temos a seguinte situação: o professor propõe que os alunos se imaginem jogando várias bolinhas contra superfícies com diferentes tipos de resistência, por exemplo, uma parede. A figura 7 pode ser usada como recurso visual, para os alunos não deficientes, assim facilita a visualização da dinâmica. Na parede muito frágil (Figura 7 - parede verde) as bolinhas se chocam contra a superfície e conseguem transpassá-las sem muita dificuldade, com pouca ou nenhuma resistência, sendo ricocheteadas na direção contrária. Já na de resistência intermediária (Figura7 - parede alaranjada) as bolinhas também

transpassam, porém uma quantidade maior é ricocheteada e as que atravessam têm suas trajetórias severamente alteradas. Por fim, na parede altamente resistente (Figura 7 - parede vermelha), as bolinhas se chocam e todas voltam imediatamente em uma direção contrária, sem conseguirem atravessar a superfície.

A ideia aqui é assimilar que, assim como a parede vermelha ricocheteia todas as bolinhas, o objeto opaco também bloqueia completamente o feixe luminoso, impedindo-o de transpassar para o outro meio. Assim, observamos que o fenômeno de reflexão ocorre predominantemente nos meios opacos.

Figura 7 - Representações dos tipos de reflexão do experimento mental proposto.



Fonte: Autoria própria

Partindo disso, o próximo passo é abordar os dois tipos de reflexões que podem ocorrer, a regular ou a difusa, as quais dependem do tipo de superfície do objeto, podendo ser superfícies polidas ou irregulares (rugosa). Sendo assim, inicia-se explicando que, se o feixe luminoso sofrer reflexão em uma superfície polida, a reflexão será predominantemente regular; caso contrário, a reflexão será difusa.

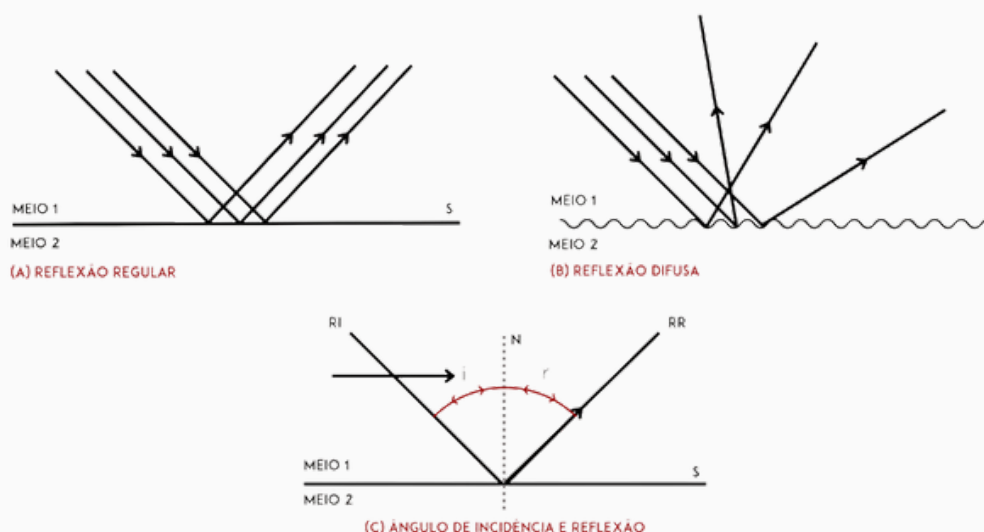
Para ilustrar esse fenômeno para todos os alunos prezando pela inclusão, o professor primeiramente pode apresentar superfícies com diferentes tipos de rugosidade. Isso pode ser feito apresentando materiais com diferentes tipos de texturas. Uma placa de vidro (espelho) ou acrílico polido, por exemplo, pode ser passada entre os estudantes que percebem, por meio do tato, que a superfície é lisa, escorregadia e sem muitas imperfeições, ou seja, uma superfície polida. Ao trocar para uma folha de EVA a textura será um pouco mais áspera. Por fim, com uma lixa mais grossa, poderão sentir dificuldade de deslizar os dedos pela superfície, logo, uma superfície irregular.

O objetivo nessa parte é que ocorra uma percepção multissensorial dos diferentes tipos de superfícies regulares e irregulares, de modo a incluir ambos os tipos de alunos. Na sequência, o professor pode enunciar as leis da reflexão regular: o raio refletido, a normal e o raio incidente estão sempre no mesmo plano; o ângulo de reflexão é igual ao ângulo de incidência.

Para que seja possível visualizar a dispersão regular ou difusa dos raios luminosos, o(a) docente poderá retomar o experimento mental anterior, explicando que na reflexão difusa as bolinhas são ricocheteadas em direções aleatórias, quanto mais imperfeita for a superfície do objeto e vice e versa. Ademais, para a visualização e interpretação das duas leis da reflexão é aconselhado que o professor use os recursos visuais, semelhante às figuras abaixo, juntamente com o auxílio do multiplano, para que assim os alunos com DV também consigam compreender as características desse fenômeno.

As orientações sobre a montagem do esquema da figura abaixo (Figura 8) no multiplano seguem de forma detalhada na seção seguinte, Figura 8a e b.

Figura 8 - a) Desenho esquemático do comportamento dos feixes luminosos na reflexão regular e difusa b) ângulo de incidência (i) e reflexão (r)



Fonte: Autoria própria

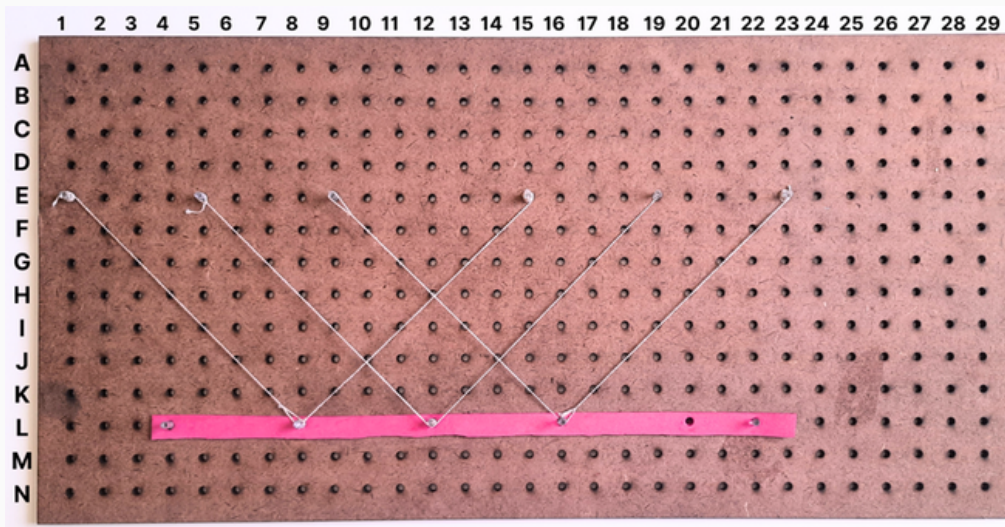
3.2.4 - Montagem esquemática do multiplano para representar Reflexão regular e difusa

Para fazer a representação da reflexão regular dos feixes, coloca-se seis cavilhas nas posições (E1, E5, E9, E15, E19, E23). Em seguida, é feito o posicionamento da folha de EVA horizontalmente na linha L, sendo colocadas cinco cavilhas para a fixação nas posições L2, L8, L12, L16, L22 e assim, por conseguinte, é feita a passagem de linhas nas cavilhas como demonstrado na figura 9a.

