

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
AMAZONAS – IFAM
COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA**

**PROPOSTA METODOLÓGICA PARA O PROCESSO DE ENSINO E
APRENDIZAGEM DO CONCEITO DE ESPELHOS ESFÉRICOS ATRAVÉS
DE MATERIAIS DIDÁTICOS ADAPTADOS TÁTEIS PARA DISCENTES COM
DEFICIÊNCIA VISUAL**

Flaviane Cristine Santos de Souza
Orientador: Francisco das Chagas Mendes dos Santos

**MANAUS - AMAZONAS
2018**

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
AMAZONAS – IFAM
COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA**

**PROPOSTA METODOLÓGICA PARA O PROCESSO DE ENSINO E
APRENDIZAGEM DO CONCEITO DE ESPELHOS ESFÉRICOS ATRAVÉS
DE MATERIAIS DIDÁTICOS ADAPTADOS TÁTEIS PARA DISCENTES COM
DEFICIÊNCIA VISUAL**

Monografia apresentada ao curso de graduação em Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, como requisito para obtenção do grau de licenciado em Física.

Flaviane Cristine Santos de Souza
Orientador: Francisco das Chagas Mendes dos Santos

**MANAUS - AMAZONAS
2018**

**PROPOSTA METODOLÓGICA PARA O PROCESSO DE ENSINO E
APRENDIZAGEM DO CONCEITO DE ESPELHOS ESFÉRICOS ATRAVÉS
DE MATERIAIS DIDÁTICOS ADAPTADOS TÁTEIS PARA DISCENTES COM
DEFICIÊNCIA VISUAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado por,
Flaviane Cristine Santos de Souza, no Instituto Federal
de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas,
Campus Manaus Centro no Curso de Licenciatura em
Física, como requisito para obtenção do Título de
Graduação em Ensino de Física.

Aprovado em _____ de Junho de 2018.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Francisco das Chagas Mendes dos Santos/ Presidente.
Instituto Federal do Amazonas – IFAM

Prof. Dr. Antonio da Fonseca Lira/ Membro.
Instituto Federal do Amazonas – IFAM

Prof. Dr. Ricardo de Almeida Herculano/ Membro.
Instituto Federal do Amazonas – IFAM

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus e aos meus amados Pais, Edinelza Santos de Souza e Flávio Geraldo Pereira de Souza, pelas palavras de incentivo e pelos esforços realizados para que fosse possível a conclusão do curso.

A minha querida irmã, Flávia Célia Santos de Souza, por me apoiar e me incentivar ao longo da graduação, obrigada por me proporcionar a companhia do meu sobrinho Jhonatan Felipe Santos Lopes, que harmoniza e humaniza meus dias.

Agradeço em especial a professora Dr. Ana Maria Reis, pela sua simplicidade na acolhida do estágio supervisionado, compartilhando momentos de aprendizagem e possibilitar a formação de um novo olhar sobre o ensino de física, obrigada pelas aulas de humanização.

Ao meu orientador Professor Dr. Francisco das Chagas Mendes, por aceitar o convite em ser meu orientador, e acreditar na ideia da monografia, conduziu o trabalho com muita dedicação e preocupação, as orientações foram enriquecedoras na minha formação acadêmica e humana.

Aos meus avaliadores em especial ao professor Dr. Antônio Lira por aceitar o convite em fazer parte da banca avaliadora.

Ao professor Dr. Ricardo Herculano que contribui espetacularmente para o fortalecimento do curso de Física, um dos melhores coordenadores, se não o melhor. Exercendo um papel social humano com os discentes do curso.

As amigas concebidas na graduação, primeiramente ao meu amigo/ irmão Francisco Chagas obrigada pelo apoio e por compartilhar momentos de angústias e felicidade ao longo desses anos, aos demais Bruna Lucena, Carla Caroline Melgueira, Eliakim Donald, Jessica Santos Moura, Solange Maduro obrigada pela amizade que vai além dos corredores do Instituto.

Aos amigos maravilhosos e inspiradores: Mylena Alves e Walisson do Nascimento, vocês contribuíram fortemente para o término deste trabalho.

As amigas concretizadas na sala de ciências do SESC – AM, em especial a Larissa Reis e Milena Vasconcelos, com quem pude dividir momentos de popularização da ciência em diversos espaços, ampliando conhecimentos na área de química e biologia.

Muito obrigada!

DEDICATÓRIA

Dedico a realização deste trabalho a meus pais, irmã, sobrinho, amigos e amigas, vocês foram e são essenciais.

Obrigada!

“Que a ciência não seja um adorno de doutores na luta contra as dificuldades da vida”

Bonfim (1987)

RESUMO

O presente trabalho tem como *proposta contribuir com a elaboração de materiais didáticos alternativos* no processo de ensino-aprendizagem dos conceitos físicos. A ideia surgiu dos resultados da análise das pesquisas que apontam uma lacuna de *materiais inclusivos* nesse processo de ensino-aprendizagem para deficientes visuais. Na tentativa de preencher tal lacuna, propõem-se a elaboração de *materiais adaptados táteis* para o ensino de espelhos esféricos, como uma ferramenta pedagógica com potencial de baixo custo, dependendo dos materiais que se utiliza, para amenizar as dificuldades de aprendizagem dos deficientes visuais. Busca-se, assim, por meio desses materiais propor a criação de materiais alternativos inclusivos, para a explicação conceitual dos *fenômenos Físicos* que nos livros didáticos são meramente ilustrativos. Objetiva-se elaborar materiais que proporcionem aos estudantes acessar figuras ilustrativas por meios táteis que possibilitem a compreensão dos fenômenos a nossa volta para diversos públicos. Resultados importantes da proposta para o *processo de ensino-aprendizagem* através do uso de materiais táteis são: (i) Incluir pessoas com deficiência visual; (ii) Possibilitar pela percepção a extração de características e propriedades dos objetos fenomênicos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem; (iii) Oportunizar a construção de conceitos envolvidos no fenômeno Físico; (iv) Promover efetivamente a construção de esquemas mentais sólidos em função do uso de materiais concreto.

Palavras - chave: Ensino de Física, Deficiência visual, Materiais táteis.

ABSTRACT

The present work aims to contribute with the elaboration of alternative didactic materials in the teaching-learning process of the physical concepts. The idea arose from the results of the analysis of the researches that point out a lack of inclusive materials in the teaching-learning process for the visually impaired. In an attempt to fill this gap, it is proposed to elaborate tactile adapted materials for the teaching of spherical mirrors, as a pedagogic tool with a low cost potential, depending on the materials used, in order to alleviate the learning difficulties of the visually impaired. Thus, through these materials, we propose the creation of alternative inclusive materials for the conceptual explanation of the Physical phenomena which in textbooks are merely illustrative. The objective is to develop materials that give students access to illustrative figures by tactile means that make possible the understanding of the phenomena around us for different audiences. Important results of the proposal for teaching-learning process through the use of tactile materials are: (i) Include people with visual impairment; (ii) Perceive the perception of the characteristics and properties of the phenomenological objects involved in the teaching-learning process; (iii) Opportunist the construction of concepts involved in the Physical phenomenon; (iv) To effectively promote the construction of solid mental schemes based on the use of concrete materials.

Keywords - Physics Teaching, Visual Impairment, Tactile Materials

LISTA DE FIGURA

- Figura 1** - Modelo de representação visual dos espelhos côncavo e convexo
- Figura 2** - Representação do modelo adaptado tátil do espelho côncavo.
- Figura 3** - Representação do modelo adaptado tátil do espelho esférico convexo
- Figura 4** - Representação visual do foco em um espelho côncavo no livro didático
- Figura 5** - Representação visual do foco em um espelho convexo no livro didático
- Figura 6** - Representação tátil do foco de um espelho convexo
- Figura 7** - Representação tátil do foco de um espelho côncavo
- Figura 8** - Representação visual das propriedades dos raios notáveis
- Figura 9** - Representação visual das propriedades dos raios notáveis
- Figura 10** - Representação visual das propriedades dos raios notáveis
- Figura 11** - Representação visual das propriedades dos raios notáveis
- Figura 12** - Representação visual das propriedades dos raios notáveis
- Figura 13** - Representação visual das propriedades dos raios notáveis
- Figura 14** - Representação tátil das propriedades dos raios notáveis
- Figura 15** - Representação tátil das propriedades dos raios notáveis
- Figura 16** - Representação tátil das propriedades dos raios notáveis
- Figura 17** - Representação tátil das propriedades dos raios notáveis
- Figura 18** - Representação tátil das propriedades dos raios notáveis
- Figura 19** - Representação tátil das propriedades dos raios notáveis
- Figura 20** - Representação visual da formação de imagens no espelho convexo
- Figura 21** - Representação visual da formação de imagens no espelho côncavo
- Figura 22** - Representação visual da formação de imagens no espelho côncavo
- Figura 23** - Representação tátil da formação de imagens no espelho convexo
- Figura 24** - Representação tátil da formação de imagens no espelho côncavo
- Figura 25** - Representação tátil da formação de imagens no espelho côncavo

SUMÁRIO

RESUMO	<i>vii</i>
ABSTRACT	<i>viii</i>
LISTA DE FIGURA	<i>ix</i>
1. INTRODUÇÃO	12
2. PROBLEMÁTICA E OBJETIVO DA PESQUISA	
2.1 Problema de Pesquisa.....	15
2.2 Objetivo geral.....	17
2.3 Objetivo específicos.....	17
2.4 Justificativa da pesquisa.....	17
3. FUNDAMENTAÇÃO TÉORICA	
3.1 Um panorama da importância das políticas públicas educativas inclusivas.....	19
3.2 A importância dos materiais didáticos inclusivos para o ensino e aprendizagem dos discentes com deficiência visual.....	23
3.3 Abordagem sócio interacionista no ensino de física para deficientes visuais.....	25
3.4 Ciclos de aprendizagem no ensino de física para deficientes visuais.....	29
3.5 Ensino de física para deficientes visuais: materialização de figuras do livro didático.....	31
4. METODOLOGIA UTILIZADA	
4.1 Proposta metodológica para o processo de ensino e aprendizagem do conceito de espelhos esféricos através de materiais didáticos adaptados para estudantes com deficiência visual	34
1ª Etapa: Contextualização histórico–epistemológica.....	34
2ª Etapa: Definição dos conceitos.....	38
3ª Etapa: Formulações de hipóteses sobre o “Comportamento da Luz nos espelhos”...	38
4ª Etapa: Teste para, comprovação/ refutação, das Hipóteses	38
5ª Etapa: Papel das propriedades na formação das imagens nos esféricos.....	41
6ª Etapa: Construção geométrica da formação de imagens no espelho esférico	45
7ª Etapa: Definição dos conceitos de formação da imagem no espelho esférico.....	46

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES DA METODOLÓGICA PARA O PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM DO CONCEITO DE ESPELHOS ESFÉRICOS.....	48
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
7. REFERÊNCIAS.....	51

1. INTRODUÇÃO

Historicamente o ensino de Física tem sido marcado como um ensino descontextualizado (não deixando os estudantes identificarem por descoberta os fenômenos físicos), demasiadamente matematizado¹ e descritivo, fato que vem gerando nos estudantes, de modo geral, uma aversão à disciplina de Física. Essa postura pedagógica tem sido denunciada por muitos pesquisadores, Para Azevedo (2008), nas instituições de ensino “ainda não foi superada a postura de professores que consideram esse ensino como uma descrição teórica e/ou experimental, afastando-o de seu significado ético e das relações com o mundo do estudante e conseqüentemente, com suas reais necessidades”. Essa postura influencia os estudantes a terem uma ideia errônea sobre o que é ciência. Entendemos a ciência como uma linguagem para facilitar a leitura do mundo (CHASSOT, 2014). Essa situação nos revela que se os estudantes que não apresentam nenhuma deficiência apresentam dificuldades por conta de um processo de ensino-aprendizagem que precisa ser superado, temos que refletir ainda mais sobre o ensino de Física para estudantes que precisam de intervenções metodológicas contextualizadas².

Na Declaração Universal dos Direitos Humanos, exatamente, no Artigo 1º, está escrito, *in verbis*: “*todos os seres humanos nascem livres e iguais em dignidade e direitos. São dotados de razão e consciência e devem agir em relação uns aos outros com espírito de fraternidade.*” (UNICEF, 1948). Destacando-se do quadro geral dos Direitos Humanos um aspecto particular, que esse direito não rege apenas as “*relações entre iguais*”, mas opera precisamente em defesa dos ostensivamente mais fracos, pois nas “*relações entre desiguais*” posiciona-se em favor dos mais necessitados de proteção, por exemplo: os deficientes visuais.

