



Rômulo Monteiro da silva

Dissertação de Mestrado apresentada ao programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – polo UFPA, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Profa. Dra. Simone da Graça de Fraiha
Coorientadora: Profa. Dra. Fátima Nazaré Baraúna Magno

Belém-Pará
Março - 2020



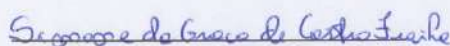
ATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO Mestrado NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA.

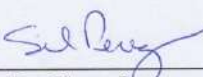
ATA DA 47ª SESSÃO DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE Mestrado INTITULADA "MATERIAL DIDÁTICO PARA O ENSINO DE CONCEITOS BÁSICOS DA ÓPTICA GEOMÉTRICA PARA INCLUSÃO DE ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL" PARA CONCESSÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENSINO FÍSICA, COMO DISPÕE O ARTIGO 33º DO REGIMENTO DO MNPEF, REALIZADA ÀS 10 HORAS DO DIA 13 DE MARÇO DE 2020, NO AUDITÓRIO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA-ENSINO. A DISSERTAÇÃO FOI APRESENTADA DURANTE 40 MINUTOS PELO CANDIDATO ROMULO MONTEIRO DA SILVA, MATRÍCULA Nº 201768870026, DIANTE DA BANCA EXAMINADORA APROVADA PELA SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, ASSIM CONSTITUÍDA: MEMBROS: PROFA. DRA. SIMONE DA GRAÇA DE CASTRO FRAIHA (ORIENTADORA), PROFA. DRA. SILVANA PEREZ (MEMBRO INTERNO) E PROFA. DRA. ANGELA MARIA DOS SANTOS (MEMBRO EXTERNO). EM SEGUIDA, O CANDIDATO FOI SUBMETIDO À ARGÜIÇÃO, TENDO DEMONSTRADO PLENO CONHECIMENTO NO TEMA OBJETO DA DISSERTAÇÃO, HAVENDO À BANCA EXAMINADORA DECIDIDO PELA APROVAÇÃO DA MESMA, E QUE SE PROCEDA NO PRAZO MÁXIMO DE 30 DIAS A VERSÃO FINAL COM AS RECOMENDAÇÕES SUGERIDAS. PARA CONSTAR, FORAM LAVRADOS OS TERMOS DA PRESENTE ATA, QUE LIDA E APROVADA RECEBE A ASSINATURA DOS INTEGRANTES DA BANCA EXAMINADORA E DO CANDIDATO.

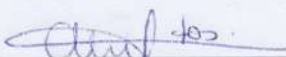
CANDIDATO:



BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dra. Simone da Graça de Castro Fraiha
(Orientadora - MNPEF - UFPA)


Prof. Dra. Silvana Perez
(Membro Interno - MNPEF - UFPA)


Prof. Dra. Angela Maria dos Santos
(Membro Externo - IFPR)

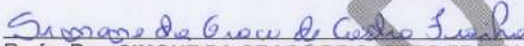
**MATERIAL DIDÁTICO PARA O ENSINO DE CONCEITOS BÁSICOS DA ÓPTICA
GEOMÉTRICA PARA INCLUSÃO DE ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL.**

ROMULO MONTEIRO DA SILVA


Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará (UFPA) em Ensino de Física no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

ORIENTADORA:


Profa. Dra. **SIMONE DA GRAÇA DE CASTRO FRAIHA**
(MNPEF – UFPA)

MEMBRO INTERNO


Profa. Dra. **SILVANA PEREZ**
(MNPEF - UFPA)

MEMBRO EXTERNO


Profa. Dra. **ANGELA MARIA DOS SANTOS**
(IFPR)

Belém - PA
Março - 2020



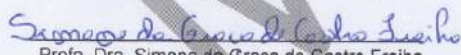
**PARECER DA BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO Mestrado NACIONAL
PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA.**

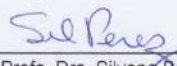
TEMA: "MATERIAL DIDÁTICO PARA O ENSINO DE CONCEITOS BÁSICOS DA ÓPTICA
GEOMÉTRICA PARA INCLUSÃO DE ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL".

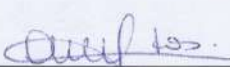
A Banca Examinadora composta pelos Professores: **Dra. Simone da Graça de Castro Fraiha** (Orientadora), **Dra. Silvana Perez** (Membro Interno), e **Dra. Angela Maria dos Santos** (Membro Externo), consideram o candidato **ROMULO MONTEIRO DA SILVA**.

APROVADO

Secretaria do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal do Pará, em 13 de março de 2020.


Profa. Dra. Simone da Graça de Castro Fraiha
(Orientadora - MNPEF - UFPA)


Profa. Dra. Silvana Perez
(Membro Interno - MNPEF - UFPA)


Profa. Dra. Angela Maria dos Santos
(Membro Externo - IFPR)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a)
autor(a)

- M772m Monteiro, Romulo Monteiro da Silva
Material didático para o ensino de conceitos básicos da
óptica geométrica para inclusão de alunos com deficiência
visual / Romulo Monteiro da Silva Monteiro. — 2020.
141 f. : il. color.
- Orientador(a): Prof^ª. Dra. Simone da Graça de Fraiha
Graça
Coorientação: Prof^ª. Dra. Fátima Nazaré Baraúna Magno
Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em
Física, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade
Federal do Pará, Belém, 2020.
1. Deficiência Visual. 2. Ensino de Física. 3. Óptica
Geométrica. I. Título.

“Não se deve ir atrás de objetivos fáceis. É preciso buscar o que só pode ser alcançado por meio dos maiores esforços”.

Albert Einstein

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que foi através dele, que me proporcionou um dos momentos mais felizes da minha vida, como estes momentos tão especiais que estou passando hoje.

A minha família que sempre esteve ao meu lado tanto nos momentos felizes quando nos momentos difíceis de minha vida, em especial aos meus pais, onde a minha amada mãe já falecida, rezava todos os dias pedindo a proteção divina a mim e aos meus irmãos, para que os mesmos conseguissem muitas vitórias ao longo de suas vidas.

A minha esposa Camila Silva e meus filhos, Rômulo Benedito, Ryan Silva e Renato Saldanha, que me incentivaram a prestar o concurso de ingresso no mestrado além de serem as pessoas que estão ao meu lado todos os dias com sua dedicação e carinho com à minha pessoa.

Todo corpo docente da UFPA que, de alguma forma deu sua valiosa contribuição para que pudesse realizar o curso do MNPEF até sua conclusão. A minha orientadora Simone Fraiha que teve extrema paciência comigo, já que obra citada foi feita em exercício de minha profissão que limitava muito o tempo de nossas reuniões. Soma-se a isso sua imensa contribuição no sentido de ampliar significativamente meu leque cultural, resultado do grande conhecimento adquirido com sua pessoa fruto da convivência nesses pouco mais de dois anos.

A professora Fátima Magno, por toda ajuda e contribuindo de forma fundamental na melhoria do texto dessa dissertação.

Ao professor Alúcio Passos, da CoAcess – UFPA, pela orientação na melhoria das maquetes táteis visuais criadas.

A todos meus colegas que direta ou indiretamente contribuíram para as vitórias alcançadas nesse período que estudamos juntos.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Categorização das respostas obtidas por meio do questionário inicial.....	94
Quadro 02: Categorização das respostas obtidas por meio do questionário final.....	101

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1: Espectro eletromagnético.....	34
Figura 3.2: Representação de um Feixe Cônico Convergente.....	35
Figura 3.3: Representação de um Feixe Cônico Divergente.....	35
Figura 3.4: Representação de um Feixe Paralelo.....	35
Figura 3.5: Representação de um Meio Transparente.....	36
Figura 3.6: Representação de um Meio Translúcido.....	36
Figura 3.7: Representação de um Meio Opaco.....	37
Figura 3.8: Representação da Reflexão Regular.....	37
Figura 3.9: Representação de uma Reflexão Irregular.....	38
Figura 3.10: Representação da reflexão e refração.....	38
Figura 3.11: Formação de imagem num espelho plano.....	40
Figura 3.12: Representação de formação de imagem do espelho plano.....	41
Figura 3.13: Representação de um espelho esférico a) côncavo e b) convexo.	41
Figura 3.14: Elementos de um espelho esférico.....	42
Figura 3.15: Raios principais de um espelho côncavo.....	43
Figura 3.16: Representação construção gráfica das imagens no espelho esférico côncavo com o objeto além do centro de curvatura.....	44
Figura 3.17: Representação construção gráfica das imagens no espelho esférico côncavo com o objeto sobre o centro de curvatura.....	44
Figura 3.18: Representação construção gráfica das imagens no espelho esférico côncavo com o objeto entre o centro de curvatura e o foco.....	45
Figura 3.19: Representação construção gráfica das imagens no espelho esférico côncavo com o objeto no plano focal.....	45
Figura 3.20: Representação construção gráfica das imagens no espelho esférico côncavo com o objeto entre o foco e o vértice.....	46
Figura 3.21: Representação construção gráfica das imagens no espelho esférico convexo.....	46
Figura 3.22: Construção de imagem no espelho côncavo, com as especificações das distancias focal (f), do objeto ao espelho (p) e da imagem ao espelho (i).....	47
Figura 3.23: Representação de lentes divergentes e convergentes.....	48
Figura 3.24: Representação da classificação das lentes.....	48

Figura 3.25: Elementos de uma lente delgada.....	49
Figura 3.26: Representação dos raios particulares numa lente convergente....	50
Figura 3.27: Representação construção geométrica de imagens de lentes convertes com o objeto a esquerda do ponto antiprincipal da lente.....	51
Figura 3.28: Representação construção geométrica de imagens de lentes convergentes com o objeto sobre o ponto antiprincipal objeto da lente.....	51
Figura 3.29: Representação construção geométrica de imagens de lentes convergentes com objeto entre o ponto antiprincipal objeto e o foco principal objeto da lente.....	52
Figura 3.30: Representação construção geométrica de imagens de lentes convergentes com objeto sobre o foco principal objeto da lente.....	53
Figura 3.31: Representação construção geométrica de imagens de lentes convergentes com objeto entre o foco principal objeto e o centro óptico da lente.....	53
Figura 3.32: Representação construção geométrica de imagens de lentes divergente.....	54
Figura 3.33: Construção da imagem de um objeto colocado no foco F de uma lente convergente.....	54
Figura 5.1: Maquete representativa de um Raio de Luz.....	61
Figura 5.2: Maquetes representativas dos Feixes de Luz.....	62
Figura 5.3: Maquetes representativas dos Tipos de meio.....	63
Figura 5.4: Maquetes representativas dos Tipos de Reflexão.....	64
Figura 5.5: Maquete representativa de uma Refração.....	64
Figura 5.6: Maquete representativa de um espelho plano.....	65
Figura 5.7: Maquete representativa de formação de imagem do espelho plano.....	66
Figura 5.8: Maquete representativa de um espelho esférico côncavo.....	66
Figura 5.9: Maquetes representativas dos raios particulares do espelho esférico côncavo.....	67
Figura 5.10: Maquetes representativas da construção gráfica das imagens no espelho esférico côncavo.....	68
Figura 5.11: Maquete representativa de um espelho esférico convexo.....	69

Figura 5.12: Maquete representativa construção gráfica das imagens no espelho esférico convexo.....	69
Figura 5.13: Maquetes dos tipos de lentes.....	70
Figura 5.14: Maquetes representativas da classificação das lentes.....	70
Figura 5.15: Maquetes representativas dos raios particulares de uma lente convergente.....	71
Figura 5.16: Maquete representativa construção geométrica de imagens de lentes convergentes com o objeto a esquerda do ponto principal da lente.....	72
Figura 5.17: Maquete representativa construção geométrica de imagens de lentes convergentes com o objeto sobre o ponto principal objeto da lente.....	72
Figura 5.18: Maquete representativa construção geométrica de imagens de lentes convergentes com objeto entre o ponto principal objeto e o foco principal objeto da lente.....	73
Figura 5.19: Maquete representativa construção geométrica de imagens de lentes convergentes com objeto sobre o foco principal objeto da lente.....	73
Figura 5.20: Maquete representativa construção geométrica de imagens de lentes convergentes com objeto entre o foco principal objeto e o centro óptico da lente.....	74
Figura 5.21: Maquete representativa construção geométrica de imagens de lentes divergente.....	74
Figura 5.22: Utilização de partes do produto educacional.....	76
Figura 5.23: Aplicação do produto numa escola pública do interior do estado do Pará.....	77
Figura 5.24: Maquetes trabalhadas na Aula 1.....	79
Figura 5.25: Aplicação do produto (aula 1) na escola pública do interior do estado do Pará.....	80
Figura 5.26: Maquetes trabalhadas na Aula 2.....	81
Figura 5.27: Aplicação do produto (aula 2) na escola pública do interior do estado do Pará.....	82
Figura 5.28: Maquetes trabalhadas na Aula 3.....	83

Figura 5.29: Aplicação do produto (aula 3) na escola pública do interior do estado do Pará.....	84
Figura 5.30: Aplicação do produto (aula 4) na escola pública do interior do estado do Pará.....	85
Figura 5.31: Aplicação do produto (aula 4) na escola pública do interior do estado do Pará.....	86
Figura 5.32: Aplicação do aparato experimental apenas para a aluna com DV.....	87

RESUMO

MATERIAL DIDÁTICO PARA O ENSINO DE CONCEITOS BÁSICOS DA ÓPTICA GEOMÉTRICA PARA INCLUSÃO DE ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL

Rômulo Monteiro da Silva

Orientadora:

Pro. Dra. Simone da Graça de Castro Fraiha

Coorientadora:

Profa. Dra. Fátima Nazaré Baraúna Magno

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará (UFPA) no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Este trabalho tem como objetivo apresentar um Produto Educacional no ensino de Física relacionado a Óptica Geométrica para a inclusão de alunos não videntes no ensino regular da Educação Básica. Para isto, elaborou-se um material didático para o ensino de Óptica Geométrica que aborda a Introdução à Óptica, Espelhos planos, Espelhos esféricos e Lentes de Óptica Geométrica, que foi aplicado em um colégio de Ensino Médio, em uma turma do terceiro ano do ensino regular, turno matutino, no Município de Vigia, em uma escola que possui alunos com deficiência visual, onde todos os discentes, videntes e não videntes, terão acesso ao que está sendo ensinado pelo professor. Os docentes terão um material de baixo custo para testar o ensino-aprendizagem destes discentes. A aplicação desse produto foi estruturada em quatro aulas: a primeira aula vai ser a parte introdutória à Óptica Geométrica, a segunda sobre espelho plano, a terceira aula sobre espelho esférico côncavo e convexo e, finalmente, a quarta aula versará sobre lentes. A dinâmica das aulas abordará as características e formação de imagens, as propriedades dos espelhos planos, igualmente, com suas características e formação de imagens de espelhos esféricos, um côncavo e de outro convexo, e das lentes. A elaboração das atividades apoiou-se em aulas expositivas usando o projetor de imagens para alunos videntes, e a utilização dos materiais didáticos adaptados para alunos não videntes, com a participação do professor assistente da classe especial. Desta forma, haverá maior integração em sala de aula entre professor e alunos, tanto videntes quanto os não videntes, o que proporcionará aos discentes condições para a aprendizagem dos fenômenos estudados, melhorando a qualidade e o maior interesse destes estudantes no ensino de Física. Em relação à metodologia, o trabalho apresentado caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa e quantitativa orientada pelo professor na aplicação deste produto. Para a realização de análises qualitativas e quantitativas serão aplicados questionários elaborados pelo professor. Através das análises dos dados coletados será possível a elaboração de estratégias e hipóteses para a resolução de problemas, com a melhoria dos materiais adaptados e a conseqüente facilitação do ensino inclusivo.

Palavras-chave: Ensino de Física, Deficiência Visual, Óptica Geométrica

ABSTRACT**DIDACTIC MATERIAL TO TEACHING BASIC CONCEPTS OF GEOMETRIC OPTICS FOR INCLUSION OF VISUALLY IMPAIRED STUDENTS.**

Rômulo Monteiro da Silva

Advisor:

Dra. Simone da Graça de Castro Fraiha

Dra. Fátima Nazaré Baraúna Magno

Master's dissertation submitted to the graduate program of the Federal University of Pará in National Master's degree and Professional in Physics Chemistry as part of necessary requirements to obtain master Physics Chemistry title.

This work aims to present an Educational Product in the teaching of Physics related to Geometric Optics for the inclusion of non-sighted students in regular Basic Education. For this purpose, a didactic material for the teaching of Geometric Optics was elaborated that addresses the Introduction to Optics, Flat mirrors, Spherical mirrors and Lenses of Geometric Optics, which was applied in a high school, in a third year class. regular education, morning shift, in the Municipality of Vigia, in a school that has visually impaired students, where all students, seers and non-seers, will have access to what is being taught by the teacher. Teachers will have low-cost material to test the teaching-learning of these students. The application of this product was structured in four classes: the first class will be the introductory part to Geometric Optics, the second on flat mirror, the third class on concave and convex spherical mirror and, finally, the fourth class will deal with lenses. The dynamics of the classes will address the characteristics and formation of images, the properties of flat mirrors, equally, with their characteristics and image formation of spherical mirrors, one concave and the other convex, and the lenses. The elaboration of activities was supported by expository classes using the image projector for visionary students, and the use of didactic materials adapted for non-visionary students, with the participation of the assistant professor of the special class. Thus, there will be greater integration in the classroom between teacher and students, both seers and non-seers, which will provide students with conditions for learning the studied phenomena, improving the quality and the greater interest of these students in teaching Physics. Regarding the methodology, the work presented is characterized as a qualitative and quantitative research guided by the teacher in the application of this product. For conducting qualitative and quantitative analyzes, questionnaires prepared by the teacher will be applied. Through the analysis of the collected data, it will be possible to develop strategies and hypotheses for solving problems, with the improvement of adapted materials and the consequent facilitation of inclusive education.

Keywords: Physic Chemistry, Visual Impairment, Geometric optic

Sumário

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	16
CAPÍTULO 2 – REFERENCIAL TEÓRICO DA PESQUISA.....	25
2.1- VYGOTSKY	25
2.2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE ALGUNS TRABALHOS DE ÓPTICA GEOMÉTRICA NUM PROCESSO INCLUSÃO NA ÁREA DA FÍSICA	30
CAPÍTULO 3 - CONCEITOS BÁSICOS DA ÓPTICA GEOMÉTRICA E O USO DE MAQUETES TÁTEIS-VISUAIS	34
3.1. CONCEITOS INICIAIS DA ÓPTICA GEOMÉTRICA E DE LUZ.....	34
3.1.1 Meio Transparente, Meio Translúcido e Meio Opaco.....	35
3.1.2. Reflexão Regular.....	37
3.1.3 Reflexão difusa.....	37
3.1.4 Refração.....	38
3.1.5 Leis da Reflexão e Refração	38
3.1.6 Espelho Plano	39
3.1.7 Formação de imagem do espelho plano	39
3.2 ESPELHO ESFÉRICO	41
3.2.1 Espelho esférico convexo.....	Erro! Indicador não definido.
3.2.2 Raios principais do espelho côncavo e elementos de um espelho esférico.	42
3.2.3 Construção gráfica das imagens no espelho esférico côncavo.....	43
3.2.4 Construção gráfica das imagens no espelho esférico côncavo, com objeto sobre o centro de curvatura.....	44
3.2.5 Construção gráfica das imagens no espelho esférico côncavo, com objeto entre o centro de curvatura e o foco.....	44
3.2.6 Construção gráfica das imagens no espelho esférico côncavo, com objeto no plano focal.....	45
3.2.7 Construção gráfica das imagens no espelho esférico côncavo, com o objeto entre o foco e o vértice.....	46
3.2.8 Construção gráfica das imagens no espelho esférico convexo.....	46
3.3 LENTES CONVERGENTES E DIVERGENTES	47

3.3.1 Classificação das lentes convergentes e divergentes	48
3.3.2 Raios luminosos particulares das lentes	49
3.3.3 Construção geométrica de imagens de lentes convergentes, com o objeto à esquerda do ponto antiprincipal objeto da lente.....	50
3.3.4 Construção geométrica de imagens de lentes convergentes, com o objeto sobre o ponto principal objeto da lente.....	51
3.3.5 Construção geométrica de imagens de lentes convergentes, com o objeto entre o ponto principal objeto e o foco principal objeto da lente.....	52
3.3.6 Construção geométrica de imagens de lentes convergentes, com objeto sobre o foco principal objeto da lente.....	52
3.3.7 Construção geométrica de imagens de lentes convergentes, com objeto entre o foco principal objeto e o centro óptico da lente	53
3.3.8 Construção geométrica de imagens de lentes divergentes.....	53
CAPÍTULO 4 - METODOLOGIA DE PESQUISA	49
CAPÍTULO 5 - PRODUTO EDUCACIONAL.....	60
5.1 APLICAÇÃO DO MATERIAL DIDÁTICO E DA PARTE EXPERIMENTAL DO PRODUTO	76
5.1.1Evolução no aprendizado	87
CAPÍTULO 6 - APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	89
6.1 QUESTIONÁRIO INICIAL	89
6.1.1. ANÁLISE GERAL DO QUESTIONÁRIO INICIAL.....	94
6.2 QUESTIONÁRIO FINAL.....	96
6.2.1 ANÁLISE GERAL DO QUESTIONÁRIO FINAL	101
CAPÍTULO 7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	104
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	109
Apêndice A – Produto Educacional: MATERIAL DIDÁTICO PARA O ENSINO DE CONCEITOS BÁSICOS DA ÓPTICA GEOMÉTRICA PARA INCLUSÃO DE ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL.....	116

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

Em minha experiência de mais de onze anos como professor de Física de Ensino Médio, pude perceber que este trabalho acadêmico se constitui-se em um grande desafio para qualquer docente. Trabalhar com discentes adolescentes já é desafiador e, desde 2007 o desafio ampliou-se ao passar a lecionar Física para alunos do Ensino Médio regular tendo em sala de aula alunos com deficiência visual. Considero esse desafio de ensinar ainda maior, porque a disciplina de Física carrega o estigma de ser uma matéria difícil.

Cada vez mais professores do Ensino Médio deparam-se com desafios em sua rotina de como ensinar para pessoas com deficiência visual, em um processo de inclusão no ambiente escolar. Mazzotta (2005), buscando na história da educação informações significativas sobre o atendimento educacional aos alunos com deficiência visual, constatou que, até o século XVIII, havia omissão da sociedade em relação à organização de serviços para atender às necessidades individuais específicas desse grupo.

No Brasil, a inclusão começou a ser analisada no contexto escolar em 1996 pela Lei de Diretrizes e Bases (LDB) (BRASIL, 1996) que determina a inclusão de alunos especiais em turmas regulares, que garanta infraestrutura de apoio especializado na escola regular para atender as necessidades peculiares de cada aluno. Com exceção de poucos casos, em que devido a certas condições específicas de alguns alunos, que os impeçam de serem integrados em sala de aula regular, estes devem ser atendidos em escolas especializadas.

De acordo com a Constituição da República Federativa do Brasil, a educação é um direito de todos, devendo permitir o pleno desenvolvimento da pessoa, tanto para o exercício da cidadania quanto para a continuidade dos estudos e qualificação para o trabalho (BRASIL, 1988). Tradicionalmente, a educação especial organizou-se e atuou socialmente como atendimento educacional especializado substitutivo ao ensino comum; entretanto, no decorrer da última década, após diversos decretos, resoluções, entre outros documentos oficiais, a educação especial perdeu o caráter substitutivo, passando a integrar a proposta pedagógica da escola regular. Assim, o inciso III do Art. 208 da Constituição Brasileira refere-se ao atendimento educacional especializado aos sujeitos com deficiências, preferencialmente na rede regular de ensino.

O Ministério da Educação (MEC) estabeleceu como uma das diretrizes da Educação Especial apoiar o sistema regular de ensino para a inserção dos sujeitos com necessidades especiais, e dar prioridade quando do financiamento a projetos institucionais que envolvam ações de integração. Esta mesma definição foi posteriormente reforçada no texto da **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional** (BRASIL, 1996), nas Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica (CNE/CEB, 2001) e na recente Lei Nº 12.796/2013, como pode ser constatado pelo texto do Parágrafo Único de seu Art. 60:

O poder público adotará, como alternativa preferencial, a ampliação do atendimento aos educandos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades ou superdotação na própria rede pública regular de ensino, independentemente do apoio às instituições previstas neste artigo (BRASIL, 2013).

Mesmo com essas resoluções os estudantes com deficiência não estão totalmente inseridos em um ambiente escolar regular, pois uma das barreiras que tem se revelado na efetivação de uma política educacional de inclusão é a falta de preparo dos professores, seja em sua formação inicial ou continuada. Sobre a formação inicial de professores com vistas às práticas de ensino inclusivas, Rodrigues (2008, p.11) considera que ao longo da graduação e em cada disciplina deveriam ser contemplados conteúdos, aqui compreendidos como conhecimentos, procedimentos e valores, facilitadores a uma futura atuação profissional inclusiva. No que se refere ao ensino de Física, essas mudanças pressupõem ações docentes que não restrinjam os processos de ensino e de aprendizagem à exploração majoritária da visão e da audição, em outras palavras, que não se restrinjam à oralidade e escrita por parte do professor e à passividade por parte dos alunos.

O Presidente da República, no uso da atribuição que lhe confere o art. 84, inciso IV, da Constituição, e tendo em vista o disposto nas Leis n 10.048, de 8 de novembro de 2000, e 10.098, de 19 de dezembro de 2000, decreta no capítulo II, inciso 1º:

Considera-se, para os efeitos deste Decreto: A classificação da deficiência visual tem a seguinte especificação, a cegueira na qual a acuidade visual é igual ou menor que 0,05 no melhor olho, com a melhor correção Óptica; a baixa visão, que significa acuidade visual

entre 0,3 e 0,05 no melhor olho, com a melhor correção Óptica; os casos nos quais a somatória da medida do campo visual em ambos os olhos for igual ou menor que 60o; ou a ocorrência simultânea de quaisquer das condições anteriores. (Brasil, 2004.)

Já, de acordo com o Dicionário Aurélio a palavra “cego” designa uma pessoa que perde a vista. Esse termo é uma definição antiga, pois há uma grande diferença nos termos ser cego e estar cego. Essa questão da pessoa por um instante perder a visão, há uma adaptação do organismo e da mente, pois há um nível de adaptação muito pequeno, tendo uma sensação de fragilidade, já que o corpo e a mente esperam que tudo volte ao normal. Quando uma pessoa perde a visão permanente, o estado de espera também se configura. Isso ocorre pelo fato de que enxergar sempre foi uma situação normal para quem o fez até aquele momento; estar desprovido da visão é que se faz novo.

Nesse sentido, os alunos com algum tipo de deficiência, muitos cegos não se acham com deficiência visual, igual aos surdos, portanto, talvez fosse importante diferenciar as classes como citado anteriormente, parecem estar fadados ao fracasso em qualquer ambiente escolar. Anotações no caderno, textos transcritos na lousa, provas escritas, medições, entre outras, sentenciam o aluno com deficiência visual à não socialização (MANTOAN, 2002).

É perceptível que estudantes com deficiência visual apresentam dificuldades com a sistemática do ensino de Física, visto que a mesma quase sempre, fundamenta-se em referenciais funcionais visuais (MASINE, 2002), apesar dos outros sentidos serem de grande importância para a observação e compreensão do mundo físico (CAMARGO *et al.* 2001).

Em termos médicos, o Instituto Benjamin Constant (2019), esclarece que a delimitação do grupamento de deficientes visuais, “cegos” e “portadores de visão subnormal”, dá-se por duas escalas oftalmológicas: acuidade visual, aquilo que se enxerga a determinada distância e campo visual, a amplitude da área alcançada pela visão. Diversamente do que poderíamos supor, o termo cegueira não é absoluto, pois reúne indivíduos com vários graus de visão residual. Ele não significa, necessariamente, total incapacidade para ver, mas, isso sim, prejuízo dessa aptidão a níveis incapacitantes para o exercício de tarefas rotineiras.

Falamos em 'cegueira parcial' (também dita legal ou profissional). Nessa categoria estão os indivíduos apenas capazes de “contar dedos” a curta distância e os que só “percebem vultos”. Mais próximos da cegueira total, estão os indivíduos que só têm “percepção” e “projeção luminosa”. No primeiro caso, há apenas a distinção entre claro e escuro; no segundo (projeção), o indivíduo é capaz de identificar também a direção de onde provém a luz. Já a cegueira total ou simplesmente “amaurose”, pressupõe completa perda de visão, ou seja, a visão é nula, isto é, nem a percepção luminosa está presente. No jargão oftalmológico, usa-se a expressão 'visão zero' (CONDE, 2019).

Ainda, segundo o Instituto Benjamin Constant, pedagogicamente, delimita-se como cego aquele que, mesmo possuindo visão subnormal, necessita de instrução em Braille, sistema de escrita por pontos em relevo, e como portador de visão subnormal aquele que lê tipos impressos ampliados ou com o auxílio de potentes recursos ópticos.

A montagem de um experimento de Física, por exemplo, pode levar pessoas sem deficiência a experimentar dificuldades e limitações da mesma forma que as pessoas deficientes visuais enfrentam no seu dia a dia, ao depararem-se com condições sociais inadequadas e produzidas para pessoas sem deficiência visual. Em outras palavras, há pessoas sem deficiências legalmente definidas e reconhecidas, que experimentam mais limitações e desvantagens na vida social que as pessoas cegas. O centro da discussão passa pela capacidade de adaptação que todos nós temos ao enfrentar uma situação nova em nossa vida.

Sendo assim, não se deve entender a visão como principal órgão que contribui sensorialmente para que haja uma aprendizagem; como exemplo disso, podemos citar o inventor da escrita Braille, Louis Braille, e o Prof. Doutor Eder Pires de Camargo que é doutor em ensino de física e que possui inúmeros trabalhos nessa área, e que também é cego.

Portando, a formação oferecida nas instituições é voltada à uma escola onde teoricamente existam apenas alunos tidos como “normais”, excluindo, portanto, um número cada vez maior de alunos com algum tipo ou grau de deficiência. Esse cenário aos poucos vem mudando, a Lei nº 9.394/96, Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), de 20 de dezembro de 1996

e com a influência da Declaração de Salamanca (UNESCO, 1994) nos aponta que:

(...) as crianças e jovens com necessidades educativas especiais devem ter acesso às escolas regulares, que a elas devem se adequar através de uma pedagogia centrada na criança, capaz de ir ao encontro destas necessidades, (...) adotar como matéria de lei ou como política o princípio da educação inclusiva, admitindo todas as crianças nas escolas regulares, a não ser que haja razões que obriguem a proceder de outro modo.

Com essa política de inclusão, promove uma socialização e quebra de barreiras, mas também promove uma nova preocupação, pois será que essa inclusão realmente está acontecendo? Os professores que recebem esses alunos nas salas de aula, obtêm também apoio e orientação de como proceder com essa pluralidade? Há mais de dez anos percebe-se que dentro da rede pública o apoio cresce, mas ainda está muito aquém do necessário.

O processo de inclusão fornece um ensino adaptado às diversas diferenças e dificuldades encontradas, os professores que atuam na sala de aula necessitam estar capacitados para atuarem juntamente com todos esses alunos. A implantação da educação inclusiva sofre um dos maiores entraves justamente nesse quesito. Professores com pouca ou nenhuma formação específica para trabalhar com alunos deficientes visuais recebem cada vez mais alunos com essa realidade, ou seja, essa formação incompleta certamente acarreta um sério problema na implantação de políticas desse tipo (TOLEDO, 2009).

De acordo com uma pesquisa realizada com a opinião dos professores de todas disciplinas do ensino básico a respeito do assunto tratado responderam, que receberam apenas seus conhecimentos recebidos no Curso de Graduação não são suficientes para o desenvolvimento dos processos de conhecimento desses alunos, bem como suas técnicas, seus recursos, seus materiais. Tudo isso leva a uma reflexão sobre a realidade apresentada, e a uma questão básica:

✚ Seria fantasioso imaginar que é possível propiciar conhecimentos de Óptica Geométrica, incluindo a parte experimental, utilizando uma metodologia que utilize um material didático para pessoas não videntes?

De acordo com trabalhos desenvolvidos no ensino de Física para pessoas com deficiência visual e a perspectiva do trabalho de Vygotsky, a resposta para essa questão é não.