Já para a Difusa, é necessário colocar as seis cavilhas nas seguintes posições E1, F10, E11, E15, E19, E23; em seguida, é feito o posicionamento da folha de EVA horizontalmente na linha L, sendo colocadas cinco cavilhas para a fixação nas posições L3, L8, L12, L16, L22 como demonstrado na figura 9b.

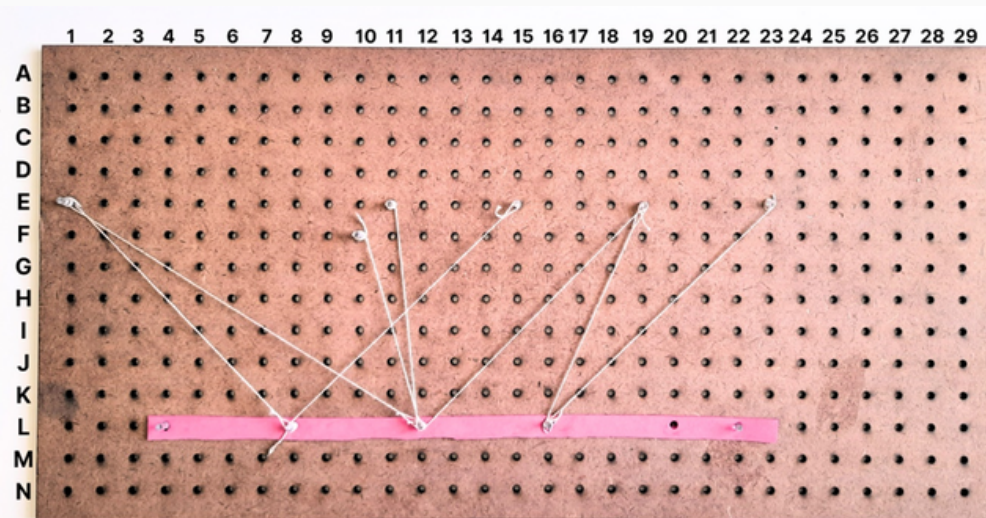
Figura 9- Configuração da reflexão regular e irregular.

a) Montagem esquemática da reflexão regular no multiplano



Fonte: Autoria própria.

b) Montagem esquemática da reflexão difusa no multiplano



Fonte: Autoria própria

Observe que na figura 9a temos a reflexão regular da luz. Nesse momento é importante que o professor guie o aluno, com e sem DV, para que eles percebam que nesse tipo de reflexão os raios incidem paralelamente e são refletidos, se dispersando, sem perder o seu paralelismo e se propagando no mesmo plano (primeira lei da reflexão). No caso dos alunos com DV essa constatação se dará por meio do tato.

Ao tatear o esquema montado no multiplano (figura 9a), o aluno com DV deverá sentir que os barbantes estão dispostos de modo igualmente espaçados (paralelos), e seguem uma trajetória retilínea, na direção diagonal, até se encontrarem na superfície feita de EVA e são refletidos igualmente paralelos na diagonal e para cima. Além disso, ao analisar individualmente cada par de fio (incidente e refletido), deverá ser percebido que o ângulo formado entre eles é sempre o mesmo (figura 9a), ou seja, os ângulos de incidência e reflexão são iguais, conforme a segunda lei de reflexão.

Já ao tatear o esquema montado no multiplano conforme a figura 9b, o aluno deverá perceber que apesar dos fios de barbante - *representação dos raios de luz incidentes* - serem paralelos, os fios de barbante - *representação os raios refletidos* - não estão igualmente espaçados, seguindo um padrão aleatório de dispersão. Podemos notar que, coletivamente, os raios não possuem o mesmo ângulo de reflexão; porém, individualmente, cada raio (cada barbante) deve obedecer à primeira lei da reflexão, isto é, o ângulo de incidência deve ser igual ao de reflexão para o mesmo raio (barbante).

Com isso os alunos devem compreender que o fenômeno da reflexão regular ocorre predominantemente em meios de superfície lisa, como espelhos, chapas metálicas, vidros e etc. Já a reflexão difusa ocorre em superfícies rugosas, mesmo que as imperfeições sejam microscópicas. Isso explica o porquê da maioria dos objetos à nossa volta não se comportarem como espelhos, mesmo tendo uma superfície aparentemente lisa.

Finalizada a etapa anterior, o docente poderá propor aos alunos pelo menos duas atividades para fixação do conhecimento, para ver se os estudantes realmente compreenderam os conceitos anteriores. Primeiramente, o professor pode propor para que os alunos se dividam em grupos (quantidade a depender do número de alunos). Cada grupo deverá pegar um multiplano e montar diferentes configurações de reflexões regulares e difusas, imaginando superfícies polidas ou irregulares. Caso o grupo tenha membros com DV, os demais devem auxiliá-los a compreender o esquema montado, assim como foi realizado pelo professor, anteriormente.

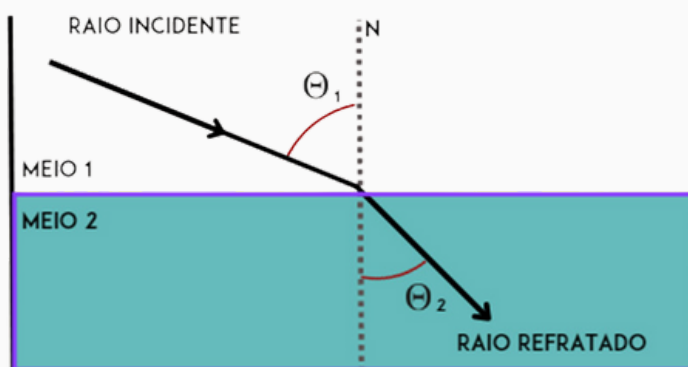
3.2.5 Refração da Luz

Ainda no momento de organização do conhecimento, é possível explorar a refração como um fenômeno que consiste na mudança de velocidade de propagação da luz, quando ela atravessa meios diferentes.