Em outras palavras, se para as pessoas ditas “*videntes*” (pessoas que enxergam) há falta de materiais e metodologias contextualizadas que ressignifiquem o próprio ato de ensinar e aprender conceitos físicos, o que dizer das pessoas com deficiência visual? A

¹**MATEMATIZADO:** enquanto forma de mostrar a Matemática pela Matemática, na docência de Física, ao invés de elaborar atividades pedagógicas Laboratoriais voltadas para a descoberta do: (i) Conhecimento factual; (ii) Aprendizagem de conceitos Físicos e Matemáticos a partir de princípios, Leis e Modelos Físicos; (iii) Obtenção de habilidades e competência que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos; (iv) Estratégias em Resolução de Problemas (proposição da Orientanda e Orientador).

²**Contextualizadas:** possibilitando que o estudante seja confrontado com *situações didáticas realísticas* e desse confronto espera-se que ele perceba nesses fenômenos como os conhecimentos factuais necessários para a descoberta de conceitos físicos estão organizados e estruturados (conceito proposto pela Orientanda e Orientador).

busca de uma metodologia de *didática inclusiva*³ para o ensino de física precisa promover o conhecimento científico que objetive a superação dos modelos pedagógicos tradicionais a fim de almejar o acesso ao conhecimento para todos os estudantes, com ou sem deficiência.

Segundo a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva(MEC/SECADI,2014), “A educação inclusiva constitui um paradigma educacional fundamentado na concepção de direitos humanos, que conjuga igualdade e diferença como valores indissociáveis, e que avança em relação à ideia de equidade formal ao *contextualizar* as circunstâncias históricas da produção da exclusão dentro e fora da escola.”. Portanto, tanto os discentes videntes e deficientes visuais podem usufruir dos mesmos recursos visuais, tais como: experimentos, vídeos, livro, dentre outros, que potencializem a superação das dificuldades com relação ao processo de ensino-aprendizagem das disciplinas.

De acordo com os Parâmetros Curriculares para o ensino de Física (PCN+, 2000), uma das orientações educacionais complementares, nos descreve que o ensino de Física, *in verbis*: “Trata-se de construir uma *visão da Física* que esteja voltada para a *formação de um cidadão contemporâneo*, atuante e solidário, com *instrumento* para compreender, *intervir e participar* na realidade” (*grifo nosso*). Portanto, constata-se que há a necessidade de não somente de uma *abordagem diferenciada* para todos os estudantes, mas necessita-se buscar *novas estratégias para o ensino de Física* que desmistifique a aversão por ela mesma a fim do cumprimento do próprio PCN+.

Para os PCN (2009), PCN+ (2000) e PCNEM (2004) a *contextualização* é um dos pontos críticos no estabelecimento de conexões conceituais entre as diversas disciplinas e formas de pensamentos, bem como questões inerentes a relevância cultural no que diz respeito às suas aplicações possíveis no nosso mundo contemporâneo e às questões histórico-epistemológicas no desenvolvimento da própria ciência. Para isso, necessitam-se os professores tenham formação adequada, professores elaborem materiais instrucionais apropriados aos níveis intelectuais de seus estudantes e até mesmo a escola precisa ser reestruturada e até mesmo modificação, relativamente ao aprendizado individual e

³**DIDÁTICA INCLUSIVA:** um conjunto de procedimentos interacionais na atividade educacional que precisa, se adequar aos vários níveis de desenvolvimento cognitivo dos estudantes, com e sem deficiência, orientando-se pelos saberes tácitos dos estudantes e teórico-práticos docentes visando favorecer a construção conceitual dos saberes formais (conceito proposto pela Orientanda e Orientador).

coletivo e a própria avaliação precisa ser institucionalizada para ter alcance escolar, familiar e no nível de mercado.

Nesse sentido, pergunta-se: “Como elaborar uma proposta metodológica para possibilitar aos discentes com deficiência visual a *construção de percepções táteis* para formulação de conceitos de espelhos esféricos através de *materiais adaptados táteis* para viabilizar o processo de ensino-aprendizagem?”.

2. PROBLEMÁTICA E OBJETIVO DA PESQUISA

O presente trabalho teve como origem uma aula da disciplina de educação inclusiva ministrada pelo Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico (**EBTT**), Dr. Dalmir Pacheco, cuja avaliação parcial era a elaboração de um artigo científico sobre um tema de uma das disciplinas do curso superior de Licenciatura em Física. Uma ressalva era que o tema deveria ser de preferência endereçado para discentes com deficiência visual.

Realizando pesquisas sobre discentes com deficiência visual, educação inclusiva foi percebida uma carência de trabalhos nessa linha de pesquisa na área de ensino de Física. Dentre os materiais de pesquisa analisados um tema que mais se destacou, em relação ao processo de ensino-aprendizagem, foi o uso de materiais táteis para o ensino de física. Especificamente, um dos autores pesquisados utilizou um mesmo material tátil para explicar a decomposição da luz em um prisma, entretanto, como sabemos a luz se decompõe em faixa de outras cores de luzes diferentes – por cada cor ter frequência diferente. Outro fato importante e atrativo foi o uso de materiais para representar modelos interativos entre o estudante deficiente visual (sujeito) e os objetos. Percebeu-se que a ideia dessa forma de ensino era para promover uma interação entre discentes com deficiência visual e as propriedades representadas pelas partes do(s) material(is) a fim de identificar os princípios, Leis e modelos Físicos que estruturam os conceitos Físicos.

Diante do exposto, surgiu o interesse da pesquisa de uma proposta metodológica para trabalhar o processo de ensino e aprendizagem dos conceitos inerentes aos espelhos esféricos através do uso de materiais adaptados táteis. A ideia desse trabalho de pesquisa é contribuir e amenizar as lacunas existentes para o ensino inclusivo de Física.

2.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Historicamente, as instituições de ensino se caracterizam por uma visão de educação que delimitou a escolarização como privilégio para o grupo dos videntes e isso foi, por muito tempo, legitimado por políticas e práticas educacionais reprodutoras da ordem social então vigente. A partir do processo de democratização da escola, evidencia-se o paradoxo inclusão/exclusão quando os sistemas de ensino universalizam o acesso, mas continuam excluindo indivíduos e grupos considerados fora dos padrões homogeneizadores das instituições de ensino. Assim, sob formas distintas, a exclusão

tem apresentado características comuns nos processos de segregação e integração, que pressupõem a seleção, naturalizando o fracasso escolar. A partir da visão dos direitos

humanos e do conceito de cidadania fundamentado no reconhecimento das diferenças e na participação dos sujeitos, decorre uma identificação dos mecanismos e processos de hierarquização que operam na regulação e produção das desigualdades. Essa problematização explicita os processos normativos de distinção dos estudantes em razão de características intelectuais, físicas, culturais, sociais e linguísticas, entre outras, estruturantes do modelo tradicional de educação escolar. A educação especial se organizou tradicionalmente como atendimento educacional especializado substitutivo ao ensino comum, evidenciando diferentes compreensões, terminologias e modalidades que levaram à criação de instituições especializadas, as instituições de ensino especiais e classes especiais. Essa organização, fundamentada no conceito de (a)normalidade, determina formas de atendimento clínico-terapêuticos fortemente ancorados nos testes psicométricos que, por meio de diagnósticos, definem as práticas escolares para os estudantes com deficiência.

Todavia, “A educação, de todos e dever do estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando o pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho” (art. 205 da Constituição Federal de 1988). Podemos observar que à luz da constituição não tem que haver distinção entre uma educação para pessoas com deficiência ou sem deficiência, mas sim uma educação que visa o pleno desenvolvimento humano, que em sua formação esteja apto a concorrer no mercado de trabalho. Assegurando e visando aos discentes com deficiência visual um ensino que seja capaz de superar suas dificuldades, para um ensino e aprendizagem além do acúmulo de conceitos que fogem da sua realidade e que estejam de acordo com os Parâmetros curriculares nacionais (PCN +). No cenário atual, não há espaço para as instituições de ensino continuar ministrando um ensino de Física focado na memorização de fórmulas, repetição automatizada de procedimentos, em situações descritivas ou extremamente abstratas, sem um significado concreto, explicitando seu sentido no momento da aprendizagem assegurando-lhes um ensino contextualizado que o ajude na sua formação acadêmica, social e cidadã, asseguram um ensino voltado para sua autonomia.

Portanto o que nos distingue do restante dos animais irracionais é nossa capacidade cognitiva de pensamento, já que cada ser humano tem sua singularidade deveríamos tratar com naturalidade o que tem como referencial ser diferente, afinal, as pessoas com miopias poderiam ser restrita de inúmeras atividades caso não houvesse o avanço da

Física, de modo análogo, os discentes com deficiência visual estão esperando o avanço qualitativo

dos professores em proporcionarem materiais e metodologias que também possam oferecer formas de superação das suas limitações.

Para fomentar essa escassez de materiais e metodologias optamos em propor este trabalho com o intuito de ajudar professores e estudantes a construir um ensino mais igualitário que leve em consideração às limitações de cada indivíduo.

2.2 Objetivo geral

Desenvolver uma proposta metodológica para possibilitar aos discentes com deficiência visual a construção de esquemas mentais no processo de ensino-aprendizagem de conceitos de espelhos esféricos através de materiais adaptados táteis para viabilizar o desenvolvimento das noções de espelhos esféricos.

2.3 Objetivo específico

- a) Examinar a linha do tempo dos conceitos da óptica para discutir a formação do conceito de espelhos;
- b) Explorar materiais adaptados táteis que sirvam de base conceitual para os espelhos esféricos;
- c) Identificar os elementos dos espelhos esféricos;
- d) Conceituar os raios notáveis dos espelhos esféricos;
- e) Compreender a formação de imagem nos espelhos esféricos;

2.4 justificativa da pesquisa

Ao ingressarmos no curso de licenciatura em física nos primeiros semestres cursamos disciplinas que nos fornecem diversos tipos de recursos na tentativa de ministrarmos aulas menos enfadonhas, por exemplo, como utilizar: jogos no ensino de Física, TIC's como estratégia no processo de ensino-aprendizagem, realizar experimentos de baixo custo, ou, até mesmo, espaços não formais no ensino de Física. Esses são alguns dos exemplos de recursos e metodologias que se pode fazer uso no processo de ensino-aprendizagem para que o ensino de Física possa ser interativo, dinâmico, para nossos discentes.

Porém, no curso superior de Licenciatura em Física, especificamente, apenas a disciplina de Educação Inclusiva faz a apresentação de recursos e metodologias voltados para os deficientes visuais. Isso foi marcante por nos promover a percepção da lacuna que existe não apenas na formação de ensino de qualidade para nós Professores, bem como a falta de materiais táteis para os diversos conceitos de Fenômenos da natureza no próprio curso superior de Licenciatura em Física. Portanto, em relação ao curso superior de Licenciatura em Física, falta aos professores uma formação adequada, em relação à elaboração de materiais instrucionais apropriados aos níveis intelectuais de seus estudantes, principalmente, aos deficientes visuais.

Contudo, percebe-se que não tem discentes com deficiência visual na graduação, em virtude das próprias escolas de nível fundamental e médio não apresentarem infraestrutura adequada e compatível com o tipo de deficiência dos discentes. Por conta dessa falta de infraestrutura e formação adequada de professores nos ensino Fundamental e Médio, ocorre com mais intensidade falta do processo de democratização da escola, evidencia-se o paradoxo inclusão/exclusão. Em outras palavras, ocorre nos sistemas de ensino Fundamental e Médio a universalização do acesso de grupos considerados como padrões homogeneizadores, em detrimento dos grupos dos deficientes físicos, visuais, mentais.

Este trabalho de pesquisa contribui com propostas de ensino de Física contextualizado e com capacidade de realizar conexões através de conceitos com outras disciplinas, como determina os PCN's, através de elaboração de material concreto. Além do mais, ele contribui, com exame da linha do tempo de importantes conceitos da óptica para discutir a formação do conceito e tipos de espelhos na formação de imagens através de materiais adaptados táteis. Adicionalmente, discute questões inerentes a relevância cultural no que diz respeito às aplicações conceituais da óptica no nosso mundo contemporâneo, bem como às questões histórico-epistemológicas no desenvolvimento da própria ciência.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Um panorama da importância das políticas públicas educativas inclusivas.

No Brasil, o atendimento às pessoas com deficiência teve início na época do Império, com a criação de duas instituições: o Imperial Instituto dos Meninos Cegos, em 1854, atual Instituto Benjamin Constant – IBC, e o Instituto dos Surdos Mudos, em 1857, hoje denominado Instituto Nacional da Educação dos Surdos – INES, ambos no Rio de Janeiro. No início do século XX é fundado o *Instituto Pestalozzi* (1926), instituição especializada no atendimento às pessoas com deficiência mental; em 1954, é fundada a primeira Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais – APAE; e, em 1945, é criado o primeiro atendimento educacional especializado às pessoas com superdotação na Sociedade *Pestalozzi*, por *Helena Antipoff*.