Segundo Camargo (2007) é possível ensinar Física a alunos deficientes visuais, desde que algumas precauções sejam tomadas, como o uso de adaptações em equipamentos que levem o aluno a construir significado ao que é estudado através de outros sentidos como tato, som, uso da linguagem Braille, também evitando situações que apenas possam ser vistas como gestos, equações e figuras.

O ensino de Óptica, aborda principalmente a visão como elemento primordial para o ensino e aprendizado utilizando-se projetores e quadro magnético. Para alunos não videntes, torna-se essencial o uso de maquetes táteis visuais do referido assunto para o ensino aprendizado dos mesmos, como cita Camargo.

[...] como boa parte das atividades experimentais de Óptica aborda fenômenos observáveis pela visão, torna-se imprescindível, para estudantes com deficiência visual, a descrição oral detalhada daquilo que o experimento explicita. Por isso, a participação de estudantes com deficiência visual em experimentos ópticos deve se dar em contextos que favoreçam o surgimento de relações interativas entre discentes com e sem deficiência visual e entre discentes e docentes. Também quando possível, é viável a utilização de maquetes que apresentem registros táteis dos fenômenos abordados. (CAMARGO, 2012, p. 86)

Em decorrência disso, o desafio de ensinar Óptica Geométrica para alunos videntes e não videntes em um processo de inclusão, surgiu em decorrência de dois contextos: a) a pouca existência de pesquisas, metodologias e materiais dentro do campo da Óptica Geométrica que contemplem as características e a formação de imagens em espelhos planos, esféricos e lentes, que facilitem as necessidades de inclusão dos alunos videntes e não videntes em um ambiente escolar; e b) a urgência educacional e, principalmente, social na produção desse material didático, para que os docentes de Física o utilize em sala de aula como uma forma de facilitar o ensino e aprendizagem dos alunos e poder, cada vez mais, incluí-los no ambiente educacional.

Segundo dados do censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2010, 18,6% da população brasileira possui algum tipo

de deficiência visual. Desse total, 6,5 milhões apresentam deficiência visual severa, sendo que 506 mil têm perda total da visão (0,3% da população) e 6 milhões, grande dificuldade para enxergar (3,2%). A cada ano, aumenta o número de matrículas dos estudantes com deficiência em salas de aula comum, existe dados do Censo Escolar de 2018, divulgado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), revelam um aumento 33,2% no número de matrículas dos estudantes com necessidades especiais no período entre 2014 a 2018. De acordo com a pesquisa, são 1,2 milhão de alunos com deficiência, altas habilidades e transtornos globais do desenvolvimento. Em 2014, o número chegava a 886.815. Só entre 2017 e 2018, as matrículas aumentaram aproximadamente 10,8%.

Para contextos educacionais, pessoas cegas são as que empregam o Braille, e pessoas com visão parcial são aquelas que usam material impresso. Se o problema de visão pode ser corrigido com óculos, o “defeito” não é considerado uma deficiência visual no sentido educacional (BARRAGA apud KIRK e GALLAGHER, 1987).

Os indivíduos citados estão aptos a aprender qualquer conteúdo ensinado, segundo Leontiev et. al. (1988), mas em linhas gerais, não encontram ou não encontrarão ambientes em condições educativas adaptados para sua aprendizagem em um ambiente escolar (um dos ambientes mais importantes de inclusão para esses alunos).

Portanto, é patente a importância do ensino de física inclusivo (para alunos videntes e não videntes) em ambientes adaptados. Entretanto, não pretendemos fornecer uma “fórmula pronta” no que nos referimos ao ensino de conteúdos de Física a alunos videntes e não videntes, e sim apresentar alguns direcionamentos, já que é a prática de sala de aula que indicará aos seus participantes o “caminho a seguir” em cada caso específico.

Neste sentido, o objetivo desta dissertação de mestrado é apresentar uma sequência didática, para o ensino de conceitos básicos de Óptica Geométrica, (raios, espelhos e lentes) utilizando material e experimento adaptados.

Essa sequência didática tem como objetivo tentar, com o uso desses materiais, uma maior participação de estudantes com deficiência visual nas aulas de Física, mais especificamente, quando da abordagem do conteúdo da Óptica Geométrica.

O trabalho busca enfatizar e explorar o sentido relacionado ao “tato”, ao invés da “visão”. Assim, desenvolve-se um material didático que para a parte teórica foi feito com material de baixo custo e de fácil aquisição, já na parte experimental foi usado um aparato industrial de um plano inclinado adaptado para o experimento de Óptica, mas que pode ser confeccionado com materiais alternativos. Usamos também lentes com características convergentes e divergentes da Óptica Geométrica, para que os alunos possam interagir e manusear este material de estudo favorecendo o ensino e aprendizagem dos mesmos.

Assim, esse material didático, que corresponde ao nosso produto, pode ser confeccionado pelos professores (ou por quem assim desejar) e ser utilizado em sala de aula com alunos videntes ou deficientes visuais.

Muito além da proposta, o foco do trabalho consiste em proporcionar aos estudantes, tanto videntes como não videntes, as potencialidades deste objeto de estudo em um processo inclusivo no ensino aprendido dos mesmos. Assim, aplicou-se esta metodologia numa turma da qual fazia parte uma estudante da Escola Pública de Ensino Médio Bertoldo Nunes, do Município de Vigia de Nazaré, buscando identificar a eficiência e as limitações da proposta no ensino de Física.

Para que o leitor tenha uma melhor percepção desta dissertação de mestrado a mesma encontra-se subdividida e estruturada da seguinte maneira:

Após esta Introdução, no Capítulo 2 apresenta-se uma visão geral dos principais aspectos da teoria de Vygotsky mais especificamente, sobre sua relação com o desenvolvimento cognitivo de pessoas cegas.

No Capítulo 3 – Conceitos iniciais da Óptica Geométrica, estudo dos espelhos planos, esféricos e lentes com sua característica na formação de imagem dos referidos espelhos.

No capítulo 4 apresenta-se a metodologia do trabalho, que consta de um relato da experiência vivenciada nas aulas ministradas. Foram utilizados materiais didáticos adaptados e também experimentos adaptados tendo como objetivo tornar o ensino de conceitos básicos de Óptica Geométrica mais acessível aos alunos com deficiência visual.

O Capítulo 5 – O Produto Educacional, foi realizado com foco em dois momentos, sendo eles: 1) a elaboração de um material didático com uso das habilidades táteis-visuais; e 2) sua aplicação para alunos videntes e não videntes, em uma turma do terceiro ano do ensino médio regular.

O Capítulo 6 – A apresentação e análise dos resultados obtidos neste trabalho.

E por último, o Capítulo 7 com as Considerações Finais.

Assim, espera-se que o leitor possa ter uma ideia abrangente do trabalho desenvolvido e que o trabalho sirva para que os colegas professores utilizem em sala de aula num processo de inclusão no ensino de Física.

CAPÍTULO 2 – REFERENCIAL TEÓRICO DA PESQUISA

2.1- VYGOTSKY

A questão humana em seu desenvolvimento cognitivo é um desafio que norteia uma questão complexa e é parte indispensável no trabalho de qualquer pessoa que vive em um ambiente educacional. Com o desafio de desvendar ou procurar resposta de como se dá o avanço da vida humana, merece uma maior atenção especial por parte dos educadores.

Como sabemos, cada indivíduo possui algumas características em seu processo evolutivo, e para tentar compreender as fases em que ocorre essa evolução foram desenvolvidas várias teorias que buscam, a partir de diferentes metodologias, explicar como de fato acontece esse desenvolvimento humano. Dentre essas teorias destacamos o trabalho do psicólogo russo Lev Semenovitch Vygotsky (1896 - 1934) em quem este trabalho basear-se-á de maneira a fundamentar as reflexões desenvolvidas pois Vygotsky (1997), em sua obra intitulada “Fundamentos de Defectologia”, apresenta vários textos que tratam do desenvolvimento e do ensino de pessoas com deficiência, visando o entendimento da forma de pensamento e da interação dessa pessoa com o meio físico e social. Para Vygotsky a interação social é importante na formação das estruturas mentais. Segundo Cenci,

A deficiência provoca o que chama de “lucração social” (1924/1997), ou seja, toda a vida da pessoa com deficiência, seu papel no meio social (família, escola, trabalho) estaria organizada pelo ângulo da deficiência, de modo a privar a plena participação nesses espaços. A deficiência não modifica apenas a relação do sujeito com o mundo (o meio físico), mas principalmente, a relação com outras pessoas (meio social). (CENCI, 2015, p. 4)

Dessa maneira, o deficiente visual não pode ser visto apenas como uma pessoa que não pode enxergar, que vive na escuridão, que é incapaz e com isso ser privada de um convívio social pleno que possibilite sua real inclusão social. O rótulo é algo altamente danoso para a convivência social saudável e para o desenvolvimento cognitivo das pessoas.

Segundo Vygotsky (1997) os seres humanos interagem com o mundo mediado por ferramentas e signos, sendo a linguagem o sistema de signos mais importante para que o sujeito possa ter um controle sobre suas atitudes e sobre

as dos outros. Nas pessoas com deficiência, a conduta mediada recorre a formas peculiares, às chamadas vias colaterais do desenvolvimento cultural. O ser humano tem uma visão equivocada de como um deficiente “aprende”, pois é diferente de uma pessoa sem deficiência.

Para Vygotsky o funcionamento psicológico das pessoas com deficiência obedece às mesmas leis, embora com uma organização distinta das pessoas sem deficiência, porém devemos pensar na influência exercida pelo meio no processo ensino-aprendizagem, o que nos leva a questionar se o ambiente no qual o aluno deficiente visual está inserido influencia no processo de aprendizagem. No entanto, Vygotsky critica fortemente às formas de segregação social e educacional impostas às pessoas com deficiência.

Para Costa (2006, p. 235), “Vygotsky considera que a deficiência, defeito ou problema, ainda não constituiriam, em si, um impedimento para o desenvolvimento do indivíduo”. Sobre a compensação biológica para pessoas com deficiência visual, o tato e a audição estão atrelados a cegueira. Para Vygotsky, não existe essa compensação, e a alternativa de desenvolvimento dá-se pela compensação social.

Sobre a obra de Vygotsky acerca das pessoas com deficiência, Nuernberg (2008) afirma que:

(...) as reflexões de Vygotsky sobre a educação da pessoa com deficiência, embora tecidas em um contexto histórico e cultural completamente distinto do mundo contemporâneo, trazem à tona pistas concretas para a implementação de experiências educacionais que favoreçam a autonomia e a cidadania das pessoas com deficiência (p. 314).

Nesse sentido, Coelho, Barroco e Sierra (2011) ressaltam que para Vygotsky:

(...) qualquer deficiência, física ou mental, modifica a relação do homem com o mundo e influencia as relações com as pessoas, ou seja, a limitação orgânica se mostra como uma “anormalidade social da conduta”. Contudo, não é a diferença biológica o principal fator que implica em desenvolvimento limitado ou em não desenvolvimento da pessoa com deficiência, afinal esta é tida sob diferentes modos e valoração em conformidade com as especificidades de cada sociedade. O impedimento que pode se apresentar é em primeiro lugar de ordem social, ou seja, depende de como dada sociedade concebe a pessoa sob tal condição (p. 3).

Além disso, o aluno deficiente necessita da interação social que se manifesta por meio da linguagem, principalmente tratando-se do processo de ensino e aprendizagem que ocorre no ambiente escolar, ou seja, do processo de significação e ressignificação do sujeito mais capaz com o professor e até mesmo o próprio colega, o que está de acordo com Vygotsky.

Para Vygotsky não é o sujeito quem se adapta ao meio, o sujeito adapta o meio para si. Em outras palavras, segundo suas necessidades ele transforma o meio. Ao fazer isto, o meio também o transforma. Ou seja, para Vygotsky, a conquista de novas aprendizagens é responsável por promover o desenvolvimento do ser humano.

Já a respeito da compensação social de acordo com Nuernberg (2008, p. 309), “a compensação social a que se refere Vygotsky consiste, sobretudo, numa reação do sujeito diante da deficiência, no sentido de superar as limitações com base em instrumentos artificiais, como a mediação simbólica”, fazendo com que a educação preocupe-se em criar meios para que essa compensação realize-se de forma objetiva, “promovendo o processo de apropriação cultural por parte do educando com deficiência”.

Já Coelho, Barroco e Sierra (2011, p. 7) ressaltam que “a compensação refere-se ao processo substitutivo que garante o desenvolvimento, ou seja, quando uma ou mais vias de apreensão do mundo e de expressão não estão íntegras ou não podem ser formadas, o indivíduo pode eleger outras que estejam íntegras”. Nessa concepção, “a deficiência não é somente uma debilidade, mas também potencialidade, que resulta em uma importante referência em favor das possibilidades para o pedagogo, o psicólogo e a outros profissionais em seus trabalhos junto à educação”.

Tendo como foco a deficiência visual, Nuernberg (2011, p. 311) afirma que Vygotsky “nega a noção de compensação biológica do tato e da audição em função da cegueira e coloca o processo de compensação social centrado na capacidade da linguagem de superar as limitações produzidas pela impossibilidade de acesso direto à experiência visual”. Reitera ainda que “o conhecimento não é mero produto dos órgãos sensoriais, embora estes possibilitem vias de acesso ao mundo. O conhecimento resulta de um processo de apropriação que se realiza nas/pelas relações sociais”.

De acordo com Coelho, Barroco e Sierra (2011, p. 4), para Vygotsky “a cegueira não é apenas a falta da visão, mas uma reorganização de todas as forças da personalidade que cria uma formação peculiar provocando uma formação criadora e orgânica”.

Bentes (2010) relata que para Vygotsky, “ler com a mão é apenas uma das atividades propiciadoras e necessárias aos desenvolvimentos sócio-psicológicos” (p. 91) e que se faz necessária a busca de alternativas para uma melhor vivência diária. Nesse sentido,

(...) para que a linguagem se desenvolva no plano cultural é necessário um alfabeto específico, em relevo, que permite a leitura através da percepção tátil dos pontos em relevo da cela braile. Ler com os olhos ou com o tato são processos psicológicos diferentes para cumprir uma mesma função cultural (BIAZETTO, 2007, p. 6).

Dessa forma, os deficientes visuais, por estarem impossibilitados de utilizarem a linguagem escrita convencional, precisam usar outro recurso de linguagem, no caso o braile, para poder interagir de forma efetiva com o meio ao qual estão inseridos. Assim, o braile é um exemplo de via colateral do desenvolvimento cultural. Ao utilizar o braile a pessoa com deficiência minimiza a exclusão social e cultural e favorece o desenvolvimento das funções psicológicas superiores.

As funções psicológicas superiores são as responsáveis pelo controle consciente do comportamento, ações intencionais e liberdade das características de tempo e espaço. Elas são produto do desenvolvimento histórico da humanidade e diferem das funções psicológicas elementares que são as reações automáticas, ações reflexas e associações simples de origem biológica (VYGOTSKY, 1931, 2006).

Segundo Cenci (2015, p. 7),

Quando Vygotsky fala que as funções superiores surgem na interação com o meio social, está se referindo ao processo denominado **internalização**. Isto quer dizer que essas funções psicológicas superiores, antes de serem psicológicas foram interações entre pessoas.

Finalizando como tendo a mesma linha de pensamento das funções psicológicas Moreira explica que (1999), “A internalização (reconstrução interna) de signos é fundamental para o desenvolvimento humano” (p.113).

Outra questão que foi desmistificada por Vygotsky é a do desenvolvimento supernormal das funções de tato e da audição. De acordo com ele, os fenômenos da agudeza tátil, nos cegos não surgem de compensação fisiológica direta da deficiência visual, mas de uma via indireta e muito complexa da compensação sócio psicológica como um todo. (CAMARGO, 2008).

Sobre o mito da escuridão Camargo (2008, p. 23) afirma que,

Vygotsky afirma que os cegos não percebem a luz da mesma maneira que os que enxergam com os olhos tapados a percebem, isto é, eles não sentem e nem experimentam diretamente que não tem visão, portanto, a capacidade para ver a luz tem um significado prático e pragmático para o cego e não um significado instintivo-orgânico.

É possível esclarecer duas coisas: primeiro, o processo de adaptação do deficiente visual existe, porém, de maneira complexa envolvendo a relação social do sujeito cego com a sociedade e a adaptação das estruturas psicológicas superiores, e não como nos mitos explorados pela ficção. Segundo, as pessoas cegas de nascimento não se sentem submersas na escuridão, elas sentem sua condição por meio da relação com os outros, na sociedade.

Segundo Masini (2011), Vygotsky ilustra sua compreensão sobre a cegueira e sobre o potencial humano de quem a detém na citação a seguir.

A cegueira, ao criar uma formação peculiar de personalidade, reanima novas fontes, muda as direções normais do funcionamento e, de uma forma criativa e orgânica, refaz e forma o psiquismo da pessoa. Portanto, a cegueira não é somente um defeito, uma debilidade, senão também em certo sentido uma fonte de manifestação das capacidades, uma força. (VYGOTSKY, 1997 apud MASINI, 2011, p. 56)

Afirmção mostra o que parece contraditório. Ao mesmo tempo em que a deficiência é algo que parece, aos olhos dos videntes, ser limitador para pessoas com deficiência visual, isso também pode mostrar ou ajudar a estimular mecanismos complexos capazes de superar tais limitações humanas com o uso de outras habilidades.

2.2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE ALGUNS TRABALHOS SOBRE O PROCESSO DE INCLUSÃO NA ÁREA DA FÍSICA

O ensino de Física para estudantes com deficiência visual é um campo de estudo ainda pouco explorado e que apresenta lacunas significativas no conhecimento que, com o passar do tempo, poderão ser preenchidas. Apesar desse cenário, importantes contribuições foram e estão sendo dadas nesse sentido. Um dos grandes nomes, no Brasil, que contribuíram para o ensino de Física para esses estudantes com deficiência visual e que evidencia essa preocupação é o do Professor Doutor, em Educação, pela Universidade Estadual de Campinas, Eder Pires de Camargo.

O Prof. Eder é docente do Departamento de Física e Química da UNESP de Ilha Solteira e do Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência da Faculdade de Ciências da UNESP de Bauru, onde também orienta trabalhos relacionados ao ensino de ciências e inclusão de alunos com deficiência (principalmente visual). São de sua autoria inúmeros trabalhos no ensino de Física, versando sobre como devemos trabalhar com a inclusão dos deficientes visuais, presentes nos documentos oficiais.

Devido a cegueira do Prof. Eder Pires de Camargo é possível ele, saber que é cego, isto possibilita-lhe saber quais as possibilidades e dificuldades encontradas pelo aluno não vidente em receber o conteúdo transmitido, nas mesmas condições de ensino que o aluno vidente, objetivando que obtenha a mesma aprendizagem que um aluno vidente. Sua tese de doutorado, intitulada “O ensino de Física no contexto da deficiência visual: elaboração e condução de atividades de ensino de Física para alunos cegos e com baixa visão” (2005), apresenta uma pesquisa qualitativa realizada num conjunto de atividades divididas em cinco aulas que abordaram os temas de aceleração e desaceleração de um objeto, sendo para quem realiza pesquisas nesse espaço da inclusão, uma importante referência.

Nesse sentido, destacam-se obras de sua autoria como o livro “Saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de Física” (CAMARGO, 2012), que retrata resultados de uma pesquisa de três anos e cujo objetivo foi entender a aplicação prática de planos de ensino anteriormente desenvolvidos, na presença de alunos com e sem deficiência visual. O trabalho

ainda apresenta a importância e a carência de trabalhos na área de Física que enfocam esse tipo de atuação docente dentro da sala de aula, identificando dificuldades e viabilidades no processo de planejamento de atividades diversificadas.

Destacam-se ainda a produção de vários artigos. Em Camargo e Scalvi (2001), a partir de concepções alternativas sobre o conteúdo em grupo com seis indivíduos cegos, os autores puderam analisar e fornecer subsídios à elaboração de atividades de ensino desse conceito, atividades estas, que não sejam fundamentadas em referenciais observacionais visuais e que colaborem com o ensino de Física para pessoas com deficiência visual.

A capacidade de indivíduos com deficiência visual aprenderem Física através de equipamentos adaptados que emitam sons ou kits que possam ser tocados e manipulados é tratada em Camargo *et al.* (2007).

Já em Camargo; Nardi e Veraszto (2008) os autores buscam, através de aulas de Óptica, compreender as principais barreiras para a inclusão de alunos com deficiência visual no contexto do ensino de Física, analisando as dificuldades comunicacionais entre licenciados e discentes com deficiência visual. Segundo os autores, a comunicação representa a principal barreira à participação efetiva de alunos com deficiência visual em aulas de Óptica e enfatiza a importância da criação de canais comunicacionais adequados como condição básica à inclusão desses alunos.

Outros trabalhos destacam-se como Dominici *et al.* (2008), que através da confecção de um kit, propuseram-se a discutir o ensino prático da Astronomia para o público deficiente visual e oferecer soluções através do desenvolvimento de material didático criado exclusivamente para este fim. Os autores desenvolvem um kit contendo diversos mapas celestes, uma esfera celeste e constelações tridimensionais, todos com aplicações em relevo para serem utilizados por este público.

Pessanha *et al.* (2009) desenvolveram o estudo das leis de Kepler em planificações emborrachadas de etil vinil acetato (E.V.A), que puderam ser utilizadas por alunos cegos, baixa visão e os alunos sem deficiências do Ensino Médio, melhorando assim a compreensão do conceito por todos os alunos da sala de aula e propiciando um processo de interação social entre os alunos. A

autora defende que os alunos com necessidades especiais têm o direito de frequentarem as escolas regulares e obterem a mesma qualidade de ensino destinado aos demais alunos de sua classe.

Mattiuci, Lima e Santos (2010) relatam, por meio de uma entrevista com uma aluna com baixa visão, as dificuldades encontradas por ela no cotidiano dentro da sala de aula, e propõem alternativas para a solução desse problema sugerindo, por exemplo, o uso de maquetes táteis em aulas ministradas pelos professores de várias disciplinas.

Costa, Queiroz e Furtado (2011) em “Ensino de física para deficientes visuais: métodos e materiais utilizados na mudança de referencial observacional” elaboraram materiais didáticos utilizando o referencial observacional tátil. As atividades foram distribuídas em quatro etapas e, em cada uma delas trabalhado os seguintes conteúdos: vetores, movimento circular, conservação do momento angular e significado físico de cores e que analisaram o aprendizado de conceitos físicos por uma aluna cega do ensino público de Goiás.

Azevedo (2012) trabalharam com a inclusão de estudantes com deficiência visual nas aulas de laboratório de Física. Discutiram, em seu artigo, sobre adaptações necessárias para que os estudantes com deficiência visual tenham condições de participar de experimentações. Apresentaram, também, um experimento que explora o conceito de centro de massa.

Destaca-se ainda Azevedo (2012), cujo trabalho tem o objetivo de dar suporte à criação, desenvolvimento e adaptação de material didático para o ensino de Física e Matemática a alunos com deficiência visual.

Libardi, Cardoso e Braz (2011) trabalharam com a inclusão de estudantes DV nas aulas de laboratório de Física. Discutiram, em seu artigo, sobre adaptações necessárias para que os estudantes DV tenham condições de participar de experimentações. Apresentaram, também, um experimento que explora o conceito de centro de massa.

Vilhena (2017), em sua dissertação de mestrado aplicou maquetes táteis – visuais e experimentos adaptados, referentes à conceitos básicos de Óptica, para alunos com e sem deficiência em uma turma do 9º ano do ensino fundamental. O objetivo foi facilitar o processo de ensino aprendizagem dos alunos com DV. Os resultados se mostraram satisfatórios com os alunos

relatando que conseguiram entender conceitos como raio de luz assim como a composição da luz branca, neste caso com a utilização do prisma de do disco de Newton adaptados.

Em resumo, essa revisão bibliográfica buscou encontrar e analisar algumas obras que tratam do ensino de física para alunos com deficiência visual a fim de obter embasamento teórico e metodológico para pesquisa.

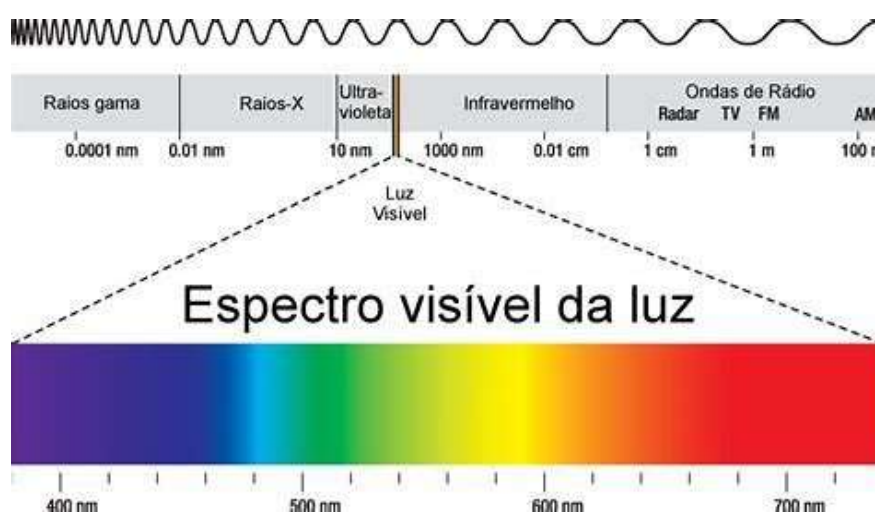
Como resultado, foram encontrados em trabalhos como Dominici *et al.* (2008); Costa, Queiroz e Furtado (2011); e Vilhena (2017), indícios da importância do uso de materiais táteis no ensino de Física e de como esses equipamentos auxiliam na aprendizagem de estudantes com deficiência visual. Sendo assim, o estudo da Óptica Geométrica para pessoas com deficiência visual utilizando materiais adaptados com essas características, surgiu como uma possibilidade de trabalho relacionado ao tema, dando origem a esta pesquisa.

CAPÍTULO 3 - CONCEITOS BÁSICOS DA ÓPTICA GEOMÉTRICA E O USO DE MAQUETES TÁTEIS-VISUAIS

3.1. CONCEITOS INICIAIS DA ÓPTICA GEOMÉTRICA E DE LUZ

A luz tem origem nos movimentos acelerados dos elétrons e, portanto, é uma onda eletromagnética (Hewitt, 2015). A luz visível é uma pequena parte do espectro eletromagnético (Figura 3.1).

Figura 3.1 - Espectro eletromagnético

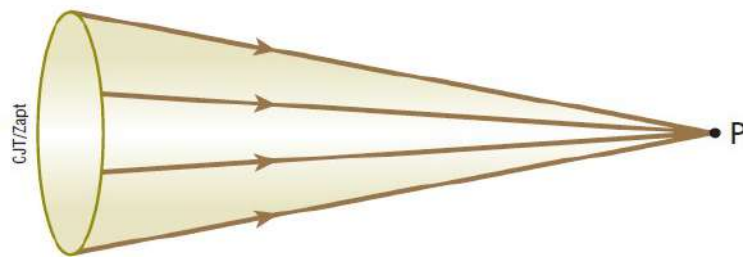


Fonte: <http://umpoucodefisica2a.blogspot.com/>, acessado em 06/05/2018

Em algumas circunstâncias, podemos considerar que as ondas de luz propaga-se em linha reta (Halliday *et al.*, 2013). Um feixe de luz estreito é chamado de raio de luz e é representado por uma linha orientada que tem origem na fonte de luz. Os raios de luz indicam a direção e o sentido de propagação da luz em um meio ou sistema.

Segundo Biscuola *et al.* (2013) há três tipos de feixe de luz: o convergente, o divergente e o paralelo. O feixe de luz convergente é definido como o conjunto de raios de luz que convergem para um mesmo ponto P, como na Figura 3.2.

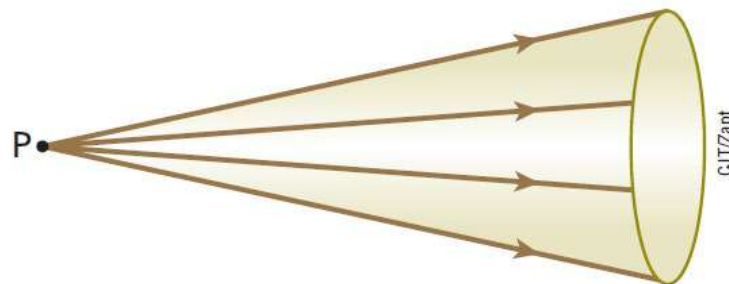
Figura 3.2 - Representação de um Feixe Cônico Convergente.



Fonte: Biscuola *et al.* (2013)

No feixe de luz divergente o conjunto diverge a partir de um mesmo ponto P (Figura 3.3)

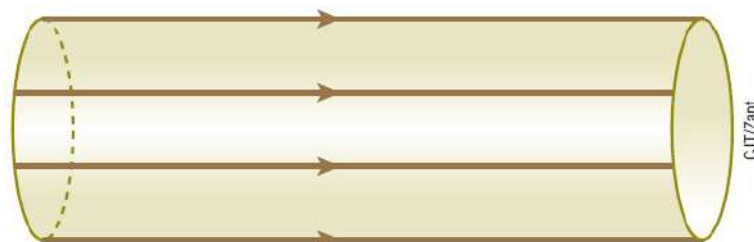
Figura 3.3 - Representação de um Feixe Cônico Divergente.



Fonte: Biscuola *et al.* (2013)

Um conjunto de raios de luz paralelos entre si são raios luminosos que se propagam paralelamente, e que se formam considerando a fonte de luz muito afastada. (Figura 3.4)

Figura 3.4 - Representação de um Feixe Paralelo



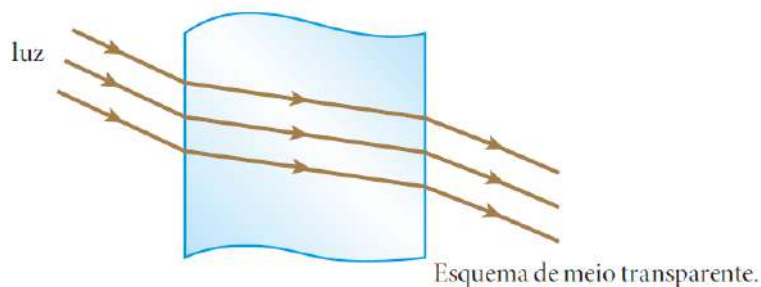
Fonte: Biscuola *et al.* (2013)

3.1.1 Meio Transparente, Meio Translúcido e Meio Opaco

Quando a luz é transmitida através da matéria, alguns elétrons são forçados a oscilar. A maneira como um meio responde à incidência da luz

depende da frequência da luz e da frequência natural dos elétrons do meio (Biscuola *et al.* (2013). Materiais como o vidro, por exemplo, deixam que a luz os atravesse em linha reta, ou seja, eles são transparentes à luz. (Figura 3.5)

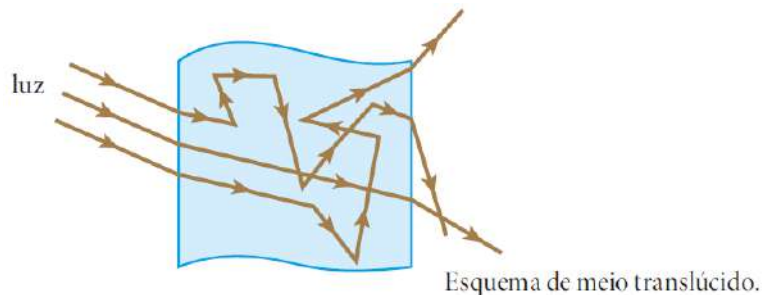
Figura 3.5 - Representação de um Meio Transparente



Fonte: Biscuola *et al.* (2013)

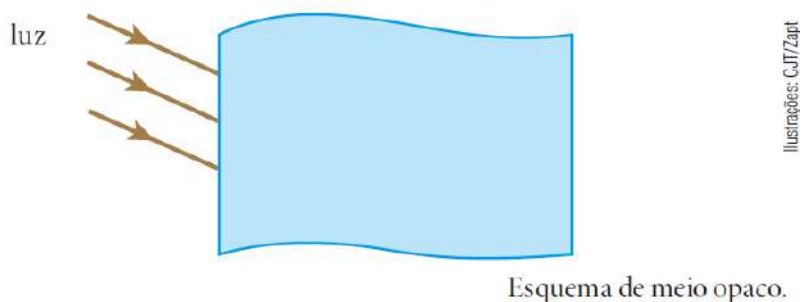
Em meios translúcidos, segundo Biscuola *et al.* (2013), a luz descreve trajetórias irregulares com intensa difusão (espelhamento aleatório), provocada pelas partículas desses meios. É o que ocorre, por exemplo, quando a luz atravessa a neblina, o vidro leitoso, o papel vegetal e o papel-manteiga. (Figura 3.6).