Como sugestão, o professor pode se valer de um experimento mental para explicar como o comprimento de onda é alterado, ao passar por diferentes meios, mas sua frequência permanece constante. Leve os alunos a imaginarem uma piscina. Ao atirar várias bolinhas nessa piscina, mantendo uma frequência constante, sabemos que elas serão desaceleradas, devido à resistência imposta pela água. Esta mudança na velocidade produz uma alteração na distância entre as bolinhas; possivelmente, uma alteração em suas trajetórias, dependendo de como incidem na superfície que separa o ar da água. Porém, a frequência com que elas atravessam a água se mantém a mesma da que tinham ao serem atiradas fora dela.

Com essa representação em mente, é possível traduzir esse comportamento para os raios de luz, onde a distância entre as bolinhas está associada ao comprimento de onda. Ou seja, ao se propagar de um meio 1 para um meio 2, de tal forma que sua velocidade seja alterada, a luz sofrerá o que chamamos de refração.

Figura 10 - Propagação da luz

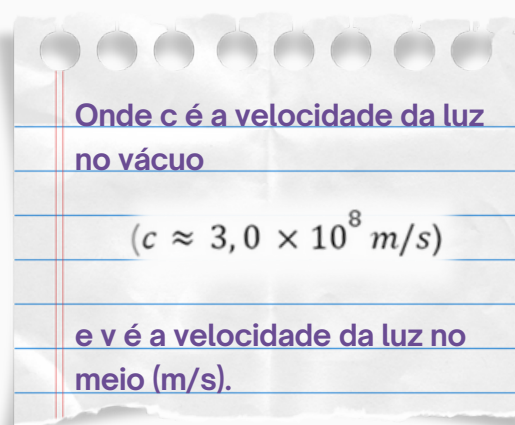


Fonte: Autoria própria

Entendido isso, o docente agora poderá abordar os índices de refração absoluto, uma grandeza que não tem unidade de medida, calculada pela razão entre a velocidade da luz no vácuo e a velocidade da luz no meio em questão, ou seja,

$$n = \frac{c}{v}, \quad (1)$$

Desta forma, o professor poderá explicar que quanto maior o índice de refração absoluto de um meio, menor é a velocidade de propagação da luz neste mesmo meio. Com isso, o índice de refração absoluto é uma grandeza que só pode assumir valores maiores ou iguais a 1, já que a velocidade da luz no vácuo é o maior valor permitido para a propagação da luz.



É possível, também, apresentar o índice de refração relativo, que descreve qual a razão entre a velocidade de propagação da luz entre o meio de origem e o meio de destino, sem ter o vácuo como referência. Isto é:

$$n_{12} = \frac{v_1}{v_2},$$

Onde n_1 e n_2 são os índices de refração e v_1 e v_2 , as velocidades de propagação da luz em cada meio.

Entendidos esses fatores, o docente pode abordar as duas leis da refração. De acordo com a primeira lei da refração, os raios de luz incidente e refratado são coplanares. Mas isso não quer dizer que possuem a mesma direção. Dependendo do ângulo de incidência, o raio refratado pode mudar sua direção em relação ao raio incidente, como mostra a Figura 10.

Este fenômeno é descrito pela segunda lei da refração, ou Lei de Snell-Decartes, definida por:

$$n_1 \text{sen}\theta_1 = n_2 \text{sen}\theta_2 \quad (2)$$

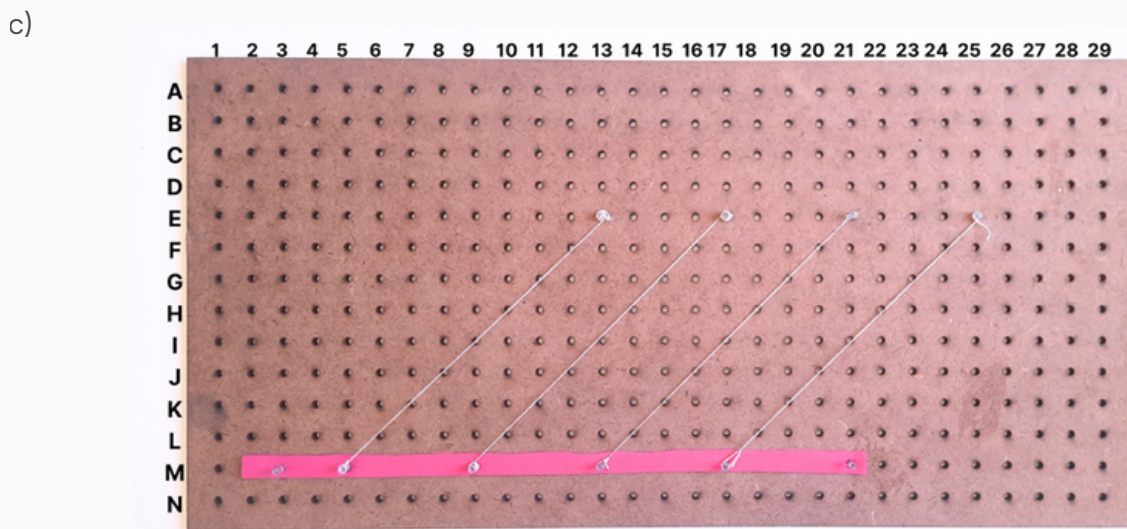
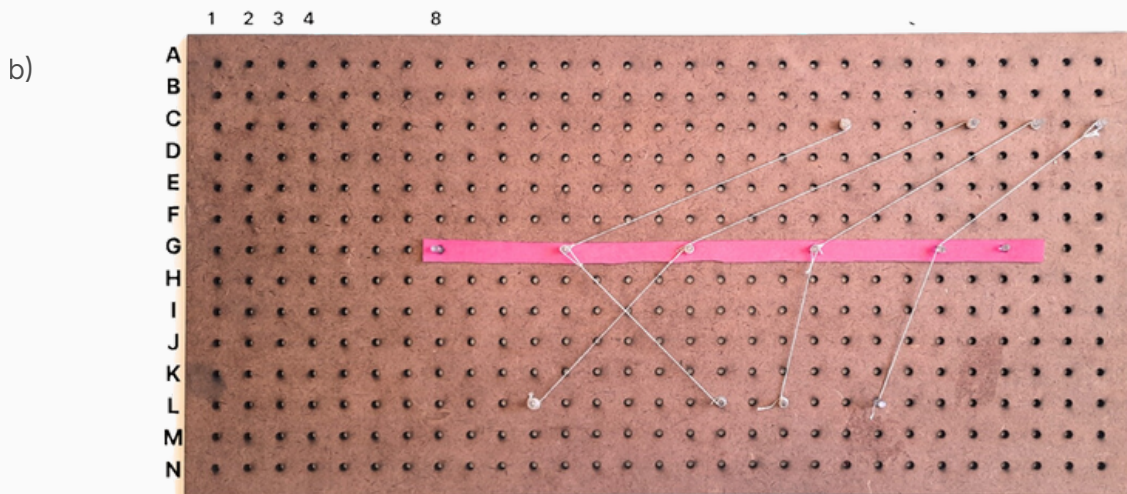
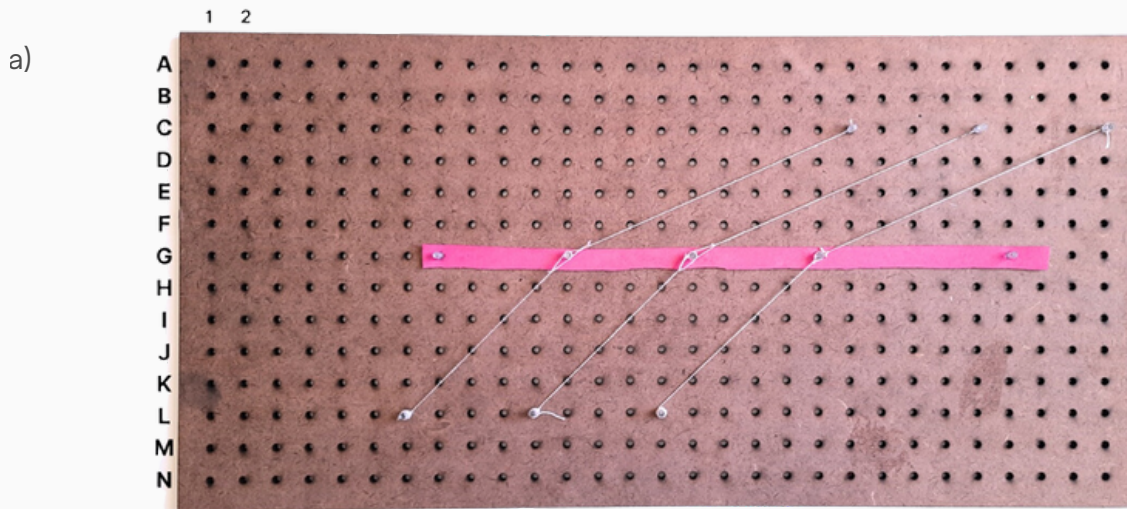
Onde θ_1 e θ_2 são os ângulos definidos em relação à normal para cada meio, ou