Em 1961, o atendimento educacional às pessoas com deficiência passa a ser fundamentado pelas disposições da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDBEN, Lei nº 4.024/61, que aponta o direito dos “excepcionais” à educação, preferencialmente dentro do sistema geral de ensino. A Lei nº 5.692/71, que altera a LDBEN de 1961, ao definir “tratamento especial” para os estudantes com “deficiências físicas, mentais, os que se encontram em atraso considerável quanto à idade regular de matrícula e os superdotados”, não promove a organização de um sistema de ensino capaz de atender aos estudantes com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades/ superdotação e acaba reforçando o encaminhamento dos estudantes para as classes e escolas especiais.

Em 1973, o MEC cria o Centro Nacional de Educação Especial – CENESP, responsável pela gerência da educação especial no Brasil, que, sob a égide integracionista, impulsionou ações educacionais voltadas às pessoas com deficiência e às pessoas com superdotação, mas ainda configuradas por campanhas assistenciais e iniciativas isoladas do Estado. Nesse período, não se efetiva uma política pública de acesso universal à educação, permanecendo a concepção de “políticas especiais” para tratar da educação de estudantes com deficiência. No que se refere aos estudantes com superdotação, apesar do acesso ao ensino regular, não é organizado um atendimento especializado que considere as suas singularidades de aprendizagem. A Constituição Federal de 1988 traz como um dos seus objetivos fundamentais “promover o bem de todos, sem preconceitos de origem, raça, sexo, cor, idade e quaisquer outras formas de

discriminação” (art.3º, inciso IV). Define, no artigo 205, a educação como um direito de todos, garantindo o pleno

Desenvolvimento da pessoa, o exercício da cidadania e a qualificação para o trabalho. No seu artigo 206, inciso I, estabelece a “igualdade de condições de acesso e permanência na escola” como um dos princípios para o ensino e garante como dever do Estado, a oferta do atendimento educacional especializado, preferencialmente na rede regular de ensino (art. 208).

A atual Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei nº 9.394/96, no artigo 59, preconiza que os sistemas de ensino devem assegurar aos estudantes currículo, métodos, recursos e organização específicos para atender às suas necessidades; assegura a terminalidade específica àqueles que não atingiram o nível exigido para a conclusão do ensino fundamental, em virtude de suas deficiências; e assegura a aceleração de estudos aos superdotados para conclusão do programa escolar. Também define, dentre as normas para a organização da educação básica, a “possibilidade de avanço nos cursos e nas séries mediante verificação do aprendizado” (art. 24, inciso V) e “[...] oportunidades educacionais apropriadas, consideradas as características do alunado, seus interesses, condições de vida e de trabalho, mediante cursos e exames” (art. 37). Em 1999, o Decreto nº 3.298, que regulamenta a Lei nº 7.853/89, ao dispor sobre a Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, define a educação especial como uma modalidade transversal a todos os níveis e modalidades de ensino, enfatizando a atuação complementar da educação especial ao ensino regular.

O Plano Nacional de Educação – PNE, Lei nº 10.172/2001, destaca que “o grande avanço que a década da educação deveria produzir seria a construção de uma escola inclusiva que garanta o atendimento à diversidade humana”. Ao estabelecer objetivos e metas para que os sistemas de ensino favoreçam o atendimento aos estudantes com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades/superdotação, aponta um déficit referente à oferta de matrículas para estudantes com deficiência nas classes comuns do ensino regular, à formação docente, à acessibilidade física e ao atendimento educacional especializado.

A Lei nº 10.436/02 reconhece a Língua Brasileira de Sinais – Libras como meio legal de comunicação e expressão, determinando que sejam garantidas formas institucionalizadas de apoiar seu uso e difusão, bem como a inclusão da disciplina de Libras como parte integrante do currículo nos cursos de formação de professores e de fonoaudiologia. A Portaria nº 2.678/02 do MEC aprova diretrizes e normas para o uso, o ensino, a produção e a difusão do sistema Braille em todas as modalidades de ensino,

compreendendo o projeto da Grafia Braille para a Língua Portuguesa e a recomendação para o seu uso em todo o território nacional. Em 2003, é implementado pelo MEC o Programa Educação Inclusiva: direito à diversidade, com vistas a apoiar a transformação dos sistemas de ensino em sistemas educacionais inclusivos, promovendo um amplo processo de formação de gestores e educadores nos municípios brasileiros para a garantia do direito de acesso de todos à escolarização, à oferta do atendimento educacional especializado e à garantia da acessibilidade. Em 2004, o Ministério Público Federal publica o documento O Acesso de Estudantes com Deficiência às Escolas e Classes Comuns da Rede Regular, com o objetivo de disseminar os conceitos e diretrizes mundiais para a inclusão, reafirmando o direito e os benefícios da escolarização de estudantes com e sem deficiência nas turmas comuns do ensino regular.

O Decreto nº 5.626/05, que regulamenta a Lei nº 10.436/2002, visando ao acesso à escola dos estudantes surdos, dispõe sobre a inclusão da Libras como disciplina curricular, a formação e a certificação de professor, instrutor e tradutor/intérprete de Libras, o ensino da Língua Portuguesa como segunda língua para estudantes surdos e a organização da educação bilíngue no ensino regular.

Em 2007, é lançado o Plano de Desenvolvimento da Educação – PDE, reafirmado pela Agenda Social, tendo como eixos a formação de professores para a educação especial, a implantação de salas de recursos multifuncionais, a acessibilidade arquitetônica dos prédios escolares, acesso e a permanência das pessoas com deficiência na educação superior e o monitoramento do acesso à escola dos favorecidos pelo Benefício de Prestação Continuada – BPC.

Para a implementação do PDE é publicado o Decreto nº 6.094/2007, que estabelece nas diretrizes do Compromisso Todos pela Educação, a garantia do acesso e permanência no ensino regular e o atendimento aos estudantes com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades/ super dotação, fortalecendo seu ingresso nas escolas públicas.

O Decreto nº 6571/2008, incorporado pelo Decreto nº 7611/2011, institui a política pública de financiamento no âmbito do Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação - FUNDEB, estabelecendo o duplo cômputo das matrículas dos estudantes com deficiência,

transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades/superdotação. Visando ao desenvolvimento inclusivo dos sistemas públicos de ensino, este Decreto também define

o atendimento educacional especializado complementar ou suplementar à escolarização e os demais serviços da educação especial, além de outras medidas de apoio à inclusão escolar.

O caráter não substitutivo e transversal da educação especial é ratificado pela Resolução CNE/CEB nº04/2010, que institui Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica e preconiza em seu artigo 29, que os sistemas de ensino devem matricular os estudantes com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades/superdotação nas classes comuns do ensino regular e no Atendimento Educacional Especializado - AEE, complementar ou suplementar à escolarização, ofertado em salas de recursos multifuncionais ou em centros de AEE da rede pública ou de instituições comunitárias, confessionais ou filantrópicas sem fins lucrativos. O Decreto nº7084/2010, ao dispor sobre os programas nacionais de materiais didáticos, estabelece no artigo 28, que o Ministério da Educação adotará mecanismos para promoção da acessibilidade nos programas de material didático destinado aos estudantes da educação especial e professores das escolas de educação básica públicas. A fim de promover políticas públicas de inclusão social das pessoas com deficiência, dentre as quais, aquelas que efetivam um sistema educacional inclusivo, nos termos da Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência, instituiu-se, por meio do Decreto nº 7612/2011, o Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência – Viver sem Limite. Por outro lado, no Art.7 da Lei nº 12.764/2012, “O gestor escolar, ou autoridade competente, que recusar a matrícula de aluno com transtorno do espectro autista, ou qualquer outro tipo de deficiência, será punido com multa de 3 (três) a 20 (vinte) salários-mínimos”.

Observa-se que desde tempos pretéritos o mundo, como um todo, vem exercendo um esforço hercúleo, fazendo uso de dispositivos legais, dentre outros esforços, para quebrar o paradoxo da inclusão/exclusão do acesso aos sistemas de universalização de ensino dos deficientes, grupos considerados fora dos padrões homogeneizadores da escola.

3.2 A importância dos materiais didáticos adaptados táteis para discentes com deficiência visual no processo de ensino e aprendizagem.

Grossi (2016) utiliza *roteiros experimentais de Física* para trabalhar conceitos Físicos através de materiais didáticos adaptados táteis para estudantes com deficiência visual para uma turma de Educação de jovens e adultos. Assim, para os conceitos de: [1º] Escalas Termométricas usou-se softwares leitores, termômetros, cartolinas, canudos, barbantes, macarrão, arroz, lantejola, fita adesiva e barbante, bem com a escrita em Braille; [2º] Medidas usaram-se régua plástica e cola plástica; [3] Contagem usou EVA, Isopor, Massa de pizza, papelão, cartolina e a escrita em Braille; [4] Profundidade utilizou-se areia; [5] Princípio de Pascal usou Seringa e mangueira; [6] Estado físico da matéria foi usado miçangas vermelhas, pano macio, materiais maleáveis, fios e a escrita em Braille; [7] Condução de calor usou-se pregos, velas colher de metal; [8] Ondas usou materiais maleáveis; [9] Radiação térmica foram usados termômetros e lâmpadas. Chamamos a atenção para o fato de que Grossi (2016), não utiliza materiais didáticos táteis como representação das propriedades na formação dos conceitos físicos trabalhados – conforme a “**TABELA 01: Correlação entre os materiais adaptados táteis com seus, respectivos, conceitos Físicos**”.

Camargo (2007) Apresenta kits de materiais adaptados de baixo custo para trabalhar os conceitos de atrito e queda livre. Para os *conceitos de atrito* os materiais utilizados foram: [1º kit] Três superfícies: uma áspera, outra bem lisa, e outra com polimento intermediário; blocos de madeira em formato de paralelepípedo, com mesma superfície e diferentes massas. [2º kit] Uma superfície de apoio enrugada, um objeto com a superfície de apoio enrugada; [3º kit] Um pedaço de cabo de vassoura, tábua e três pedaços de madeira. Para os *conceitos de queda livre* os materiais utilizados foram: [1º kit] Tubo de PVC, sensores magnéticos, disco metálico, imã, chapa dobrada, bobina, oscilador, potenciômetro, fita de papel e nylon. Camargo (2007), não utiliza materiais didáticos táteis como representação das propriedades na formação dos conceitos físicos trabalhados – conforme a “**TABELA 01: Correlação entre os materiais adaptados táteis com seus, respectivos, conceitos Físicos**”.

TABELA 01: Correlação entre os materiais adaptados táteis com seus, respectivos, conceitos Físicos.

AUTOR(ES)	CONCEITOS FÍSICOS		MATERIAIS ADAPTADOS TATÉIS
	Propriedades	Formação Imagem	
Maria Grossi (2016)	Não Realiza	Medida	Régua de Policarbonato adaptada com cola plástica, conforme Figura;
	Não Realiza	Contagem	EVA, Isopor, Massa de pizza, papelão, cartolina escrito em Braille
	Não realiza	Leituras	Softwares inclusivos
	Não realiza	Profundidade	Areia
	Não realiza	Princípio de Pascal	Seringa e mangueira
	Não realiza	Ondas	Cartolinas, canudos, barbantes, macarrão, arroz, lantejola e fita adesiva.
	Não realiza	Escalas termométricas	Molas e fios condutores maleáveis
	Não realiza	Estado físico da matéria	Miçangas vermelhas costuradas num pedaço de pano macio. E a escrita em Braille
	Não realiza	Condução de calor	Pregos, velas colher de metal
	Não realiza	Irradiação	Termômetros e lâmpadas
Camargo (2007)	Não realiza	Atrito	Kit 1- Três superfícies, sendo uma áspera outra lisa, e outra com polimento intermediário, blocos de madeira em formato de paralelepípedo, de mesmas superfícies e diferentes massas. Kit 2- Uma superfície de apoio enrugada; um objeto com a superfície de apoio enrugada.
	Não realiza	Queda livre	Kit 3- Um pedaço de cabo de vassoura tábua e três pedaços de madeira. Tubo de PVC, sensores magnéticos para alarme, disco metálico, imã, chapa dobrada, bobina, oscilador, potenciômetro, fita de papel e fio de Nylon.
Nivaldo Manske (2013)	Não realiza	Efeito fotoelétrico	Cola, barbante, tesoura, lápis, borracha, pincel, punção, reglete, máquina termofórmica.

Segundo Nivaldo Manske (2013) em seu trabalho intitulado 'ensino de física para deficientes visuais: materialização de figuras do livro didático' tem como proposta a confecção de figuras de alto relevo usando sobre o efeito fotoelétrico através da

Termoformagem⁴. [1°]: Para os conceitos do efeito fotoelétrico foram necessários Cola, barbante, tesoura, lápis, borracha, pincel, punção, reglete, máquina termofórmica. Em seu trabalho *Manske* utiliza apenas o modelo do átomo como material adaptado tátil para serem trabalhados os conceitos do efeito fotoelétrico não mencionando materiais adaptados táteis para a exploração de suas propriedades físicas – conforme a “**TABELA 01: Correlação entre os materiais adaptados táteis com seus, respectivos, conceitos Físicos**”.