Figura 3.6 - Representação de um Meio translúcido



Fonte: Biscuola *et al.* (2013)

Já os meios opacos, segundo Biscuola *et al.* (2013), são aqueles através dos quais a luz não se propaga. Depois de incidir em um meio opaco, a luz é parcialmente absorvida e parcialmente refletida por ele, sendo a parcela absorvida convertida em outras formas de energia, como a térmica. Quando se apresentam em camadas de razoável espessura, são opacos os seguintes meios: alvenaria, madeira, papelão, metais etc. (Figura 3.7)

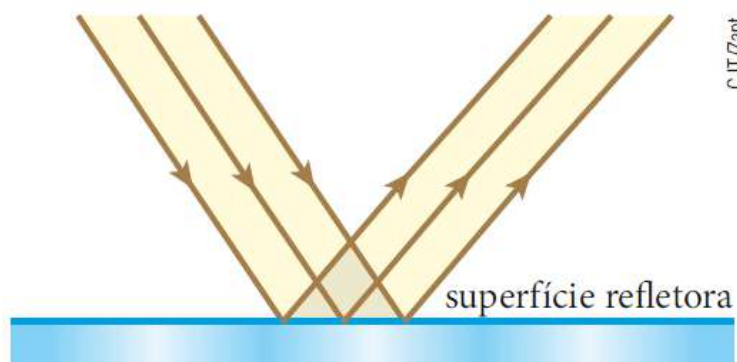
Figura 3.7 - Representação de um Meio Opaco

Fonte: Biscuola *et al.* (2013)

3.1.2. Reflexão Regular

Biscuola *et al.* (2013) definem a reflexão como o fenômeno que consiste no fato da luz voltar a se propagar no meio de origem, após incidir na superfície de separação desse meio com outro.

A reflexão regular ocorre quando a luz, ao incidir em uma superfície regular, ou seja, perfeitamente polida, refere-se regularmente para o mesmo meio (Figura 3.8).

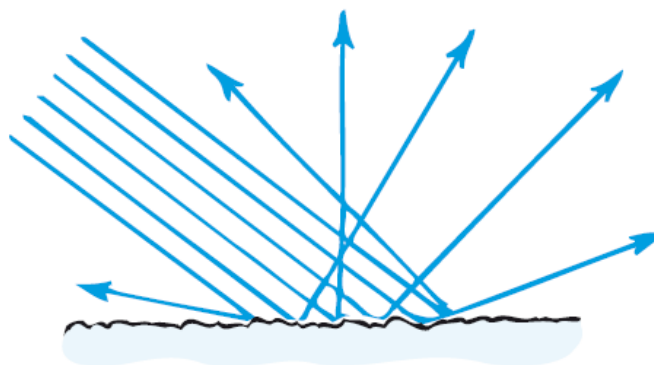
Figura 3.8 - Representação da Reflexão Regular

Fonte: Biscuola *et al.* (2013)

3.1.3 Reflexão difusa

As direções diversas assumidas pelos raios refletidos devem-se às irregularidades da superfície de incidência. Esta é a definição de reflexão difusa, segundo Hewitt, Paul G. (2015). Quando a luz incide sobre uma superfície rugosa ou granular, ela é refletida em muitas direções diferentes. Isso é chamado de reflexão difusa. (Figura 3.9)

Figura 3.9 - Representação da Reflexão Irregular



Fonte: Hewitt, Paul G. (2015)

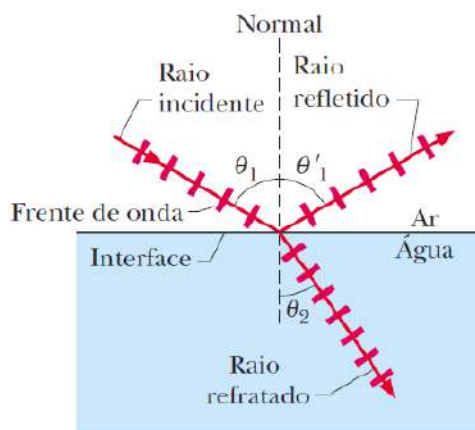
3.1.4 Refração

Halliday, D. *et al.* (2013) definem refração como a passagem da luz por uma superfície (ou interface) que separa dois meios diferentes. A luz refratada irá mudar a direção de sua trajetória, a menos que o feixe incida perpendicularmente à superfície.

3.1.5 Leis da Reflexão e Refração

Um feixe de luz que se propaga em um meio 1, ao incidir na superfície de separação de um meio 1 para um meio 2, tem parte da luz refletida (luz que volta a se propagar no meio 1) e parte da luz refratada (luz que se propaga no meio 2). A luz refratada irá mudar a direção de sua trajetória, a menos que o feixe incida perpendicularmente na superfície do meio 2. (Figura 3.10)

Figura 3.10 - Representação da reflexão e refração



Fonte: Halliday, et. al. (2013)

onde θ_1 e θ'_1 são, respectivamente, os ângulos de incidência e de reflexão. O ângulo de refração é representado por θ_2 . Todos esses ângulos são medidos entre a normal (reta normal a uma superfície em determinado ponto é a reta perpendicular a um plano tangente à superfície no ponto considerado) à superfície e o raio correspondente; os raios incidente, refletido e refratado pertencem ao mesmo plano. (HALLIDAY et al. (2013)). Experimentalmente, podemos observar que a reflexão e a refração obedecem às seguintes leis:

a) Lei da Reflexão: O ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão.

$$\theta_1 = \theta'_1 \quad (3.1)$$

b) Lei da Refração ou Lei de Snell: Quando a luz passa de um meio material com um índice de refração n_1 para dentro de um outro meio com índice de refração n_2 , o raio refratado, o raio incidente e a normal à interface entre os meios se situam todos no mesmo plano. O ângulo de refração θ_2 está relacionado com o ângulo de incidência θ'_1 através da seguinte equação:

$$n_1 \text{sen} \theta_1 = n_2 \text{sen} \theta'_1 \quad (3.2)$$

3.1.6 Espelho Plano

O espelho plano é definido como uma superfície que reflete um raio luminoso em uma direção definida em vez de absorvê-lo ou espalhá-lo em todas as direções (HALLIDAY et al. (2013)).

Num espelho plano quando os raios incidentes tocam a superfície do espelho são refletidos regularmente para o mesmo meio, com o mesmo ângulo com que incidiram em relação à normal a superfície do espelho, pois a superfície refletora é regular.

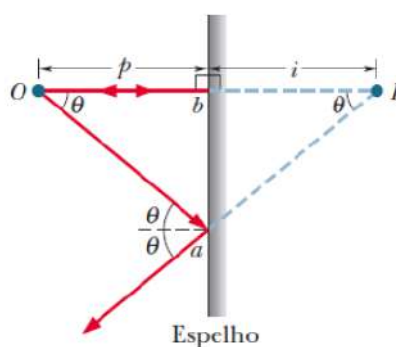
3.1.7 Formação de imagem do espelho plano

A formação de imagem num espelho plano acontece quando os raios incidentes, ao tocarem na superfície do espelho plano, são refletidos

regularmente no mesmo meio, e então, com o seu prolongamento, se forma a imagem virtual.

No esquema da Figura 3.11, observa-se que um raio sai do objeto pontual O e incide perpendicularmente no espelho no ponto b , e que outro raio, que também saiu de O , incide no ponto a , formando um ângulo θ com a normal no ponto. A imagem I se forma atrás do espelho devido ao prolongamento dos raios refletidos.

Figura 3.11 - Formação de imagem num espelho Plano



Fonte: Halliday, *et. al.* (2013)

Matematicamente, os triângulos retângulos $a O b$ e $a I b$ são congruentes, logo:

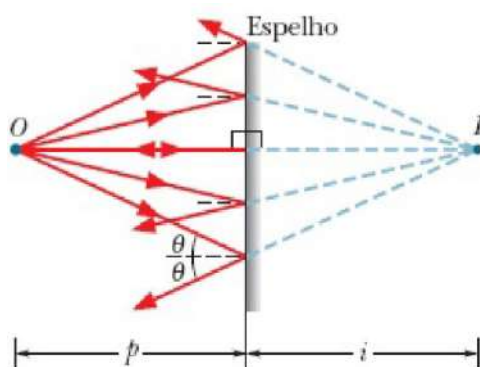
$$Ib = Ob \quad (3.3)$$

Como a imagem é virtual, a distância i da imagem é, por convenção, negativa. Portanto,

$$i = -p \quad (3.4)$$

Para um objeto extenso, a imagem também é virtual, está a uma distância do espelho igual à do objeto ao espelho, e tem a mesma orientação e mesmo tamanho. (Figura 3.12).

Figura 3.12 - Representação de formação de imagem do espelho plano.

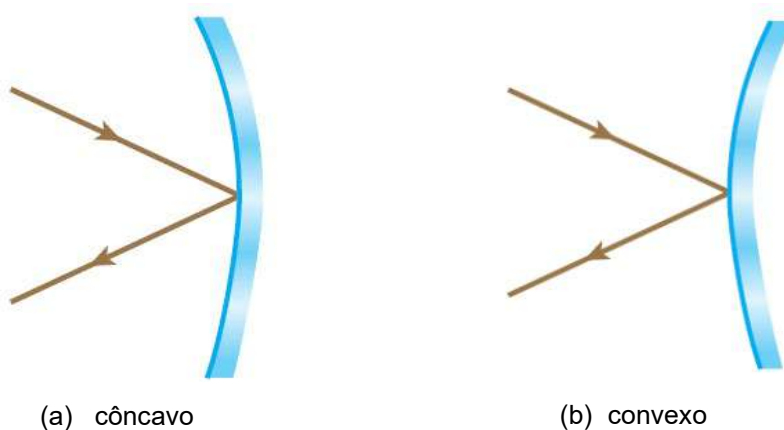


Fonte: Halliday, *et. al.* (2013)

3.2 ESPELHO ESFÉRICO

Um espelho esférico tem a forma de um trecho de uma superfície esférica. Se a superfície interna do espelho esférico for polida, ele é um espelho côncavo, como mostra a Figura 3.13a, se a superfície externa do espelho esférico for polida, ele é um espelho convexo como na Figura 3.13b. (BISCUOLA *et al.* (2013)).

Figura 3.13 - Representação de um espelho esférico a) côncavo e b) convexo



(a) côncavo

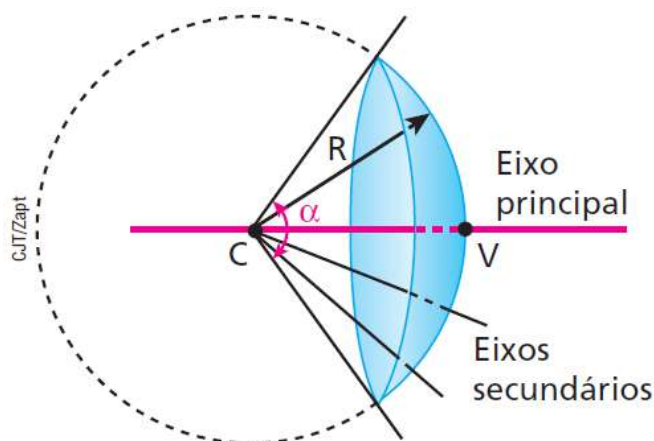
(b) convexo

Fonte: Biscuola *et al.* (2013)

Os espelhos esféricos possuem alguns elementos que os caracterizam. O centro **C** da esfera que originou a calota é chamado de **centro de curvatura** do espelho. O polo **V** da calota é chamado de **vértice** do espelho. A reta que passa por **C** e **V** é chamada de **eixo principal** do espelho. Todas as demais retas que contêm o centro **C** são chamadas de **eixos secundários**. O ângulo α , que tem

o vértice no centro **C** e os lados passando por pontos diametralmente opostos da calota, é chamado de **abertura** do espelho. O raio **R** da esfera que originou a calota é denominado **raio de curvatura** do espelho (figura 3.14).

Figura 3.14 – Elementos de um espelho esférico



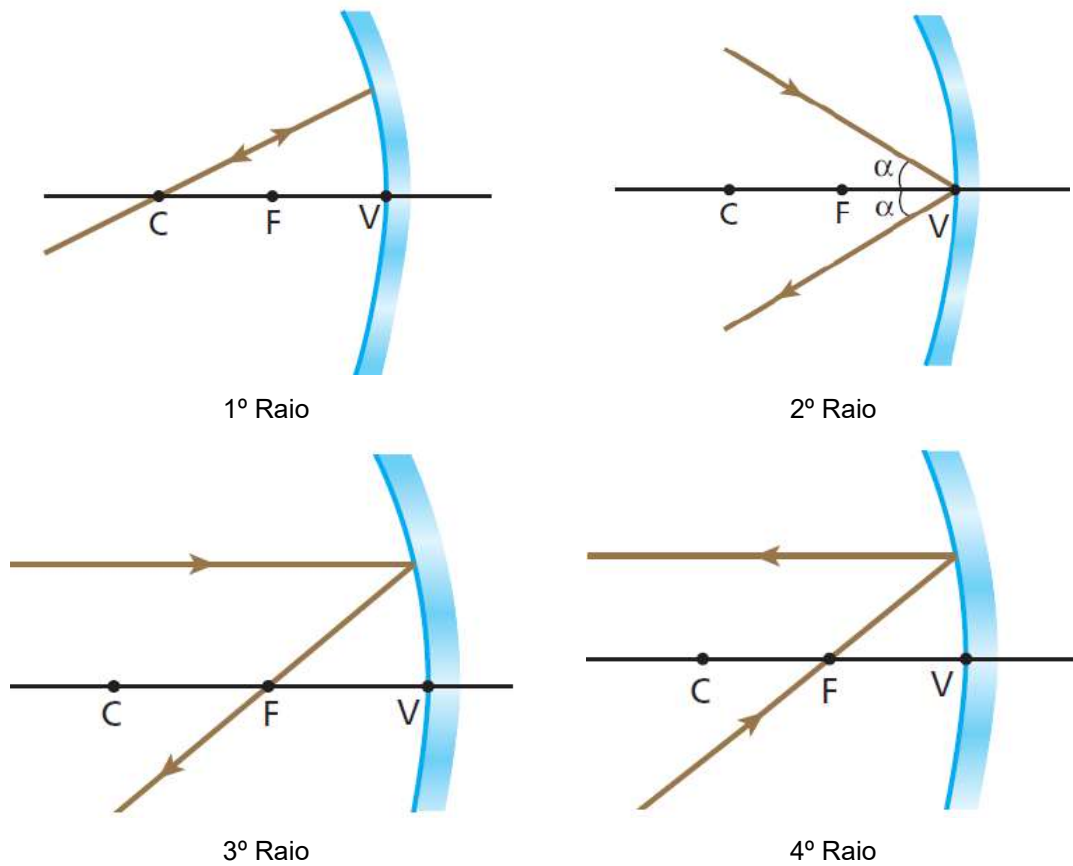
Fonte: Biscuola *et al.* (2013)

3.2.1 Raios principais do espelho côncavo e esférico.

- a) 1º Raio: Todo raio luminoso que incide no espelho esférico alinhado com o centro de curvatura **C** (é a distância do vértice do espelho ao ponto **C** que é o raio do espelho) reflete-se sobre si mesmo.
- b) 2º Raio: Todo raio luminoso que incide no vértice **V** do espelho gera, relativamente ao eixo principal, um raio refletido simétrico.
- c) 3º Raio: Todo raio luminoso que incide paralelamente ao eixo principal reflete-se alinhado com o foco **F**, principal.
- d) 4º Raio: Todo raio luminoso que incide alinhado com o foco **F**, principal, reflete-se paralelamente ao eixo principal. (Biscuola *et al.*, (2013)).

Todos os raios estão mostrados na Figura 3.15.

Figura 3.15 - Raios principais de um espelho côncavo

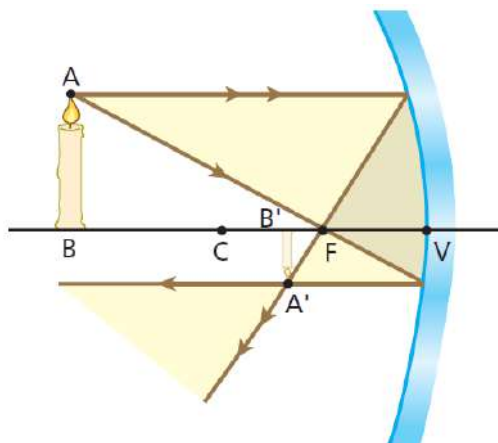


Fonte: Biscuola *et al.* (2013)

3.2.2 Construção gráfica das imagens no espelho esférico côncavo

Para um objeto real posicionado além do centro de curvatura C de um espelho côncavo, a imagem é real, invertida e menor que o objeto. (Biscuola *et al.*, (2016)) (Figura 3.16).

Figura 3.16 - Representação da construção gráfica das imagens no espelho esférico côncavo com o objeto além do centro de curvatura

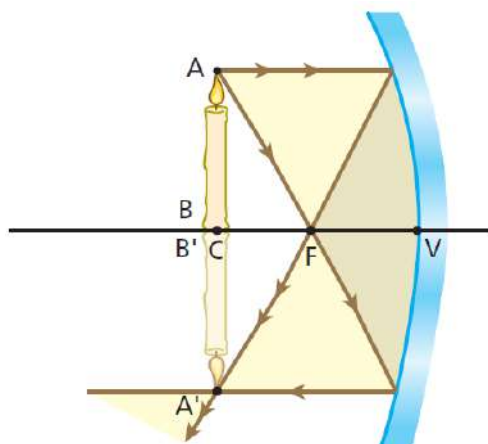


Fonte: Biscuola *et al.* (2013)

3.2.3 Construção gráfica das imagens no espelho esférico côncavo, com objeto sobre o centro de curvatura

Um objeto posicionado sobre o centro de curvatura do espelho terá sua imagem real, invertida, mesmo tamanho que o objeto (Biscuola *et al.* (2013)), como na Figura 3.17.

Figura 3.17 - Representação da construção gráfica das imagens no espelho esférico côncavo com o objeto sobre o centro de curvatura

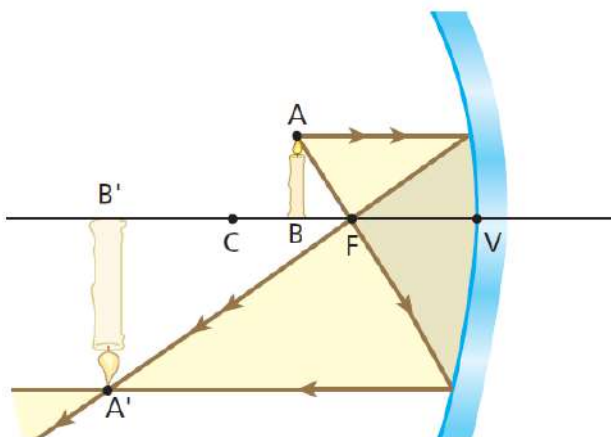


Fonte: Biscuola *et al.* (2013)

3.2.4 Construção gráfica das imagens no espelho esférico côncavo, com objeto entre o centro de curvatura e o foco

Para um objeto posicionado entre o centro de curvatura e o foco, de um espelho esférico côncavo, a imagem é real, invertida e maior do que o objeto (Biscuola *et al.*, (2016)). (Figura 3.18)

Figura 3.18 - Representação da construção gráfica das imagens no espelho esférico côncavo com o objeto entre o centro de curvatura e o foco

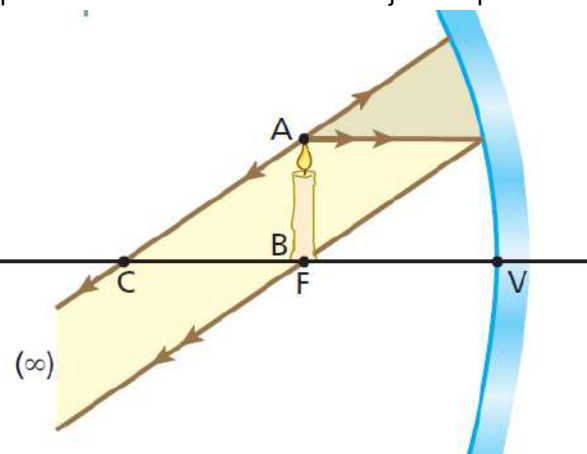


Fonte: Biscuola *et al.* (2013)

3.2.5 Construção gráfica das imagens no espelho esférico côncavo, com objeto no plano focal

Num espelho esférico côncavo, se o objeto estiver posicionado no foco, a imagem “forma-se no infinito”, portanto é imprópria, devido não haver encontro dos raios refletidos e nem os prolongamentos deles. (Biscuola *et al.* (2016)), como na Figura 3.19.

Figura 3.19 - Representação da construção gráfica das imagens no espelho esférico côncavo com o objeto no plano focal

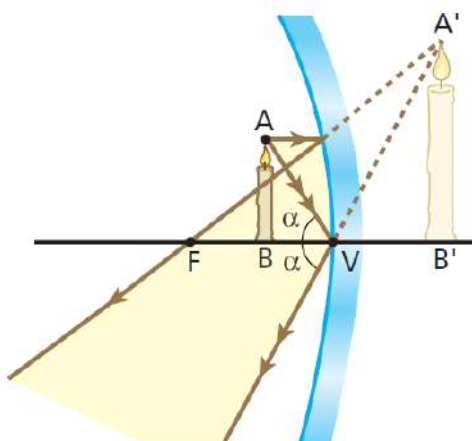


Fonte: Biscuola *et al.* (2013)

3.2.6 Construção gráfica das imagens no espelho esférico côncavo, com o objeto entre o foco e o vértice

Para o objeto entre o foco e o vértice de um espelho esférico côncavo, a imagem é virtual, direita e maior que o objeto, (Biscuola *et al.* (2016)) como na Figura 3.20.

Figura 3.20 - Representação construção gráfica das imagens no espelho esférico côncavo, com o objeto entre o foco e o vértice

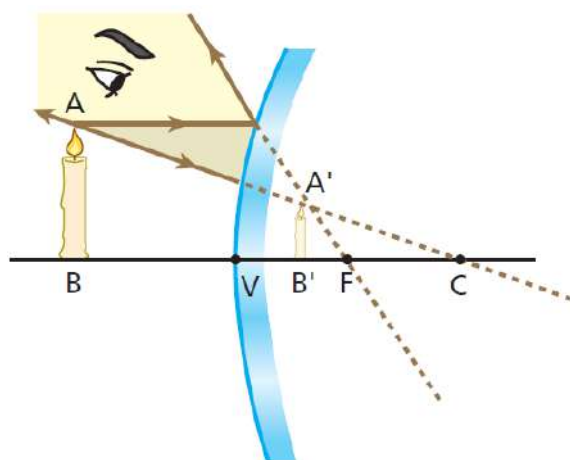


Fonte: Biscuola *et al.* (2013)

3.2.7 Construção gráfica das imagens no espelho esférico convexo

Num espelho convexo, a imagem de um objeto real é sempre virtual, direita e menor que o objeto, (Biscuola *et al.* (2016)) como mostrado na Figura 3.21.

Figura 3.21 - Maquete representativa construção gráfica das imagens no espelho esférico convexo



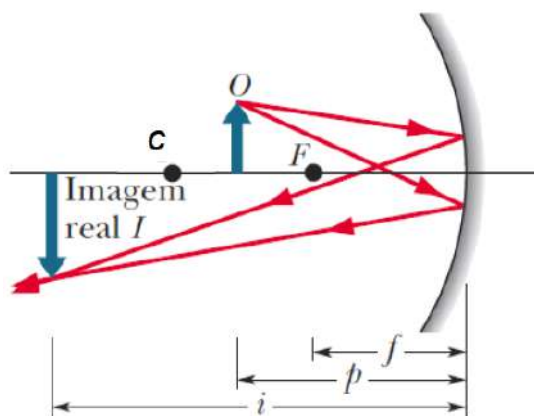
Fonte: Biscuola *et al.* (2013)

Matematicamente, existe uma relação entre a distância p , do objeto O ao vértice do espelho, a distância do foco F do espelho ao seu vértice (chamada distância focal) f e a distância i da imagem ao vértice do espelho.

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{i} = \frac{1}{f} \quad (3.5)$$

As distâncias p , i e f são mostradas na Figura 3.22.

Figura 3.22 - Construção de imagem no espelho côncavo, com as especificações das distâncias focal (f), do objeto ao espelho (p) e da imagem ao espelho (i).



Fonte: Adaptado Halliday *et al.* (2013)

Para exemplificar, se tivermos um espelho côncavo, onde o objeto O encontra-se no infinito, neste caso, 3.5 se reduz a:

$$0 + \frac{1}{i} = \frac{1}{f} \therefore i = f \quad (3.6)$$

Ou seja, a imagem forma-se no foco do espelho.

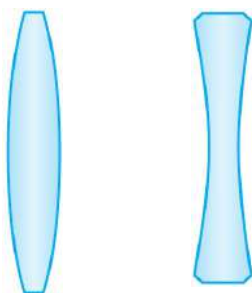
3.3 LENTES CONVERGENTES E DIVERGENTES

Segundo Halliday *et al.* (2013) “Uma lente é um objeto transparente com duas superfícies refratoras cujos eixos centrais coincidem; o eixo comum é o eixo central da lente”.

Uma lente que faz com que raios luminosos, inicialmente paralelos ao eixo central, aproximem-se do eixo, é chamada de lente convergente; uma lente que faz com que os raios afastem-se do eixo, é chamada de lente divergente.

A representação das lentes nos livros didáticos, quando apresentam bordas finas, são chamadas convergentes; já as lentes que têm bordas grossas são chamadas divergentes, (John *et al.* (2006)) como na Figura 3.23.

Figura 3.23 - Representação de lentes divergentes e convergentes



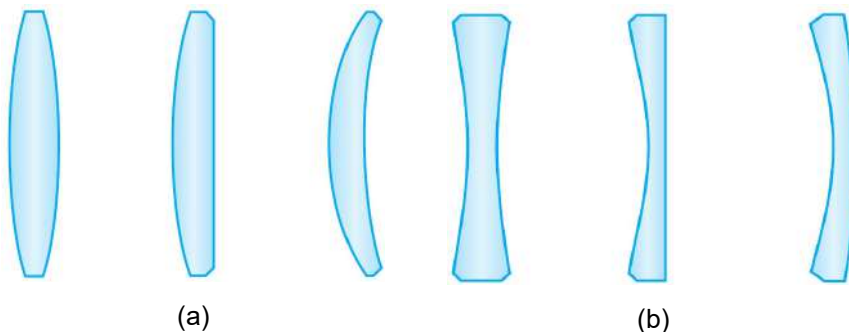
Fonte: John *et al.* (2006)

3.3.1 Classificação das lentes convergentes e divergentes

As lentes convergentes e divergentes podem vir em diversas formas. As lentes convergentes podem ser duplamente convexas, plano convexas e menisco convexo. Já as lentes divergentes podem ser duplamente côncava, plano côncava e menisco côncavo (John *et al.* (2006)), como mostrado na Figura 3.24.

Figura 3.24 - Maquete representativa da classificação das lentes:

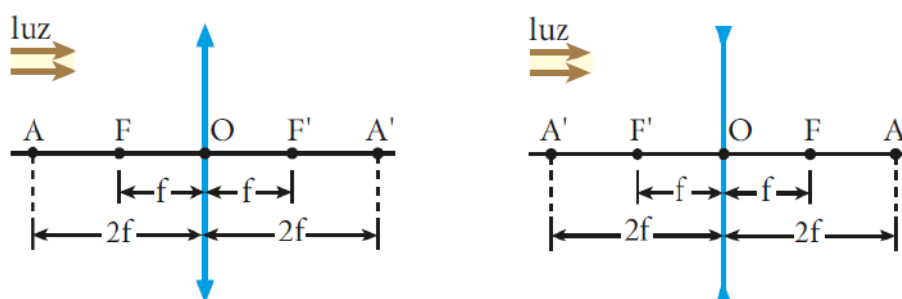
(a) Convergentes; (b) Divergentes



Fonte: John *et al.* (2006)

Em uma lente (convergente ou divergente) vale destaca alguns elementos importantes como mostra a Figura 3.25. O centro óptico (**O**), o foco objeto (**F**) e o foco imagem (**F'**). Como o meio envolvente é o mesmo, para cada lente o segmento **FO** tem a mesma medida que o segmento **F'O**. Desconsiderados sinais algébricos, os comprimentos de **FO** ou de **F'O** são denominados distância focal (**f**), que é uma característica fundamental das lentes. Na figura ainda são mostrados os pontos antiprincipais sendo, **A** o ponto antiprincipal objeto e **A'** o ponto antiprincipal imagem, distância desses pontos ao centro óptico vale $2f$.

Figura 3.25 – Elementos de uma lente delgada



Fonte: Biscuola *et al.* (2013)

3.3.2 Raios luminosos particulares das lentes

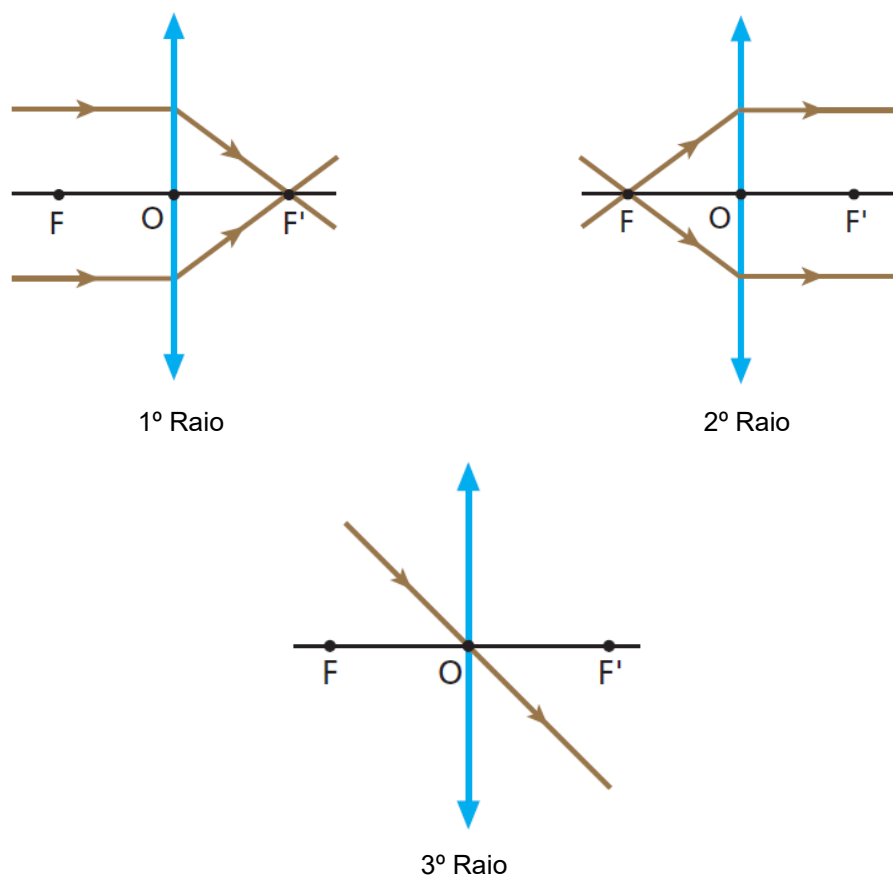
a) 1º Raio: Todo raio luminoso que incide paralelamente ao eixo principal se refrata alinhado com o foco principal imagem (**F'**).

b) 2º Raio: Todo raio luminoso que incide alinhado com o foco principal objeto (**F**) se refrata paralelamente ao eixo principal.

c) 3º Raio: Todo raio incidente que passa pelo centro óptico **O** da lente não sofre desvio ao atravessá-la.

Todos os raios estão mostrados na Figura 3.26.