seja, os ângulos de incidência e de refração. A Equação (2) determina o quanto que um raio de luz se afasta ou se aproxima da reta normal, a atravessar um meio de índice de refração n_1 para um outro meio de índice de refração n_2 .

Tal como na reflexão, podemos ter dois tipos de refração, a regular e a difusa. A primeira ocorre quando um feixe paralelo atinge uma superfície lisa, de tal forma que este paralelismo é mantido após a refração; e a segunda, quando os raios são espalhados de maneira aleatória, após a refração. Se o meio for opticamente muito denso, a luz pode sofrer absorção total, o que tornará o meio opaco.

Diante desses conteúdos expostos pelo professor, é recomendado finalizar a aula utilizando o multiplano, para melhor auxiliar no entendimento dos alunos com algum tipo de deficiência visual e fomentar o interesse dos videntes, podendo partir das orientações sobre a montagem do esquema da figura 10 no multiplano, conforme detalhado na figura 11.

Figura 11 - Configurações da refração regular, irregular e absorção total de luz.



Fonte: Autoria própria

3.2.6 - Montagem esquemática do multiplano para representar a refração regular e difusa, e da absorção da luz.

Para fazer a representação da refração regular dos feixes, primeiramente colocamos seis cavilhas nas posições (C21, C25, C29, L7, L12, L15). Em seguida, é feito o posicionamento da folha E.V.A horizontalmente na linha G, sendo colocadas cinco cavilhas nas posições G8, G12, G16, G20 e G27, e assim, é feita a passagem de linhas nas cavilhas.

Semelhante a isso, para a montagem da refração difusa, fixamos oito cavilhas nas seguintes posições C21, C25, C27, C29, L11, L17, L19, L2; após isso, é feito o posicionamento da folha de E.V.A horizontalmente na linha G, adicionando cinco cavilhas nas posições G8, G12, G16, G20 e G27 e, assim, passaremos as linhas nas cavilhas relacionadas às posições G8, G12, G16, G20 do E.V.A e em todas as outras que estão no plano.

Por fim, para fazer a representação da absorção, é necessário colocar quatro cavilhas nas posições E13, E17, E21, E25. Após isso, é feito o posicionamento do papel E.V.A horizontalmente na linha A sendo colocada seis cavilhas nas posições M3, M5, M9, M13, M17, M22 para, em seguida, fazer a passagem de linhas nas cavilhas relacionadas às posições M5, M9, M13, M17 e com as demais cavilhas que estão no plano (fora do E.V.A).

Ao final da aula, o docente poderá propor aos alunos uma atividade para uma avaliação posterior. Podendo utilizar no primeiro momento um questionário, o qual pode ser feito em dupla ou em grupos, a fim de responder perguntas sobre os tópicos de refração que foram abordados na aula, conforme o questionário 1, demonstrado a seguir.

Questionário 1 - Refração

1. O que é o fenômeno da refração?
2. Antes dessa aula, você já tinha ouvido falar sobre a refração? Se sim, o que ouviu? Descreva. Se não, descreva o que aprendeu sobre o tema na aula.
3. Qual a diferença entre o índice de refração absoluto e relativo?
4. Se o índice de refração da luz no ar é 1,00029 e a velocidade de propagação da luz no vácuo é de 3,0108. Qual é a velocidade da luz nesse meio?
5. Faça uma descrição verbal para a turma ou utilize desenhos para explicar como é a 2ª lei da refração? Escreva o que você entendeu sobre a propagação da luz em dois meios.

Em seguida, cada grupo poderá fazer um trabalho de pesquisa e apresentá-lo em sala de aula, mostrando a importância e as implicações do fenômeno de reflexão no dia a dia, na indústria e/ou no comércio. Para complemento avaliativo, pode ser aplicado um questionário com perguntas objetivas, referentes à caracterização dos tipos de reflexões e a suas leis, meios de propagação da luz e superfícies de reflexão.

Quadro 6 - Ações esperadas para o professor e aluno

Atividades	Papel do aluno	Papel do professor
<p>Ações para aplicabilidade dos conceitos abordados; Correlação dos conteúdos com o cotidiano dos estudantes. Montagem de esquemas no plano. Apresentação de seminário.</p>	<p>Interagir, questionar e investigar acerca das problematizações levantadas em sala de aula. Analisar os esquemas feitos sobre o plano; Responder questionário. Organizar apresentação para Seminário.</p>	<p>Apresentar o conteúdo, organizar e aplicar os conhecimentos junto aos alunos. Orientar as atividades; Guiar os estudantes com questionamentos e exemplos do conteúdo abordado.</p>

Fonte: Autoria própria

3.4 - Aplicação do Conhecimento

A aplicação do conhecimento é o momento para sabermos se o estudante realmente consegue aplicar o que aprendeu na organização do conhecimento, em situações reais do meio em que vive, da sua cultura e dos fenômenos do seu cotidiano.