3.3 Abordagem sócio interacionista no ensino de física para deficientes visuais (CAMARGO, 2001)

Segundo Camargo (2001), um grande número de estudos sobre o desenvolvimento cognitivo, sugere que a capacidade das pessoas deficientes visuais para ouvir e se comunicar oralmente, tem permitido que desenvolva as suas potencialidades intelectuais, o suficiente para terem um desempenho dentro das normas nos testes padronizados. Apesar da ausência de visão provocar significativas mudanças nas relações dos indivíduos com os meios social e físico, a presente dificuldade em questão, não pode ser encarada como fator incapacitador e/ou excludente, pelo contrário, deve ser explorada e considerada como um diferenciador capaz de fornecer informações sobre a realidade física. Sob este contexto, o quadro do desenvolvimento mental de uma pessoa portadora de deficiência está intimamente ligado com as relações sociais que a mesma mantém em seu cotidiano. Dessa forma, um aspecto a ser discutido, refere-se ao questionamento de que a presença de alguma "anormalidade" física, devido às suas implicações sociais demonstra ser um fator importante no desenvolvimento de um ser humano.

Cegos não sentem sua cegueira

Nesta perspectiva, 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 têm vista, portanto, ***a capacidade para ver a luz tem***

⁴**Termoformagem:** processo que consiste no aquecimento de uma placa termoplástica plana, previamente extrudada, a fim de que amoleça sobre um molde macho ou fêmea, onde o ar é sugado por entre a placa e o molde para que o material adquira o contorno da peça. (Disponível em: <<http://www.tudosobreplasticos.com/processo/termoformagem.asp>>, acessado em 08/06/2018).

significa que eles (os cegos) sentem seu defeito de um modo indireto, refletido unicamente nas consequências sociais. (grifo nosso)

Diante disso, "embora os conceitos e os fenômenos sensíveis estejam inter-relacionados por seus significados, psicologicamente eles são categorias diferentes de consciência" (CAMARGO, 2001 apud LEONTIEV et. al., 1988). Esta ideia está embasada no conceito de funções psicofisiológicas, que são as funções fisiológicas do organismo. O grupo inclui as funções sensoriais, as funções mnemônicas e as funções tônicas. Nenhuma atividade psíquica pode ser executada sem o desenvolvimento dessas funções que constituem a base dos correspondentes fenômenos subjetivos de consciência, isto é, sensações, experiências emocionais, fenômenos sensoriais e a memória, que formam a "matéria subjetiva", por assim dizer, a riqueza sensível, o policromismo e a plasticidade da representação do mundo na consciência humana. Portanto, de acordo com *Leontiev et. al. (op. cit.)*, "se mentalmente excluirmos a função das cores, a imagem da realidade em nossa consciência adquirirá a palidez de uma fotografia branca e preta. Se bloquearmos a audição, nosso quadro do mundo será tão pobre quanto um filme mudo comparado com o sonoro. Todavia, uma pessoa cega pode tornar-se cientista e criar uma nova teoria, mais perfeita, sobre a natureza da luz, embora a experiência sensível que ela possa ter da luz seja tão pequena quanto aquela que uma pessoa comum tem da velocidade da luz."

(...) A teoria sócio interacionista desenvolvida por *Vygotsky* acreditava que o homem, exibe características ativas sobre o meio, e como evidência desse fato, apresenta uma série de marcas, que o distingue dos outros seres vivos. **Atividade associada:** O homem é um dos poucos organismos que se associam pelo trabalho. **O homem planeja:** O homem é o único ser que planeja seu trabalho tanto individual quanto coletivo. O homem é o que mais apresenta as possibilidades de linguagem: É importante ressaltar que a linguagem não se constitui apenas na fala, sempre que há conteúdo em uma forma, tem-se certo tipo de linguagem.

Assumindo por pressuposto que o homem enquanto ser psicológico se constitui a partir da cultura, o objetivo da teoria psicológica de acordo com esta abordagem, é descrever os meios pelos quais os chamados processos naturais, ou aqueles processos que são frutos da filogênese, dos quais se destacam a maturação, o sistema nervoso, os sistemas sensoriais, se mesclam com os processos culturais para produzirem as funções

superiores. Em linhas gerais, a teoria de *Vygotsky*, procurou enfatizar, como o homem enquanto ser

filogenético, biológico, se mescla ou interage com os níveis culturais, constituindo-se assim, numa síntese, num ser psicológico, e consciente.

O objeto de estudo de *Vygotsky*, foram as funções superiores que caracterizam o funcionamento psicológico humano. Tais funções podem ser identificadas pelas ações conscientemente controladas (o comportamento consciente), a atenção voluntária, a memória ativa, (a memória criada, utilizada por signos), o pensamento abstrato, e o comportamento intencional. Portanto, uma das ideias principais desenvolvidas nesta teoria, é que o comportamento, ou que a atividade humana deve ser entendida, em função das condições concretas de vida, e não das condições genéticas pré estabelecidas. Radical a favor da negação das concepções inatistas, para ele, o homem se constitui enquanto ser psicológico, na relação concreta da socialização humana, e desta forma, não há pré-determinações ou funções pré-existentes como as invariantes piagetianas; *Rappaport*(1981). A partir da carga biológica, o indivíduo se constitui em função da cultura. O sujeito elabora suas formas de ação conscientes, através das relações sociais, ou seja, o indivíduo se constitui na cultura, nas relações sociais que a cultura possibilita. A ação do sujeito é analisada a partir da ação entre sujeitos, isto é, todas as funções primeiro ocorrem nas relações entre sujeitos, inter-sujeitos (externas), e depois ocorrem em termos intra (internas).

A teoria de *Vygotsky* pode ser representada em termos de três ideias centrais, descritas a seguir:

Primeira: As funções psicológicas superiores, tem suporte biológico, pois, são produtos da atividade cerebral. São as estruturas biológicas, o suporte a partir do qual, as estruturas psicológicas, se formam e se constituem, e são produtos da atividade cerebral. O homem é o único ser vivo, que apresenta um sistema nervoso aberto, cujas principais características são a plasticidade, e a adaptação.

Segunda: O funcionamento psicológico fundamenta-se nas relações sociais entre o indivíduo e o mundo exterior, desenvolvendo-se, em um processo histórico. A partir da ideia de que o homem é um ser biológico, o mesmo, se transforma em ser sócio histórico através da cultura, e é isto que constitui a chamada "**condição humana**". *Vygotsky*, não aceita o conceito de "**natureza humana**", o que ele defende, influenciado pelo marxismo, é a "**condição humana**", já que esta é construída a partir das relações

sociais. Como nas relações sociais não há estaticidade, da mesma maneira o homem não é fixo, ou seja, o

fato do homem se constituir em termos sócio Histórico, significa dizer que ele é marcado pela questão da história, cujo caráter é dinâmico.

Terceira: As relações homem-mundo são mediadas por sistemas simbólicos. A relação do homem com a sociedade, ou do homem com os objetos culturais, e físicos, nunca é direta, é sempre mediada por um conjunto de símbolos. Por este motivo torna-se fundamental a participação do objeto, que pode ser uma pessoa, um livro, um texto, **uma atividade pedagógica**, dentre outras, e sendo assim, a partir das respostas naturais, é pela **mediação do outro (por exemplo: mediação do professor na atividade pedagógica, dentre outras)**, que os chamados processos inter-psíquicos, se transformam em processos intrapsíquicos. (*grifo nosso*)

Portanto, de acordo com a teoria sócio-histórica, o chamado plano inter-subjetivo, está na gênese da atividade individual. O plano inter-subjetivo, aquele que ocorre entre os sujeitos, está na origem da constituição do mesmo. Este plano, de participar da **construção das formas de ação autônomas**. A noção de autonomia, no lidar *Vygotsky* com os conteúdos culturais, é um dos critérios de análise utilizados pela teoria de *Vygotsky*. Em suma, dentro da visão sócio-histórica, o sujeito, se por um lado não é simplesmente moldado pelo meio, por outro, a gênese do conhecimento não se baseia apenas nos recursos puramente individuais. Nesta perspectiva, o indivíduo não é totalmente produto do meio, e nem puramente produto exclusivo da elaboração interna. Pode-se dizer que na visão social histórica, o sujeito não é nem só ativo, e nem só passivo, ele é interativo, pois, a base toda do processo, está no plano interativo. Esta é a postura sócio-interacionista, isto é, aquela que defende que o conhecimento é construído na interação sujeito-objeto, porém, tal interação é sempre socialmente mediada. (*grifonosso*)

Camargo (2001) conclui em trabalho de pesquisa observando que, “O conhecimento do aluno educacionalmente cego é obtido principalmente através da audição e do tato. Para que o aluno realmente compreenda o mundo ao seu redor, o docente deve apresentar-lhe objetos que possam ser tocados e manipulados; Através da observação tátil de objetos, o aluno pode conhecer a sua forma, o seu peso, a sua solidez, as qualidades de superfície e a sua maleabilidade (propriedades físicas dos objetos). Como a experiência visual tende a unificar o conhecimento em sua totalidade, um aluno deficiente visual não consegue obter essa unificação, a não ser que os professores lhe apresentem experiências como "unidades de experiência". É necessário que o professor

ponha "os todos" em perspectiva através da experiência concreta real e tente unificá-las por meio de explicações e de

seqüências. Para que o aluno cego aprenda a respeito do ambiente, é necessário iniciá-lo na auto atividade. Como a visão domina praticamente todos os estágios da aprendizagem, que representa a base para muitos dos processos intelectuais superiores, torna-se importante oferecer alguma programação sistemática de experiências não visuais para as pessoas cegas”.

3.4 Ciclos de aprendizagem no ensino de física para deficientes visuais (AZEVEDO; SANTOS, 2014).

Segundo Azevedo e Santos (2014) As tendências educacionais modernas sugerem uma forma de ensino onde o estudante tem uma efetiva participação na aprendizagem, um modo de fazer com que os alunos participem ativamente é a adoção do aprendizado mediado, ou seja, através de uma interação intensa entre o aluno e o professor, ou mediador. Um tipo de aprendizado mediado são os ciclos de aprendizagem. Acredita-se que os ciclos de aprendizagem fazem com que os alunos se engajem na construção de um modelo de acordo com as regras da pesquisa científica. Por uma questão de adaptação nossas impressões acerca do mundo ao nosso redor se manifestam de modo majoritariamente visual. A visão é responsável por pelo menos 80% das informações adquiridas pelo ser humano. A nossa percepção do mundo depende da nossa capacidade de conceitualização concreta e/ou abstrata (formal). Pessoas não cegas criam conceitos abstratos pelo agrupamento de várias características concretas. Este conceito abstrato pode ser utilizado para a compreensão de objetos novos. Por exemplo, os automóveis possuem várias cores e formatos. Porém, podemos classificá-los como automóvel porque possuímos um conceito abstrato de automóvel. Este conceito abstrato constitui um modelo em nossa mente. O aluno cego ou com deficiência visual possui um conceito concreto do mundo, porque conceitos abstratos estão quase sempre baseados em informações visuais. A habilidade de um aluno em formar estes conceitos abstratos depende de sua visão residual. Os objetos que são explorados e identificados através do tato terão um significado. No entanto, não será necessariamente possível identificar uma imagem do mesmo objeto. Por exemplo, uma pessoa que enxerga consegue identificar uma foto de um automóvel, mas uma pessoa cega que explora um diagrama em alto relevo no necessariamente identificá-lo como representando um automóvel.

Os ciclos de aprendizagem de *Karplus*

O conceito de ciclo de aprendizagem como forma de aprendizagem estruturada e mediada foi inicialmente introduzida por *Karplus* em 1962 para o ensino de conceitos de ciência em escolas do ensino fundamental, que consiste em três fases instrucionais que combinam experiência com transmissão social e encorajam a auto regulação. Estas três fases são: *Exploração*; *Introdução do Conceito* e *Aplicação do Conceito*.

Na primeira fase, após uma breve explicação sobre o tópico em questão, os estudantes são convidados a explorar uma situação não familiar de forma empírica de modo a gerar questões ou complexidades que eles não possam resolver com os padrões de raciocínio ao qual estão acostumados. As atividades podem ser fornecidas pelo professor que auxiliará o estudante a recordar e compartilhar experiências concretas do passado e assimilar novas experiências que ajudarão o aprendizado nas fases seguintes. Durante essas atividades, os alunos recebem somente instrução mínima e devem explorar as novas ideias espontaneamente. Nesta fase, o ciclo de aprendizagem fornece ao estudante um reforço das experiências concretas prévias e/ou introduz novas experiências concretas relacionadas com o assunto estudado.