Figura 3.26 - Representação dos raios particulares numa lente convergente



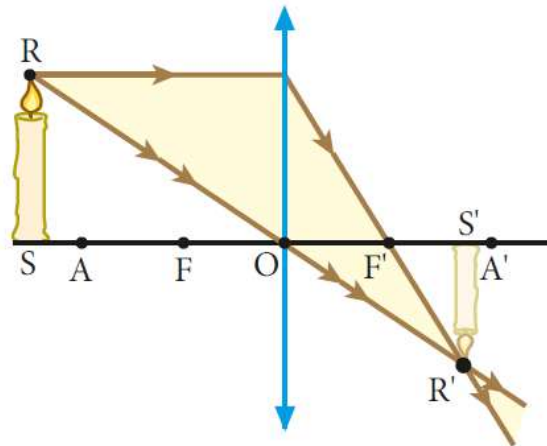
Fonte: JOHNet *et al.* (2006)

3.3.3 Construção geométrica de imagens de lentes convergentes, com o objeto à esquerda do ponto antiprincipal objeto da lente

Com o objeto à esquerda do ponto antiprincipal objeto da lente, a imagem é real, invertida e menor do que o objeto. (Biscuola *et al.* (2016)).

A representação da lente convergente e os raios incidentes e emergentes já foram descritos anteriormente. No entanto, nessa representação foi acrescentado, no eixo principal, o ponto principal (A) e o antiprincipal (A'), o seu foco principal (F) e antiprincipal (F'). A Figura 3.27 mostra a formação da imagem.

Figura 3.27 - Representação da construção geométrica de imagens de lentes convergentes, com o objeto a esquerda do ponto antiprincipal da lente

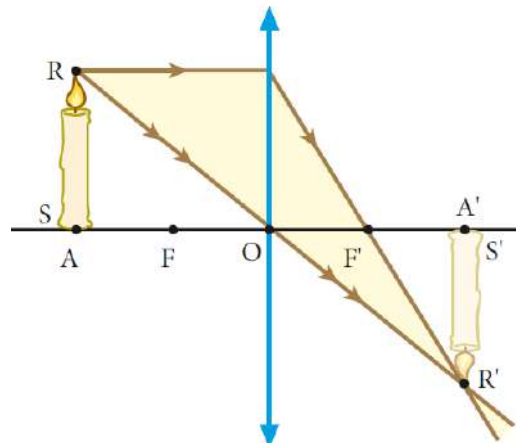


Fonte: Biscuola *et al.* (2013)

3.3.4 Construção geométrica de imagens de lentes convergentes, com o objeto sobre o ponto antiprincipal objeto da lente

Para o objeto sobre o ponto principal objeto da lente, a imagem é real, invertida e igual ao objeto (Biscuola *et al.* (2016)), como mostrado na Figura 3.28.

Figura 3.28 - Representação da construção geométrica de imagens de lentes convergentes, com o objeto sobre o ponto antiprincipal objeto da lente.

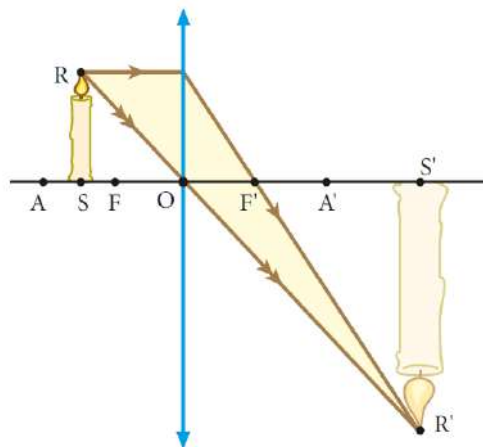


Fonte: Biscuola *et al.* (2013)

3.3.5 Construção geométrica de imagens de lentes convergentes, com o objeto entre o ponto antiprincipal objeto e o foco principal objeto da lente

O objeto entre o ponto antiprincipal objeto e o foco principal objeto da lente geram uma imagem real, invertida e maior que o objeto (Biscuola *et al.* (2016)). (Figura 3.29)

Figura 3.29- Representação da construção geométrica de imagens de lentes convergentes, com objeto entre o ponto antiprincipal objeto e o foco principal objeto da lente

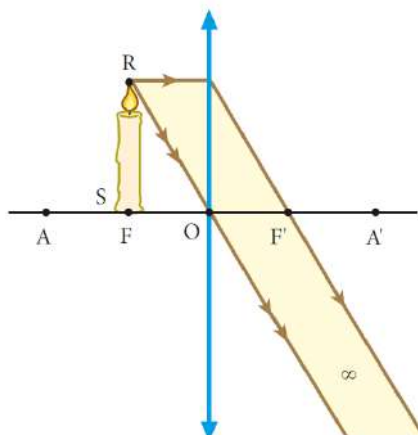


Fonte: Biscuola *et al.* (2013)

3.3.6 Construção geométrica de imagens de lentes convergentes, com objeto sobre o foco principal objeto da lente

O objeto sobre o foco principal objeto, a imagem formada é imprópria, ou seja, ela se forma no infinito (Biscuola *et al.* (2016)). (Figura 3.30)

Figura 3.30 - Maquete representativa construção geométrica de imagens de lentes convergentes, com objeto sobre o foco principal objeto da lente

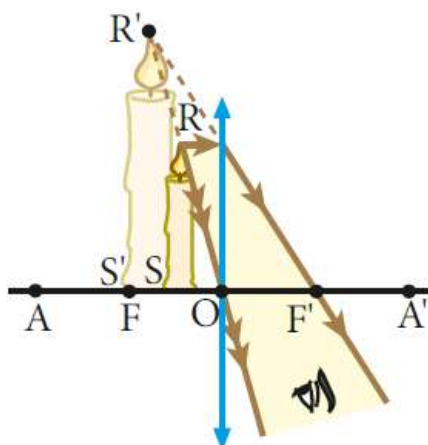


Fonte: Biscuola *et al.* (2013)

3.3.7 Construção geométrica de imagens de lentes convergentes, com objeto entre o foco principal objeto e o centro óptico da lente

Para um objeto posicionado entre o foco principal objeto e o centro óptico, a imagem é virtual, direita e maior que o objeto (Biscuola *et al.* (2016)), como mostrado na Figura 3.31.

Figura 3.31 - Representação da construção geométrica de imagens de lentes convergentes, com objeto entre o foco principal objeto e o centro óptico da lente.



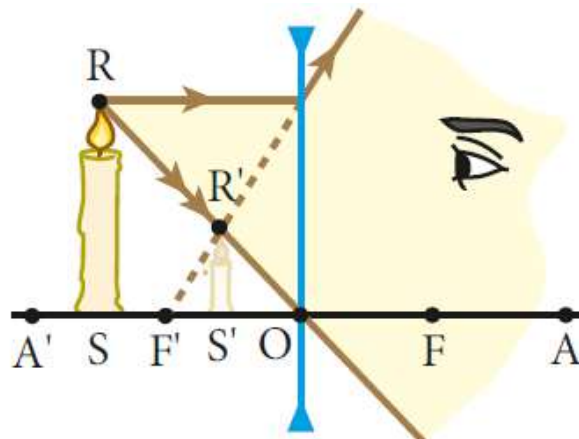
Fonte: Biscuola *et al.* (2013)

3.3.8 Construção geométrica de imagens de lentes divergentes

A definição da imagem de lentes divergentes, segundo (Biscuola *et al.* (2016)), caracteriza-se por ser virtual, direita e menor que o objeto.

Construção geométrica de imagens de lentes divergentes, mostrada nos livros didáticos, é feita com um objeto real em frente à uma lente divergente, formando sempre uma imagem virtual, direita e menor do que o objeto. (Figura 3.32)

Figura 3.32 - Representação da construção geométrica de imagens de lentes divergente



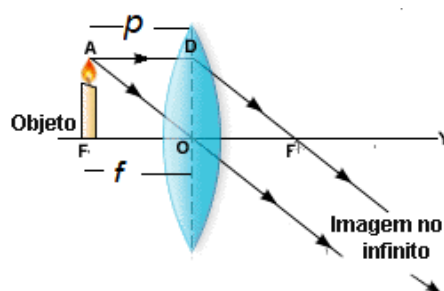
Fonte: Biscuola *et al.* (2013)

De modo semelhante ao mostrado para os espelhos, para lentes delgadas (espessura da lente menor que a distância objeto (p), à distância imagem (i) ou à qualquer um dos raios de curvatura da lente), essas grandezas são relacionadas por:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{i} = \frac{1}{f} \quad (3.6)$$

Na Figura 3. 33, o objeto está colocado no foco F de uma lente convergente.

Figura 3.33: Construção da imagem de um objeto colocado no foco F de uma lente convergente



Fonte: adaptado do site <http://geocities.ws/saladefisica8/óptica/lentescon.html>, acessado 06/05/2018

Neste exemplo, $p = f$, logo, substituindo em (3.6):

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{i} = \frac{1}{p} \therefore i \rightarrow \infty \quad (3.7)$$

CAPÍTULO 4 - METODOLOGIA DE PESQUISA

Este trabalho apresenta um relato de experiência com a utilização de materiais didáticos e experimentos adaptados, que tem como objetivo tornar o ensino de conceitos básicos de Óptica Geométrica mais acessível a alunos com deficiência visual (DV).

Um outro objetivo dos experimentos e maquetes táteis-visuais é fazer com que todos os alunos da turma, inclusive os DVs aprendam os conceitos físicos envolvidos. A comunicação tátil-auditiva possui um grande potencial de entendimento, pois é capaz de propagar significados que não são perceptíveis através de representações visuais, ou seja, pelo uso de materiais possíveis de serem tocados, esses significados tornam-se acessíveis a alunos deficientes visuais. (CAMARGO *et al.*, 2009, p.12)

A ideia é fazer os alunos entenderem o conteúdo, tendo as maquetes táteis e experimentos como facilitadores do processo de ensino-aprendizagem. Importante salientar que os experimentos devem atender a necessidade de todos os alunos da classe (videntes ou não videntes). Medeiros *et al.* (2007) destaca que:

(...) a educação inclusiva busca aprimorar a qualidade do ensino regular, fazendo com que os princípios educacionais sejam válidos para todos os alunos e isso resultará naturalmente na inclusão das pessoas com deficiência.

Segundo Camargo, em entrevista publicada em 07/08/2014, pelo Instituto Ciência Hoje, os experimentos e maquetes adaptados aos alunos DVs são úteis também para os alunos videntes: “Criamos maquetes e experimentos que exploravam outros sentidos, como o tato, e eles se mostraram úteis no ensino de todos, sem a necessidade de qualquer exclusão”, o que está em concordância com COSTA, 2004: O horizonte inicial compreendido nos conduziu a um processo de formulação de alternativas experimentais para o ensino de Física para deficientes visuais, que, além de incluir o sujeito invisual, também incluía o visual.

Em um relato de educação inclusiva publicada em 08/12/2009, pelo Instituto Ciência Hoje, o professor de Física André Tato afirma que a presença de um aluno cego em sala de aula induz o professor a tomar mais cuidado com a sua linguagem, fazendo descrições mais detalhadas de fenômenos que muitas

vezes seriam repassados de maneira que nem mesmo os alunos videntes entenderiam: "Que fique claro que a inclusão não é para ser boa apenas para o aluno incluído, tem que ser útil para todo mundo; o aluno cego se torna um gancho para que se explorem tópicos que não se exploraria usualmente".

Ainda assim, tais procedimentos devem visar o desenvolvimento pessoal e coletivo, realizando sempre que possível atividades em grupo, visto que as mesmas são fundamentais à aquisição do conhecimento do educando (VYGOTSKY, 2005).

A pesquisa foi realizada com foco na confecção de maquetes táteis-visuais, além de um experimento didático, pois a elaboração e a aplicação desses materiais têm por objetivo auxiliar o processo ensino-aprendizagem de alunos com e sem deficiência visual, visto que pessoas com deficiências visuais possuem maior desenvoltura quando seus outros sentidos são estimulados. Alunos do 3º ano do Ensino Médio regular, utilizaram o material didático criado, no ensino da Óptica Geométrica, cujos assuntos abordados foram a introdução à Óptica, espelho plano, espelho esférico e lentes.

Para os alunos videntes, as maquetes além de poderem ser manuseadas, foram fotografadas e projetadas em data show; já para os alunos não videntes, elas foram manuseadas com o auxílio do professor especialista em educação especial. Neste caso, o uso do tato foi o outro sentido (que não o da visão) utilizado com propósito de auxiliar na demonstração dos conteúdos da Óptica Geométrica. No caso do experimento didático, este foi adaptado para que os DVs pudessem realizar o experimento e chegar ao objetivo proposto. Os alunos videntes fizeram o mesmo experimento, mas sem a adaptação.

No início desse trabalho foi pesquisado, junto à Secretaria de Educação do município de Vigia - PA, quais escolas estaduais de ensino médio possuíam alunos DVs que poderiam participar. A escola que foi contemplada foi a Escola Estadual de Ensino Médio Bertoldo Nunes, por possuir uma sala que continha materiais que o professor pôde aplicar em sala de aula, e por possuir alunos com deficiência visual matriculados.

Em abril de 2019 foi agendada uma visita à escola, para apresentação da proposta ao Diretor, para que fossem feitas as anotações sobre o número de alunos com deficiência e para oficializar o convite aos alunos interessados em

participar do projeto. O Diretor da Escola mostrou-se bastante acessível à iniciativa do projeto e apresentou o professor especialista em educação especial, responsável pela sala onde existiam os materiais didáticos.

Sendo assim, participaram do projeto uma aluna não vidente e os alunos videntes, matriculados regularmente na escola pública estadual. Para preservar a identidade da aluna DV, a mesma será identificada pela letra X do alfabeto, ou seja, será denominada como “Aluna X”, já os outros alunos videntes vão ser identificados com as outras letras do nosso alfabeto.

A metodologia foi trabalhada em quatro encontros, que ocorreram nos dias 4 e 18 de maio, e 1 e 8 de junho de 2019, sempre às nove horas da manhã, com duração de cerca de duas horas cada encontro, e com a presença da estudante com deficiência visual que sempre esteve acompanhada com o professor especialista da classe especial. Nesses encontros, foram abordados alguns conteúdos de Física, especificamente sobre Óptica Geométrica, que fazem parte dos assuntos estudados no primeiro semestre do terceiro ano do ensino médio da rede pública.

Foram realizadas entrevistas tanto para alunos videntes, quanto para a aluna não vidente, sobre as aulas ministradas; as análises foram realizadas a partir da coleta dos dados obtidos por esse instrumento.

Para analisar a interpretação que estes alunos possuíam e alcançaram acerca da Óptica Geométrica simultaneamente as suas considerações a respeito do material produzido, foram aplicados aos alunos presentes dois questionários abertos, um no início das atividades, contendo seis questões e um ao final das atividades, contendo cinco questões.

O questionário inicial possuía a finalidade de descobrir e analisar quais eram as maiores dificuldades encontradas no ensino de Física, o que poderia ser feito para a melhoria do ensino, se ainda, apesar da inclusão, havia preconceito dos demais alunos e, principalmente, descobrir se existia e quais eram os conhecimentos prévios que esses alunos já possuíam sobre o tema que seria ensinado, ou seja, o conjunto de questões iniciais atuaram como questões contextualizadas.

Perante a falta de máquinas Braille para a aluna com deficiência visual, pois ela estava com defeito, o questionário foi repassado de forma oral para a

estudante; já para os demais alunos videntes, foram entregues cópias com as mesmas perguntas para sabermos o que realmente pensavam, sentiam e sabiam sobre o assunto ministrado.

Este trabalho é caracterizado como uma pesquisa de abordagem qualitativa que, segundo Câmara (2013, p. 180) a análise qualitativa de resultados “auxilia o aprofundamento e melhora a qualidade da interpretação. Ela amplia o entendimento sobre o objeto de estudo e esclarece melhor os dados, pois capta as nuances da percepção dos entrevistados para ampliar a compreensão da realidade vivida pelos respondentes e aprofunda a questão de como as pessoas percebem os fenômenos estudados”. Para Mendes:

Objetivos como o de verificar de que modo as pessoas consideram uma experiência, uma ideia ou um evento são característicos de pesquisas qualitativas, que se prestam ainda para casos em que o objetivo é a “demonstração lógica das relações entre conceitos e fenômenos, com o objetivo de explicar a dinâmica dessas relações em termos intersubjetivos” (MENDES, 2006, p. 11).

Patton (1980) indica que os dados qualitativos são descrições detalhadas de fenômenos, comportamentos, citações diretas de pessoas sobre suas experiências, trechos de documentos, registros, correspondências, gravações ou transcrições de entrevistas e discursos, dados com maior riqueza de detalhes, profundidade e interações entre indivíduos, grupos e/ou organizações.

Sendo assim, consideramos a análise qualitativa do conteúdo como metodologia para captar e interpretar os conteúdos obtidos, por meio da compreensão das mensagens, nesse caso, oral, sendo uma das vias para explicação e a determinação de vários fenômenos e conceitos.

CAPÍTULO 5 - PRODUTO EDUCACIONAL

O Produto Educacional foi realizado com foco em dois momentos, sendo eles:

1. a elaboração de um material didático para uso das habilidades táteis-visuais; e
2. sua aplicação para alunos videntes e não videntes, em uma turma do terceiro ano do ensino médio regular.

Este Produto Educacional foi desenvolvido ao longo de dois anos e meio no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), polo 37 - UFPA.

Pessoas com deficiência possuem maior habilidade quando seus outros sentidos são estimulados; pensando nisso, foi desenvolvido um material didático no qual alunos com esse tipo de deficiência pudessem manuseá-lo, fazendo uso do tato, e também sendo utilizado outro sentido (que não fosse o da visão), sendo usado com o propósito de auxiliar na demonstração do conteúdo da Óptica Geométrica, para que esses alunos com deficiência tenham maior inclusão no ensino regular de Física. Como o material didático produzido é de baixo custo e simples de ser reproduzido, não são necessários muitos recursos para que possa ser feita a realização do mesmo.

Este trabalho surgiu justamente através da dificuldade encontrada em uma experiência pessoal quando, havendo a presença de alunos com deficiência visual em salas de aula onde deveria-se ensinar Física para alunos com essa deficiência.

Para a confecção do material didático tátil e visual desenvolvido para o estudo da Óptica Geométrica, foram utilizados os materiais listados a seguir, e que não apresentam risco para todos os alunos - cegos, videntes - e para os professores que venham utilizá-lo:

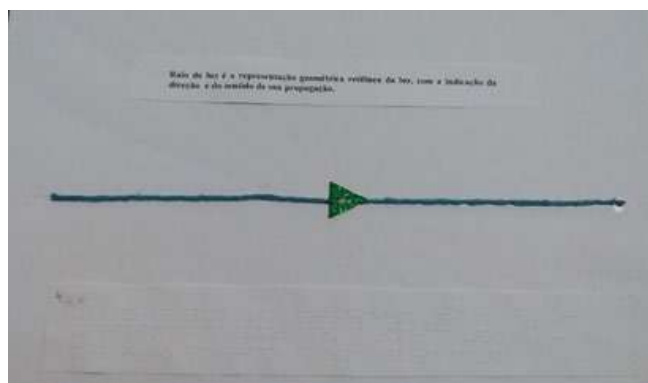
- Placas de papelão Paraná tamanho (34x22 cm).
- Papel 40 kg.
- Supercola.
- Fio barbante cor azul todo de mesmo diâmetro.
- Folha de EVA (mistura de Etil, Vinil e Acetato que resulta em placas emborrachadas) de diferentes cores e texturas.

- Régua.
- Tesoura.
- Lápis
- Caneta

As maquetes táteis e visuais confeccionadas seguem um padrão, onde a base é feita de papelão, recoberta por papel 40 kg branco, e sobre essa base são colados os elementos que abordam os assuntos de Óptica Geométrica trabalhados em sala.

- Raios de Luz: são feitos de barbante com uma seta feita de EVA colocada sobre ele, indicando a orientação dos raios de luz, em alto relevo para que os alunos com deficiência visual tenham uma percepção da orientação do raio de luz através do tato (Figura 5.1).

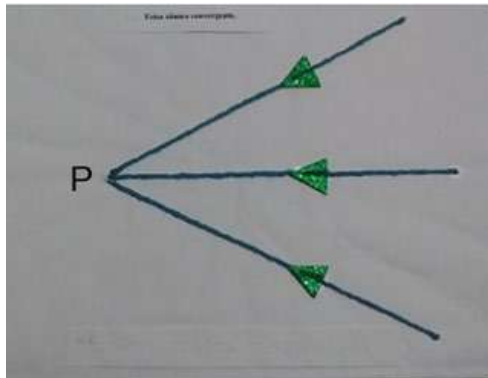
Figura 5.1- Maquete representativa de um Raio de Luz



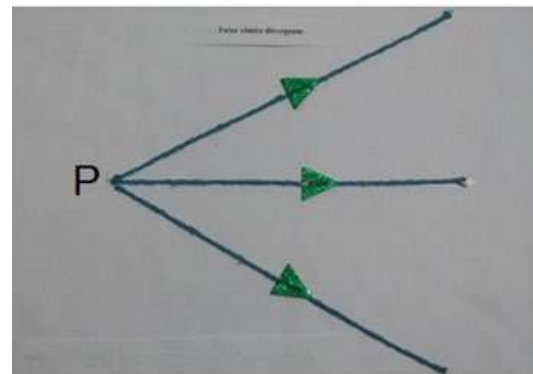
Fonte: Próprio Autor

- Feixe de luz (Figuras 5.2(a), (b) e (c))
 - Convergente; Divergente e Paralelo

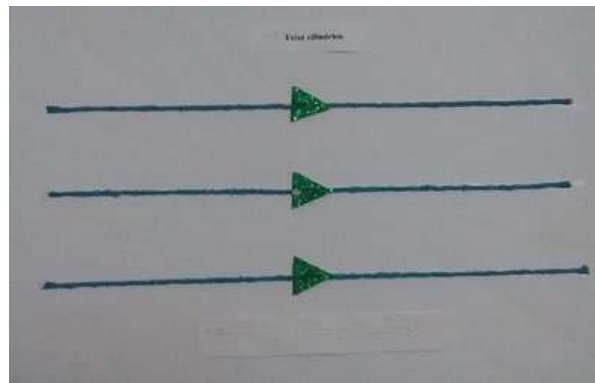
Figura 5.2 - Maquetes representativas dos Feixes de Luz



(a) Convergente



(b) Divergente



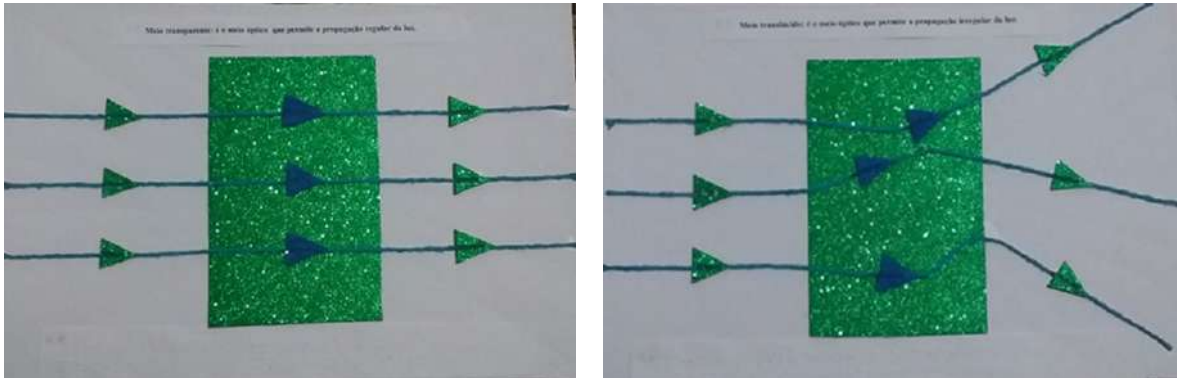
(c) Paralelo

Fonte: Próprio Autor

- Tipos de Meios: nessas maquetes o meio 1 é representado pela base branca e o meio 2 por retângulos de EVA de cor verde e de textura diferente do meio 1; as setas de EVA são de cores e texturas diferentes, onde as verdes com textura indicam a direção dos raios de luz no meio 1 e as azuis lisas a direção dos raios de luz no meio 2 (Figuras 5.3 (a), (b) e (c)).

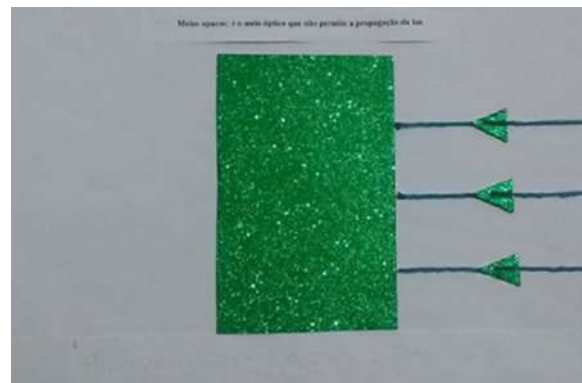
- Transparente, Translúcido e Opaco

Figura 5.3 - Maquetes representativas dos Tipos de Meio



(a) Transparente

(b) Translúcido



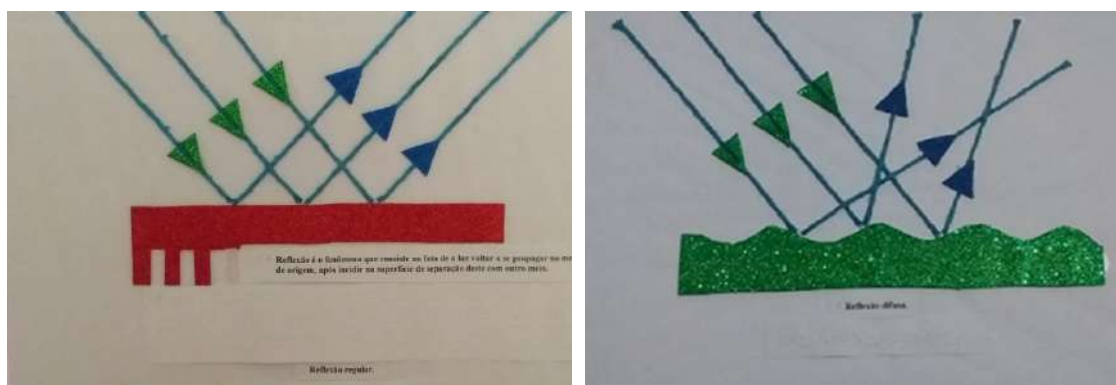
(c) Opaco

Fonte: Próprio Autor

- Tipos de Reflexão: (Figuras 5.4 (a) e (b))
 - Regular: A maquete tátil-visual da representação da reflexão regular foi construída com três barbantes de cor azul, dispostos paralelamente, com setas de EVA de texturas e cores diferentes. As setas coladas sobre os barbantes são de cor verde representando os raios incidentes, e os de cor azul representando os raios refletidos. A superfície polida, no caso um espelho plano, é representada por uma faixa de EVA de cor vermelha, e de outra textura. Os raios que incidem na superfície não sofrem desvio, ou seja, os raios refletidos voltam ao meio de origem mantendo o paralelismo; e
 - Difusa: O material didático em alto relevo para a representação da reflexão difusa constitui-se de três barbantes de cor azul com setas de EVA de diferentes texturas coladas sobre os mesmos nas cores

verde (raios incidentes) e azul (raios refletidos). A superfície irregular, é representada por uma faixa de EVA de outra textura e de cor verde. Os raios incidentes são paralelos, mas ao serem refletidos por uma superfície rugosa, saem em várias direções.

Figura 5.4 - Maquetes representativas dos Tipos de Reflexão



(a) Regular

(b) Difusa

Fonte: Próprio Autor

- **Refração:** O material didático em alto relevo para a representação da refração consta de três barbantes de cor azul com setas de EVA coladas sobre os mesmos de cores e texturas diferentes. As setas verdes representam os raios incidentes e as azuis os raios refratados. Os raios incidentes são paralelos e ao passarem de um meio (por exemplo o ar) para outro (por exemplo a água, representado por um retângulo de EVA azul e de textura diferente) irão refratar e sofrer um desvio (Figura 5.5).