É importante considerar que os três momentos se interligam, dependendo de como foi a reação dos estudantes no primeiro momento. Ou seja, os temas que mais foram importantes para eles durante a problematização precisam ser organizados para o segundo momento. Pela interrelação dos conteúdos, no terceiro momento não será diferente. Portanto, o docente precisa retomá-los nesta etapa.

No quadro inicial desta Sequência Didática, os conceitos físicos foram intencionalmente pensados, justamente por serem a base do entendimento da óptica geométrica. Seguindo a lógica pensada no primeiro momento, aplicaremos o conhecimento para o caso da fibra óptica. Dessa forma, para melhor entendimento, sintetizamos no quadro abaixo as atividades propostas e suas especificações.

Quadro 7 - Aplicação dos Conhecimentos (AC)

Aplicação dos Conhecimentos (AC)	
Duração	2 aulas de 50 minutos cada.
Objetivos da aula	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar conceitos relacionados à problematização inicial. • Ampliar compreensões e perspectivas, a partir da atividade de pesquisa, contribuindo para a construção do conhecimento científico. • Discutir os impactos das novas tecnologias, no nosso caso sobre a fibra óptica, em diferentes dimensões. • Compreender a importância de promover ações que contribuam para a melhoria do meio ambiente e qualidade de vida, levando os estudantes a aplicarem o conhecimento científico à vida, de forma crítica.
Conteúdos	<p>Aplicação dos conceitos de fonte de luz, raio de luz, propagação retilínea da luz, refração e reflexão da luz no contexto da fibra óptica.</p> <p>Tecnologias, com foco para os mecanismos de transferência de dados atuais.</p> <p>Tecnociência, sociedade e ambiente.</p> <p>Inclusão Digital.</p>
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Multiplano; • Vela; • Computador para pesquisa; • Imagens; • Recursos propostos pelos alunos.
Avaliação	<ul style="list-style-type: none"> • Observação informal da autonomia e curiosidade por novas informações. • Preenchimento da síntese da aula. • Socialização informal da aprendizagem.

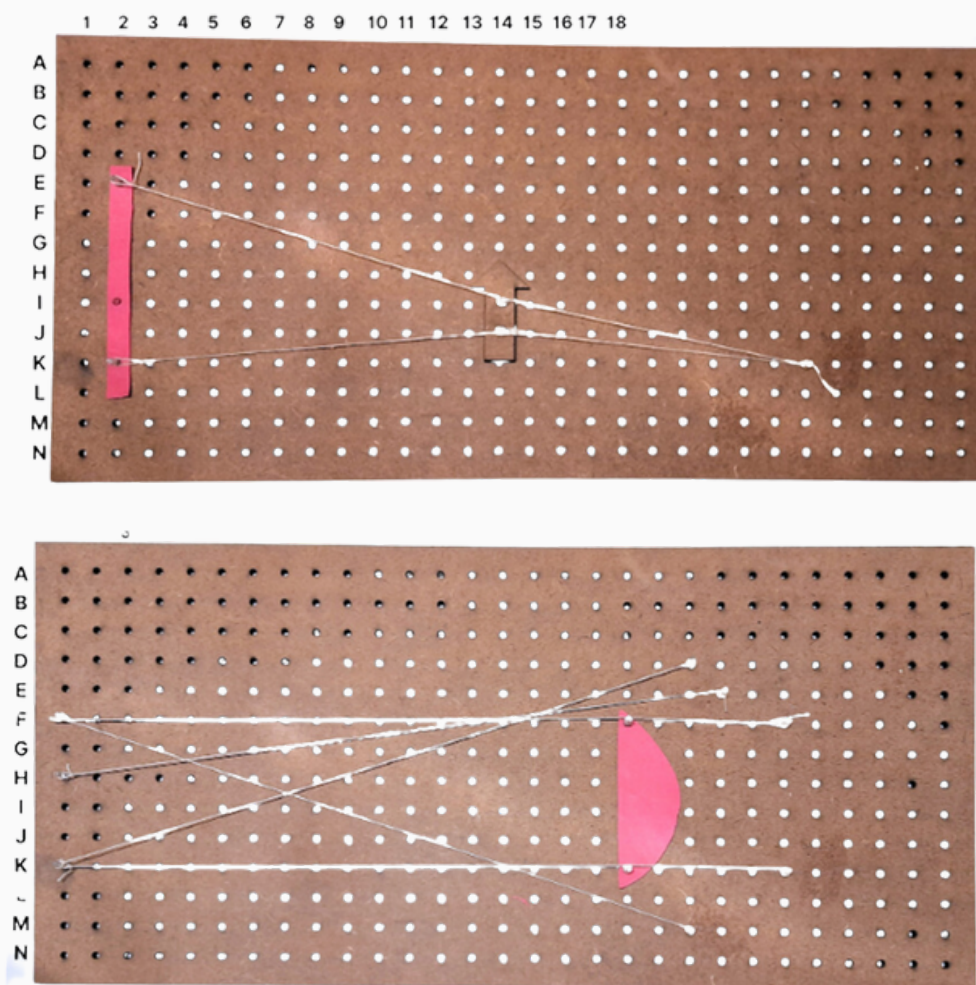
Fonte: Elaboração dos autores.

Vale ressaltar que esse momento pode ser feito tanto para compreender o que foi problematizado no primeiro momento, quanto para expandir o conhecimento em outros temas que os estudantes julgam relevantes. Por exemplo, durante a organização do conhecimento, quando falamos de reflexão e refração em lentes para correção da visão, pode ser que alguns estudantes se mobilizem a querer compreender mais como este fenômeno ocorre, justamente por ter problemas na visão ou mesmo porque há situações de familiares que precisam de alguma correção na visão.