Na segunda fase para resolver o problema. Os estudantes ficam mais receptivos para compreensão de um novo conceito se inicialmente forem envolvidos em um nível concreto. Nesta fase, a experiência concreta obtida na fase anterior é utilizada como base para a generalização do conceito. Aqui também o professor tem a oportunidade de introduzir um princípio, ou estender as habilidades e raciocínio do estudante. Os papéis do professor e estudante nesta fase podem variar dependendo da natureza do conteúdo. Geralmente, os alunos devem ser solicitados a inventar parte ou integralmente as relações por si só, cabendo ao professor fornecer apoio e conduzindo conforme a necessidade. Isto permite aos estudantes se autorregular e irem de encontro ao equilíbrio com os conceitos introduzidos. Durante a atividade, os estudantes são encorajados a formular relações que generalizem as suas ideias e experiências concretas. O professor atua como mediador auxiliando os estudantes a formularem estas relações de modo a serem consistentes com os objetivos.

Na terceira fase o conceito é aplicado, nesta fase ocorre também a familiarização, enquanto o estudante aplica o novo conceito ou novo padrão de raciocínio. A transmissão social, ou seja, uma aula para transferência de conhecimento, que é reduzida na primeira fase, é máxima na segunda fase onde o professor desempenha o seu papel tradicional de

aula e demonstração e diminui na terceira fase onde, a experiência física com materiais e interações sociais com o professor e outros estudantes ocorre. A fase de aplicação do conceito fornece ao estudante uma oportunidade de aplicar diretamente o conceito ou habilidade aprendida durante a fase anterior. Esta atividade permite um tempo adicional para a acomodação necessária aos estudantes, que precisam de mais tempo, para atingirem o equilíbrio. Também fornece experiências equilibrantes para os estudantes que já acomodaram os conceitos introduzidos. No início da atividade de extensão ou aplicação, professor e estudantes interagem no planejamento de uma atividade para aplicar o conceito/inventado" e/ou habilidade adquirida em uma situação relevante para os objetivos de aprendizagem. Os estudantes são solicitados a completar a atividade planejada de acordo com as exigências do professor. Além de permitir ao aluno a possibilidade de aplicar diretamente o novo conceito ou situação, esta atividade fornece mais equilíbrio das novas habilidades cognitivas. Embora o ciclo de aprendizagem permita ao aluno a oportunidade de pensar por si só, o professor deve estar sempre presente para fazer o acompanhamento da atividade, fornecendo questões, dicas e encorajando os estudantes. O Professor pode ainda manter o seu papel tradicional de fonte de conhecimento, mas procurando agir como facilitadores encorajador ao invés de ser uma figura de autoridade. Quando o estudante tem a oportunidade de construir o modelo, ele passa a ter uma maior probabilidade de lembrar, posteriormente, o que aprendeu. O Ciclo de Aprendizagem de *Karplus* foi reconhecido por vários educadores da área de ciências, não somente como método de ensino, mas também como um princípio de organização de currículo. O ciclo foi implementado de formas variadas através dos anos com relativo sucesso em várias disciplinas científicas e em vários níveis de instrução.

3.5 Ensino de física para deficientes visuais: materialização de figuras do livro didático (MANSKE, 2013)

Segundo *Manske* (2013) a inclusão deve garantir o direito a uma educação de qualidade, que proporcione condições de escolha de uma carreira profissional e igualdade de oportunidade no mercado de trabalho. Para tal, é importante que a pessoa deficiente tenha acesso à escola. A educação inclusiva hoje é preocupação dos governos, de tal forma que no Brasil a legislação assegura o ensino nas escolas regulares, com a disposição de *serviços especializados para se atender as peculiaridades dos alunos inclusos. (Grifo nosso)*

As Necessidades Educativas Especiais dos alunos deficientes requerem educadores habilitados, a fim de lhes proporcionar um atendimento compatível ao meio em que estão inseridos. Se o mesmo possui uma formação profissional deficitária, requer de sua parte a busca por capacitação em cursos, que mudem a sua prática de ensino aprendizagem, tornando assim o *processo de inclusão dos deficientes uma democratização do ensino*, nesse sentido, além da aula expositiva por meio da oralidade do professor, o acompanhamento do aluno por meio de *materiais que facilitem a compreensão* do conteúdo proposto. *(Grifo nosso)*

Os materiais de ensino adequados aos deficientes são escassos, no caso específico do aluno cego e de baixa visão, o material que é disponibilizado nas escolas não atende de forma eficaz esse grupo, uma vez que seria necessário produzir materiais que tivessem por primazia a especificidade dessa necessidade. Para tanto, *é fundamental a produção de materiais que atendam essa demanda*. Esse material deve auxiliar a compreensão do aluno por meio de figuras táteis, complementando a explicação do professor, desta forma o conteúdo é mais bem assimilado pelo aluno deficiente visual. Assim *destaca-se a importância da produção de materiais de apoio pedagógico com conteúdo físico* adequados ao atendimento das necessidades dos alunos cegos, observando que ele “visualiza” o mundo com os outros sentidos, se o mundo é dominado pelos videntes, cabe analisar quais são as necessidades básicas do estudante cego e do estudante deficiente visual, que possuem aspectos diferentes para o aprendizado, o estímulo do tato permite o reconhecimento e a manipulação de objetos, a determinação de texturas diferentes, distinção entre os estados sólido, líquido e gasoso, e associação dos estados da matéria à temperatura. *(Grifo nosso)*

As aulas, em geral, são baseadas na oralidade do professor e auxiliadas pelas figuras contidas nos livros didáticos. Oferecer esta mesma oportunidade que os videntes possuem ao deficiente visual é um processo de igualdade na acessibilidade ao ensino. É inegável que a utilização do livro didático como apoio pedagógico apresentação e explanação dos conteúdos pelo professor é um processo que facilita o entendimento do aluno. A explicação do conteúdo proposto e a ligação que o aluno cria entre esta e a sua interpretação por meio da leitura dos textos e compreensão de gráficos e figuras do livro didático possibilita a sua aprendizagem. Contudo, esse processo assume relevância para o aluno deficiente visual no momento em que a leitura do texto ou a compreensão das

figuras e gráficos dos livros atendam sua condição de aprender. Essa condição perpassa pelo processo de tatear os textos, gráficos, figuras ou tabelas. Assim, se faz necessário produzir materiais com relevo de apoio à explanação do professor e ao livro didático, nesse sentido, a disponibilidade desse material como suporte pedagógico ao aluno deficiente visual amplia a aprendizagem e o entendimento dos conteúdos. Em se tratando do ensino de física, essa relação se torna indispensável por estabelecer a compreensão dos fenômenos físicos e matemáticos por meio de sua ligação, além de interligar esses fenômenos aos textos propostos, facilitando o entendimento da explanação destes conteúdos pelo professor, a produção de material, como apoio ao conteúdo proposto pelo livro didático e à explicação do professor de física ao aluno deficiente visual são ações indispensáveis ao processo de aprendizagem escolar. A necessidade de adaptação do ensino traz reflexos dentro da sociedade ao aprender a conviver com as diferenças, ensinar física aos deficientes visuais com novas práticas é possível.

Manske (2013) conclui em seu trabalho que o processo de inclusão precisa oferecer ao aluno deficiente os conhecimentos necessários para que este possa competir no mercado de trabalho, e desenvolver sua curiosidade científica. Entretanto, percebe-se que os recursos educacionais disponíveis são escassos, bem como a formação do professor que, em geral, não prepara o docente para trabalhar com a diversidade em sala de aula.

4. PROPOSTA METODOLÓGICA PARA O PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DO CONCEITO DE ESPELHOS ESFÉRICOS ATRAVÉS DE MATERIAIS DIDÁTICOS ADAPTADOS TÁTEIS PARA DISCENTES COM DEFICIÊNCIA VISUAL

1ª Etapa: Contextualização histórico - epistemológica

Caracteriza-se como processo principal deste trabalho desenvolver uma proposta metodológica para o processo de ensino e aprendizagem sobre espelhos esféricos utilizando materiais didáticos adaptados táteis para discentes com deficiência visual. Essa proposta firma-se com a fundamentação teórica apresentada no Capítulo 3

Para a realização desta proposta de acordo com o capítulo anterior no [PCN+] o ensino de Física deve garantir um ensino contextualizado que ajude os discentes na sua formação acadêmica e social, dessa forma propomos situações históricas epistemológicas e posteriormente princípios, leis e modelos físicos.

A contextualização histórico-epistemológicas no ensino e aprendizagem de conceitos físicos é um dos pontos principais para estabelecer conexões entre as disciplinas e as diversas formas de pensamento gerando um ensino além do acúmulo de conceitos.

A origem da óptica remonta dos filósofos gregos foram estes os primeiros a realizar questionamentos sobre as propriedades da propagação da luz. Em particular, eles tinham como principal foco de estudo os mecanismos que governam o processo da visão. Está postura se justificava pelo fato de serem os gregos extremamente preocupados com a percepção de como nossos sentidos (em especial o sentido da visão) interferem na forma como percebemos o mundo ao nosso redor. *Platão* (Séc. II a. c.) afirmava que o processo de visão era devido a três jatos de partículas: um primeiro partindo dos olhos, um segundo proveniente do objeto observado e um terceiro das fontes iluminadas, tais como sol, lâmpadas, entre outras. Desta forma os raios iam e vinham aos olhos formando a visão, *Platão* acreditava que a luz era uma espécie de fogo divino, atribuindo a ela propriedades místicas. *Aristóteles de Estagira* (Séc. II),elaborou especulações sobre a natureza da luz, sendo que o primeiro afirmava que a luz era formada por corpúsculos e o segundo defendia a ideia de que a luz era causada por uma atividade em um determinado meio (*observa-se aqui a hipótese de Aristóteles sobre a teoria ondulatória da luz*).Os escritos de *Empédocles* (Séc. III),sobre a natureza

corpúscular da luz, foram tão profundos que segundo alguns historiadores estes influenciaram de maneira decisiva as ideias de Newton sobre a natureza da luz.

Nessa época, os filósofos eram capazes de entender a reflexão, por exemplo, Arquimedes de Siracusa (Séc. I a. c.) obteve a lei da reflexão em um espelho plano. Além dos espelhos planos os gregos também dominaram as leis de reflexão em espelhos cônicos. Segundo a lenda *Arquimedes* teria usado um sistema de espelhos cônicos para refletir raios solares e incendiar a frota romana que atacava Siracusa. Além de Arquimedes o matemático grego *Apolônio de Perga* (Séc. I a. c.) também estudou os chamados espelhos incandescentes (espelhos elipsóides) e notou que os raios emanados de um de seus focos refletem-se no foco conjugado. O conhecimento grego sobre óptica foi sistematizado e dividido em três ramos: (i) *Óptica*, uma teoria geométrica que tinha como uma função descrever a percepção visual dos objetos; (ii) *Catóptica*, um estudo sobre a teoria dos espelhos; (iii) *Cenografia*, um estudo das regras de perspectivas sobre a pintura, escultura e arquitetura. Na idade média, AlHazem fez uma descrição detalhada do olho humano e estudou espelhos esféricos e parabólicos, chegando a construir sistemas ópticos com lentes e espelhos cônicos. *AlHazem* trabalhou no problema da obtenção dos focos de espelhos esféricos e lentes, e este descobriu a aberração esférica provocada por lentes. Sabe-se hoje em dia que esta aberração é consequência do fato dos raios luminosos serem refratados mais intensamente, quanto mais distantes do centro óptico do sistema ele se encontrar. Em outras palavras, um raio luminoso que atravessa o centro de uma lente não é refratado, independentemente do poder refrativo desta lente, enquanto os raios mais distantes do seu centro são progressivamente mais refratados. No Período Renascentista, no ‘livro Magia natural’ o físico e filósofo italiano *Giovanni Battista Della Porta* (Séc. XVI) abordou um estudo sobre os espelhos múltiplos e combinações de lentes positivas e negativas e apresentou a primeira descrição da visão binocular e telescópio.

Ele, também, descreveu ainda a maneira de se obter imagens em câmaras escuras. Em seguida, ele, trabalhando com espelhos esféricos, em particular o côncavo, descobriu que o foco dos mesmos tinha a propriedade de inverter a imagens, ou seja, objetos colocados entre o foco e o espelho apresentavam imagens virtuais e diretas, e elas mesmas se tornam reais e invertidas quando os objetos eram colocados além do foco. Tal observação levou-o a denominar o foco de um espelho côncavo de um ponto de inversão. Também fez observações sobre o efeito incandescente de raios solares incidindo nesse tipo de espelho.