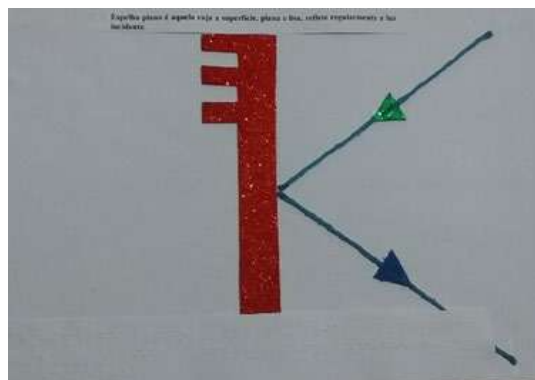
Figura 5.5 - Maquete representativa de uma Refração



Fonte: Próprio Autor

- Espelho Plano: Consta de uma faixa de EVA na cor vermelha sendo de um lado lisa (superfície refletora) e a outra com três pequenos pedaços do mesmo material (parte opaca do espelho). Os raios são representados por barbantes de cor azul. Uma seta de cor verde e de uma dada textura indica a direção do raio incidente e uma seta de cor azul e de outra textura indica a direção do raio refletido. (Figura 5.6)

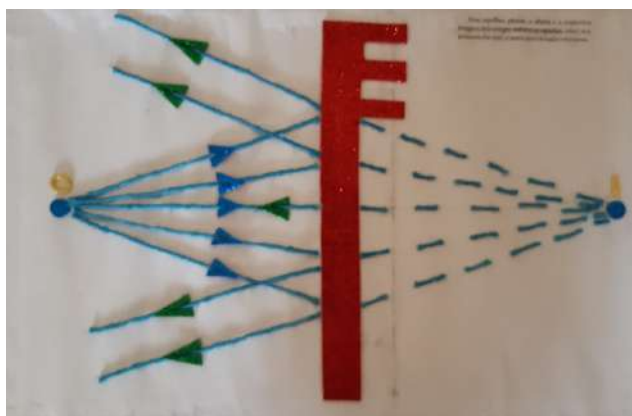
Figura 5.6 - Maquete representativa de um espelho plano



Fonte: Próprio Autor

- Formação de Imagens dos espelhos planos: Na representação do objeto e da formação da imagem foram usadas flechas de EVA amarelo, mas de texturas diferentes (objeto (seta amarela brilhosa com textura) e imagem (seta amarela opaca lisa)). Nos prolongamentos dos raios são usados barbantes de cor azul orientados com setas de EVA de cor verde e azul de texturas diferentes, onde os raios incidentes (verdes) ao tocarem a superfície do espelho plano são refletidos regularmente para o mesmo meio, e com o seu prolongamento forma-se a imagem virtual. O espelho plano é representado por EVA de cor vermelha e de textura diferente das setas. (Figura 5.7)

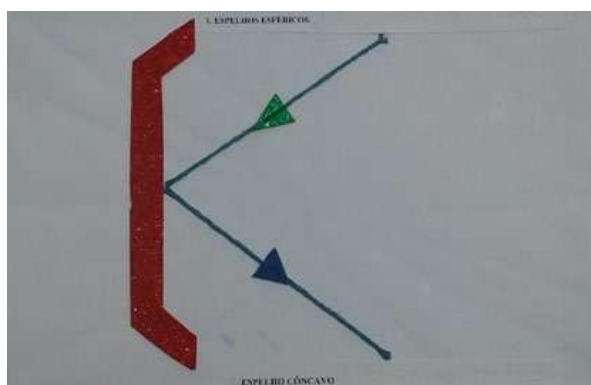
Figura 5.7 - Maquete representativa de formação de imagem do espelho plano



Fonte: Próprio Autor

- **Espelho Esférico Côncavo:** Representado por uma faixa de EVA vermelho, com textura e na forma de uma curva estilizada, estando a parte polida no interior da curva. Os raios luminosos estão representados com barbante de cor azul, e as setas de EVA coladas sobre eles, diferenciam o raio incidente (seta verde) do raio refletido (seta azul). (Figura 5.8)

Figura 5.8 - Maquete representativa de um espelho esférico côncavo

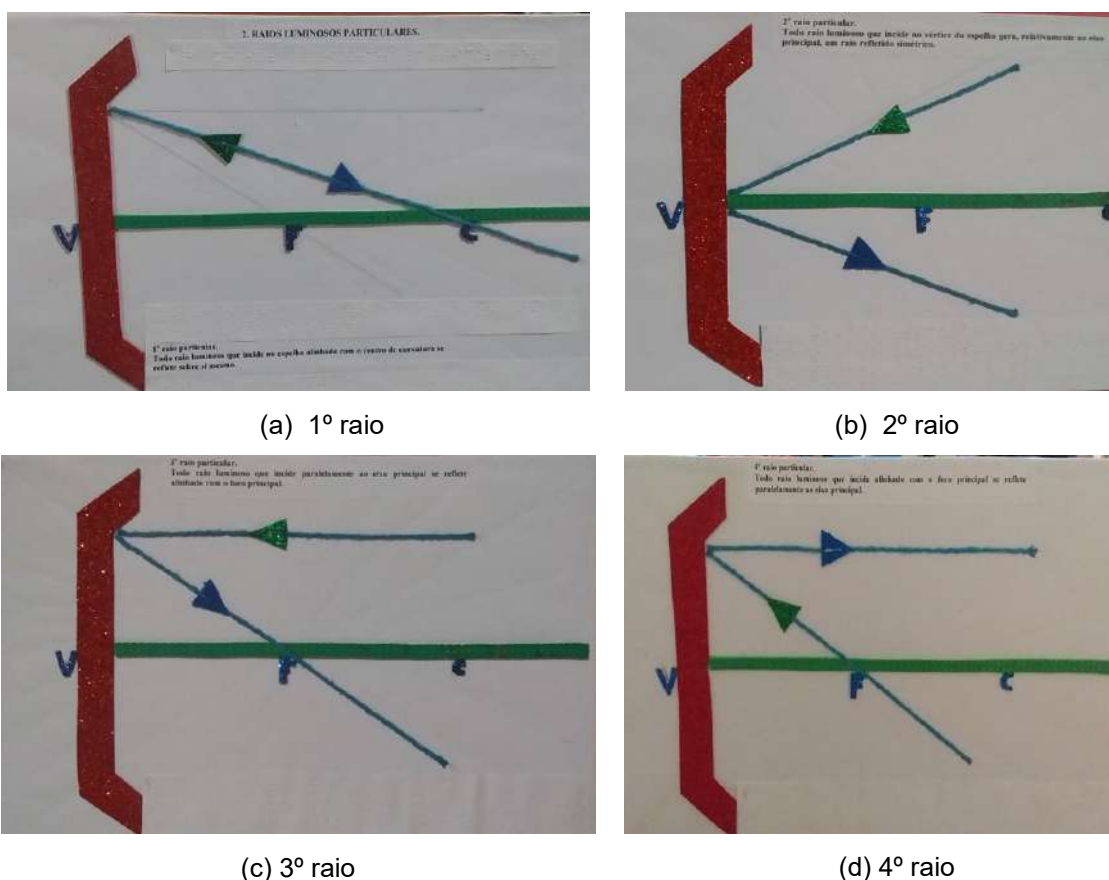


Fonte: Próprio Autor

- **Raios particulares do espelho côncavo:** Para caracterizar os 4 raios particulares do espelho, é necessário representar alguns outros elementos. O vértice e foco do espelho estão representados, respectivamente, pelas letras V e F, de EVA na cor vermelha. Já o centro de curvatura do espelho está representado pela letra C que é a distância do vértice do espelho esférico ao ponto C, de EVA na cor azul. O eixo principal está representado por uma faixa de EVA, de cor

verde, e com textura diferente do espelho. Os raios incidentes e o raio refletido estão representados com barbante de cor azul, com as setas coladas sobre eles, de cor verde e azul, respectivamente. Essa representação do espelho esférico côncavo e seus componentes, será utilizada em todas as maquetes que se refiram ao espelho esférico côncavo. (Figuras 5.9 (a), (b), (c) e (d))

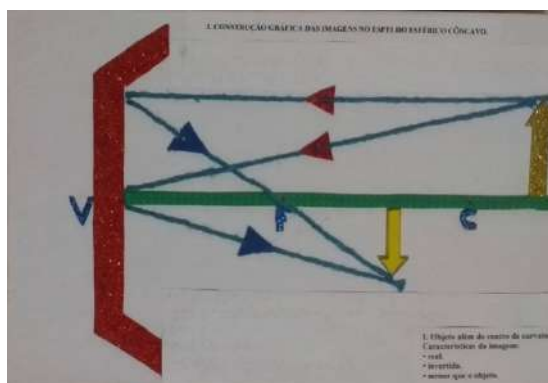
Figura 5.9 - Maquetes representativas dos raios particulares do espelho esférico côncavo



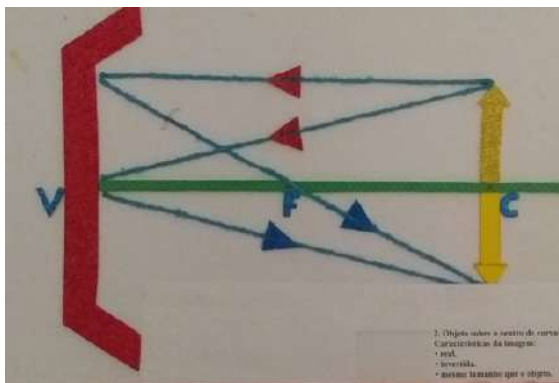
Fonte: Próprio Autor

○ Construção de imagens no espelho côncavo: Nas maquetes que representam a construção de imagens, os raios incidentes são representados por setas de EVA vermelho, e os refletidos por setas de EVA azul com texturas diferentes, com o objeto representado por seta amarela brilhosa, com textura e imagem por seta amarela opaca lisa. (Figuras 5.10 (a), (b), (c), (d) e (e))

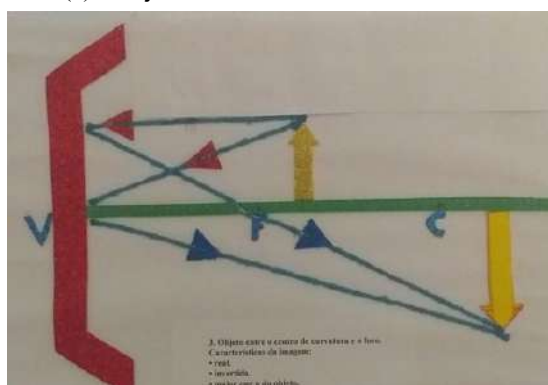
Figura 5.10 - Maquetes representativas da construção gráfica das imagens no espelho esférico côncavo



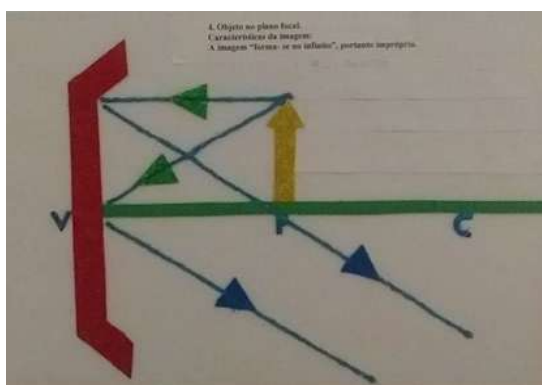
(a) Objeto além do centro de curvatura



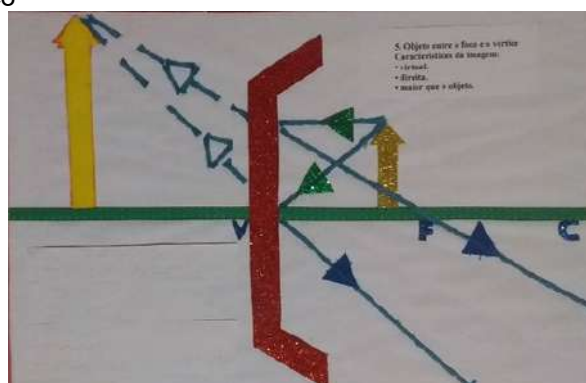
(b) Objeto sobre o centro de curvatura



(c) Objeto entre o centro de curvatura e o foco



(d) Objeto no plano focal

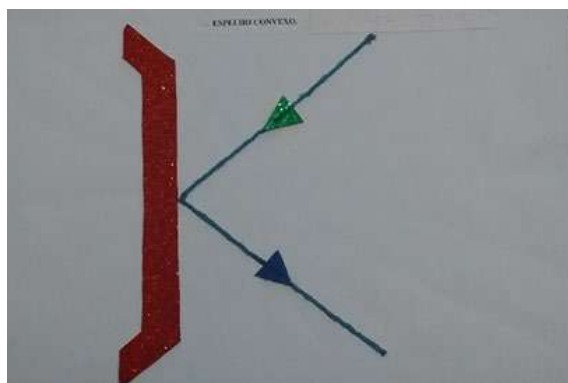


(e) Objeto entre o foco e o vértice

Fonte: Próprio Autor

- **Espelho Esférico Convexo:** Na maquete tátil-visual foi utilizado barbante de cor azul para representar os raios incidente com seta de EVA verde, e refletido com seta de EVA azul. O espelho esférico convexo está representado por uma faixa de EVA vermelho, com textura e na forma de uma curva estilizada, sendo que a parte polida fica na parte externa da curva (Figura 5.11)

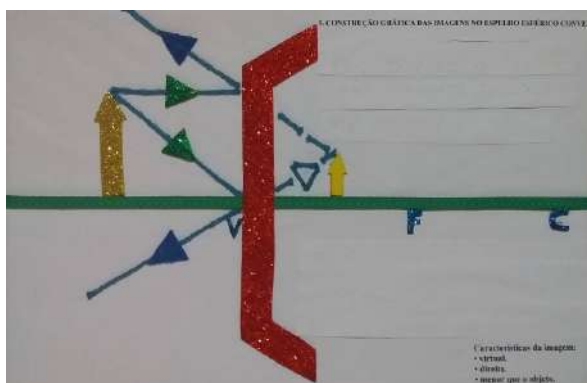
Figura 5.11 - Maquete representativa de um espelho esférico convexo



Fonte: Próprio Autor

- Construção gráfica das imagens no espelho esférico convexo: O material didático em alto relevo utiliza EVA vermelho com textura para representar o espelho convexo. Os raios incidentes e o raio refletido, estão representados com barbante de cor azul e as setas coladas sobre eles são verde e azul, respectivamente. O eixo principal está representado por EVA verde, tendo vértice (V), o foco (F) e o centro de curvatura (C) representados nas cores azul. O objeto está representado por uma flecha de EVA amarelo brilhoso com textura, posicionado na frente do espelho e sua imagem, representada por uma flecha de EVA também amarela opaca, mas lisa, de tamanho menor que o objeto, direita, está posicionada atrás do espelho. (Figura 5.12)

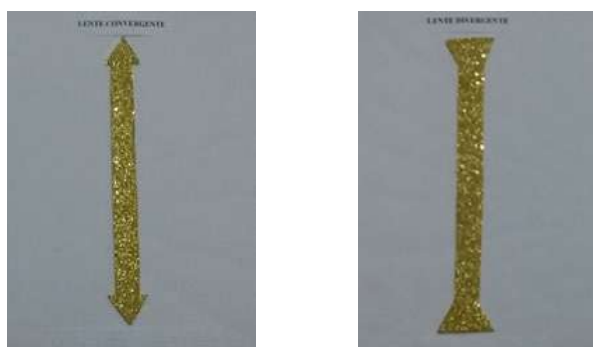
Figura 5.12 - Maquete representativa construção gráfica das imagens no espelho esférico convexo



Fonte: Próprio Autor

- Tipo de Lentes: Uma maneira de representar essas lentes para alunos com deficiência visual é a utilização de material didático em alto relevo. A representação das lentes divergentes foi feita por uma faixa de EVA amarela com textura, tendo as bordas mais grossas. Já a representação das lentes convergentes foi feita também por uma faixa de EVA amarela, com textura, porém com as bordas finas (Figuras 5.13 (a) e (b))

Figura 5.13 - Maquetes dos tipos de lentes



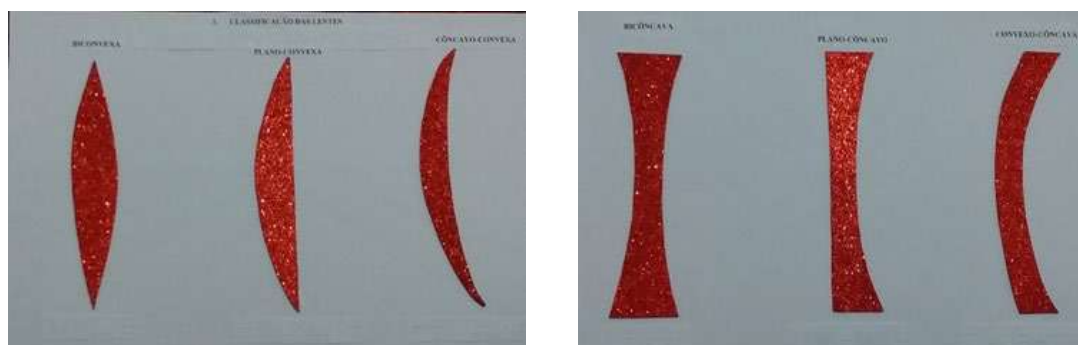
(a) Convergente

(b) Divergente

Fonte: Próprio Autor

- Classificação das lentes convergentes e divergentes: Material didático em alto relevo construído com EVA vermelho com textura (Figura 5.14 (a) e (b))
 - a) Lentes convergentes: duplamente convexa, plano convexa e menisco convexa.
 - b) Lentes divergentes: duplamente côncava, plano côncava e menisco côncava.

Figura 5.14 - Maquetes representativas da classificação das lentes



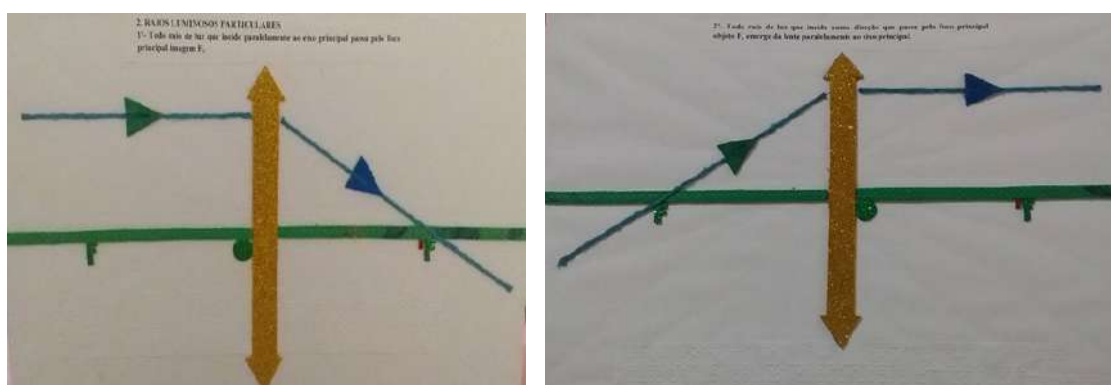
(a) Convergentes

(b) Divergentes

Fonte: Próprio Autor

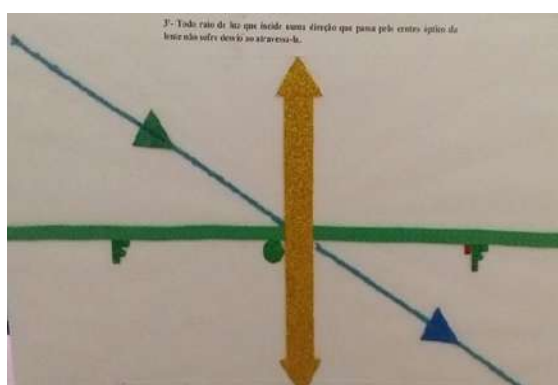
- Raios luminosos particulares das lentes convergentes: No material didático em alto relevo a lente convergente é representada por uma tira de EVA, bordas finas, na cor amarelo e com textura. Os raios incidente e emergente estão representados com barbantes de cor azul e têm setas de EVA coladas sobre eles de cor verde e azul, respectivamente. O eixo principal está representado por uma fina tira de EVA verde, tendo o foco principal (F), o centro ótico (O) e o foco antiprincipal ('F) representados em verde (Figuras 5.15 (a), (b) e (c)). Esta representação da lente convergente e de seus componentes será a mesma utilizada nos tópicos seguintes.

Figura 5.15 - Maquetes representativas dos raios particulares de uma lente convergente



(a) 1º raio

(b) 2º raio



(c) 3º raio

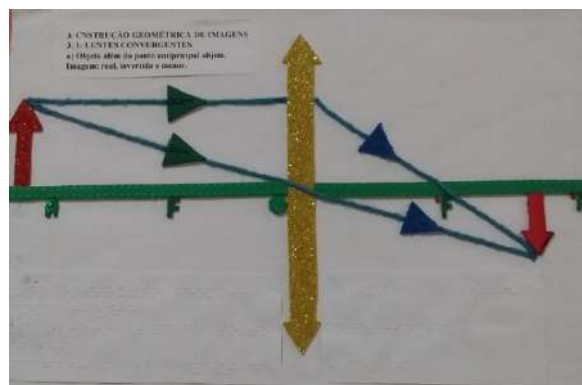
Fonte: Próprio Autor

- Construção geométrica de imagens de lentes convergentes: A representação da lente convergente e os raios incidentes e emergentes já foram descritos anteriormente. No entanto, nessa representação foi acrescentado, no eixo principal, o ponto principal (A) e o antiprincipal ('A),

representados em verde, tendo o seu foco principal (F) e antiprincipal (‘F), também com cor verde, sendo o objeto representado por seta vermelha brilhosa, com textura e imagem tendo seta vermelha opaca lisa.

- o objeto à esquerda do ponto principal da lente; a imagem é real, invertida e menor que o objeto. (Figura 5.16)

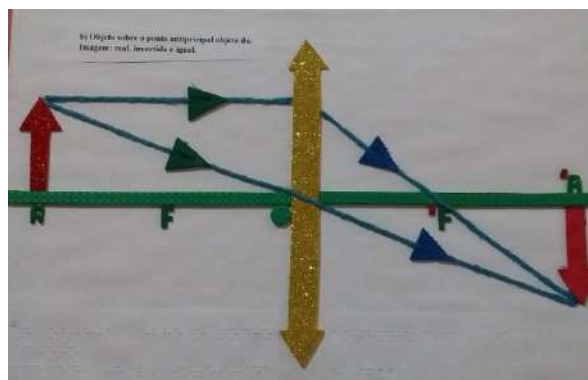
Figura 5.16 - Maquete representativa construção geométrica de imagem de lente convergente, com o objeto a esquerda do ponto principal da lente.



Fonte: Próprio Autor

- o objeto sobre o ponto principal objeto da lente; a imagem é real, invertida e igual ao objeto (Figura 5.17).

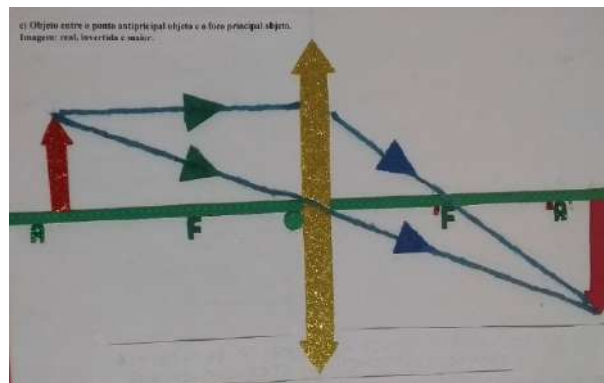
Figura 5.17 - Maquete representativa construção geométrica de imagem de lente convergente, com o objeto sobre o ponto principal objeto da lente



Fonte: Próprio Autor

- o objeto entre o ponto principal objeto e o foco principal objeto da lente; a imagem é real, invertida e maior que o objeto. (Figura 5.18)

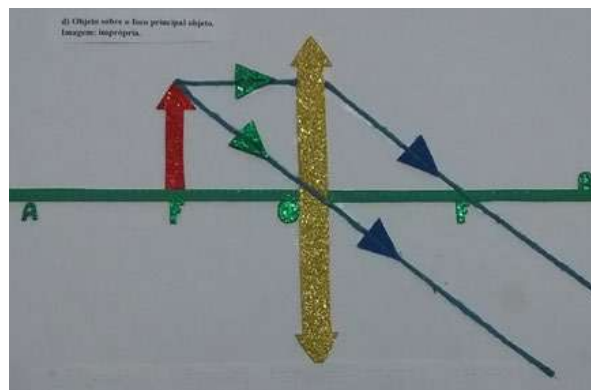
Figura 5.18 - Maquete representativa construção geométrica de imagem de lente convergente, com objeto entre o ponto principal objeto e o foco principal objeto da lente



Fonte: Próprio Autor

- objeto sobre o foco principal da lente; a imagem é imprópria (Figura 5.19).

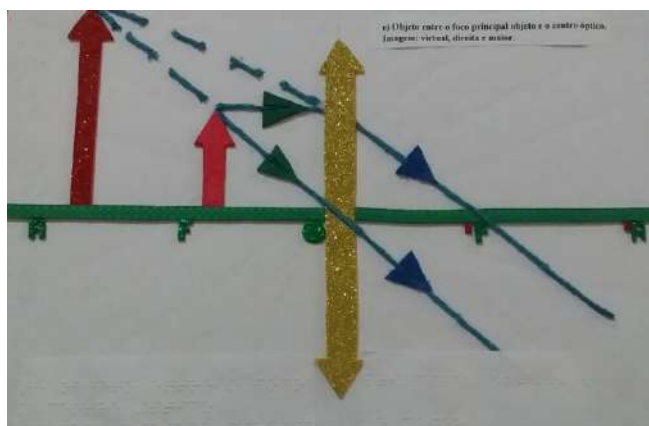
Figura 5.19 - Maquete representativa construção geométrica de imagem de lente convergente, com objeto sobre o foco principal objeto da lente



Fonte: Próprio Autor

- objeto entre o foco principal objeto e o centro óptico da lente; a imagem é virtual, direita e maior que o objeto (Figura 5.20).

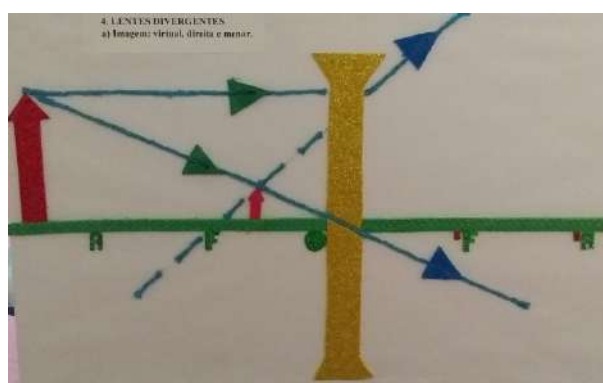
Figura 5.20 - Maquete representativa construção geométrica de imagem de lente convergente, com objeto entre o foco principal objeto e o centro óptico da lente



Fonte: Próprio Autor

• Construção geométrica de imagens de lentes divergente: O material didático em alto relevo representa a lente divergente com uma faixa de bordas grossas de EVA amarela, com textura. Os raios incidentes e os raios emergentes, estão representados por barbantes de cor azul com setas de EVA coladas sobre eles em verde e azul, respectivamente. O eixo principal está representado em cor verde, tendo o ponto antiprincipal ('A), o foco principal (F), o foco antiprincipal ('F) e o centro ótico (O) na cor verde. O objeto e a imagem formada, que é virtual, direita e maior, são representados por flechas em EVA vermelha de textura diferentes. (Figura 5.21).

Figura 5.21: Maquete representativa construção geométrica de imagem de lente divergente



Fonte: Próprio Autor

Além da confecção de material didático com maquetes táteis-visuais, esta pesquisa envolveu a realização de um experimento adaptado para medida da distância focal de uma lente convergente.

Este aparato foi montado usando um plano inclinado produzido industrialmente, ao qual foi presa uma barra de ferro, onde acoplamos uma lente convergente. Para encontrar o ângulo em que os raios de Sol incidiam perpendicularmente à lente, variamos a inclinação do plano até que obtivemos em um anteparo negro, um único ponto de luz indicando que os raios solares paralelos, ao incidirem no centro ótico da lente convergiam para o seu foco. A distância perpendicular da lente ao anteparo nos dá a medida da distância focal da lente.

Pessoas com deficiência visual possuem maior desenvoltura quando seus outros sentidos são estimulados. Pensando nisso, criamos as maquetes e um aparato experimental com o objetivo de encontrar a distância focal de uma lente convergente. Este aparato foi, inicialmente, constituído por um plano inclinado cuja a inclinação podia ser variada em ângulos que variam de 1 em 1 grau e que tinha acoplado na ponta deste plano inclinado, uma lente convergente de modo que a projeção dos raios de luz que incidiam na lente fossem direcionados para um anteparo (papel cartão preto). Os alunos ao variarem a inclinação do plano perceberiam que a intensidade do ponto luminoso projetado no anteparo iria aumentando até que, a intensidade seria forte o bastante para queimar o anteparo. Os alunos videntes conseguiriam ver o papel queimar e os alunos com deficiência visual perceberiam a queima do papel pelo olfato. A distância entre a lente e o anteparo (distância focal) seria medida com o uso de uma régua milimetrada, que no caso dos alunos com deficiência visual teria suas marcações escritas em braile (Figura 5.22 (a), e (b)).

Figura 5.22 - Utilização de partes do Produto Educacional

(a) Maquete Ilustrando o posicionamento do ponto focal de uma lente convergente



(b) Aparato experimental

Fonte: Próprio Autor

5.1 APLICAÇÃO DO MATERIAL DIDÁTICO E DA PARTE EXPERIMENTAL DO PRODUTO

Este trabalho foi desenvolvido como uma pesquisa metodológica de abordagem qualitativa que, segundo relatado por Minayo (1994, p. 21), “trabalha com significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis”.

A aplicação deste produto foi realizada em uma escola pública estadual de ensino médio do município de Vigia, pois possui alunos com deficiência visual matriculados, além de uma sala especializada no atendimento de alunos com deficiência visual, com a orientação de dois professores especializados na área de educação especial.

Sendo assim, a pesquisa foi realizada em uma turma do terceiro ano do ensino médio regular, em que participaram do projeto uma aluna com deficiência visual e os outros alunos videntes do referido ano, matriculados regularmente na escola pública estadual. Para preservar a identidade da aluna, esta será identificada pela letra do alfabeto como “Aluna X”. Ela é cega desde o nascimento, devido a um problema congênito e cursa o terceiro ano do ensino médio.

Foram realizados quatro encontros, que ocorreram nos dias 4 e 18 de maio e 1 e 8 de junho de 2019, às nove horas da manhã, com duração de cerca de duas horas cada aula, com a presença da estudante com deficiência visual, de

seu professor acompanhante de educação especial e dos demais alunos videntes, totalizando 40 alunos. Nestes encontros foram abordados alguns conteúdos de Física, especificamente de Óptica Geométrica, que fazem parte da grade curricular do primeiro semestre da rede pública do Estado do Pará. Foram elaborados materiais utilizados como referenciais táteis que auxiliaram no desenvolvimento da aula. Como instrumento de coleta de dados, as aulas foram inteiramente gravadas em vídeo e registradas em fotos; também foram realizadas entrevistas com a aluna com deficiência visual e com os alunos videntes, com algumas perguntas relacionadas à Óptica Geométrica. (Figura 5.23)

Figura 5.23 - Aplicação do produto numa escola pública do interior do Estado do Pará



Fonte: Próprio Autor

Na aplicação do material didático, com sua parte experimental, para os alunos, quer videntes, quer não videntes, do terceiro ano do ensino médio, foram necessárias quatro aulas, como mostrado na estrutura esquematizada a seguir.

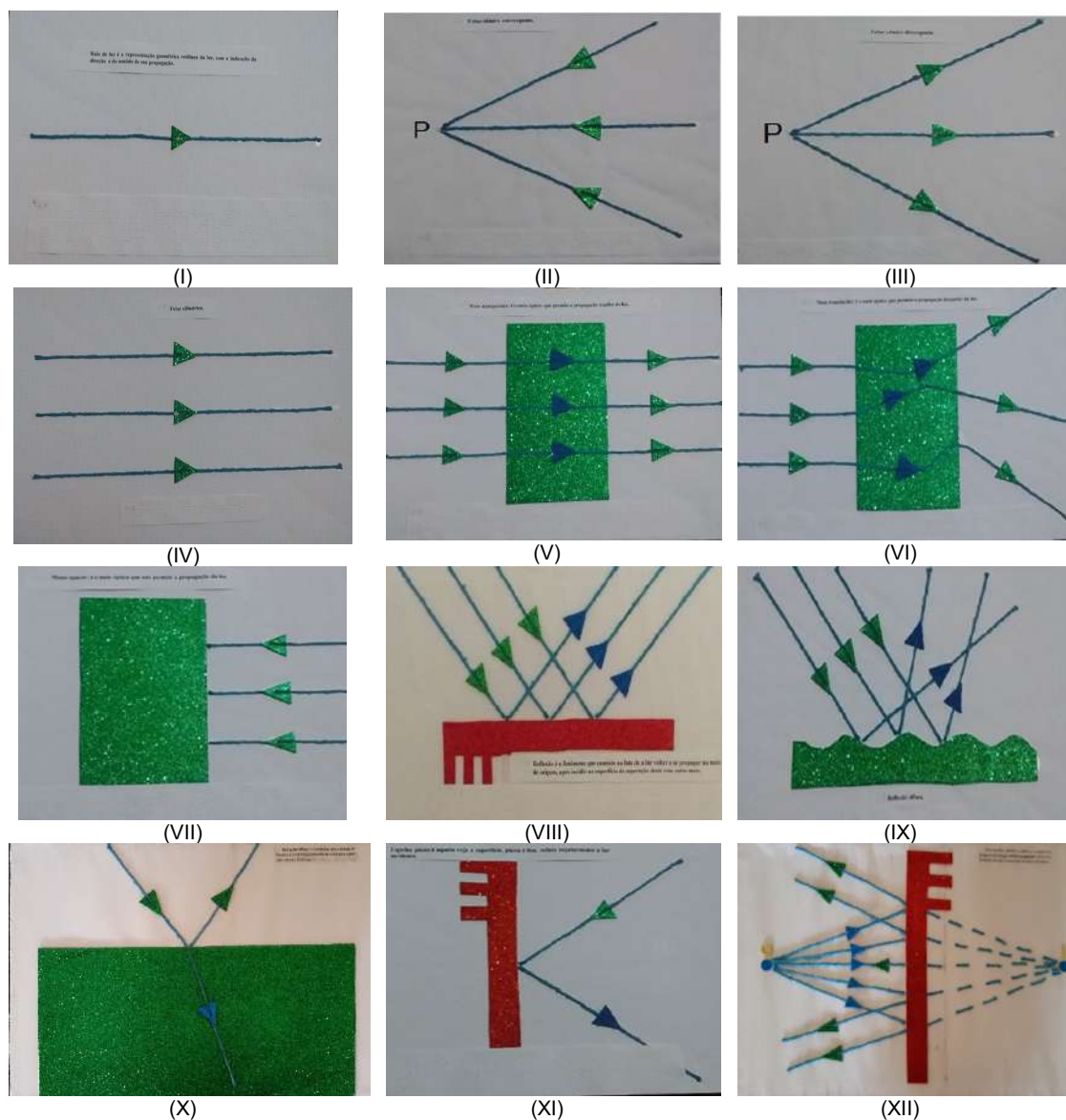
Aula 1: Introdução da Óptica até espelho plano

Antes de começar a aula, a aluna DV foi solicitada a sentar-se na primeira fila, perto do professor. O material didático foi organizado em sequência cronológica para que a aluna siga em harmonia com a aula projetada em Power Point, no quadro branco, para os alunos videntes.

Nesta aula, que teve duração de 2 horas, o professor ministrou o seguinte conteúdo (Figura 5.24):

- ✓ Raio de luz (I)
- ✓ Feixe cônico convergente (II)
- ✓ Feixe cônico divergente (III)
- ✓ Feixe cilíndrico (IV)
- ✓ Meio transparente (V)
- ✓ Meio translúcido (VI)
- ✓ Meio opaco (VII)
- ✓ Reflexão regular (VIII)
- ✓ Reflexão difusa (XI)
- ✓ Refração (X)
- ✓ Espelho plano (XI e XII)

Figura 5.24 - Maquetes trabalhadas na Aula 1



Fonte: Próprio Autor

Nesta primeira aula foi aplicado o material didático mostrado na Figura 5.24 para que os alunos videntes e, principalmente, a aluna não vidente, tivessem oportunidade de ter contato visual ou tátil com o material didático. No decorrer da aula a aluna com deficiência visual teve o auxílio do professor especialista na área de educação especial para manusear o material didático (Figura 5.25).