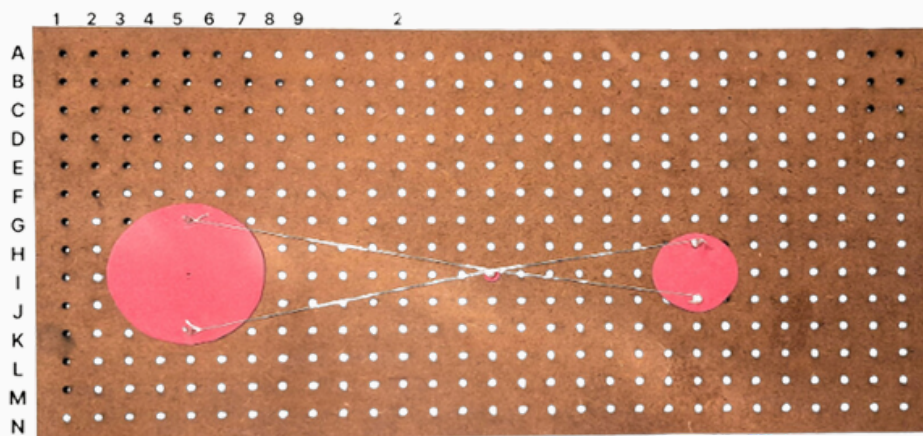
Na problematização inicial, mencionamos brevemente sobre Sombra, cuja temática também pode ser explorada a partir desta SD. Pode ser que haja estudantes que se interessem por conteúdos relacionados ao eclipse, o que pode ser aprofundado aqui, pois para tal entendimento, conceitos de propagação retilínea da luz são fundamentais.

Inclusive, é possível utilizar o multiplano, como demonstrado na figura 12, para verificar se os estudantes realmente entenderam como o eclipse é formado. Não se restringindo unicamente ao fenômeno, podem ser exploradas informações que envolvem a História e Filosofia da Ciência, problematizando conhecimentos sobre religião, misticismo e levando até mesmo às discussões socio-políticas e econômicas atuais, como terraplanismo, negacionismo da ciência, e *fake news*.

Figura 12 - Montagem esquemática do multiplano para representar a criação de sombras, penumbras e eclipse [2]



[2] Para fazer a representação da criação de sombras dos feixes, primeiramente coloca-se uma cavilha na posição D24, fixando um E.V.A com duas cavilhas em E15 e F15 e outro E.V.A maior em D2 e J2, fazendo assim a ligação por meio das linhas entre eles, de modo que contenha duas linhas no plano: uma saindo D24, E15 e indo para D2 e outra saindo D24, F15 e indo para J2. Já para representar a penumbra, tem que ser colocadas 7 cavilhas nas seguintes posições: B21, D1, D24, G1, I1, I24, J22, K20. E, da mesma forma, é colocado um E.V.A representando o objeto com duas cavilhas, para sua fixação no multiplano, nas posições D19 e I19. E por fim, para fazer a representação do eclipse é necessário fazer a colocação de três E.V.A S no multiplano, um é necessário fazer a fixação com duas cavilhas nas posições D5 e H5, outro fazer apenas uma fixação na posição F15 e por último outro nas posições E22 e G22.



Fonte: Autoria própria

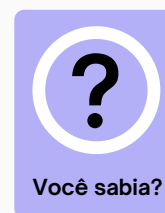
Outros estudantes podem se interessar por temas que não sejam da intenção do professor se aprofundar, mas que gera a curiosidade dos estudantes. Nesse sentido, o professor pode se sentir bem sucedido por ter estimulado o protagonismo e autonomia dos estudantes, o que pode contribuir para toda a sala a expandir seus conhecimentos. Esse interesse é muito positivo, mas pode ser interpretado pelo docente tradicional, que tal tema, embora seja de relevância, não está dentro do seu planejamento.

Acreditamos que, desde que os conceitos base estejam contemplados na temática, vale a pena o docente se engajar na temática proposta pelo discente. Caso seja um tema que não está dentro dos conhecimentos já adquiridos pelo professor, vale a pena encarar com flexibilidade e estar aberto a novos conhecimentos, já que pela perspectiva freireana, o professor também pode aprender com o estudante. Por ter mais autonomia, mais vivência e maior maturidade intelectual, ainda não sabendo de forma profunda a temática, o docente pode ser parceiro de trabalho do estudante e inclusive orientá-lo rumo a novos conhecimentos.

Os temas podem ser diversos, contudo, como os três momentos pedagógicos vêm de uma metodologia baseada na pedagogia freireana, é importante que os estudantes tenham um posicionamento político, que possam discutir a realidade em que vivem e, inclusive, pensar em meios para transformação da sua condição social. Assim, não somente estamos interessados no conteúdo, mas em uma educação transformadora e emancipadora.

Para tanto, dentre os temas diversos que o estudante escolher, o professor pode se deparar com diversas situações que desconhece. Queremos ressaltar que isso não pode ser um problema. O professor não precisa saber tudo, não defendemos uma educação bancária. Pelo contrário, esperamos que a postura do professor seja aquela que permite, direciona a atividade do aluno, e se prontifica a saber mais, auxiliando o estudante a compreender até mesmo aquilo que o docente não sabe. O docente pode aprender também com o aluno, sendo seu parceiro de trabalho.

Sugerimos aqui, com o intuito de exemplificar esse terceiro momento, que a aplicação do conhecimento se desenvolva com o tema da Fibra Óptica. Essa temática envolve o entendimento da Lei de Snell-Descartes e o princípio da reflexão interna total, representando um bom exemplo de aplicação tecnológica para ser desenvolvido no terceiro momento da presente proposta.



A fibra óptica é um tipo de cabo, de material dielétrico (ROMANINI, 2018), mais comum que seja de vidro ou plástico, utilizado para transmissão de luz e de dados que envia informação de um ponto a outro.

Outro fator que é relevante neste tema, é que a fibra óptica é uma tecnologia utilizada nas comunicações modernas, sendo de grande importância no mundo. Na vida tanto de videntes, quanto de pessoas com deficiências da visão, essa tecnologia está presente, pois ela não precisa ser vista para ser utilizada. Além disso, a fibra óptica envolve os conceitos de reflexão e refração, estudados ao longo do segundo momento.

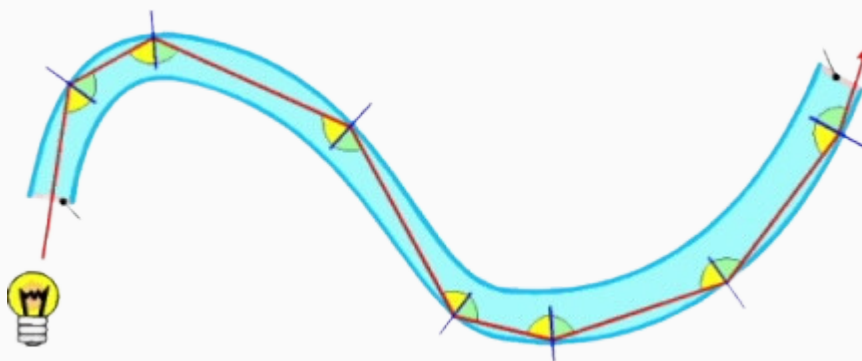
Para sempre fomentar o diálogo, que é importante para a alfabetização científica e tecnológica dos estudantes, seria interessante o professor pedir para que os estudantes pesquisem os pontos positivos e negativos relacionados à utilização da fibra óptica no nosso cotidiano. Ou seja, será que a fibra óptica realmente é relevante e segura para transmitir dados com respeito a custo, vantagens, preservação do ambiente, entre outros pontos, em comparação com os cabos de cobre utilizados largamente em nossa sociedade? Como decidir se utilizamos fibra óptica ou cabo de cobre para transmissão de dados?