No século XVIII as pesquisas têm apontado para um cenário bem mais dinâmico que apenas uma mera reprodução do pensamento newtoniano. Newton preferia utilizar a expressão “raio de luz”, ao invés da palavra “corpúsculo”. Quando abordou a natureza corpuscular, o fez em trabalhos especulativos, como a “Hipótese da luz”,

Neste mesmo século surgiram concepções sobre a luz como teorias vibracionais que são aquelas que concebem a luz como um pulso ou movimento em um meio, geralmente um meio etéreo. Não há uso extensivo de uma abordagem matemática, tampouco conceitos usualmente atribuídos a ondas, tais como frequência, comprimento de onda e amplitude. As teorias ondulatórias são aquelas que fazem amplo uso da matemática e incorporam esses conceitos, um dos principais expoentes da concepção vibracional no século anterior foi René Descartes (1596-1650), era conhecido e comentado nas ilhas britânicas, e geralmente era tomado como o precursor dessa concepção vibracional, acompanhado dos demais cientistas como: Robert Hooke (1635-1703), Christian Huygens (1629-1690), Shapiro, 1973, p. 207-44). Jacques Rohault (1618-1672) Em meados do século xviii, os britânicos conheceram os trabalhos de Euler, que escreveu sobre diversos assuntos, incluindo a luz. Em 1746, ele publicou a Nova teoria lucis et colorum (Nova teoria sobre a luz e as cores), um ensaio sobre a natureza da luz, em que introduziu o conceito de frequência para explicar fenômenos como as cores, produzindo uma teoria realmente ondulatória e lançando críticas à concepção corpuscular. Depois de Euler e sua proposição de uma teoria ondulatória para a luz, o primeiro teórico vibracionista de destaque é Claude-Nicolas Le Cat (1700-1768), Para Le Cat, a luz era “uma matéria extremamente sutil”, que depois ele chamou de éter. Embora, a princípio, possa parecer que ele defendeu a materialidade da luz, é mais adequado afirmar que Le Cat pensa na luz como resultado de um movimento dessa matéria sutil. A matéria da luz

está “expandida por todo o universo, e todas as outras espécies de matéria estão impregnadas

com ela, de alguma forma como a terra sendo misturada com água” Le Cat diferencia a luz do fogo, afirmando que este último tem partículas mais pesadas e mais agitadas. A luz, por sua vez, fica tão sutil à medida que se afasta do Sol que não pode ser percebida. Isso explicaria por que a luz não causa os mesmos efeitos do fogo. Como um exemplo de confirmação de sua conjectura, Le Cat cita um experimento realizado por Philippe de La Hire que tentou observar efeitos do calor da luz da Lua focalizada sobre um termômetro de mercúrio “dotado da maior sensibilidade” A partir disso, Le Cat procura argumentar a respeito da objeção recorrente à analogia entre a luz e o som, a saber, a da impossibilidade dos raios luminosos serem curvados quando atingem um objeto, ao contrário do som. Para ele, o fato de uma pessoa atrás de um muro poder ser ouvida, mas não vista, deve-se ao movimento da luz ser “extinguido muito mais facilmente que aquele do som”. O som, aparentemente constituído de uma matéria mais resistente, coloca em movimento “os corpos mais sólidos” e de certa maneira exerce uma espécie de pressão sobre eles (Le Cat, 1750, p. 79). No caso da luz, isso não ocorre, pois, sendo ela uma matéria muito sutil, seus efeitos são fracos e geralmente imperceptíveis. O conceito da luz como matéria sutil também constituiu outro argumento utilizado por Le Cat para minimizar as críticas a respeito da analogia entre a luz e o som. Segundo ele, obviamente o som, se propagado diretamente ao ouvido, é ouvido de maneira mais intensa. Da mesma forma, a luz seria completamente detectada, se a propagação entre a fonte luminosa e os olhos de uma pessoa fosse direta

Para Franklin em meados de 1740, os fenômenos da luz seriam mais bem explicados, se ela fosse considerada o movimento de um fluido elástico e sutil, da mesma maneira que os fenômenos sonoros. Se não se admitia haver a propagação de partículas sonoras, por que haveria de se admitir algo semelhante para a luz? Franklin sabia, entretanto, que estava advogando por uma concepção rejeitada pela maioria dos filósofos naturais da época. Em uma espécie de desabafo, ele afirma a Colden que podia ser acusado de “heresia filosófica”, por estar contra a “doutrina ortodoxa”

Graças a estes estudos preliminares pode-se compreender o avanço da óptica em uma perspectiva histórica para conceituar os fenômenos físicos e possivelmente representá-los em modelos didáticos, modelos estes que estão representados nos livros didáticos.

2ª Etapa: Discussão dos conceitos

Ao término da primeira etapa, os discentes em conjunto com o docente discutem sobre a evolução paradigmática da óptica. Ao término das discussões os discentes já serão capazes de elaborar conceitos físicos de “Luz” e “Espelho”. Em seguida, há a necessidade de formulações de hipótese sobre “Comportamento da Luz nos espelhos”.

3ª Etapa: Formulações de hipóteses sobre o “Comportamento da Luz nos espelhos”

Nessa etapa são apresentados aos discentes com deficiência visual os materiais adaptados táteis para que os mesmos possam usar suas *percepções idiossincráticas* (*conhecimento prévio*) na identificação, nos tipos representacionais e outras formas de uso de modo individual e/ou em conjunto.

Segue-se de forma resumida os conceitos a serem trabalhados

- (i) **Hipótese do Princípio óptico geométrico:** A luz se propaga em linha reta (princípio da propagação retilínea da luz)
- (ii) **Hipótese do Fenômeno luminoso:** Quando os raios de luz incidem em uma superfície que separa dois meios diferentes verifica-se que a luz pode sofrer três fenômenos físicos distintos: absorção **reflexão** e refração, vamos apenas abordar a reflexão para o estudo do tema proposto.
- (iii) **Hipótese da Lei da reflexão:**
 - i. Primeira Lei: O raio incidente, a reta normal e o raio refletido formam um único plano de incidência.
 - ii. Segunda Lei: O ângulo de reflexão entre o raio refletido e a reta normal tem a mesma medida do ângulo de incidência
- (iv) **Hipótese do Espelho plano:** O estudo da reflexão comumente inicia-se pelos estudos dos espelhos planos pois este espelho apresenta um sistema óptico simples na formação, representado graficamente por um segmento de reta, de modo mais simples espelhos planos são superfícies planas, polidas e com alto poder de reflexão

- (v) **Hipótese dos Espelhos esféricos:** são espelhos que resultam do corte de uma esfera em que uma de suas superfícies é espelhada surgindo dois tipos de espelhos: côncavo e convexo, no primeiro a superfície refletora é interna e na segunda a parte externa.
- (vi) **Hipótese da Formação das imagens nos espelhos esféricos:** definição das propriedades dos vértice, foco, centro de curvatura raios notáveis

A explicação dos conceitos físicos devem ser desenvolvidos de forma verbal, em razão que a assimilação do discente deficiente visual ocorre principalmente através da audição e do tato, porém para ser concretizada tem-se a necessidade da manipulação de objetos/ materiais desta maneira possibilitando a observação tátil dos objetos, tal como: peso, a sua solidez, as qualidades de superfície.

4ª Etapa: Teste para, comprovação/ refutação, das Hipóteses

Atendendo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), no artigo 59, que preconiza que os sistemas de ensino devem assegurar aos estudantes deficientes, currículo, métodos, **recursos** e organização específicas para atender às suas necessidades, busca-se na terceira etapa pretende-se oportunizar aos discentes deficientes visuais a assimilação dos conceitos físicos por meio da manipulação/ exploração dos materiais, almejando o acesso ao conhecimento para todos os estudantes, com ou sem deficiência.

Com a refutação das hipóteses [1 e 2] pretende-se (i) Relacionar a contextualização histórica ao material adaptado tátil, abordando como era a relação homem x reflexão da luz. (ii) Identificar/ diferenciar tipos representações (iii) Assimilar por meio da manipulação dos materiais os espelhos esféricos proporcionam: redução ou ampliação das imagens, conforme as figura 2 e 3.

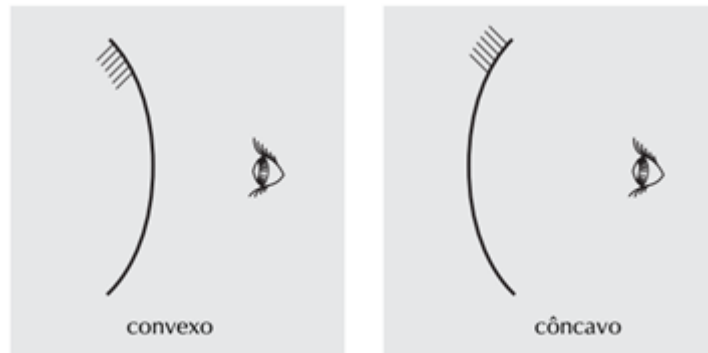


Figura 1- Modelo de representação visual dos espelhos côncavo e convexo
Fonte: Mini manual compacto de Física



Figura 2 – Representação do modelo adaptado tátil no espelho côncavo.
Fonte: Acervo da Autora.



Figura 3 - Representação do modelo adaptado tátil no espelho esférico convexo.
Fonte: Acervo da Autora.

Na Figura 2, temos a imagem de uma garrafa, quando colocada em frente a um espelho esférico côncavo sofre uma alteração, no caso a imagem virtual (refletida no espelho) é maior.

Na Figura 3, é apresentado uma única garrafa, porém quando colocada frente ao espelho esférico convexo, sua imagem virtual é alterada com redução das dimensões e ampliação do campo de visão, logo podemos visualizar três garrafas apoiadas em uma mesa.

Mostra-se nas figuras [2 e 3] as alterações que os espelhos esféricos proporcionam, optou-se primeiro utilizar o material adaptado tátil com a imagem formada para que o

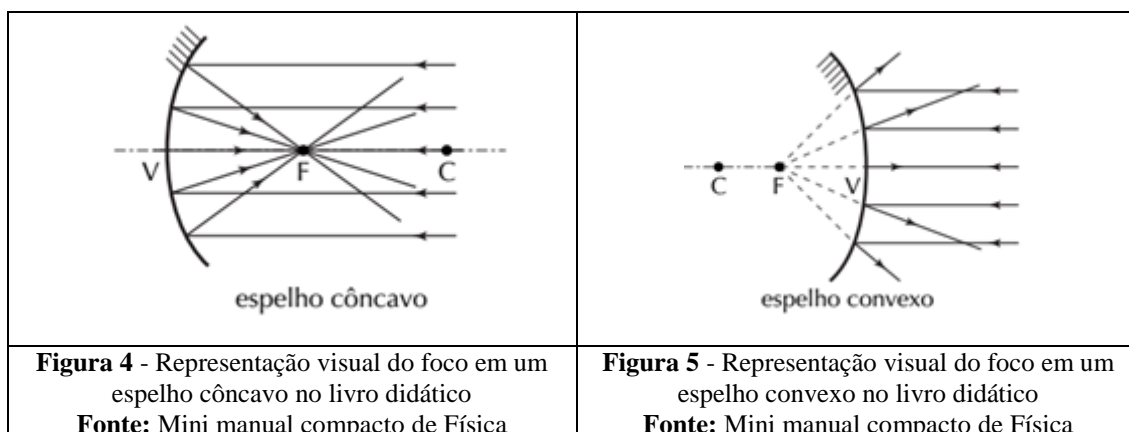
discente deficiente visual na etapa [4] possa compreender os processos geométrico que ocorrem para a formação das imagens.

5ª Etapa: Papel das propriedades na formação das imagens nos espelhos esféricos

Para determinarmos como são formadas as imagens nos espelhos esférico será necessário conhecer o comportamento dos raios de luz incidentes e suas propriedades do vértice, foco, centro de curvatura e dos raios notáveis ou seja, quando o raio de luz atinge a superfície do espelho e reflete. A primeira propriedade será o foco principal de um espelho esférico

Côncavo: Se um feixe de raio de luz paralelo ao eixo principal incide sobre um espelho esférico côncavo, todos os raios ao serem refletidos, **convergem** no ponto **F** situado no eixo principal, denominado **foco principal**. Esse foco é classificado como **real**, pois se situa na frente do espelho. Conforme representado na figura 4 .

Convexo: Os raios do feixe paralelo refletem-se no espelho com seus prolongamentos coincidentes em um ponto **F** do eixo principal, também denominado foco principal. Como esse foco está na intersecção dos prolongamentos dos raios de luz que **divergem** após a reflexão, formando-se atrás do espelho, ele é classificado como **foco virtual**. Conforme representado na figura 5 .



A reprodução de figuras visuais concretizadas em materiais adaptados táteis oferece Segundo Manske no capítulo anterior, a mesma oportunidade que os videntes possuem, de ter o acesso ao livro didático, este é um processo de igualdade na acessibilidade ao ensino. Portanto nos materiais didáticos adaptados táteis segue a materialização das propriedades do foco principal nos espelhos esféricos, nas figuras (6) e (7).