Figura 5.25 -Aplicação do produto (aula 1) na escola pública do interior do Estado do Pará



Fonte: Próprio Autor

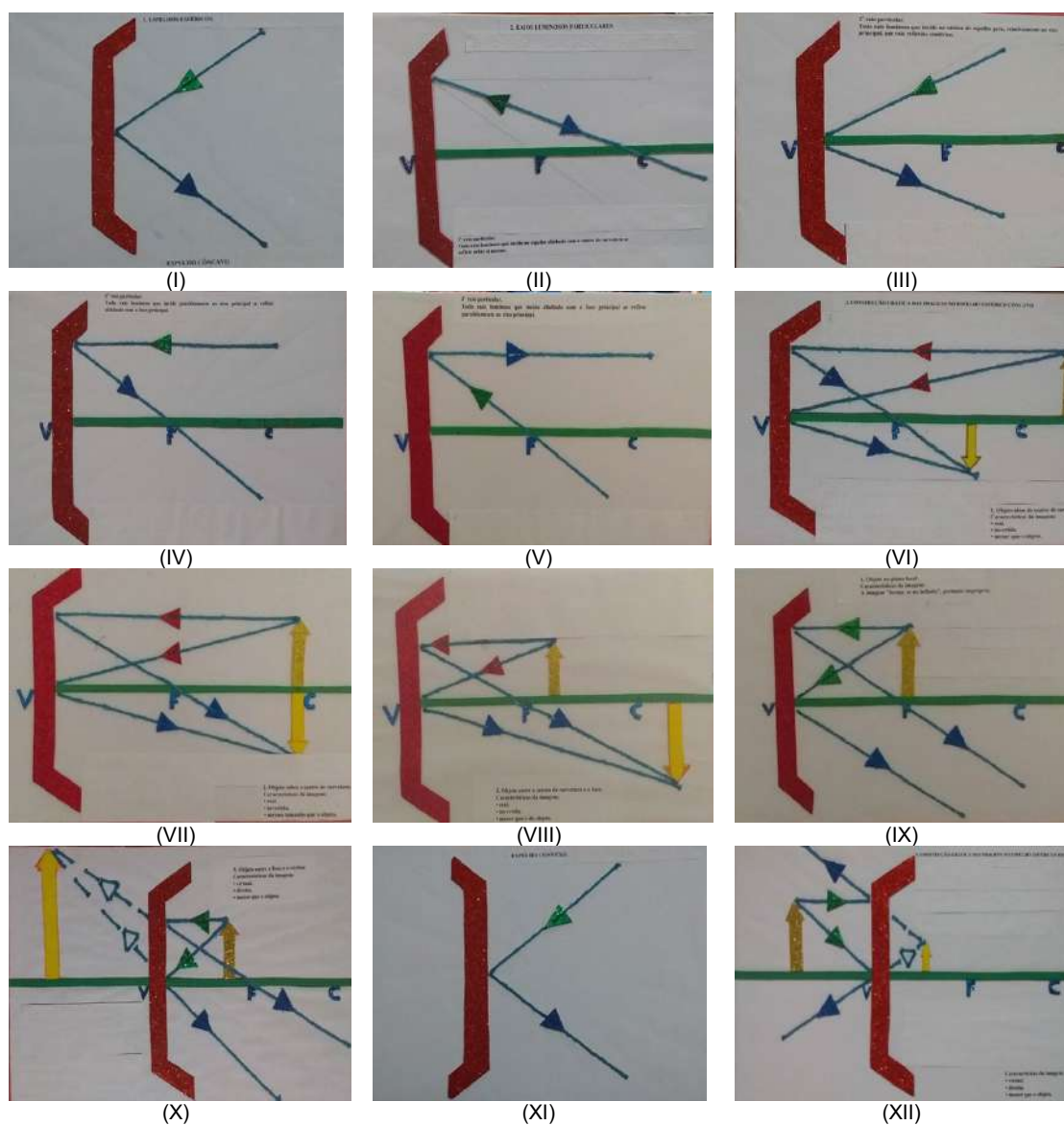
Aula 2: Espelhos esféricos

Na aplicação da segunda aula, seguindo o mesmo raciocínio da primeira, o material didático foi organizado em sequência cronológica, para que a aluna siga em harmonia com a aula projetada em Power Point, para os alunos videntes.

Nesta aula, que teve a mesma duração da anterior, ou seja, 2 horas, o professor ministrou o seguinte conteúdo (Figura 5.26):

- ✓ Espelho esférico côncavo (I)
- ✓ Raios luminosos particulares do espelho côncavo (II a V)
- ✓ Construção gráfica das imagens no espelho esférico côncavo (VI a X)
- ✓ Espelho esférico convexo (XI)
- ✓ Construção gráfica das imagens no espelho esférico côncavo e convexo (XII)

Figura 5.26 - Maquetes trabalhadas na Aula 2



Fonte: Próprio Autor

No decorrer da aula, a aluna com deficiência visual teve novamente o auxílio do professor especialista na área de educação especial para manusear o material didático (Figura 5.27).

Figura 5.27 -Aplicação do produto (aula 2) na escola pública do interior do Estado do Pará



Fonte: Próprio Autor

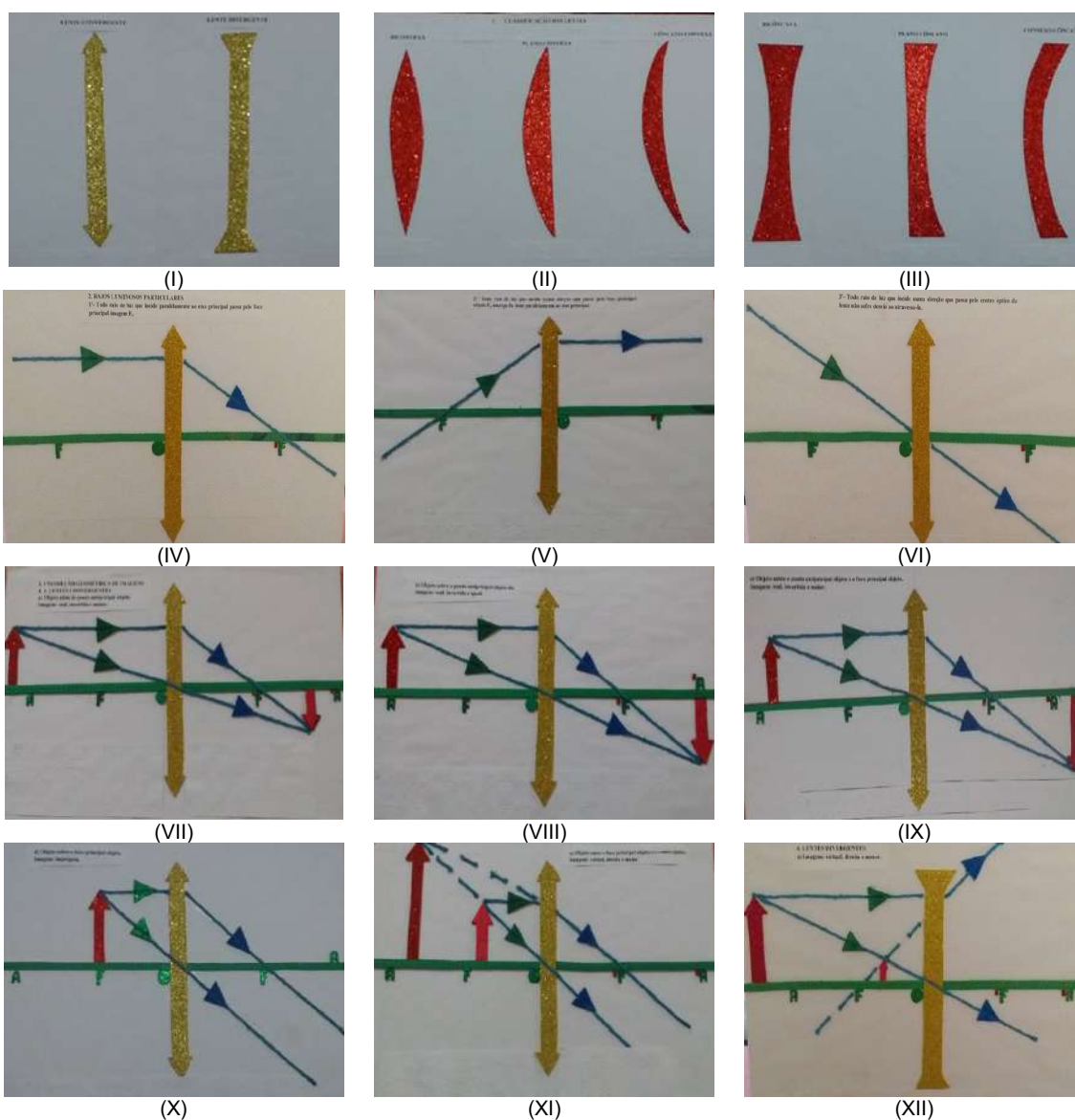
Aula 3: Lentes

Na aplicação da terceira aula, na parte teórica manteve-se o mesmo raciocínio da segunda aula, ou seja, mantivemos o material didático organizado em sequência cronológica para que a aluna DV siga em harmonia com aula projetada em Power Point no quadro para alunos videntes.

Nesta aula, com duração um pouco mais longa devido a parte experimental, foi necessário um tempo aproximado de 3 horas, e o professor ministrou o seguinte conteúdo (Figura 5.28):

- ✓ Tipos de Lentes (I)
- ✓ Classificação das lentes (II e III)
- ✓ Raios luminosos particulares de uma lente convergente (IV a VI)
- ✓ Construção geométrica de imagens de lentes convergentes (VII a XI)
- ✓ Construção geométrica de imagens de lentes divergente (XII)

Figura 5.28: Maquetes trabalhadas na Aula 3



Fonte: Próprio Autor

Nesta terceira aula foi aplicado o material didático mostrado na Figura 5.28, com todos os alunos videntes e não videntes tendo contato visual ou tátil com o kit. Mais uma vez, no decorrer da aula, a aluna com deficiência visual teve o auxílio do professor especialista na área de educação especial para manusear o material didático (Figura 5.29).

Figura 5.29 -Aplicação do produto (aula 3) na escola pública do interior do Estado do Pará



Fonte: Próprio Autor

Aula 4: Parte Experimental

Na aplicação da quarta aula, foi montado um aparato adaptado, usando materiais industrializados, cujo objetivo era determinar a distância focal de uma lente convergente (Figura 5.30).

Figuras 5.30 - Aplicação do produto (aula 4) na escola pública do interior do Estado do Pará



Fonte: Próprio Autor

Nesta aula, com a mesma duração das iniciais, ou seja, 2 horas, o professor mostrou na prática o que foi visto em sala de aula. A aluna com deficiência visual teve o auxílio do professor especialista na área de educação especial para manusear o material montado para o experimento. O aparato experimental usou um plano inclinado produzido industrialmente, que serviu para encontrar o ângulo em que a projeção da luz incidiu perpendicularmente na lente convergente, que estava fixa na extremidade do plano inclinado; também foi usado um papel cartão preto como anteparo. O principal objetivo deste experimento era encontrar a distância focal da lente e para descobrir essa distância, o ângulo de inclinação do plano era variado, até que um ponto luminoso, com brilho intenso aparecesse no anteparo, quando então o papel incendiava-se e os alunos percebiam que tinham achado o foco da lente. (Figura 5.31)

Figuras 5.31 - Aplicação do produto (aula 4) na escola pública do interior do Estado do Pará



Fonte: Próprio Autor

Os alunos videntes descobriram com certa facilidade a distância focal medindo com uma régua a distância entre o centro óptico da lente e o local onde o papel incendiou-se. Já para a aluna com deficiência visual, este método não obteve o mesmo êxito, pois ela não conseguiu perceber que tinha atingido a distância focal quando o papel incendiou-se, pois esperava-se que a estudante com deficiência visual percebesse a fumaça através do olfato, no entanto, como o experimento foi realizado no pátio da escola, o vento atrapalhou, levando a fumaça na direção contrária à que a aluna encontrava-se.

Assim, em outro momento, foi aplicado na mesma escola o mesmo experimento, mas com outra adaptação, para a aluna com deficiência visual. Na extremidade do plano inclinado foi fixada uma barra de ferro perpendicular ao mesmo. Na parte mais baixa da barra de ferro, foi colocado um balão preto. A lente, que anteriormente estava fixa no plano inclinado, foi colocada nesta barra de ferro, a certa distância do balão, de maneira que ela podia deslizar na barra. Ao realizar o experimento movendo a lente, com o auxílio do professor especialista na área de educação especial, a aluna percebeu que tinha atingido a distância focal da lente convergente no momento em que o balão estourou. Ela obteve o valor da distância focal usando o tato e contando os pontos em alto relevo separados de uma distância de 1 cm, como mostra a Figura 5.32.

Figura 5.32 - Aplicação do aparato experimental apenas para a aluna com DV



Fonte: Próprio Autor

5.1.1 Evolução no aprendizado

Antes das aulas foram repassados para os alunos, quer videntes, quer não videntes, um questionário inicial a respeito do assunto que seria ministrado, e ao final das atividades, um questionário final com perguntas sobre as aulas ministradas. Para a aluna não vidente foram feitas as perguntas de forma oral, e as respostas foram registradas através de escrita, feita com a companhia do professor especialista em educação especial. A intenção do professor aplicador do produto é explorar e conhecer os avanços proporcionados pela aula ministrada para a aluna em um processo de inclusão, os benefícios da utilização do material didático, e também a utilização da parte experimental na evolução do aprendizado, assim como dicas ou sugestões para melhor composição do Produto Final.

O Questionário Inicial, também pode ser encontrado nos Apêndices deste trabalho, apresenta as seguintes questões:

- 1- Qual a principal dificuldade na disciplina Física?
- 2- O professor de Física desenvolve atividades alternativas na sala de aula, de acordo com necessidades para o aprendizado? Se positivo, quais? Se negativo, por quê?

3- Na sua opinião, o que deve ser feito para melhorar o ensino de Física para as pessoas com deficiência visual?

4 - Já ouviu falar sobre Óptica Geométrica? Em caso afirmativo, o que você lembra a respeito deste conteúdo?

5 – O que você espera aprender sobre Óptica Geométrica?

6- Você já estudou espelho plano, espelho esférico e lentes? Caso afirmativo, o que você aprendeu desses assuntos?

O Questionário Final, também pode ser encontrado nos Apêndices desse trabalho e apresenta as seguintes questões:

1- A aula apresentada sobre Óptica Geométrica proporcionou conhecimentos a você? Se positivo, quais?

2- Em sua opinião, qual a utilidade do material didático para a compreensão do assunto Óptica Geométrica? A qualidade foi satisfatória para você?

3- Explique com suas palavras o que você entendeu sobre Introdução à Óptica, espelho plano, espelho esférico e lentes.

4 – Você consegue relacionar as aulas ministradas com o material didático apresentado?

5 – Você possui alguma sugestão, crítica ou alguma proposta para melhorar a aula ministrada?

CAPÍTULO 6 - APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados de todas as etapas desenvolvidas, além da análise dos resultados obtidos.

6.1 QUESTIONÁRIO INICIAL

Os questionários serão apresentados, integralmente, e em ordem cronológica, as asserções obtidas através da aplicação do questionário inicial e as análises obtidas acerca das respostas dos sujeitos participantes da pesquisa, onde se pegou uma amostragem dos quarenta aluno dessa turma para a essa pesquisa. Em termos gerais, as questões iniciais tiveram o propósito de ser questões que contextualizassem o local de aprendizagem, juntamente com o ensino, isto é, questões que revelassem dificuldades dos estudantes com o ensino da Física, relações com o professor e os colegas. Elas compõem um momento de contextualização a respeito de como os estudantes percebem o ensino de Física que recebem na escola e, também, visam buscar informações, identificar conceitos prévios e conhecer suas expectativas sobre aquilo que viriam conhecer. As respostas dos alunos estão de acordo com que eles escreveram no questionário.

➤ **Questão 1: Qual a sua principal dificuldade na disciplina Física?**

Com essa questão, buscou-se identificar os problemas encontrados no cotidiano escolar desses alunos, tanto videntes como não videntes, nas aulas de Física, principalmente em relação ao conteúdo da disciplina.

- ✓ **Aluna X:** *Vários tipos de cálculos, muita dificuldade em aprender cálculos, por não ter materiais adaptados para aprender a disciplina.*
- ✓ **Aluna Y:** *A parte teórica, pois a maioria das explicações são feitas em cima de fórmulas e questões.*
- ✓ **Aluna Z:** *Resolver os cálculos.*
- ✓ **Aluna W:** *Na resolução das questões.*
- ✓ **Aluna R:** *A minha opinião em física e de entender o assunto, a explicação.*
- ✓ **Aluna S:** *Os cálculos que são bem trabalhosos e difíceis.*

- ✓ **Aluna T:** *As fórmulas*
- ✓ **Aluna U:** *compreensão das teorias dos assuntos*

Por meio da fala da entrevistada X, aluna com deficiência visual, verificou-se que o problema da visão não é percebido como adversidade pela aluna. Os outros estudantes videntes relataram a matemática como maior dificuldade, devido a presença de “*fórmulas*” (alunos T, Y), dificuldade em cálculos (aluna Z, S). Nos relatos, a principal dificuldade na aprendizagem de Física, está relacionada ao uso das equações. Assim, se não for relacionado a aula teórica ou a experimental, usando o material didático proposto, tanto os alunos videntes como não videntes, não terão muitas dificuldades no aprendizado, nas aulas de Física.

➤ **Questão 2: O professor de Física desenvolve atividades alternativas de acordo com suas necessidades? Se positivo, quais? Se negativo, por quê?**

- ✓ **Aluna X:** *Não, falta de preparo do professor com a minha deficiência e também ele acaba esquecendo que a gente tá ali.*
- ✓ **Aluna Y:** *Não, falta de equipamento nas escolas.*
- ✓ **Aluna Z:** *Não, por conta das aulas não produtivas.*
- ✓ **Aluna W:** *Não, não produz material pra gente aprender.*
- ✓ **Aluna R:** *Não, pois as aulas não atende as dificuldades de cada um.*
- ✓ **Aluna S:** *Não, não tem uma aula pratica.*
- ✓ **Aluno T:** *Não, Falta de habilidade com os alunos.*
- ✓ **Aluna U:** *Não, Não tem aula do cotidiano.*

A aluna X citou a falta de preparo do professor com a deficiência dela. Notamos que, na maioria dos casos, existe falta de atividades diversificadas produzidas nas salas de aula, prejudicando assim, o processo de interação social proposto por Vygotsky. O sentimento de exclusão dos estudantes e falta de preparo dos profissionais, também aparecem nos trechos, “*ele acaba*

esquecendo que a gente tá ali” (aluna X). Assim, é necessário que o professor, além de escrever o conteúdo na lousa, utilize o processo da fala e materiais escritos em braile, para que os alunos com deficiência visual não “fiquem perdidos” e participem com maior interação juntamente com os alunos videntes.

➤ **Questão 3: Em sua opinião o que deve ser feito para melhorar o ensino para as pessoas com deficiência visual?**

- ✓ **Aluno X:** *Material ampliado e material adaptado, também ajuda muito, dando prova ampliada também ajuda.*
- ✓ **Aluna Y:** *Maior número de professores qualificado na área.*
- ✓ **Aluna Z:** *Montar mais equipamentos especializados para deficientes visuais, para que eles possam entender melhor.*
- ✓ **Aluna W:** *Uma preparação dos professores para melhor preparar atividades e projetos mais elaborados para tais alunos.*
- ✓ **Aluna R:** *Incluir apostila em braile, no intuito de facilitar no aprendizado dos mesmo.*
- ✓ **Aluna S:** *Professores qualificados.*
- ✓ **Aluno T:** *Aulas práticas e interativas.*
- ✓ **Aluna U:** *Devem ser feita aulas específicas para esses alunos.*

Verificou-se na fala da aluna X que os materiais ampliado e adaptado, citados como ferramentas, podem contribuir para o ensino de alunos com baixa visão e com deficiência visual. Falta de preparo e uma formação continuada dos professores são relatados (aluno Y) e “*aulas práticas e interativas*” (aluna T). Por fim, falta de preparo dos professores foi o problema mais citado pelos alunos. Mas a questão abordada pelos alunos mostra que a escola inclusiva está longe de ser alcançada, até mesmo as escolas especiais não oferecem um ensino inclusivo para com esses alunos.

➤ **Questão 4: Já ouviu falar sobre Óptica Geométrica? Em caso afirmativo, o que você lembra a respeito desse conteúdo?**

Esta questão buscou verificar a existência de concepções, e qual seria este conhecimento dos estudantes sobre o tema a ser explorado. A finalidade foi verificar se em algum momento na vida destes estudantes eles ouviram falar a respeito de Óptica Geométrica.

- ✓ **Aluno X:** *Eu acho que eu não lembro nada.*
- ✓ **Aluna Y:** *Não.*
- ✓ **Aluna Z:** *Não, ainda não.*
- ✓ **Aluna W:** *Não, teoricamente.*
- ✓ **Aluna R:** *Já ouvir falar, mas não lembro.*
- ✓ **Aluna S:** *Sim, em parte quando estudei em um cursinho.*
- ✓ **Aluno T:** *Não, nunca vi.*
- ✓ **Aluna U:** *Não.*

Observou-se respostas curtas que convergem para o mesmo ponto, o de desconhecimento do tema, “não lembro” (alunos X, R), e resposta “*não*” com os demais alunos (Y, Z, W, S, T e U). Portanto, todos os alunos não lembravam nada a respeito do assunto Óptica Geométrica, e apenas o aluno S já tinha ouvido falar alguma coisa sobre o tema, em um cursinho.

➤ **Questão 5: O que você espera aprender sobre Óptica Geométrica?**

Buscou-se, com o questionamento, apurar a expectativa dos estudantes sobre o assunto que iriam aprender.

- ✓ **Aluno X:** *Não sei.*
- ✓ **Aluna Y:** *O que ainda não sei.*
- ✓ **Aluna Z:** *Espero saber o que é.*
- ✓ **Aluna W:** *Eu quero aprender tudo sobre este assunto.*
- ✓ **Aluna R:** *Sobre o assunto.*
- ✓ **Aluna S:** *Muita coisa.*
- ✓ **Aluno T:** *Inúmeros assuntos.*

- ✓ **Aluna U:** *Espero aprender o assunto.*

Notou-se que os alunos não sabiam o que esperar em relação ao estudo sobre Óptica Geométrica, “*Não sei.*” (Aluna X) e “*Eu quero aprender tudo sobre este assunto.*” (Aluno W) e também “*Muita coisa*” (aluno S). Mas também ficaram com muita curiosidade a respeito do assunto que seria ministrado, pois os mesmos queriam aprender muita coisa dos assuntos que iriam ser aplicados ao longo das aulas.

➤ **Questão 6: Você já estudou espelho plano, espelho esférico e lente? Caso afirmativo, o que você aprendeu desses assuntos?**

- ✓ **Aluno X:** *Não.*
- ✓ **Aluna Y:** *Não me recordo.*
- ✓ **Aluna Z:** *Não.*
- ✓ **Aluna W:** *Não mas espero me aprofundar mais no assunto.*
- ✓ **Aluna R:** *Não.*
- ✓ **Aluna S:** *Não.*
- ✓ **Aluno ,T:** *Ainda não estudei.*
- ✓ **Aluna U:** *Eu nunca estudei esses assuntos.*

Notou-se que os alunos não estudaram os assuntos, assim como a aluna não vidente (aluna X), o mesmo acontecendo com os demais alunos videntes (Y, Z, W, R, S, T e U) em relação ao estudo desses assuntos.

6.1.1. ANÁLISE GERAL DO QUESTIONÁRIO INICIAL

A seguir, apresentamos o Quadro 1, elaborado a partir dos dados coletados nas questões 1, 2, 3 e 4 do questionário inicial. A partir desse quadro, realizou-se uma análise geral dos dados obtidos.

Quadro 1 – Categorização das respostas obtidas por meio do Questionário Inicial									
Alunos	QUESTÃO 1		QUESTÃO 2			QUESTÃO 3		QUESTÃO 4	
	Dificuldades		Atividades diferenciadas			Melhoria		Conhecimento	
	Matemática		Sim	Não		Tipos		Conhecer o assunto da Óptica geométrica	
	Símbolos	Equações	aulas práticas com os alunos	Exclusão	Falta de preparo	Material ampliado	Melhoria na formação dos professores	Sim	Não
X	X	X		X	X	X	X		X
Y		X		X	X		X		X
Z		X			X	X			X
W		X			X		X		X
R		X		X	X		X		X
S		X	X				X		X
T		X	X				X		X
U		X			X		X		X

Fonte: Próprio Autor

Nos relatos obtidos, encontram-se elementos da relação frequente que os estudantes fazem, entre equações e aprendizagem de Física, evidenciando dificuldades semelhantes a todos os alunos videntes e não videntes, ou seja, a “Matemática”. Sendo assim, constatou-se que a estudante com deficiência visual, não considera sua deficiência visual como principal dificuldade em aprender física, mas sim a falta de material adaptado, que auxilie no seu ensino aprendido.

Segundo Brandão (2006, p. 1), “a Matemática, a qual é considerada uma das disciplinas de maior dificuldade, no tocante à abstração de conceitos adquiridos, tais como trigonometria e geometria no Ensino Fundamental, para alunos videntes, também o é, para deficientes visuais”.

Sendo assim, a Matemática representa uma questão problemática aos alunos com deficiência visual e que precisa de estudo. O estudo de Carvalho (2015), que investigou o uso da linguagem LaTeX¹³, como ferramenta para o cego realizar cálculos matemáticos no ensino de Física, mostra que “a origem de tal conflito está no caráter simbólico da linguagem matemática convencional, predominantemente visual” e conclui que “a linguagem LaTeX (O LaTeX é um sistema tipográfico, bastante adequado para produzir documentos científicos e matemáticos, utiliza somente caracteres textuais, portanto totalmente legíveis aos leitores de tela, garantindo o acesso integral ao texto, por parte de alunos com deficiência visual). Possui um grande potencial na diminuição das barreiras da acessibilidade à textos de Física por meio do computador e mais do que isso, seu caráter dialógico mostrou que pode ser utilizada não somente por alunos com deficiência visual, mas também favorece a relação entre alunos com e sem deficiência visual.

Notou-se, também, que não houve o desenvolvimento de atividades diversificadas no cotidiano desses estudantes. Segundo Masini (1994a, p. 73) uma das perspectivas profissionais que o professor atuante com alunos deficientes visuais deve ter, é desenvolver atividades da vida diária, de forma criativa e não repetitiva.

Verificou-se que, essas atividades, na maioria dos casos não ocorrem, evidenciando assim, a falta de preparo na formação desses professores, que acabam levando os estudantes deficientes visuais a vivenciarem um sentimento de exclusão dentro do ambiente escolar. Para amenizar essa situação, o professor deve conhecer as dificuldades de seus alunos, explorando as alternativas que podem ser utilizadas em cada caso.

Para uma melhora eficiente no ensino com deficientes visuais, no caso de alunos cegos, o uso de materiais adaptados podem e devem ser utilizados como auxílio, mas a queixa mais relatada é a de que professores não sabem lidar com esses alunos deficientes visuais, desconhecendo sua realidade e a forma de ensino, utilizando metodologias diferenciadas.

Segundo Masini (1994b, p. 38):

A maneira do aluno deficiente visual se relacionar com o professor é importante para que ele amplie suas possibilidades. A atitude do professor poderá ser tutelar ou proteger o deficiente visual, (...)

contribuindo no que for possível para que ele encontre seus próprios meios de agir e superar os obstáculos. Esta relação emancipatória requer por parte do educador clareza sobre sua própria maneira de ser, frente ao aluno deficiente visual, refletindo assim sobre sua ação educativa.

Porém, o que encontramos, na realidade, são professores que não sabem agir frente às necessidades educacionais especiais. Segundo Sant'Ana (2005, p. 228)

a formação deficitária traz sérias consequências à efetivação do princípio inclusivo, pois este pressupõe custos e rearranjos posteriores que poderiam ser evitados, valendo ressaltar que a formação docente não pode se restringir à participação em cursos eventuais, mas sim, precisa abranger necessariamente programas de capacitação, supervisão e avaliação que sejam realizados de forma integrada e permanente.

O investimento em um avanço, na formação básica e continuada dos profissionais que estão em sala de aula, além de ser uma alternativa viável, pode render frutos positivos para o sistema educacional, se acompanhados de infraestrutura, recursos pedagógicos adequados, e apoio da família e da comunidade.

De acordo com Schindwein (2008, p.176) a “falta de visão é percebida, a priori, como ponto frágil e vulnerável, causando curiosidade, piedade, surpresa e admiração”. Isso é uma tendência cultural, não só dos demais estudantes, mas de boa parte da sociedade. Se a curiosidade é característica do ser humano, saber lidar com essa curiosidade, com delicadeza e bom senso, sempre ajuda. Situações de desconforto, geradas pela curiosidade, diminuem com o tempo e podem até sumir quando existem situações de convivência entre alunos deficientes visuais e videntes. Portanto, um bom ambiente escolar onde as relações sejam estimuladas, é o esperado para remoção deste tipo de obstáculo.

6.2 QUESTIONÁRIO FINAL

Na sequência, são apresentados integralmente e em ordem cronológica, os depoimentos obtidos através da aplicação do questionário final e as análises obtidas acerca dessas respostas.

➤ **Questão 1: A aula apresentada proporcionou conhecimentos além dos já possuídos? Quais?**

A questão buscou constatar se após as quatro aulas, teóricas ou experimental sobre Óptica Geométrica, e utilizando material didático adaptado para a aluna com deficiência visual, houve ampliação e melhoria entre seus conhecimentos prévios e os novos conhecimentos adquiridos.

- ✓ **Aluno X:** *Sim. Conhecimento de lente, raio de luz, a parte experimental usando lentes. O material didático foi importante para aula teórica para o meu ensino.*
- ✓ **Aluna Y:** *Sim, aprendi sobre os feixes de luz, os tipos de espelhos e lentes.*
- ✓ **Aluna Z:** *Sim, sobre espelhos, lentes e reflexão.*
- ✓ **Aluna W:** *Sim, espelho plano, espelho esférico e lente.*
- ✓ **Aluna R:** *Sim.*
- ✓ **Aluna S:** *Sim, vários conhecimentos proporcionado.*
- ✓ **Aluno T:** *Sim, o conhecimento sobre os tipos de lentes.*
- ✓ **Aluna U:** *Sim, me ajudou a entender a visão humana os óculos e outras coisas.*

Verificou-se em todas as respostas, que as aulas apresentadas proporcionaram conhecimentos, além dos já possuídos, revelados em “o conhecimento sobre as aulas” (alunos X, S e T), “ajudou na aula teórica” (aluna X). O uso do material didático, como auxílio nas aulas de espelhos e lentes, proporcionou resultados positivos no que se refere ao avanço de conhecimento.

➤ **Questão 2: Em sua opinião, qual a utilidade do material didático para a compreensão do assunto Óptica Geométrica? A qualidade foi satisfatória para você?**

O questionamento buscou identificar se houve e quais foram os benefícios que o uso do material didático trouxe, além de apurar se a qualidade estava de acordo com as necessidades.

- ✓ **Aluno X:** *Sim, posso aprender mais coisas com esse material. Na matemática o material didático contribuiu para fazer cálculos na física.*

- ✓ **Aluna Y:** *Sim, ajudou a entender o movimento da luz quando em contato com o espelho.*
- ✓ **Aluna Z:** *Ao usar o material didático houve uma melhor compreensão, a qualidade foi ótima.*
- ✓ **Aluna W:** *É eficiente até para o nosso dia a dia. Gostei bastante como foi a explicação do assunto.*
- ✓ **Aluna R:** *O material didático é de excelente importância para uma compreensão adequada.*
- ✓ **Aluna S:** *Sim, tive um melhor entendimento.*
- ✓ **Aluno T:** *Sim, a pessoa aprende mais coisas com esse material.*
- ✓ **Aluna U:** *Sim, a utilidade do material foi de extrema importância.*

Notou-se que a qualidade do material didático avaliado pelos estudantes foi satisfatória. Isto se evidencia em “*sim posso aprender mais coisa com esse material*” (aluna X) e é “*eficiente*” (aluno W). Já sua utilidade, foi descrita como sendo uma ferramenta útil para o entendimento do assunto usando o tato para a aluna com deficiência visual, o que foi pronunciado por Camargo (2007). O uso deste material didático foi muito importante para o ensino-aprendizagem para os alunos (T e U).