Notem que, com estas perguntas, estamos incentivando a pesquisa com autonomia e processos decisórios necessários à formação de cidadãos conscientes e responsáveis. Para tanto, pode o professor dividir a turma em três grupos: um para pesquisar os pontos positivos, outro grupo para pesquisar pontos negativos e outro para avaliar a apresentação dos outros grupos, para decidirem qual tecnologia seria mais adequada para o momento histórico em que vivem. Para que haja pesquisa e decisão, é importante que todos da sala consigam entender o funcionamento da fibra óptica.

O princípio de funcionamento da fibra óptica é baseada na reflexão interna total, a luz é emitida para o interior do núcleo da fibra óptica em um ângulo mínimo de incidência, chamado de ângulo crítico medido em relação à interface entre o núcleo e seu revestimento. Tal ângulo permite que a luz sofra sucessivas reflexões internas no interior da fibra óptica sem que ela escape de lá. Ela é formada por um núcleo transparente de alto índice de refração revestido por camadas plásticas transparentes cujos índices de refração são mais baixos que os do núcleo.

Ao chegar ao final da fibra óptica, o feixe de luz é detectado por um receptor que converte-a em sinais elétricos, que podem ser processados e armazenados em outros dispositivos. Desse modo, a fibra óptica é capaz de transmitir informações a longas distâncias, com velocidade muito mais rápida e sem tanta perda de energia como a utilizada por cabos de cobre.

Figura 13: Funcionamento da Fibra óptica



Fonte: Leopoldo Toffoli. Disponível em <https://www.infoescola.com/fisica/fibra-optica>

Os estudantes podem fazer o esquema da Figura 13 no multiplano como atividade, conforme a figura 12. A tentativa pode incluir os alunos com deficiência para avaliar se a figura atingiu o objetivo de aprendizagem. A confecção deste multiplano pelos alunos também merece ser divulgado para outros docentes se inspirarem.

Atualmente, as fibras ópticas são consideradas o meio mais avançado de transmissão de sinal que temos, de forma que sua velocidade pela largura da banda para transmissão de dados, o alcance, a segurança e a resistência, quanto à interferência eletromagnética, a faz superior aos cabos de cobre (ROMANINI, 2018). Além disso, ela pode ser considerada mais sustentável pelo menor consumo de energia, menor custo de materiais e maior vida útil. Isso não significa que esta tecnologia não cause impactos ambientais. Quais seriam, então, os impactos ambientais decorrentes do uso da fibra óptica? Esta seria uma pergunta que pode fomentar controvérsias ao se trabalhar a tomada de decisão.

Dentre os impactos ambientais gerados pela implementação da fibra óptica, está o desmatamento e uso de herbicidas (produtos químicos) para limpeza da vegetação, pela necessidade de instalação de cabos subterrâneos; uso de maquinários que geram emissões de gases prejudiciais ao clima e a saúde. Contudo, essas desvantagens, comparadas a utilização de transmissão de dados por cabos de cobre, gera bem menos impacto ambiental.

Apesar disso, a dificuldade da ampla utilização da fibra óptica está justamente pelo alto custo que necessita ser empregado. A fabricação da fibra óptica envolve materiais caros como a sílica dopada com elementos como fósforo ou germânio, para melhoramento de suas propriedades ópticas. Desse modo, em locais com baixa necessidade de transmissão de dados (e por isso a largura da banda é baixa) ainda os cabos de cobre ganham em viabilidade econômica. Entretanto, em áreas urbanas com alta demanda de largura da banda, pode ser útil o investimento em fibras ópticas, e é o que grandes empresas de telecomunicações têm feito, migrações do cobre para a fibra óptica, em etapas (POSSEBON, 2022).

Sabendo da necessidade de desvelar a realidade pela perspectiva freireana, além de expandir o conhecimento na etapa do terceiro momento, é interessante perguntar: diante da exclusão digital denunciada pelos tempos de isolamento social devido a covid-19, quais têm sido os investimentos públicos para inclusão digital? Quais leis deveriam ser propostas para garantir a inclusão digital da população brasileira? Como a população poderá contribuir para que estas leis sejam propostas? Investimentos em fibra óptica deveria ser o foco do Brasil ou ainda não seria uma prioridade frente a outras urgências?

O terceiro momento também pode acabar por gerar outras problematizações, como por exemplo, no seguinte questionamento: A fibra ótica é a tecnologia mais avançada em comunicação de dados atualmente; contudo, quais são as perspectivas para inovações futuras? Dentre as respostas podem estar estudos que investem na fibra óptica quântica e que poderá ser problematizada, podendo levar, inclusive, a outro “segundo momento”, ou seja, levar à necessidade de entender conceitos da óptica quântica.

Quadro 10 - Ações esperadas para o professor e aluno

Atividades	Papel do aluno	Papel do professor
<p>Pesquisa; Confecção de esquemas sobre a temática adotada no multiplano, para fixação do conhecimento e para os alunos com deficiência acompanharem. Discussão e engajamento de aspectos socio-políticos e econômicos para além dos conceitos. Estímulo do senso crítico e participação social.</p>	<p>Nesta etapa, o aluno precisa ter maior protagonismo. É necessário o engajamento do estudante durante as atividades, sabendo trabalhar em grupo. É importante em todas as atividades dos estudantes, desenvolver sua consciência e empatia, de forma que eles pensem nos colegas deficientes visuais, tentando sempre estabelecer parceria e lidar com as peculiaridades de cada integrante do grupo.</p>	<p>Estimular a autonomia e protagonismo dos discentes. Ser parceiro de trabalho e orientador da temática. Fomentar o diálogo, por meio de questionamentos, Direcionar as interações para a aprendizagem. Estimular a integração dos estudantes com e sem deficiência visual. Incitar a visualização social, política, econômica e epistemológica dos temas envolvidos.</p>

Fonte: Autoria própria

4

Considerações finais

Este e-book foi realizado com o objetivo de favorecer um maior aproveitamento das aulas de Física pelos estudantes com deficiência visual, com foco voltado para o conteúdo de Óptica Geométrica, de forma que estes possam participar ativamente das atividades com os demais estudantes em sala de aula.

Consideramos importante refletir sobre o quanto nosso processo educacional privilegia a aprendizagem visual. Essa cultura coloca os estudantes deficientes visuais em situação de desvantagem em relação aos demais, desconsiderando suas limitações, dificuldades e o direito de todos de aprender. Além disso, essa realidade evidencia a necessidade de pensarmos em propostas pedagógicas que fortaleçam ações inclusivas.