Figura 6 - Representação tátil do foco de um espelho convexo
Fonte: Acervo da Autora

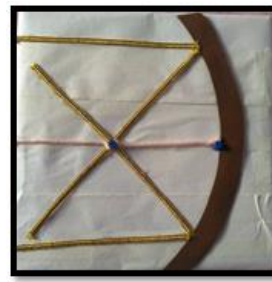


Figura 7 - Representação tátil do foco de um espelho côncavo
Fonte: Acervo da Autora

Espera-se que os materiais didáticos adaptados táteis intensifiquem a formulação de conceitos proporcionando que o discente identifique:

- (i) Foco
- (ii) Vértice
- (iii) Cento de curvatura
- (iv) Eixo principal

Raios notáveis: Uma das mais criteriosas será os raios notáveis, são necessários apenas dois raios, porém vamos apresentar três raios notáveis para o espelho côncavo e três para o espelho convexo Nas imagens [8 a 13] temos os raios e respectivamente suas propriedades.

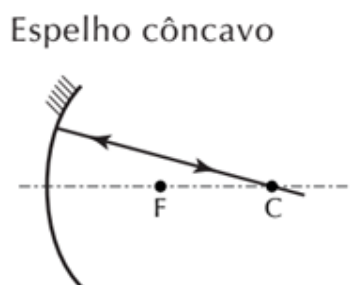


Figura 8 - Representação visual das propriedades
 Todo raio que incide paralelamente ao eixo principal reflete passando pelo foco.
Fonte: Mini manual compacto de Física

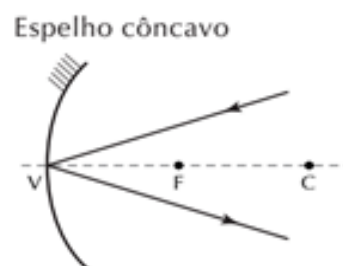


Figura 9 - Representação visual das propriedades
 Todo raio que incide no vértice de um espelho reflete de tal modo que o ângulo de incidência e o ângulo de reflexão são iguais em relação ao eixo principal.

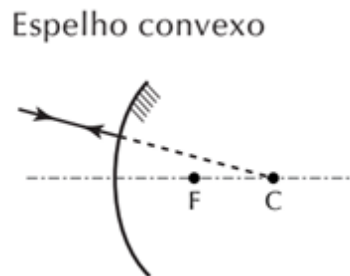


Figura 10 - Representação visual das propriedades. Todo raio que incide passando pelo centro de curvatura reflete-se sobre si mesmo.

Fonte: Mini manual compacto de Física

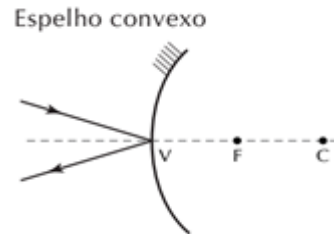


Figura 11 - Representação visual das propriedades. Todo raio que incide no vértice de um espelho reflete de tal modo que o ângulo de incidência e o ângulo de reflexão são iguais em relação ao eixo principal.

Fonte: Mini manual compacto de Física

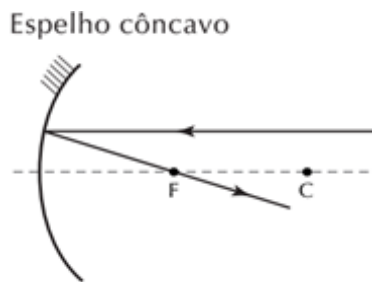


Figura 12 - Representação visual das propriedades. Todo raio que incide paralelamente ao eixo principal reflete passando pelo foco.

Fonte: Mini manual compacto de Física

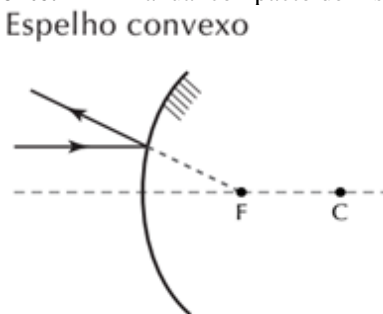


Figura 13 - Representação visual das propriedades. Todo raio que incide paralelamente ao eixo principal reflete passando pelo foco.

Fonte: Mini manual compacto de Física

Material adaptados táteis representação das propriedades dos raios notáveis nos espelhos esféricos, na perspectiva em que os discentes deficientes visuais não tem a mesma percepção idiossincrático sobre a luz como discentes videntes, do mesmo modo que os discentes sem deficiência visual precisam de modelos representacionais gráficos para compreenderem os conceitos físicos/ geométricos da luz. Partindo dessa premissa foi materializado a representação dos raios notáveis. Conforme as figuras [14 a 19].



Figura 14 - Representação tátil dos raios notáveis convexo. Todo raio que incide paralelamente ao eixo principal reflete passando pelo foco.

Fonte: Acervo da autora

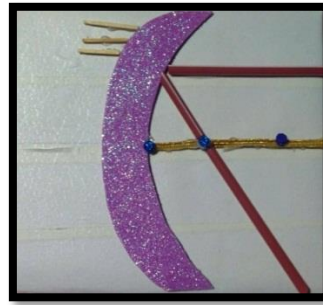


Figura 15 - Representação tátil dos raios notáveis côncavo. Todo raio que incide paralelamente ao eixo principal reflete passando pelo foco.

Fonte: Acervo da autora



Figura 16 - Representação tátil dos raios notáveis convexo. Todo raio que incide no vértice de um espelho reflete de tal modo que o ângulo de incidência e o ângulo de reflexão são iguais em relação ao eixo principal.

Fonte: Acervo da autora



Figura 17 - Representação tátil dos raios notáveis côncavo. Todo raio que incide no vértice de um espelho reflete de tal modo que o ângulo de incidência e o ângulo de reflexão são iguais em relação ao eixo principal.

Fonte: Acervo da autora

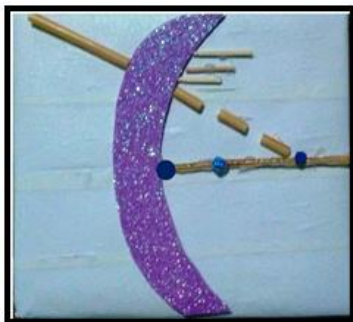


Figura 18 - Representação tátil dos raios notáveis convexo. Todo raio que incide passando pelo centro de curvatura reflete-se sobre si mesmo.

Fonte: Acervo da autora



Figura 19 - Representação tátil dos raios notáveis côncavo. Todo raio que incide passando pelo centro de curvatura reflete-se sobre si mesmo.

Fonte: Acervo da autora

6ª Etapa: Construção geométrica da formação de imagens no espelho esférico

Com as propriedades dos focos e raios definidas podemos partir para a construção das imagens nos espelhos, para a construção gráfica de uma imagem produzida por um espelho esférico, escolhem-se pelo menos dois raios notáveis partindo de um mesmo ponto do objeto. O encontro dos raios refletidos dará a posição da imagem.

Para este trabalho foram escolhidos dois modelos para o espelho côncavo, o espelho convexo conta apenas com o único, que estão representados nas figuras [20 a 22].

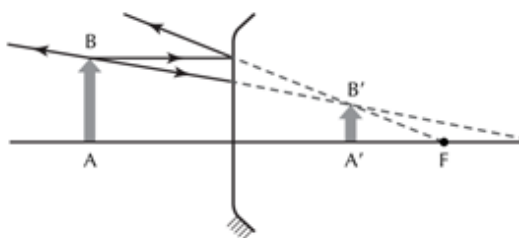


Figura 20- Espelho convexo
(imagem virtual, direita e menor)

Fonte: Mini manual compacto de Física

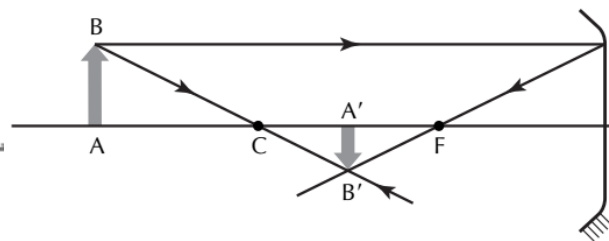


Figura 21- Espelho côncavo
(imagem real, invertida, e menor)

Fonte: Mini manual compacto de Física

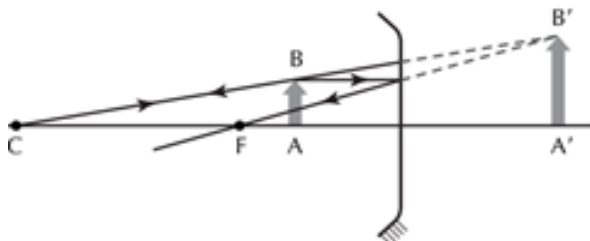


Figura 22 - Espelho côncavo
(Imagem direita, virtual e Ampliada)

Fonte: Mini manual compacto de Física

Iniciamos a construção de imagens em espelhos côncavos posicionando um objeto real em duas posições diferentes sobre o eixo principal, tomando como referência o centro de curvatura C , o foco F , e o vértice do espelho V . O ponto a partir do qual escolhe-se os raios notáveis será a parte superior do objeto, já que, por simetria, a imagem de sua parte inferior estará sobre o eixo principal, assim como a base do objeto. Conforme seguem representado nos materiais adaptados táteis nas figuras [23 a 24].

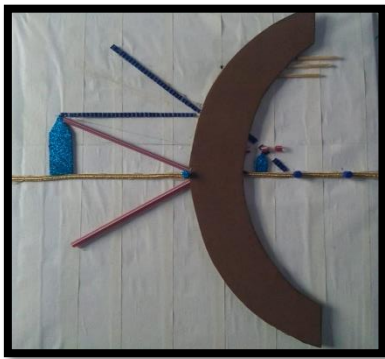


Figura 23 - Representação do espelho convexo (Imagem virtual, direita e menor).

Fonte: Acervo da Autora

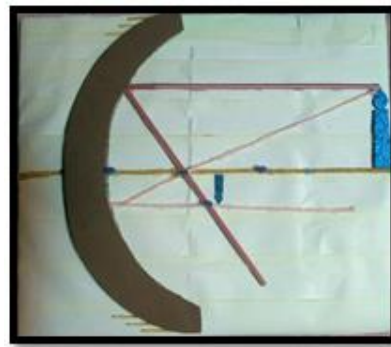


Figura 24 - Representação do espelho côncavo (imagem real, invertida, e menor).

Fonte: Acervo da Autora

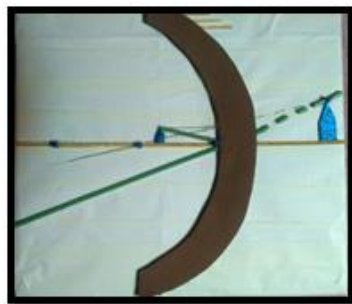


Figura 25 - Representação do espelho côncavo (imagem virtual, direita e Ampliada).

Fonte: Acervo da Autora

7ª Etapa: Definição dos conceitos de formação da imagem no espelho esférico

Para potencializar a aprendizagem dos conceitos de, foco, centro de curvatura e vértice na formação das imagens geométricas nos espelhos esféricos] pretende-se fazer concluir as definições baseada na construção de imagens das figuras [23 a 25] que são:

Figura 23 - Objeto diante de um espelho convexo

- (i) Imagem virtual
- (ii) Tamanho menor que o objeto
- (iii) Orientação direita
- (iv) Localização: atrás do espelho

Figura 24 - Objeto diante de um espelho côncavo

Características das imagens:

Objeto afastado do espelho localizado além de C

- (i) Imagem real, formada pelo encontro dos raios refletidos
- (ii) Tamanho: menor que o objeto
- (iii) Orientação: invertida
- (iv) Localização: entre C e F.

Figura 25 - Objeto diante de um espelho côncavo

Objeto localizado entre F e V

- (i) Imagem virtual, formada pelo prolongamento dos raios refletidos.
- (ii) Tamanho: maior que o objeto orientação direita
- (iii) Localização: atrás do espelho

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES DA METODOLÓGICA PARA O PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM DO CONCEITO DE ESPELHOS ESFÉRICOS.

Em cada etapa realizada busca-se um ensino contextualizado que correlacione os conceitos físicos abordados com a realidade do discente, como estabelece o (PCN +, 2000) que objetiva a construção de um ensino de física em que o discente esteja apto em compreender, intervir e participar na realidade do mundo contemporâneo .

Valorizando e levando os discentes a formulação de hipótese para realizarem conexões conceituais, alicerçadas em aplicações cotidianas remetendo - os na compreensão paradigmática dos conceitos físicos de óptica pela perspectiva histórica epistemológica, possibilitando aos discentes deficientes visuais identificarem por descoberta os fenômenos físicos.

Além da contextualização faz-se necessário a elaboração de materiais instrucionais apropriados para um ensino e aprendizagem sem segregação. Portanto elabora-se materiais adaptados táteis para a compreensão dos conceitos de espelhos esféricos como complementação das aulas (oral- tátil) para a formação das percepções sensoriais táteis na perspectiva *VYGOTSKYANA*, tais com, a linguagem como signo para a formação de conceitos, utilização dos materiais adaptados táteis como forma de compensação social e a atividade pedagógica como ferramenta para a formação de conceitos.