➤ **Questão 3: Explique, com suas palavras, o que você entendeu sobre espelho plano, espelho esférico e lentes?**

A questão teve como propósito analisar se os estudantes conseguiram assimilar o conteúdo proposto, distinguindo e reconhecendo as características e formação de imagens.

- ✓ **Aluno X:** *As lentes eu aprendi, eu conseguir identificar lentes convergentes e lentes divergentes. Já espelho plano e espelho esférico aprendi um pouco.*
- ✓ **Aluna Y:** *Aprendi sobre como os feixes de luz se comportam em cada tipo de lente e quais os seus efeitos.*
- ✓ **Aluna Z:** *Entendemos muitas coisas.*
- ✓ **Aluna W:** *Eu aprendi a grande importância para o nosso dia a dia.*
- ✓ **Aluna R:** *Que cada espelho tem formatos diferentes e para cada um desses a luz também se move diferente.*

- ✓ **Aluna S:** *Eu entendi o assunto apresentado.*
- ✓ **Aluno T:** *Eu aprendi.*
- ✓ **Aluna U:** *Entendi que tem vários tipos de espelhos de varias formas.*

Com relação, as aulas de espelhos, a aluna com deficiência visual não teve o rendimento esperado o que poderia melhorar o ensino desses alunos com mais aulas experimentais; já para lentes, destacam-se que os alunos tanto videntes como não videntes tiveram um grande aprendizado com as aulas ministradas, como diz a (aluna X) *“As lentes eu aprendi, eu conseguir identificar lentes convergentes e lentes divergentes.”*. Já os (alunos T e S) entenderam os assuntos apresentados. Portanto, tanto para os alunos videntes como para a aluna não vidente as aulas ministradas tiveram êxito na sua aplicação, com esse material didático.

➤ **Questão 4: Você consegue relacionar as aulas ministradas com o material didático apresentado?**

O objetivo desta questão foi investigar se os alunos conseguiam identificar os assuntos de Óptica Geométrica ministrada com o uso do material didático tátil-visual.

- ✓ **Aluno X:** *Sim, foi muito proveitoso.*
- ✓ **Aluna Y:** *Sim.*
- ✓ **Aluna Z:** *Sim.*
- ✓ **Aluna W:** *Sim, ambos corresponde com o assunto.*
- ✓ **Aluna R:** *Sim.*
- ✓ **Aluna S:** *Sim, ambos foi de ótima compreensão.*
- ✓ **Aluno T:** *Sim, porque ajudou nós.*
- ✓ **Aluna U:** *Sim.*

Todos os estudantes, declararam conseguir relacionar as aulas ministradas com o material didático exposto. Segundo a aluna X *“foi muito proveitoso”*, a

aluna W “*ambos corresponde o assunto*”. Portanto, os alunos relacionaram a aula teórica com o material didático aplicado nas aulas.

➤ **Questão 5: Você possui alguma sugestão, crítica ou alguma proposta para melhorar a aula ministrada?**

A questão procurou reunir sugestões, críticas e propostas de melhoria do material didático aplicado a partir da perspectiva dos estudantes com deficiência visual e dos alunos videntes, bem como, produzir uma reflexão da prática educacional vivenciada.

- ✓ **Aluno X:** *Ter mais material adaptados para todas disciplinas, acompanhamento de um leitor de braile e a colaboração dos alunos videntes com as aulas ministradas.*
- ✓ **Aluna Y:** *Não, tá tudo bom.*
- ✓ **Aluna Z:** *Não. Gostei da sua abordagem.*
- ✓ **Aluna W:** *Não, a aula foi suficiente para o aprendizado.*
- ✓ **Aluna R:** *Não. Soube explicar bem*
- ✓ **Aluna S:** *Não*
- ✓ **Aluno T:** *Não, apenas espero que as propostas de aulas práticas continuem.*
- ✓ **Aluna U:** *Não. As aulas foram boas.*

Notou-se, nas respostas obtidas, críticas positivas com relação ao material didático apresentado, “*Ter mais material adaptados*” (aluna X), “*aulas foram boas*”, (Aluna U) “*soube explicar bem*” (Aluna R) e “*gostei da sua abordagem*” (aluna Z). No entanto, a estudante X sugere que, se tenha um leitor de braile e a colaboração dos alunos videntes durante as aulas ministradas. Concordamos com ela, e todas as sugestões foram bem-vindas.

6.2.1 ANÁLISE GERAL DO QUESTIONÁRIO FINAL

A seguir, apresentamos o Quadro 2, elaborado a partir dos dados coletados nas questões 1, 2, 3, 4 e 5 do Questionário Final. A partir desse quadro, realizou-se uma análise geral dos dados obtidos.

Quadro 2 – Categorização das respostas obtidas por meio do Questionário Final														
Alunos	QUESTÃO 1		QUESTÃO 2					QUESTÃO 3		QUESTÃO 4		QUESTÃO 5		
	Novos conhecimentos		Material didático					O que entendeu		Relacionar o material didático e a teoria		Crítica		
	Quais		Utilidade			Qualidade		Óptica Geométrica		Sim	Relação	Positiva		Negativa
	Aprendi	Óptica geométrica	Mostrar	Aprender	Satisfatório	Boa	Ótima	Espelho plano e esférico	Lentes	Consegue	Lentes	Ótimo	Bem detalhado	
X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	
Y	X	X		X	X	X			X	X	X	X		
Z	X	X		X	X		X	X	X	X	X	X	X	
W	X	X		X	X		X	X	X	X	X	X	X	
R	X	X		X	X		X	X	X	X	X	X	X	
S	X	X		X	X	X		X	X	X	X	X		
T	X	X		X	X	X		X	X	X	X	X		
U	X	X		X	X		X	X	X	X	X	X	X	

Fonte: Próprio Autor

É fato que o estímulo no desenvolvimento de novos conhecimentos, encontra-se vinculado a uma prática educacional relacionada à ciência e tecnologia. Segundo Camargo (2005, p. 235) “na aprendizagem o significado de um determinado conteúdo surge da interação entre o conhecimento prévio e os novos conhecimentos” e como indica Moreira (1999) nessa interação, o novo conhecimento deve relacionar-se com o conhecimento prévio de maneira não arbitrária. Sendo assim, os relatos indicaram que o uso do material didático contribuiu na aquisição desses novos conhecimentos. Conteúdo, termos e relações, nunca discutidos antes, puderam ser explorados de forma mais eficiente com a contribuição do material tátil-visual, levando assim a um processo de interação social, como proposto por Vygotsky.

De acordo com Camargo (2008b, p. 421) o “uso de maquetes e de outros materiais possíveis de serem tocados e observados auditivamente, vinculam os significados às representações tátil e auditiva, e esses significados tornam-se acessíveis aos alunos cegos ou com baixa visão”. Sendo assim, reconhecer sua aplicação, utilidade e qualidade são três pontos que devem receber destaque no momento de confecção do material didático. Dessa forma, verificou-se que o material didático se enquadrou na utilidade pretendida na sua elaboração. Mostrar, aprender sobre Óptica Geométrica, e substituir o referencial visual por tátil foram atribuições pretendidas, que foram alcançadas com êxito, junto com os alunos videntes. Já a análise da qualidade do material didático, embora dependa do material utilizado, tanto quanto da capacidade de raciocínio dos estudantes, também evidenciou resultados positivos, sendo classificados como bom e ótimo.

Mensurar o que um estudante realmente entende e consegue assimilar do conteúdo é um trabalho complexo Masini (1994a, p. 70) nos diz que:

Pensar sobre as formas de avaliação adotadas (...) poderá ajudá-lo a refletir sobre sua própria ação, esclarecer para si mesmo se o que busca com a avaliação é a conformidade das respostas do aluno ao que é ensinado, ou o conhecimento de como o aluno elabora as informações dadas. Se suas correções baseiam-se nas respostas dadas pelo aluno, estará voltado para o produto, avaliando-o a partir de um referencial exterior a ele. Se suas correções baseiam-se na análise de como o aluno procede para responder, estará voltado para seu processo, para o próprio referencial dele, seu ato de perceber, seu ato de conhecer.

Com o Questionário Final, procurou-se verificar na análise das respostas obtidas, sua concordância com as definições de Óptica Geométrica; a análise esteve voltada ao produto, e obteve respostas expressivas. Todos os estudantes que participaram da aula conseguiram expressar de forma fragmentada ou integralmente uma definição de espelhos e lentes explorada com o material didático.

De acordo com Masini (1994b, p. 38)

para que o aluno deficiente visual, organize o mundo ao seu redor e nele se situe, ele precisa dispor de condições para explorá-lo. As situações educacionais necessitam estar organizadas de maneira que esse aluno use, quanto mais possível, todas suas possibilidades (táteis, térmicas, olfativas, auditivas) e fale sobre essa experiência perceptiva.

Questionados se conseguiam fazer esta relação com a Óptica Geométrica entre o conteúdo oral e o uso do material tátil-visual, todas as respostas confirmaram esta possibilidade.

De acordo com Rebouças *et al.* (2011, p. 85), “a educação é um instrumento dinâmico e contínuo de edificação do conhecimento”. Este, movido pelo desenvolvimento do pensamento crítico-reflexivo, e pelas relações humanas, leva à criação de compromisso pessoal e profissional.

Ao fazer com que os alunos refletissem sobre a prática educacional que tinha acabado de ser vivenciada, surgiram críticas na maior parte dos casos positivas e uma sugestão de melhoria. Portanto, consideramos que o intuito dessa reflexão foi alcançado.

CAPÍTULO 7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo de trabalhar e avaliar, através dos depoimentos de estudantes de uma turma do terceiro ano do Ensino Médio, onde havia uma aluna não vidente e alunos videntes, o uso de um material didático tátil-visual como auxílio na abordagem do ensino de Óptica Geométrica para pessoas com necessidades especiais relacionadas à visão (cegueira), mas que também contemplasse os alunos videntes. Essa avaliação foi realizada tanto pelos alunos videntes que alunos participaram das aulas através ministradas com a utilização de um projetor de slide, quanto pela estudante com deficiência visual, que utilizou o tato para acompanhar as aulas utilizando o material adaptado produzido.

Sendo a Óptica Geométrica uma parte fundamental da Física, que explora o sentido visual, e tendo como seu principal instrumento das investigações a visão, a questão abordada foi “quais considerações uma turma de alunos videntes e uma aluna com deficiência visual relataram a respeito de um material didático de maquetes tátil-visual apresentadas a eles para estudo de Óptica Geométrica? Esta preocupação permeou o desenvolvimento das investigações.

Buscou-se fundamentar os estudos e as reflexões em trabalhos relacionados à esse tema. Verificou-se que trabalhos de pesquisas nesta linha de investigação baseiam-se na multisensoriedade intrínseca ao ser humano, e defendem a utilização de kits ou maquetes que possam explorar o sentido tátil das pessoas com deficiência visual.

Assim, desenvolveu-se um material didático com maquete tátil-visual para o estudo da Óptica Geométrica, onde os aprendizes pudessem manipular e refletir sobre os conceitos físicos do referido assunto. Basicamente, os assuntos abordados de Óptica Geométrica podem ser assim enunciados: i) introdução à Óptica Geométrica; ii) espelhos planos; iii) espelhos esféricos; e iv) lentes.

Este kit didático foi construído com material acessível e de baixo custo. Basicamente utilizou-se papelão para formar a base, fios de barbante para projetar os raios de luz. Além disso, usou-se material EVA de texturas diferentes para explorar o sentido tátil e mostrar as características e formação de imagens fornecidas pelos espelhos em estudo.

Quer a aluna deficiente visual, quanto os alunos videntes que participaram da pesquisa, puderam emitir uma opinião concreta sobre o material didático, em relação a sua utilização sobre a Óptica Geométrica. Por meio desta ação, o material didático assumiu um papel de elo mediador entre os conceitos (mundo) e a internalização do pensamento (sujeito). No entanto, a presença do pesquisador torna esta interação também simbólica, uma vez que o professor media o conhecimento historicamente acumulado por meio das palavras (signos). Portanto, a intervenção pedagógica do professor é algo essencial e, segundo Vygotsky, é a aprendizagem que promove o desenvolvimento do indivíduo.

Esse estudo trouxe reflexões sobre os principais conceitos presentes nos trabalhos de Vygotsky. O autor traz contribuições para nossa pesquisa, ao defender o sócio-interacionismo. Assim, embora haja interação com o objeto de estudo, é necessário a presença de um ser mais preparado (no caso, o professor) para mediar ou intermediar a interação entre o mundo e o sujeito.

Para Vygotsky, umas das principais vantagens do ser humano sobre os outros animais é a utilização da linguagem, que revela a essência do pensamento. Porém, muitas falas dos participantes da pesquisa revelaram a falta de preparo e diálogo do professor, a falta de interação com os colegas, falta de interação com a lousa ou projeção, etc.

Os resultados obtidos revelaram que é comum associar-se a falta de visão como principal barreira encontrada na aprendizagem dos alunos com deficiência visual, porém, a presença excessiva da Matemática na Física revelou-se, para muitos estudantes videntes, ser um dos maiores obstáculos a serem superados, o que deve nos levar a repensar esta suposta “barreira”. Atividades diferenciadas, pensadas e produzidas, diante de suas dificuldades, praticamente não existem, levando-nos a duas sensações: i) uma sensação de exclusão, talvez por suas necessidades especiais; e ii) falta de preparo dos profissionais da educação.

A produção e uso de materiais didáticos táteis, sonoros ampliados e um melhor preparo desses professores que estão dentro da sala de aula, podem e devem ser caminhos a serem seguidos na busca de proporcionar a estes estudantes o alcance das habilidades descritas no currículo oficial do Estado do

Pará. Independente da qualificação do professor através de sua formação continuada, quer seja por cursos de pós-graduação lato sensu ou stricto sensu, certamente o docente deve manifestar sua pré-disposição em ensinar e compreender as potencialidades dos alunos com necessidades especiais com formação continuada ao longo dos docentes.

Evidenciou-se também que o material didático tátil-visual, desempenhando o papel do instrumento proposto por Vygotsky, colaborou na obtenção de novos conhecimentos por parte da estudante com deficiência visual, sendo útil para alcançar o objetivo inicial da aprendizagem de Óptica Geométrica. O material didático produzido foi útil em reproduzir os conceitos iniciais, como também foi útil para a compreensão de conteúdos como a formação de imagens nos espelhos planos, esféricos e lentes, que serviu para auxiliar na aprendizagem dos estudantes, quer fossem videntes ou não e oferecer uma mudança de referencial visual para o sentido tátil, condizente com as necessidades da estudante, apresentando material de boa qualidade na sua produção.

O uso do material didático possibilitou que a aluna não vidente captasse o conteúdo não apenas por via oral, mas também através do tato. Isso ficou evidente ao verificar que a estudante conseguiu relacionar os conceitos de Óptica Geométrica com o nosso objeto de estudo, o material didático. Em todos os relatos, foi possível detectar trechos que, apontam o sucesso na compreensão de Óptica Geométrica.

Constatamos que o tato é um dos meios que podem propiciar construção de conhecimentos da Física aos alunos cegos, portanto, atividades que estimulem esse sentido podem e devem ser mais exploradas nas salas de aula. Experiências visuais não são a única maneira de construção do conhecimento; desta maneira, a importância de atividades não visuais deve ser debatida e receber maior atenção por parte dos educadores.

Devemos ter claro que, para Vygotsky, a relação do aluno com a maquete é uma relação direta, mas uma relação mediada pelo entendimento de conceitos, os quais muitas vezes dependem dos signos fornecidos pela Matemática. Portanto, os sistemas simbólicos (ou signos) são fundamentais para intermediar esta relação de aprendizagem.

Vygotsky defende o pensamento e linguagem como forma de se relacionar e se desenvolver, sendo um instrumento importante de raciocínio. Podemos perceber no desenvolvimento do trabalho que um dos maiores problemas encontrados é justamente de como acontece essa comunicação. Quase sempre a comunicação usada nas salas de aula é de natureza audiovisual interdependente, ou seja, através de informações baseadas em códigos auditivos dar significados em conteúdo de Óptica Geométrica e vincula-los a representações visuais é de fundamental importância para a compreensão dos estudantes com deficiência visual. Um aluno que não tem acesso a essa linguagem estará inserido em um ambiente escolar com princípios totalmente contrários à inclusão.

A diversificação de formas de comunicação surge, então, como uma alternativa de transposição dessa barreira. Com uma linguagem tátil-auditiva interdependente, ou seja, uma comunicação baseada em registros táteis e descritos, oralmente, pelo professor, o estudante com deficiência visual terá na escola uma condição de igualdade e a possibilidade de construir suas representações mentais.

Vale lembrar que os conteúdos explorados no material didático na aula e apresentados durante a pesquisa foram projetados em um slide para alunos videntes, sofrendo na maioria dos casos uma representação visual para que se produza um significado. No caso da estudante com deficiência, a mudança dessa representação, visual para tátil, favoreceu a construção de representações mentais que trouxessem também um significado próprio à ela.

O trabalho buscou mostrar que o ensino de Óptica Geométrica pode ser dissociada somente de representações visuais, sendo assim acessíveis também a estudantes com deficiência visual. Apesar de ainda não ser habitual nas salas de aula, para que o ambiente escolar cumpra seu papel inclusivo, atitudes como essa deverão ser cada vez mais frequentes nesses ambientes.

Assim como proposto por Vygotsky, constatou-se que estudantes com deficiência visual podem aprender tanto quanto um aluno vidente. Para isso o meio social precisa adaptar-se a esse estudante, e não somente o estudante adaptar-se à sociedade, embora este também possua seu grau de responsabilidade no processo de aprendizagem.

Notamos ainda que o aluno portador com deficiência visual não se percebe na condição de prejudicado pela sua deficiência. O meio social pensado apenas para videntes é que evidencia essa situação e, muitas vezes, o coloca nessa condição. Um estudante vidente se sentiria da mesma maneira se fosse colocado em uma sala de aula de um país cujo idioma fosse diferente ao seu. De nada adiantaria ouvir, se a linguagem utilizada não fizesse sentido.

O que ficou claro pelos pronunciamentos foi o descontentamento dos estudantes tanto videntes como não videntes, com o processo de aprendizagem que estes alunos que cursam a disciplina de Física nas escolas regulares estão sujeitos, seja pela falta de instrumentos (materiais didáticos) ou interação com as pessoas (signos). O material didático teve boa aceitação dos alunos que puderam interagir e compreender conceitos de Óptica Geométrica que foram inéditos a estes estudantes. Assim, este instrumento pedagógico teve boa aceitação por estes estudantes e a intervenção do professor por meio do diálogo também foi exaltada.

Por fim, acredita-se que possa e deva haver adaptações que ajudem o material didático ser mais proveitoso em cada situação vivenciada, mas o trabalho abordado surge como uma forma de discutir esse cenário atual e apoiar, tanto professor quanto o aluno com deficiência visual, que os mesmo cada vez mais sentem-se esquecidos e excluídos no meio educacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(<<http://dicionariodoaurelio.com>>. Acesso em: 20 de maio de 2019.)

_____. **Lei Nº 12.796, de 4 de abril de 2013**. 2013. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12796.htm#art1>. Acesso em: 1 julho 2019.

_____. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. *Lei no 9394/96*. 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm>. Acesso em: 25 junho 2019.

_____. O emprego de linguagens acessíveis para alunos com deficiência visual em aulas de Óptica. **Revista Brasileira de Educação Especial**, p. 405-426, 2008b.

AZEVEDO, Alexandre César. **Produção de Material Didático e Estratégias para o Ensino de Física para Alunos Portadores de Deficiência Visual** / Alexandre César Azevedo – Rio de Janeiro:UFRJ / IF, 2012.

BARBOSA-LIMA, Maria da Conceição; MACHADO, Maria Auxiliadora Delgado. Os licenciandos frente a uma nova disciplina: ensino de física e inclusão social. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 1, 2012.

BENTES, Nilda de Oliveira. Vigotski e a educação especial: notas sobre suas contribuições. **Revista Cocar**, v. 4, n.7, 2010, p. 85-92. Disponível em: <<http://paginas.uepa.br/seer/index.php/cocar/article/viewFile/41/31>>. Acesso em: 20 julho 2019.

BIAZETTO, Rita de Fátima Carvalho. As contribuições de Vygotski para a educação especial na área da deficiência visual. In: PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. **O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense**, 2007. Curitiba: SEED/PR., 2011. V.1. (CadernosPDE). Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2007_u_em_edespecial_artigo_rita_de_fatima_carvalho_biazetto.pdf>. Acesso em: 22 julho 2019.

Biscuola, G. J.; Bôas, N. V.; Doca, R. H.. **Física 2: Termologia, Ondulatória e Óptica**. 2º edição. São Paulo: Saraiva, 2013. 464 p.

BRANDÃO, Jorge C. **Matemática e deficiência visual**. São Paulo: Scortecci, 2006.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 25 junho 2019.

BRASIL. Senado Federal. **Resolução nº 2, de 2001**. Instituiu as Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica - Bird. Diário Oficial, Brasília, DF, 15 ago. 2001. Seção 1E, p. 39-40.

CÂMARA, Rosana Hoffman. Análise de conteúdo: da teoria à prática em pesquisas sociais aplicadas às organizações. **Gerais: Revista Interinstitucional de Psicologia**, v. 6, n. 2, p. 179-191, 2013.

CAMARGO E. P., SCALVI L. V. A., Braga T. M. S. O Ensino de Física e os Portadores de Deficiência Visual: Aspectos Observacionais Não-Visuais de Questões Ligadas ao Repouso e ao Movimento dos Objetos. In: NARDI, R. (Org.), **Educação em Ciências da Pesquisa à Prática docente**, Ed. Escrituras, V. 3, p. 117 - 133, 2001.

CAMARGO, E. P. de.; NARDI, R.; LIPPE, E. M. O.. **A comunicação como barreira à inclusão de alunos com deficiência visual em aulas de termologia**. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação de Ciências, 7., Florianópolis, 2009.

CAMARGO, E. P. **Ensino de física e deficiência visual: dez anos de investigações no Brasil**. 1 ed., São Paulo. Editora Plêiade, 2008. 195p.

CAMARGO, E. P. **Saberes docentes para inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de física**. 1ª. ed. São Paulo: Editora UNESP, 2012. 278p.

CAMARGO, Eder Pires de; Ensino de Física a alunos cegos ou com baixa visão. **Física na Escola**, v. 8, nº 1 - Maio de 2007.

CAMARGO, Eder Pires de; NARDI, Roberto. Dificuldades e alternativas encontradas por licenciandos para o planejamento de atividades de ensino de Óptica para alunos com deficiência visual. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 1, p. 115-126, 2007.

CAMARGO, Eder Pires de; NARDI, Roberto; VERASZTO, Estéfano Vizconde. A comunicação como barreira inclusão de alunos com deficiência visual em aulas de Óptica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 3, p. 3401, 2008a.

CAMARGO, Eder Pires de; O ensino de Física no contexto da deficiência visual: elaboração e condução de atividades de ensino de Física para alunos cegos e com baixa visão. **Tese de Doutorado em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, SP, Brasil**, 2005.

CAMARGO, Eder Pires de; **Saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de Física**. 1. ed. São Paulo: Unesp, v. 1. 260p, 2012.

CAMARGO, Eder Pires de; SCALVI, Luís Vicente de Andrade. A compreensão do repouso e do movimento, a partir de referenciais observacionais não visuais: análises qualitativas de concepções alternativas de indivíduos portadores de deficiência visual total. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, p. 117-131, 2001.

CARVALHO, Julio Cesar Queiroz de; Ensino de Física e deficiência visual: Possibilidades do uso do computador no desenvolvimento da autonomia de alunos com deficiência visual no processo de inclusão escolar. São Paulo, P. 181. **Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências do Instituto de Física da Universidade de São Paulo**, 2015.

CENCI, A. A retomada da defectologia na compreensão da teoria histórico-cultural de Vygotsky. In: **37ª Reunião Nacional da ANPED**, Florianópolis, out. 2015.

COELHO, Talitha Priscila Cabral; BARROCO, Sônia Mari Shima; SIERRA, Maria Angela. O conceito de compensação em L.S.Vigotski e suas implicações para educação de pessoas cegas. In: **Congresso Nacional de Psicologia Escolar e Educacional**, 2011, Maringá – PR. Disponível em: <<http://www.abrapee.psc.br/xconpe/trabalhos/1/154.pdf>>. Acesso em: 2 julho 2019.

CONDE, Antônio J. M. Disponível em: <<http://www.ibc.gov.br/?itemid=94>>. Acesso em: 10 julho 2019.

CONSTANT, Instituto Benjamin. Disponível em <<http://www.ibc.gov.br/?itemid=94>>. Acesso em: 25 maio 2019.

COSTA, Jhonatha Junio Lopes; QUEIROZ, José Rildo de Oliveira; FURTADO, Wagner Wilson. Ensino de Física para deficientes visuais: métodos e materiais utilizados na mudança de referencial observacional. In: VIII Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências e I congresso iberoamericano de investigación en enseñanza de las ciencias, 2011, CAMPINAS - SP. **ANAIS DO VIII ENPEC**, 2011.

COSTA, L.G. **Apropriação tecnológica e ensino: as tecnologias de informação e comunicação e o ensino de física para pessoas com deficiência visual**. Porto Alegre. 2004. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

DOMINICI, Tânia P. et al. Atividades de observação e identificação do céu adaptadas as pessoas com deficiência visual. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 4, p. 4501, 2008.

HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. 9ª. ed. Porto Alegre; Editora Bookman, 2002.

HALLIDAY, D., RESNICK, R., WALKER, J. **Fundamentos de Física**. v. 4, 9ª. ed. Rio de Janeiro, 2013.

JOHN D. CUTNELL, KENNETH W. JOHNSON; Física v. 2, 6ª tradução José Paulo Soares de Azevedo. – Rio de Janeiro: LTC, 2006.

KIRK, S. A. e GALLAGHER, J.J. Crianças com Deficiências Visuais. In: **Educação da Criança Excepcional**. São Paulo, Livraria Martins Fontes, Editora Ltda, p. 179 - 225, 1987.

LEONTIEV, A. N. Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil. In: VIGOTSKI L. S., LURIA, A. R., LEONTIEV, A. N. **Linguagem desenvolvimento e aprendizagem**. São Paulo. p. 59-83, 1988.

MANTOAN, M. T. E. Ensinando a turma toda as diferenças na escola. **Pátio- revista pedagógica**, ano V, N. 20, fevereiro/abril, P. 18 -23, 2002.

MASINI, E. F. S. A educação de pessoas com deficiências sensoriais: algumas considerações. In: **Do sentido, pelos sentidos pra o sentido: o sentido das pessoas com deficiências sensoriais**. Editora Vetor, 2002.

_____. A facilitação da aprendizagem significativa no cotidiano da educação inclusiva. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**. v. 1,n. 3, p. 53-72, 2011.

_____. A educação do portador de deficiência visual: as perspectivas do vidente e do não vidente. **Aberto**, p. 61-76, 1994a.

_____. O perceber e o relacionar-se do deficiente visual: orientando professores especializados. **Brasília: Corde**, v. 1. 161p, 1994b.

MATTIUCI, Ana Carolina et al. O ENSINO DE FÍSICA PARA DEFICIENTES VISUAIS. In: **V CONNEPI-2010**. 2010.

MAZZOTTA, Marcos José Silveira. Educação especial no Brasil: histórias e políticas públicas. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2005.

MEDEIROS, A.; JÚNIOR, M.; JÚNIOR, F.; OLIVEIRA, W.; OLIVEIRA, N. **Uma estratégia para o ensino de associações de resistores em série/paralelo acessível a alunos com deficiência visual**. In: XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física. São Luís, MA, jan. 2007.

MENDES, Ana Magnólia. Escuta e ressignificação do sofrimento: O uso de entrevista e análise categorial nas pesquisas em clínica do trabalho. In: **II Congresso de Psicologia Organizacional e do Trabalho**, Brasília-DF, 2006.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. Pesquisa social: teoria, método e criatividade. In: Maria Cecília de Souza Minayo. (Org.). **Introdução. 1ed.Petrópolis: Vozes**, v., p. 1-15, 1994.

MOREIRA, M. A. **Teorias da Aprendizagem**. 1ª. ed. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária,1999. 181p.

MOREIRA, Marco A. Aprendizagem significativa. **Brasília: Editora da UnB**, 129p, 1999.

NUERNBERG, Adriano Henrique. Contribuições de Vigotski para a educação de pessoas com deficiência visual. **Psicologia em Estudo**, v.13, 2008, p. 307 –

316. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pe/v13n2/a13v13n2.pdf>>. Acesso em: 10 julho 2019.

PATTON, Michael Quinn. **Qualitative evaluation methods**. 1980.

PESSANHA, Paula Rocha; AZEREDO, Soraia Rodrigues de; SANTOS, Máira Costa; TATO, André Luis; BARBOSA-LIMA, Maria da Conceição de. Uma proposta para abordagem das Leis de Kepler em sala de aula de alunos com deficiência visual. In: **Florianópolis. VII ENPEC**, 2009.

REBOUÇAS, Cristiana Brasil de Almeida et al. Pessoa com deficiência física e sensorial: percepção de alunos da graduação em enfermagem. **Acta Paul Enferm**, v. 24, n. 1, p. 80-86, 2011.

RODRIGUES, David. Desenvolver a Educação Inclusiva: dimensões do desenvolvimento profissional. Inclusão. **Revista da Educação Especial**, Brasília, v. 4, n 2, p. 7-16, jul./out. 2008.

SANT'ANA, Izabella Mendes. Educação inclusiva: concepções de professores e diretores. **Psicologia em estudo**, v. 10, n. 2, p. 227-234, 2005.

SCHLINDWEIN, Luciane Maria. A pessoa cega e a inclusão: um olhar a partir da psicologia histórico-cultural. **Cad. Cedes**, v. 28, n. 75, p. 171-190, 2008.

TOLEDO, Elizabete Humai; MARTINS, João Batista. A atuação do professor diante do processo de inclusão e as contribuições de Vygotsky. In: **IX Congresso Nacional de Educação-EDUCERE/III Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia-ESBP-ABPp**. p. 4127-4138, 2009.

UNESCO. **Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura**. Declaração de Salamanca e Linha de Ação Sobre Necessidades Educativas Especiais. Brasília: CORDE, 1994.

VILHENA, Juan Diego Ferreira **O Uso do laboratório de ciências para o ensino de física no ensino Fundamental com abordagem adaptada para deficientes visuais**: uma proposta inclusiva .2017.

VYGOTSKY, L. S. Obras Escogidas V – **Fundamentos de Defectología**. Madrid: Visor, 1997.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2005.

Apêndice A

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
Instituto de Ciências Exatas e Naturais
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

PRODUTO EDUCACIONAL

**MATERIAL DIDÁTICO PARA O ENSINO DE CONCEITOS BÁSICOS DA
ÓPTICA GEOMÉTRICA PARA INCLUSÃO DE ALUNOS COM DEFICIÊNCIA
VISUAL**

Autores:

Rômulo Monteiro da Silva

Simone da Graça de Castro Fraiha

Fátima Nazaré Baraúna Magno

Belém - PA

2020



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
Instituto de Ciências Exatas e Naturais
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

MATERIAL DIDÁTICO PARA O ENSINO DE CONCEITOS BÁSICOS DA
ÓPTICA GEOMÉTRICA PARA INCLUSÃO DE ALUNOS COM DEFICIÊNCIA
VISUAL

© Rômulo Monteiro da Silva, Simone da Graça de Castro Fraiha e Fátima Nazaré Baraúna Magno– 2020.

O material apresentado neste documento pode ser reproduzido livremente desde que citada a fonte. As imagens apresentadas são de propriedade dos respectivos autores ou produção própria e utilizadas para fins didáticos. Caso sinta que houve violação de seus direitos autorais, por favor, contate os autores para solução imediata do problema. Este documento é veiculado gratuitamente, sem nenhum tipo de retorno comercial a nenhum dos autores, e visa apenas a divulgação do conhecimento científico.