Conforme demonstrado neste recurso, buscamos trazer um olhar diferenciado para as estratégias didáticas que envolvem o ensino de Física, tendo em vista a importância de sua atuação realmente ser inclusiva, contemplando a diversidade, transcendendo uma abordagem limitada às referências visuais. Portanto, é possível, sim, desenvolver uma prática utilizando recursos tanto visuais, quanto não visuais, explorando outros sentidos para que o estudante possa aprender Física, a partir de metodologias e recursos adequados às suas especificidades.

Por isso, buscamos abordar como os conceitos da Física podem ser desenvolvidos, levando em conta a sua diversidade sensorial, pois como ratifica Camargo (2016), é fundamental pensar no processo ensino/aprendizagem de Física com fundamentação em múltiplas percepções. Esse entendimento não é condição apenas para incluir alunos com deficiência visual, mas mostra-se fundamental para a construção de significados físicos por todos os discentes.

Assim, a Sequência Didática aqui apresentada busca contribuir com o planejamento dos professores de Física do Ensino Médio, na da sala de aula comum, com sugestões sobre como lecionar Óptica Geométrica para alunos deficientes visuais e videntes, numa perspectiva inclusiva. No processo de construção deste e-book, identificamos como o uso do multiplano geométrico poderá auxiliar, incitando uma aprendizagem mais dinâmica e efetiva para todos estudantes, na medida que permite a demonstração tátil de vários conceitos. Com isso, os estudantes conseguem desenvolver as suas habilidades e o docente poderá inserir outros experimentos para auxiliar na compreensão dos conteúdos.

Apesar da Sequência Didática ser voltada para os(as) professores(as) de Física, sua utilização também se estende aos professores(as) da sala de recurso, sendo possível ajustar sua aplicação, conforme o contexto escolar.

Vale ressaltar que na SD foi utilizada a metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (3MP), a qual possibilita trilhar caminhos únicos, conforme questionamentos, trocas de experiências, participação e interação, próprias de cada espaço educativo, valorizando as peculiaridades e enfoques de cada grupo. Assim, podemos aproximar e dialogar os conteúdos com a realidade dos estudantes, enriquecendo de forma ímpar o processo de ensino-aprendizagem e oportunizando a vivência de uma proposta educativa dialógica e inclusiva.

Logo, desejamos que as propostas aqui sugeridas contribuam para as reflexões em torno da inclusão dos estudantes deficientes visuais no ambiente escolar e possibilitem práticas pedagógicas inclusivas e acolhedoras, que abracem a todos os sujeitos.

Sobre a experiência de construir um ebook

A experiência neste projeto foi muito proveitosa. Desenvolver um produto para esse público abriu minha mente para o fato de que a física pode e deve ser ensinada utilizando diversos métodos e estratégias multissensoriais, e não somente de forma tradicional.

Mateus Rodrigues



”

A colaboração na criação desse e-book foi algo novo e interessante, pois através dele, pude pensar em novas formas de visualizar o ensino de Física.

Tailane de Souza

A experiência de realizar a construção de um e-book educacional foi extremamente proveitosa e enriquecedora. Ficou evidenciada a importância de trazer materiais que visam a inclusão e disseminar, ainda mais, o conhecimento de Ciência para todos os públicos.

Armando do Egypto



Participar do projeto foi gratificante e enriquecedor, sobretudo por ressaltar a importância do material inclusivo, deixando enfatizado que todos são capazes, apesar das limitações. Foi um trajeto de suma importância para nossa formação; não foi fácil, mas foi finalizado com total apoio dos professores e alunos.

Gabrielly Stefane



Referências

BIANCHI, Cristina; RAMOS, Kim; BARBOSA-LIMA, Maria da Conceição. **Conhecer as cores sem nunca tê-las visto. Ensaio.** Belo Horizonte, v. 18, n. 01, p. 147-164, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/Mcgvk9wCRBw5jHMTjxPMWgs/abstract/?lang=pt#>. Acesso em: 12 dez. 2022.

BRASIL. **Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica.** Resolução CNE/CEB nº 4, de 2 de outubro de 2009.

BRASIL. **Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular.** Brasília: MEC/ Secretaria de Educação Básica, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 23 out. 2019.

CAMARGO, Eder Pires de et al. **Como ensinar óptica para alunos cegos e com baixa visão? Física na Escola,** São Paulo, v. 9, n. 1, p. 20-25, maio 2008. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol9/Num1/optica-para-cegos.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2022.

_____. **Saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de física** [online]. Editora UNESP, São Paulo: Disponível em: 2012. <https://static.scielo.org/scielobooks/zq8t6/pdf/camargo-9788539303533.pdf>. Acesso em: 11 de abril de 2023

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos.** Colaboração Antônio Fernando Gouvêa da Silva. 5 ed. São Paulo: Cortez, 2018.

FREIRE, Paulo. **Extensão ou comunicação?** 5e. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1980.

_____, P. **Pedagogia do oprimido.** 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

LIBÂNEO, J. Carlos. **Didática.** Coleção Magistério 2º Grau. Série formação de professores. 1ª reimpressão. São Paulo: Cortez, 1991.

POSSEBON, S. **Migração do cobre para a fibra é mais um desafio para fim das concessões de telefonia fixa. Teletime 25 anos.** Disponível em: <https://teletime.com.br/21/12/2022/migracao-do-cobre-para-a-fibra-e-mais-um-desafio-para-fim-das-concessoes-de-telefonia-fixa/>. Acessado em 13 de março de 2023.

RODRIGUES, A. J. **Contextos de aprendizagem e integração/inclusão de alunos com necessidades educativas especiais.** In: RIBEIRO, M.L.S.; BAUMEL, R.C.R. (Org.). Educação Especial - Do querer ao fazer. São Paulo: Avercamp, 2003. p. 13-26.

ROMANINI NERI, Jhony. **Análise de implantação de Internet fibra óptica na Prefeitura de Cruzeiro do Oeste.** 2018. 61f. Monografia (Especialização em Redes de Computadores). Departamento Acadêmico de Informática, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco. Pato Branco, 2018. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/25807/1/PB_ESPRC_III_2019_14.pdf

SANTOS, W. **Deficiência como restrição de participação social: desafios para avaliação a partir da Lei Brasileira de Inclusão.** Ciência coletiva, Rio de Janeiro, v. 21, n. 10, p. 3007-3015, out. 2016.

TOFFOLI, L. Fibra óptica. **InfoEscola: conhecendo e aprendendo.** 2010. Disponível em: <http://www.infoescola.com/fisica/fibra-optica/> Acesso em 13 de março de 2023.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar.** Porto Alegre: ArtMed, 1998.



**INSTITUTO
FEDERAL**
Brasília

Ebook criado com recursos do Edital 24/2021 do Programa de Apoio à Pesquisa Aplicada e Prática Profissional (PAPP) – Edição Especial – Ações Inclusivas.