Partindo das percepções idiossincráticas (do meio cultural) dos discentes deficientes visuais sucede-se para uma percepção semântica sensorial (uso da linguagem como ferramenta para significar um objeto) para representação de modelos mentais físicos.

Elaborou-se materiais adaptados táteis identificando cada propriedade, conforme a tabela 02, para ser utilizadas na compreensão da formação das imagem nos espelhos esféricos, diferenciando-se dos trabalhos apresentados na tabela 01, onde os autores não possibilitam as propriedades físicas nos materiais adaptados táteis como processo de formação do fenômeno envolvido.

TABELA 02: Correlação entre conceitos físicos e suas propriedades na formação da imagem com os materiais adaptados.

AUTOR(ES)	Espelhos esféricos		
	CONCEITOS FÍSICOS		MATERIAIS ADAPTADOS TATÉIS
	PROPRIEDADES	FORMAÇÃO DE IMAGEM	
Flaviane (2018)	Realiza	Foco/curvatura/Vértice	Cola quente, linha, EVA cm glitter, , papelão, papel sulfite.
	Realiza	Raios notáveis	Cola quente, linha, EVA com glitter, canudos, papelão, papel sulfite
	Realiza	Formação de imagens nos espelhos Esférico	Cola quente, linha, EVA com glitter, canudos, papelão, papel sulfite, arame maleável, fio de lã.

Possibilitar ao discente deficiente visual a compreensão das propriedades físicas envolvidas no processo de formação da imagem é contribuir para uma cultura científica sem segregação por meio do entendimento de leis e modelos.

A identificação do uso das propriedades no ensino e aprendizagem de física, fornece aos discentes a compreensão lógica para a diferenciação de afirmações singulares de determinados fenômenos físicos, para afirmações universais que devem ser obedecidas desde que sejam satisfeitas determinadas propriedades condições e propriedades.

Portanto é de grande importância conhecer/compreender as propriedades dos espelhos esféricos justamente para assimilar a aplicação das propriedades e observar como os fenômenos físicos podem ser descritos a partir das mesmas.

Como observa-se nas figuras 23 à 25, o comportamento dos raios notáveis na superfície do espelho convexo não produz a mesma imagem no espelho côncavo, tem-se alterações na formação de imagens,mas obedece-se a um comportamento pré determinado pelas propriedades físicas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalhos relatou-se a carência de materiais adaptados táteis para o ensino de física, este ensino historicamente descontextualizado que gera dificuldades tanto em discentes videntes e agrava-se ainda mais com discentes deficientes visuais, logo este ensino necessita ser que ser superado.

Para isso elaborou-se este trabalho como ferramenta para amenizar a carência de materiais e metodologias voltadas ao ensino de física para discentes com deficiência visual .

Na busca em possibilitar o processo de ensino e aprendizagem dos conceitos de espelhos esféricos percebeu-se a importância da percepção sensorial tátil como recurso alternativo para esses discentes, pois pode-se identificar a diferenciação de texturas, pesos, pode-se efetuar medidas quando tem-se os materiais adaptados necessários, aliado a linguagem para proporcionar atividades pedagógicas, concebendo ao discente que o mesmo seja o sujeito de sua própria aprendizagem gerando - lhe autonomia.

A realização de atividades pedagógicas entre esses estudantes e a classe fornece um momento de interação, que é de fundamental importância, pois se o estudante deficiente visual for isolado maior será sua dificuldade na formação de conceitos.

De tal modo tem-se a necessidade de explorar os materiais adaptados, para identificar os elementos que compõe os espelhos esférico, logo após conceitua-lós, para viabilizar a construção de esquemas mentais, desta forma, compreende-se que a formação de conceitos perpassa primeiramente a percepção, depois a formação do pensamento que é mediada entre o sujeito e o mundo, neste caso a mediação é por meio da atividade pedagógica, linguagem e o material adaptado tátil. Desta forma esta proposta visa possibilitar aos discentes com deficiência visual a construção de esquemas mentais no processo de ensino e aprendizagem do decorrido tema acima citado.

O presente trabalho não foi aplicado pela dificuldade em encontrar nas instituições de ensino público, discente com deficiência visual no ensino médio, logo percebe-se que esses estudantes estão encontrando dificuldades para prosseguir a vida acadêmica. Esta constatação indica que ainda há um longo caminho a ser percorrido para um ensino sem segregação.

De um modo geral constata-se que o ensino para pessoas com deficiência visual precisa ser analisado de forma criteriosa.

Entretanto futuramente será realizada uma aplicação com discentes deficientes visuais do ensino fundamental 1 e 2, em uma instituição de ensino que é especializada no atendimento de crianças com deficiência visual, embora há uma lei que inibe essas instituições de ensino especializado, ainda é possível encontrar algumas instituições que continuam com essas práticas educacionais.

Pretende-se futuramente um aprofundamento teórico para melhorar e elaborar novos materiais adaptados e novas metodologias para o ensino de física, voltada a estudantes com deficiência visual.

7. REFERÊNCIAS

AURELIO, G; TOSCANO, C. **Física 2 interação e tecnologia**. 2^aed. São Paulo Leya . 2016.

AZEVEDO, Alexandre. **Utilizando materiais adaptados para deficientes**. 2012.25 f. Tese (mestrado profissional em ensino de Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ. 2012.

AZEVEDO, Rosa Oliveira Marins. **Ensino de ciências e formação de professores: diagnóstico, análise e proposta**. 2008. 165 f (Dissertação de Pós graduação em Ensino de Ciência e Matemática) - Universidade Estadual do Amazonas, AM. 2008.

BOSQUILHA, A; PELEGRINI, M. **Mini manual compacto de física: teoria e prática**. 2^o ed. São Paulo :Rideel, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. **Decreto nº 5.626, de 22 de dezembro de 2005**. Regulamenta a Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002, que dispõe sobre a Língua Brasileira de sinais. Brasília, DF,24 de Abril de 2005. Disponível em<www.planalto.gov.br>Acesso em:20 de Maio de 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Decreto nº 6.094, de 24 de Abril de 2007**. Dispõe sobre a implementação do Plano de Metas Compromisso Todos pela Educação, pela União Federal, em regime de colaboração com Municípios, Distrito Federal e Estados, e a participação das famílias e da comunidade, mediante programas e ações de assistência técnica e financeira, visando a mobilização social pela melhoria da qualidade da educação básica. Brasília, DF,24 de Abril de 2007. Disponível em<www.planalto.gov.br>Acesso em:20 de Maio de 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Decreto nº 6571/2008 de 17 de Setembro de 2008**. Revogado pelo decreto nº 7611/2011. Institui o Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência - Plano Viver sem Limite. Disponível em<www.planalto.gov.br>Acesso em:20 de Maio de 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Decreto nº 7084, de 27 de janeiro de 2010**. Dispõe sobre os programas de material didático e dá outras providências. Brasília, DF,27 de Janeiro de 2007. Disponível em<www.planalto.gov.br>Acesso em:20 de Maio de 2017.

BRASIL. Ministério da Educação e Desporto. **Parâmetros Curriculares Nacionais – Adaptações Curriculares**: estratégia para a educação de alunos com necessidades educacionais especiais. Brasília, 1998. Disponível em<www.planalto.gov.br>Acesso em:20 de Maio de 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. **Lei Nº. 7.853, de 24 de outubro de 1989**. Dispõe sobre o apoio às pessoas portadoras de deficiência, sua integração social. Disponível em<www.planalto.gov.br>Acesso em:20 de Maio de 2017.

BRASIL. Lei nº 12.764/2012, de 11 de dezembro de 1990. Institui a política nacional de proteção dos direitos da pessoa com transtorno do espectro autista. Disponível em <www.planalto.gov.br> Acesso em: 20 de Maio de 2017.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN + **Ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular - BNCC 2º versão. Brasília, DF, 2016.**

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Imprensa Oficial, 1988.

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. LDBart.59, Março de 2017.

BRASIL. **Ministério da Educação. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. Lei nº 13.146**, de 06 de Julho de 2015.

BRASIL. **Ministério da Educação. Portaria Nº 2.678**, de 24 de setembro de 2002. Disponível em: <[ftp://ftp.fnde.gov.br/web/resolucoes_2002/por2678_24092002.doc](http://ftp.fnde.gov.br/web/resolucoes_2002/por2678_24092002.doc)> Acesso em: 20 de Maio de 2017.

BRASIL. **Ministério da Educação**. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. LDB5.692, de 11 de agosto de 1971.

CAMARGO, Eder Pires de. **O ensino de Física no contexto da deficiência visual: elaboração e condução de atividades de ensino de Física para alunos cegos e com baixa visão**. 2005.285f. Tese (Tese em Educação) - Universidade Estadual De Campinas, SP. 2005.

CAMARGO, Eder Pires de; NARDI, Roberto. **Panorama Geral das Dificuldades e Viabilidades Para a Inclusão do Aluno com Deficiência Visual em Aulas de Óptica**. Revista de Educação em Ciência e Tecnologia. v.1, n.2, p.81 - 106, jul. 2008.

CAMARGO, Eder: III encontro nacional de pesquisa em educação em ciências – III ENPEC.2001. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br>> Acesso em: 20 de Novembro 2017.

CRUZ, Jonierson de Araújo da. **O lúdico como estratégia didática: investigando uma proposta para o ensino de física**. SNEF– XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física. Vitória, ES, 2009.

CUNHA, M.D; M GIORDAN. **As Percepções na Teoria Sociocultural de Vigotski: uma análise na escola**. Revista de Educação em Ciência e Tecnologia Paraná, v.5, n.1, p.113 - 125, maio 2012.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica: questões e desafios para educação** - 6.ed - Ijuí: ed. Unijuí, 2014. p.368.

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. Institui Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica. Resolução cne/ceb nº 2, de 11 de setembro de 2001.

DICKMAN, Adriana Gomes; FERREIRA, Amauri Carlos. **Ensino e aprendizagem de física a estudantes com deficiência visual: desafios e perspectivas**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. Vol. 8 No 2, 2008.

FERRAZ, C, V. et.al. **Manual dos direitos da pessoa com deficiência**. 1ªed. São Paulo: Saraiva, 2012.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia: saberes Necessários a Prática Educativa**, Rio de Janeiro: Paz e Terra. 1997.

FRIAS, Elzabel Maria Alberton; MENEZES, Maria Christine Berdusco. **Inclusão Escolar do Aluno com Necessidades Educacionais Especiais: Contribuições ao Professor do Ensino Regular**. Paraná. 2008.36 P.

GASPAR, Alberto. **Compreendendo a Física 2: Ondas, Óptica e Termodinâmica**. São Paulo: Ática, 2011.

GROSSI, M. C. A. J. **Ensino de física inclusivo envolvendo alunos com deficiência visual na educação de jovens e adultos. 2016**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal e Lavras, Minas Gerais, 2016.

MOREIRA, M. A. **Teorias da aprendizagem**. São Paulo. EPU. 1999.

MANSKE, Nivaldo. **Ensino de Física para deficientes visuais: Materialização De Figuras do Livro Didático**. 2013. 86f. Tese (Dissertação de Pós graduação em Ensino de Ciência e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, BH.2013.

NANI, A.P.S. **Ser protagonista: física 2**. 3ed. São Paulo: edições SM, 2016.

NUNES, Renato Silva; RODRIGUES, Adriano. **Ensino de Física para Alunos com Deficiência Visual**. Varginha: Interação, 2011.p.49-57.

RODRIGUES, E. K. Ensino de Física. **O Ensino de Física para Deficientes Visuais: Uma Proposta Aplicada a Mecânica**. 2007.98 f. Monografia (Licenciatura em Física) - Universidade do Estadual do Ceará, 2007.

JORGE, V.L. Ensino de Ciências. **Recursos didáticos no Ensino de Ciências para alunos com deficiência visual no Instituto Benjamin Constant**. 2010. 46 f. Monografia (Licenciatura Plena em Ciências Biológicas) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2010.

OIVEIRA, F.I.W;BIZ, V.A; FREIRE, M. **Processo de inclusão de alunos deficientes visuais na rede regular de ensino: confecção e utilização de recursos didáticos adaptados**. Núcleo de Ensino/PROGRAD – Faculdade de Filosofia e Ciências – UNESP – Campus de Marília.

SÁ, E. D ; CAMPOS, I. M.; SILVA, M. B. C. **Atendimento educacional especializado. Formação continuada à distância de professores para o atendimento educacional especializado. Deficiência visual**. Brasília: SEESP/SEED/ MEC, 2007.

VYGOTSKY, L.S.**Obras escogidas fundamentos da defectologia**.Madrid:Visor.1997.

UNICEF – United Nations Children's Fund - Fundo das Nações Unidas para a Infância. Disponível em: <<https://www.unicef.org/brazil/pt/resources_10133.htm>>, acessado em 04/maio/2018.