Lista de figuras

Figura 1: Aplicação do produto na escola pública do interior do estado do Pará.....	14
Figura 2: Maquetes trabalhadas na Aula 1.....	15
Figura 3: Aplicação do produto na escola pública do interior do estado do Pará.....	16
Figura 4: Maquetes trabalhadas na Aula 2.....	17
Figura 5: Aplicação do produto na escola pública do interior do estado do Pará.....	18
Figura 6: Maquetes trabalhadas na Aula 3.....	19
Figura 7: Aplicação do produto numa escola pública do interior do estado do Pará.....	20
Figura 8: Aplicação do produto numa escola pública do interior do estado do Pará.....	21

Sumário

Apresentação.....	6
PARTE I	
A importância do ensino de Física para o processo de inclusão de alunos não videntes no ensino médio regular.....	7
PARTE II	
Sequência Didática	
Metodologia.....	9
a. Construção do material didático e suas definições didáticas.....	10
b. Aplicação do material didático e da parte experimental do produto.....	12
Desenvolvimento.....	13
PARTE III	
Evolução do aprendizado.....	21
Considerações Finais	22
Referências	23

APRESENTAÇÃO

Este Produto Educacional foi desenvolvido ao longo de, aproximadamente, dois anos e meio no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), polo 37 - UFPA. O Produto Educacional foi realizado evidenciando dois momentos: i) a elaboração de um material didático com uso das habilidades táteis-visuais; e ii) sua aplicação para alunos videntes e não videntes, em uma turma do terceiro ano do ensino médio regular.

Pessoas com deficiências visuais (DVs) possuem maiores habilidades com os seus outros sentidos, quando esses são estimulados; pensando nisso, foi criado um material didático no qual alunos com esse tipo de deficiência pudessem manusear o kit, fazendo uso do tato, e também sendo usado outro sentido (que não o da visão) com o propósito de auxiliar na demonstração do conteúdo de Óptica Geométrica, para que esses alunos não videntes tivessem melhor inclusão no ensino regular de Física. Como o material didático produzido é de baixo custo e simples de ser reproduzido, não é necessário alto custo ou maquinário sofisticado para que possa ser feita a realização do mesmo.

Apresentaremos neste Produto, de forma sucinta e objetiva, as experiências observadas durante a confecção e aplicação do material didático e a análise feita após sua aplicação, além de propor sugestões para melhorias em trabalhos que possam ser feitos futuramente. Este trabalho surgiu justamente pela dificuldade encontrada através da experiência pessoal, pela presença de alunos com deficiência visual, em salas de aula onde são ministradas aulas de Física.

Espera-se que esse Produto Educacional possa contribuir de alguma forma para outros professores de Física do nosso Estado, principalmente no ensino de pessoas com deficiência visual nas escolas públicas.

PARTE I

A importância do ensino de Física para o processo de inclusão de alunos não videntes no ensino médio regular

O processo de inclusão de alunos de necessidades específicas deve atender a todos, sem distinção, incorporando as diferenças no contexto escolar, o que exige transformação na organização de um ambiente escolar nesse processo de inclusão.

A inclusão de alunos com necessidades educacionais específicas nas escolas regulares vem desde muitos anos, buscando sua institucionalização e normatização do ensino igualitário, com qualidade, preservando o respeito às diferenças contidas no ambiente escolar.

É cada vez mais comum em sala de aula a presença de alunos com uma certa deficiência, mas isso tem uma explicação para que esse fato ocorra, como novas legislações ao longo de muitos anos. Um marco inicial para a Educação Inclusiva como processo educacional surge com a Declaração de Salamanca (1994). Que entre outros méritos, prorroga a inclusão para diversidade, em que tem como objetivo integrar as deficiências diversas e dar apoio necessário, na idade adequada e em ensino regular, pois a referida lei já era prevista na Constituição Brasileira de 1988, Artigo 208.

Também, as escolas devem acolher todos os alunos considerando em especial suas diferenças de acordo com a Constituição Brasileira. O processo de inclusão destes alunos com deficiência visual nas aulas de Física tem como objetivo criar espaços educacionais onde a diferença entre alunos videntes e não videntes não esteja presente nas aulas de Física, para que possamos aprender com o outro mecanismo de ensino aprendizagem, sem que aspectos fundamentais do desenvolvimento de quaisquer sujeitos sejam prejudicados.

O interesse surgido para a realização deste trabalho, ocorreu a partir da experiência de mais de doze anos em sala de aula com a presença de alunos portadores com esta deficiência, o que me fez perguntar de como ensinar Óptica Geométrica num processo de inclusão pedagógica para estes alunos. De que maneira o estudante não vidente compreende conceitos de Óptica Geométrica? Como o mesmo usaria esses conceitos no seu dia a dia? De que forma ocorre o aprendizado desses alunos na construção do conhecimento em certas áreas da

Física como na Óptica geométrica? Tais indagações remetem-nos à compreensão, num primeiro momento de como o professor que trabalha ou já trabalhou ou nunca trabalhou com estes estudantes conduz o processo ensino-aprendizagem no ensino da Óptica geométrica.

Esse produto trata-se, pois, de uma das investigações iniciada mediante o estudo da experiência e perspectiva dos professores do ensino médio regular, complementada pelo estudo e comparação da percepção do aluno não videntes em relação aos desafios e soluções que esse professor propõe durante a sua prática pedagógica no ensino de Física da Ótica Geométrica que tenham esses alunos em sala de aula. O processo de inclusão de alunos com necessidades específicas deve atender a todos, sem distinção, incorporando as diferenças em algum contexto escolar, o que exige transformação na organização de um ambiente escolar mais acessível para esses alunos.

PARTE II

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Metodologia

O produto educacional consta de uma Sequência Didática com a apresentação de um material didático construído pelo professor de Física, com a participação dos alunos tanto videntes como não videntes, sobre o tema Óptica Geométrica, em uma turma do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública do município de Vigia de Nazaré.

Resolvemos encarar esse desafio e propor um Produto Educacional que facilite o ensino aprendido desses alunos com esse tipo de deficiência, que principalmente por saber que além do nosso crescimento pessoal e profissional, os alunos também se beneficiariam, aprendendo um novo tipo de significado científico e compreendendo um pouco melhor o ensino da Física no mundo que os rodeia, conhecendo melhor o estudo da Óptica Geométrica, estudando os conceitos iniciais de Óptica Geométrica e o estudo de espelho plano, Espelho esférico e lente do referido assunto.

Mas para elaborar uma aula de Física para esses alunos com esses assuntos citados, nós, professores precisamos saber as definições legais para que uma pessoa seja considerada deficiente visual. Na medicina, uma pessoa é considerada cega se corresponde a um dos critérios seguintes: a visão corrigida do melhor dos seus olhos é de 20/200 ou menos, isto é, se ela pode ver a 20 pés (6 metros) o que uma pessoa de visão normal pode ver a 200 pés (60 metros), ou se o diâmetro mais largo do seu campo visual subentende um arco não maior de 20 graus, ainda que sua acuidade visual nesse estreito campo possa ser superior a 20/200. Esse campo visual restrito é muitas vezes chamado "visão em túnel" ou "em ponta de alfinete". Nesse contexto, caracteriza-se como indivíduo com visão subnormal aquele que possui acuidade visual de 6/60 e 18/60 (escala métrica) e/ou um campo visual entre 20 e 50°.

É possível ensinar Física a alunos com deficiência visual, desde que algumas precauções sejam tomadas, como o uso de adaptações em equipamentos que levem o aluno a construir significado ao que é estudado através de outros sentidos como tato, som, uso do Braille, também evitando

situações que apenas possam ser vistas como gestos, equações e figuras, mas sim buscar outros sentidos sensoriais como o tato, a audição, pessoas com esse tipo de deficiência conseguiram êxito em suas vidas como pode-se citar o Prof. Dr. Eder Pires de Camargo.

Os professores não devem esquecer que as perdas que a cegueira traz são muitas. Segundo Carrol (1968), podem ser sistematizadas da seguinte forma: perdas emocionais, perdas das competências básicas, perdas na consideração pessoal, perdas relacionadas à ocupação profissional, perdas na comunicação e perdas que implicam a personalidade como um todo. Segundo: Bruno e Mota (2001, p. 144). "...é ingênuo considerar que a cegueira é uma deficiência que atinge somente a visão. Ela pode abalar seriamente a estrutura psíquica de quem venha a adquiri-la".

Sendo assim, esta Sequência Didática trata da elaboração de um material didático que auxiliará na construção de aulas de Física que abordem os seguintes assuntos: Introdução à Óptica, Espelho plano, Espelhos esféricos e Lentes, pertencentes ao conteúdo de Óptica Geométrica, de forma inclusiva, e que propiciem aos alunos com deficiência visual, de fato, atingir as habilidades e competências no ensino-aprendizado, fazendo com que estes tenham maior participação nas aulas assim como têm os discentes videntes. Para isto, desenvolvemos um kit didático-experimental, com material relativamente simples e de baixo custo, relacionado ao estudo de Introdução à Óptica, Espelho plano, Espelho esférico e Lentes, todos pertencentes ao conteúdo de Óptica Geométrica, para que a aluna não vidente possa interagir e manusear este material de estudo, juntamente com os alunos videntes.

a. Construção do material didático e suas definições didáticas

Essa proposta pode ser facilmente desenvolvida pelos professores que atuam na Educação Básica, pois, como foi dito anteriormente, trata-se de um material de baixo custo e de fácil aquisição. Assim, este material, que corresponde ao nosso Produto Final, pode ser confeccionado pelos professores de Física e ser utilizado em sala de aula com alunos videntes e não videntes do ensino médio regular, com aplicação em aulas tradicionais, como escrita no quadro magnético, projetada em slide e outros métodos de ensino em que se

usa a visão, trazendo um rendimento no ensino aprendido dos alunos, que não necessitam dispor da visão para aprender, mas sim do tato e outras habilidades sensoriais.

A parte mais difícil para montar esse material didático foi como montar um material de baixo custo, e como seria a textura do material que atendesse o interesse dessa aluna no seu ensino-aprendizado. Porém, o maior de todos os desafios encontrados foi como adaptar este material à aluna. Não foi uma tarefa fácil, pois não tínhamos ideia de como lidar com a aluna com deficiência visual, pois não reconhecíamos a escrita braile, não tínhamos a percepção tátil desenvolvida nem a percepção de mundo que um DV desenvolve com o passar do tempo e com o treinamento.

Por isto, devemos ter muita atenção ao fazer qualquer tipo de adaptação que trabalhe com este tipo de deficiência, visto que o modo de absorver o conhecimento é diferente para todos os alunos, principalmente para alunos com algum tipo de deficiência como a visual.

Muito além da proposta, o foco do trabalho consiste em investigar as potencialidades deste objeto de estudo para as pessoas com deficiência visual. Assim, aplicamos esta metodologia de um material didático adaptado com uma estudante do ensino médio da escola pública do município de Vigia de Nazaré, buscando identificar a eficiência e as limitações da nossa proposta.

Para a confecção do kit didático que deve ser desenvolvido para o estudo da Óptica Geométrica, foram utilizados os seguintes materiais de baixo custo, que não apresentariam risco a aluna:

- Placas de papelão paraná de tamanho (34x22 cm).
- Papel 40 kg.
- Supercola.
- Fio barbante de cor azul só de uma espessura.
- Folha de EVA de diferentes cores e texturas.
- Régua.
- Tesoura.
- Lápis

b. Aplicação do material didático e da parte experimental do produto

Uma maneira de trabalhar o material didático adaptado será descrito a seguir.

Este trabalho foi desenvolvido como uma pesquisa metodológica de abordagem qualitativa que, segundo relatado por Minayo (1994, p. 21), “trabalha com significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis”.

A aplicação deste produto foi realizada em uma escola pública estadual de ensino médio do município de Vigia, pois possui alunos com deficiência visual matriculados, além de uma sala especializada no atendimento de alunos com este tipo de deficiência, com a orientação de dois professores especializados na área de educação especial.

Sendo assim, a pesquisa foi realizada em uma turma do terceiro ano do ensino médio regular, em que participaram do projeto uma aluna com deficiência visual e os outros alunos videntes do mesmo ano, matriculados regularmente na escola pública estadual. Para preservar a identidade da aluna, esta será identificada pela letra do alfabeto como “aluna X”. A discente, que é cega desde o nascimento, cursa o terceiro ano do ensino médio.

Foram realizados quatro encontros, que ocorreram nos dias 4 e 18 de maio e nos dias 1 e 8 de junho de 2019, às nove horas da manhã, com duração de cerca de duas horas cada aula, com a presença da estudante com deficiência visual, de seu professor acompanhante da educação especial e dos demais alunos videntes totalizando 40 alunos.

Conteúdo

Nestes encontros foram abordados alguns conteúdos da Física, especificamente de Óptica Geométrica, que são Introdução à Óptica Geométrica, Espelho plano, Espelho esférico e, por fim, Lentes, pois os mesmos fazem parte da grade curricular do primeiro semestre da rede pública do Estado do Pará.

Objetivos

- Estudar os conceitos iniciais da Óptica Geométrica, que aborda os seguintes temas: Raio de Luz; Feixes de luz Convergente, Divergente e Paralelo; Meios Transparente, Translúcido e Opaco; Reflexão Regular; Reflexão Difusa; Refração; Leis da Reflexão e Refração; Espelho Plano; Formação de imagem do espelho plano.
- Estudar os espelhos esféricos côncavo e convexo com suas características e a formação de imagens.
- Estudar lentes divergentes e convergentes com suas características e a formação de imagens.
- E a aplicação do material didático e da parte experimental do produto.

Série

3º ano do Ensino Médio Regular.

Tempo estimado

4 aulas de 2 horas cada.

Duração

A realização do projeto possui 4 aulas que serão descritas a seguir.

Desenvolvimento**Aula 1: Introdução da Óptica até espelho plano**

Antes de começar a aula a aluna deve sentar-se na primeira fila perto do professor, que vai aplicar a aula (Figura 1).

Figura 1-Aplicação do produto em uma escola pública do interior do Estado do Pará



Fonte: Próprio Autor

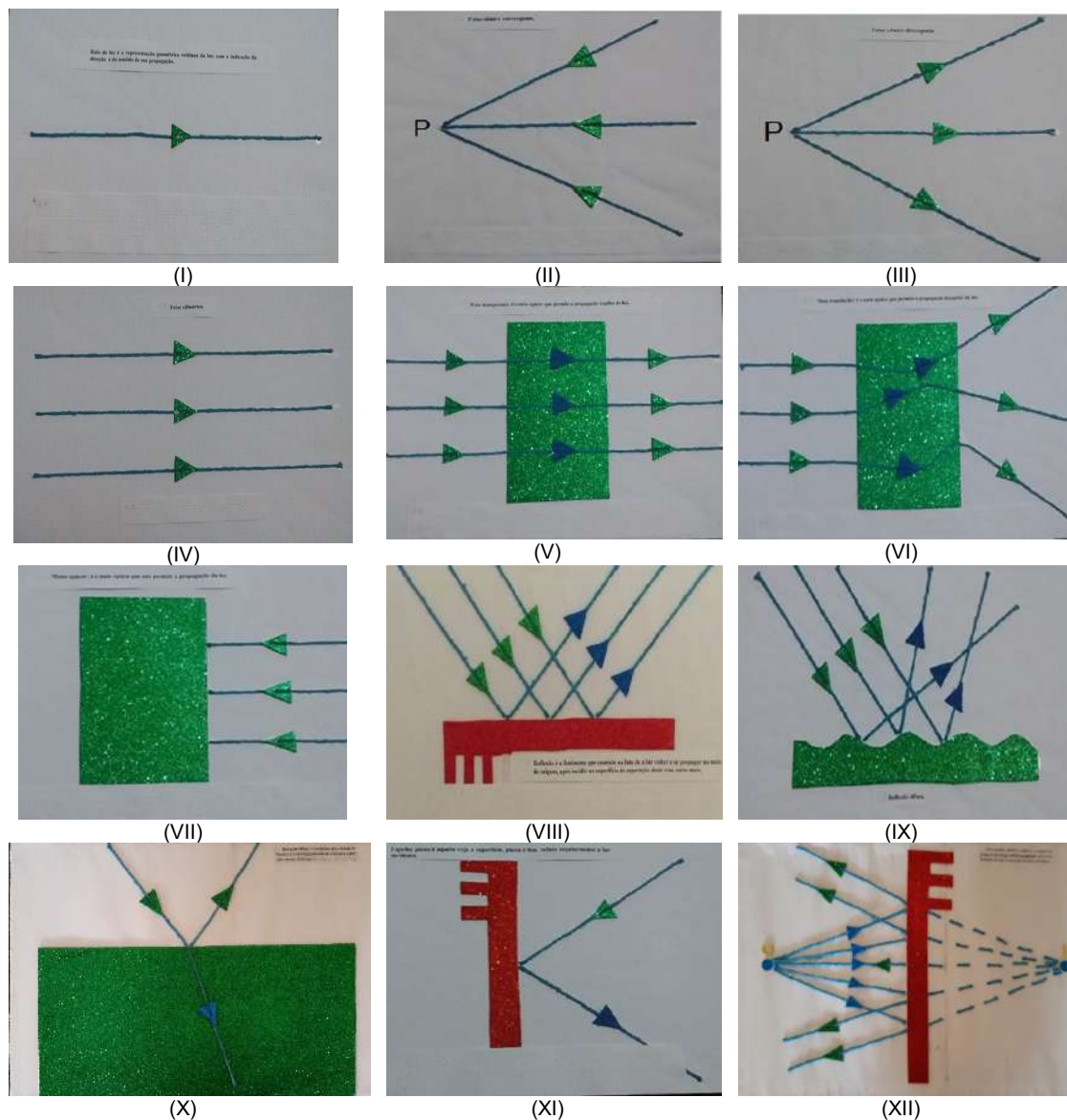
O material didático deve estar organizado em sequência cronológica (Figura 2) para que a aluna siga em harmonia com a aula projetada em Power Point no quadro para alunos videntes.

Nesta aula que deve ter duração 2 horas, o professor deve ministrar os seguintes conteúdos:

- ✓ Raio de luz (I)
- ✓ Feixe cônico convergente (II)
- ✓ Feixe cônico divergente (III)
- ✓ Feixe cilíndrico (IV)
- ✓ Meio transparente (V)
- ✓ Meio translúcido (VI)
- ✓ Meio opaco (VII)
- ✓ Reflexão regular (VIII)
- ✓ Reflexão difusa (XI)
- ✓ Refração (X)

✓ Espelho plano (XI e XII)

Figura 2 - Maquetes trabalhadas na Aula 1



Fonte: Próprio Autor

Aula 2: Espelhos esféricos

Na aplicação da segunda aula, seguindo o mesmo raciocínio da primeira, ou seja, o material didático deve ser organizado em sequência cronológica para que a aluna (Figura 3) siga em harmonia com a aula projetada em Power Point no quadro para alunos videntes.

Figura 3 - Aplicação do produto na escola pública do interior do Estado do Pará

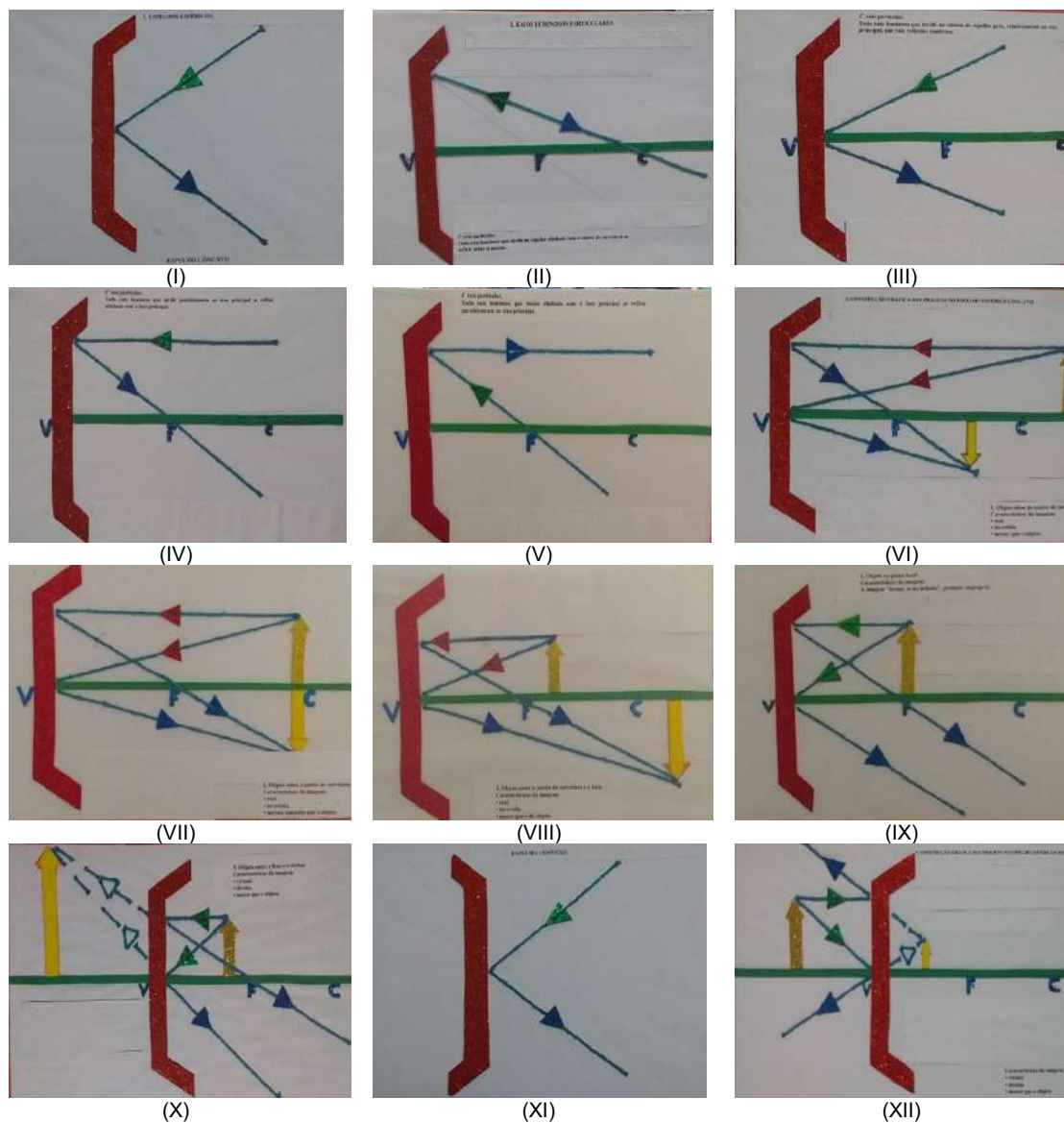


Fonte: Próprio Autor

Nesta aula, que também deve ter duração 2 horas, o professor deve ministrar os seguintes conteúdos (Figura 4):

- ✓ Espelho esférico côncavo (I)
- ✓ Raios luminosos particulares do espelho côncavo (II a V)
- ✓ Construção gráfica das imagens no espelho esférico côncavo (VI a X)
- ✓ Espelho esférico convexo (XI)
- ✓ Construção gráfica das imagens no espelho esférico côncavo e convexo (XII)

Figura 4 - Maquetes trabalhadas na Aula 2



Fonte: Próprio Autor

Aula 3: Lentes

Na aplicação da terceira aula, na parte teórica, novamente mantivemos o mesmo raciocínio da segunda aula, ou seja, o material didático tem que estar organizado em sequência cronológica para que a aluna não vidente (Figura 5) siga em harmonia com a aula projetada em Power Point no quadro para alunos videntes.

Figura 5 - Aplicação do produto na escola pública do interior do Estado do Pará

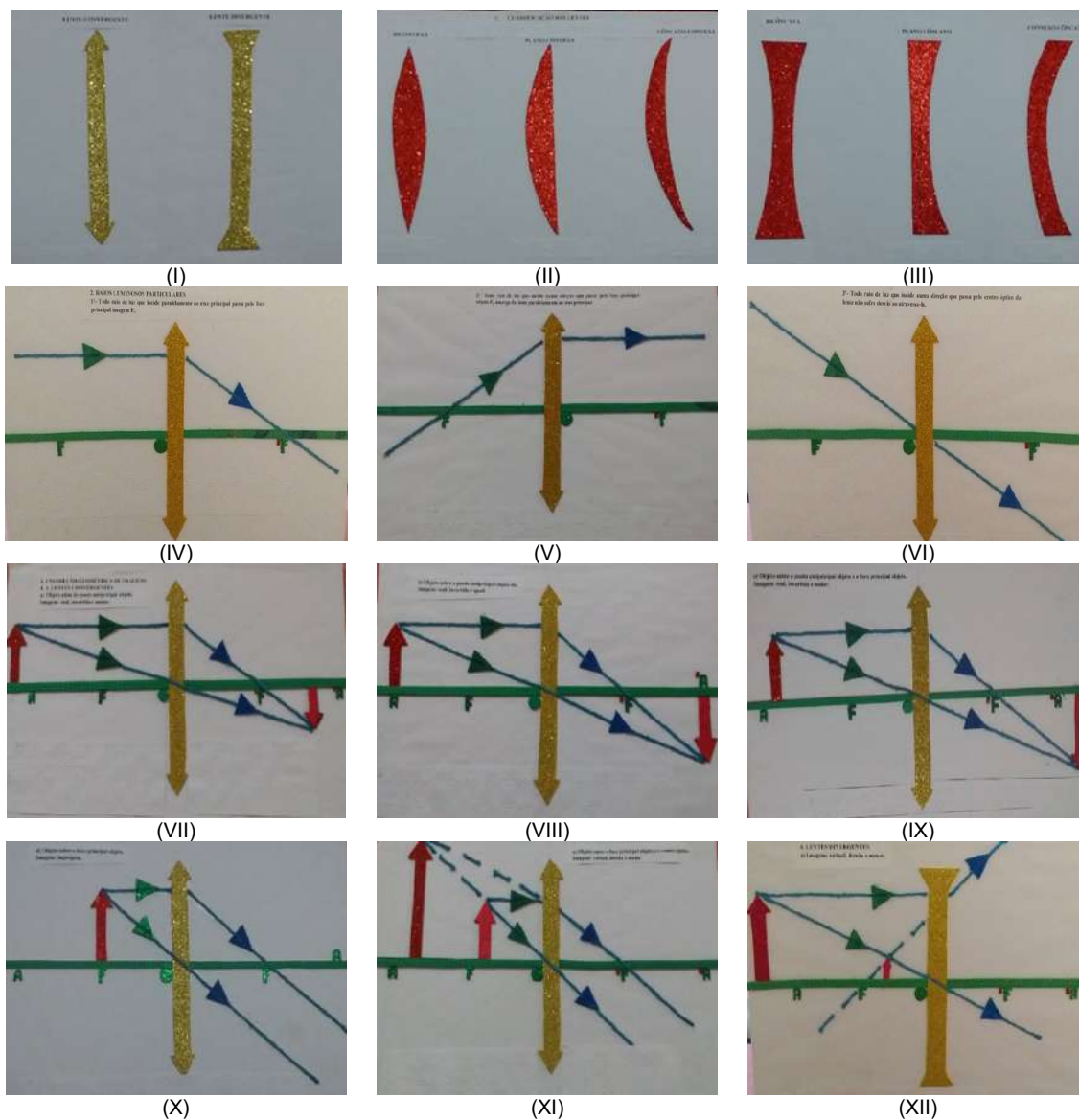


Fonte: Próprio Autor

Esta aula teve a duração um pouco mais longa do que as anteriores pois foi aquela em que executamos a parte experimental, durou aproximadamente 3 horas, o professor deve ministrar os seguintes conteúdos (Figura 6):

- ✓ Tipos de Lentes (I)
- ✓ Classificação das lentes (II e III)
- ✓ Raios luminosos particulares de uma lente convergente (IV a VI)
- ✓ Construção geométrica de imagens de lentes convergentes (VII a XI)
- ✓ Construção geométrica de imagens de lentes divergente (XII)

Figura 6: Maquetes trabalhadas na Aula 3



Fonte: Próprio Autor

Aula 4: Parte Experimental

Na aplicação da quarta aula, foi montado um material experimental adaptado, usando materiais industrializados, cujo principal objetivo era encontrar a distância focal de uma lente convergente, como mostra a Figura 7, para mostrar experimentalmente o que foi demonstrado na aula teórica, usando o material didático, onde participaram os alunos vidente e a aluna não vidente.

Figura 7 - Aplicação do produto numa escola pública do interior do Estado do Pará



Fonte: Próprio Autor

Experimento utilizado

O principal objetivo deste experimento é encontrar a distância focal de uma lente convergente.

Este aparato experimental foi, inicialmente, constituído por um plano inclinado cuja a inclinação podia ser variada em ângulos que variam de 1 em 1 grau e que tinha acoplado na extremidade deste plano inclinado, uma lente convergente de modo que a projeção dos raios de luz que incidiam na lente fossem direcionados para um anteparo (Item 5.1 da Dissertação).

Essa adaptação inicial foi refeita. Na extremidade do plano inclinado, cuja inclinação pode ser variada em ângulos que variam de 1 em 1 grau marcados em braile, foi fixada uma barra de ferro perpendicular ao mesmo, ao qual é fixado uma régua milimetrada adaptada com marcações em braile. Na parte mais baixa da barra de ferro (zero da régua milimetrada), foi colocado um balão de látex preto, que serve de anteparo. A lente é acoplada na barra de ferro, a certa distância do anteparo, de maneira que a lente pode deslizar na barra. Para realizar o experimento, desliza-se a lente sobre a barra de ferro. Os alunos percebem que a distância focal da lente convergente é atingida no momento em que o balão estoura. O valor da distância focal é obtido fazendo-se a leitura diretamente na régua milimetrada (Figura 8).

Figura 8 - Aplicação do produto em uma escola pública do interior do Estado do Pará



Fonte: Próprio Autor

PARTE III

Evolução no aprendizado

Antes das aulas foram repassados para os alunos, videntes e não videntes, um questionário inicial a respeito do assunto que seria ministrado, e ao final das atividades, um questionário final com perguntas sobre as aulas ministradas.

Para a aluna não vidente foram feitas perguntas de forma oral, sendo as respostas registradas de forma escrita, acompanhada pelo professor especialista em educação especial. A intenção do professor aplicador do produto é de explorar e conhecer os avanços proporcionados pela aula ministrada para a aluna em um processo de inclusão, os benefícios da utilização do material didático, qual a evolução proporcionada pela utilização da parte experimental na evolução no aprendizado e críticas ou sugestões para melhor composição do Produto Final.

Considerações Finais

Esta pesquisa teve o objetivo e a finalidade de avaliar, através do depoimento coletado de uma aluna com deficiência visual, qual o benefício da utilização de um material didático tátil-visual desenvolvido por nós, como auxílio na abordagem de Óptica Geométrica, para pessoas com necessidades especiais relacionadas à visão (cegueira), mas que também contemplasse os alunos videntes, ou seja, qual a avaliação que uma estudante não vidente fez do material produzido.

Este Produto Educacional é uma ferramenta a mais para os professores de Física, que trabalham com processo de inclusão de alunos não videntes em turmas onde a maioria é de alunos videntes, pois com esse material didático o professor tenha mais possibilidade para o processo de inclusão desses alunos com deficiência visual. Ao finalizar este trabalho não propomos que o professor siga apenas esta metodologia, mas que busque por novas estratégias de ensino e soluções para as dificuldades de seus alunos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 25 junho 2019.

BRUNO, Marilda Moraes Garcia e MOTA, Maria Glória Batista da. **Deficiência Visual**, Série Atualidades Pedagógicas, Brasília, Ministério da Educação/Secretaria de Educação Especial, 2001.

CAMARGO, Eder Pires de; Ensino de Física a alunos cegos ou com baixa visão. **Física na Escola**, v. 8, nº 1 - maio de 2007.

CARROL, Thomas G., **Cegueira: O Que Ela É, O Que Ela Faz e Como Viver Com Ela**, S. Paulo, Ministério da Educação e Cultura, 1968.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. In: Maria Cecília de Souza Minayo. (Org.). Introdução. 1ed. Petrópolis: Vozes, v., p. 1-15, 1994.

CONDE, A. J. M, "**O que é a cegueira e a baixa visão**". Instituto Benjamin Constant. <http://www.ibc.gov.br/fique-por-dentro/cegueira-e-baixa-visao> acessado em 07/2018.

UNESCO. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. **Declaração de Salamanca e Linha de Ação Sobre Necessidades Educativas Especiais**. Brasília: CORDE, 1994.